

考点 48 沉淀的溶解平衡及其应用

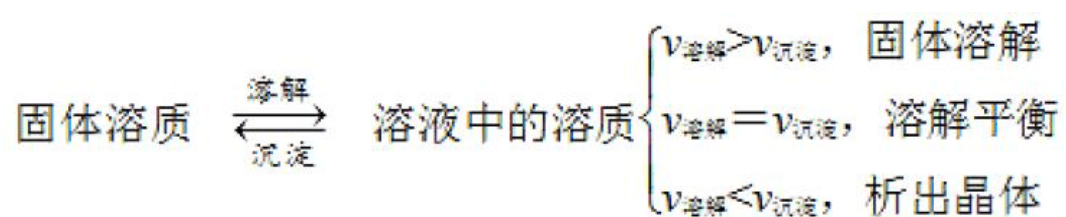
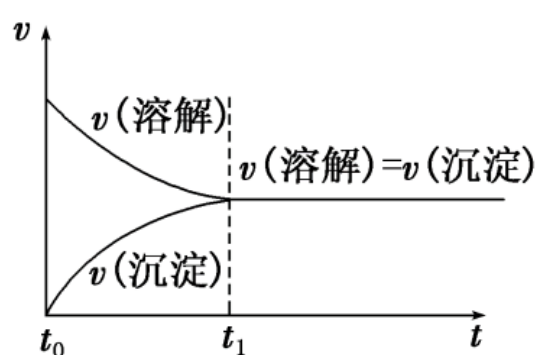


一、沉淀溶解平衡及其影响因素

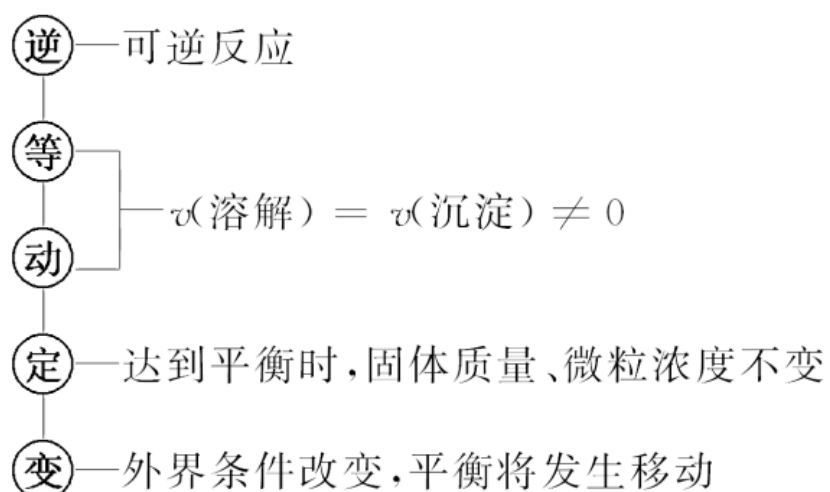
1. 沉淀溶解平衡的概念

在一定温度下，当难溶强电解质溶于水形成饱和溶液时，溶解速率和生成沉淀的速率相等的状态。

2. 沉淀溶解平衡的建立



3. 沉淀溶解平衡的特征



4. 影响沉淀溶解平衡的因素

(1) 内因

难溶电解质本身的性质。

(2) 外因

① 浓度：加水稀释，沉淀溶解平衡向溶解的方向移动，但 K_{sp} 不变。

② 温度：多数难溶电解质的溶解过程是吸热的，所以升高温度，沉淀溶解平衡向溶解的方向移动，同时 K_{sp} 变大。

③同离子效应：向沉淀溶解平衡体系中，加入相同的离子，使平衡向沉淀方向移动，但 K_{sp} 不变。

④其他：向沉淀溶解平衡体系中，加入可与体系中某些离子反应生成更难溶或气体的离子，使平衡向溶解的方向移动， K_{sp} 不变。

以 $\text{AgCl}(s) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq) \quad \Delta H > 0$ 为例：

| 外界条件 | 移动方向 | 平衡后 $c(\text{Ag}^+)$ | 平衡后 $c(\text{Cl}^-)$ | K_{sp} |
|-------------------------|------|----------------------|----------------------|----------|
| 升高温度 | 正向 | 增大 | 增大 | 增大 |
| 加水稀释 | 正向 | 不变 | 不变 | 不变 |
| 加入少量 AgNO_3 | 逆向 | 增大 | 减小 | 不变 |
| 通入 HCl | 逆向 | 减小 | 增大 | 不变 |
| 通入 H_2S | 正向 | 减小 | 增大 | 不变 |

二、溶度积的相关计算及应用

1. 溶度积的相关计算

(1) 溶度积和离子积

以 $\text{A}_m\text{B}_n(s) \rightleftharpoons m\text{A}^{n+}(aq) + n\text{B}^{m-}(aq)$ 为例：

| | 溶度积 | 离子积 |
|-----|--|---|
| 概念 | 沉淀溶解的平衡常数 | 溶液中有关离子浓度幂的乘积 |
| 符号 | K_{sp} | Q_c |
| 表达式 | $K_{sp}(\text{A}_m\text{B}_n) = c^m(\text{A}^{n+}) \cdot c^n(\text{B}^{m-})$ ，式中的浓度都是平衡浓度 | $Q_c(\text{A}_m\text{B}_n) = c^m(\text{A}^{n+}) \cdot c^n(\text{B}^{m-})$ ，式中的浓度是任意浓度 |
| 应用 | 判断在一定条件下沉淀能否生成或溶解：① $Q_c > K_{sp}$ ：溶液过饱和，有沉淀析出；② $Q_c = K_{sp}$ ：溶液饱和，处于平衡状态；③ $Q_c < K_{sp}$ ：溶液未饱和，无沉淀析出。 | |

(2) 已知溶度积求溶解度

以 $\text{AgCl}(s) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(aq) + \text{Cl}^-(aq)$ 为例，已知 K_{sp} ，则饱和溶液中 $c(\text{Ag}^+) = c(\text{Cl}^-) = \sqrt{K_{sp}}$ ，结合溶液体积即可

求出溶解的 AgCl 的质量，利用公式 $\frac{S}{100 \text{ g}} = \frac{m(\text{质})}{m(\text{剂})}$ 即可求出溶解度。

(3) 已知溶解度求溶度积

已知溶解度 S （因为溶液中溶解的电解质很少，所以溶液的密度可视为 1 g cm^{-3} ），则 100 g 水即 0.1 L 溶液中溶解的电解质的质量 m 为已知，则 1 L 溶液中所含离子的物质的量（离子的物质的量浓度）便可求

出，利用公式即可求出 K_{sp} 。

(4) 两溶液混合是否会产生沉淀或同一溶液中可能产生多种沉淀时判断产生沉淀先后顺序的问题，均可利用溶度积的计算公式或离子积与浓度积的关系加以判断。

2. 溶度积的应用

(1) 沉淀的生成

原理：当 $Q_c > K_{sp}$ 时，难溶电解质的溶解平衡向左移动，就会生成沉淀。

方法：①调节 pH 法。如工业原料氯化铵中含杂质氯化铁，使其溶解于水中，再加入氨水调节 pH 至 7~8，可使 Fe^{3+} 转化为 $Fe(OH)_3$ 沉淀除去。反应的离子方程式为 $Fe^{3+} + 3NH_3 \cdot H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3 \downarrow + 3NH_4^+$ 。

②加沉淀剂法。如以 Na_2S 、 H_2S 等作沉淀剂，使金属离子如 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 等生成极难溶的硫化物 CuS 、 HgS 等，也是分离、除杂常用的方法。反应的离子方程式为 $Cu^{2+} + S^{2-} \rightleftharpoons CuS \downarrow$ ， $Cu^{2+} + H_2S \rightleftharpoons CuS \downarrow + 2H^+$ ； $Hg^{2+} + S^{2-} \rightleftharpoons HgS \downarrow$ ， $Hg^{2+} + H_2S \rightleftharpoons HgS \downarrow + 2H^+$ 。

(2) 沉淀的溶解

原理：当 $Q_c < K_{sp}$ 时，难溶电解质的溶解平衡向右移动，沉淀就会溶解。

化学方法溶解沉淀的原理是：使沉淀溶解平衡向着溶解的方向移动。常用的方法有：

①碱溶解法。如用 $NaOH$ 溶液溶解 $Al(OH)_3$ ，化学方程式为 $NaOH + Al(OH)_3 \rightleftharpoons NaAlO_2 + 2H_2O$ 。

②盐溶解法。除了酸、碱可以溶解难溶电解质，某些盐溶液也可用来溶解沉淀。如 NH_4Cl 溶液可溶解 $Mg(OH)_2$ 。

③配位溶解法。在难溶物中加入配位剂，因形成配合物而降低难溶物的某种离子浓度，使平衡右移，沉淀溶解。

④氧化还原溶解法。有些金属硫化物 (CuS 、 HgS 等) 不溶于非氧化性酸，只能溶于氧化性酸，通过减小 $c(S^{2-})$ 而达到沉淀溶解的目的。如 $3CuS + 8HNO_3(稀) \rightleftharpoons 3Cu(NO_3)_2 + 3S \downarrow + 2NO \uparrow + 4H_2O$ 。

(3) 沉淀的转化

实质：沉淀溶解平衡的移动。

条件：两种沉淀的溶度积不同，溶度积大的可以转化为溶度积小的。

应用：锅炉除垢、矿物转化等。

溶度积使用时的注意事项

(1) K_{sp} 只与难溶电解质的性质和温度有关，与沉淀的量无关。

(2) 溶液中离子浓度的变化只能使平衡移动，并不能改变溶度积。

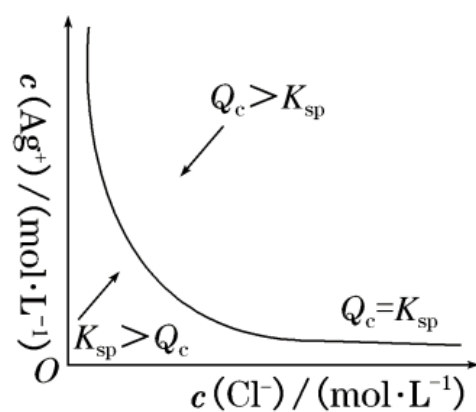
(3) 沉淀的生成和溶解这两个相反过程相互转化的条件是离子浓度的大小，改变反应所需的离子浓

度，可使反应向着所需的方向转化。

(4) 只有组成相似的物质（如 AgCl 与 AgI 、 CaCO_3 与 BaCO_3 ），才能用 K_{sp} 的相对大小来判断物质溶解度的相对大小。

(5) K_{sp} 小的难溶电解质也能向 K_{sp} 大的难溶电解质转化，需看溶液中生成沉淀的离子浓度的大小。

三、沉淀溶解平衡图像分析



1. 第一步：明确图像中纵、横坐标的含义

纵、横坐标通常是难溶物溶解后电离出的离子浓度。

2. 第二步：理解图像中线上点、线外点的含义

(1) 以氯化银为例，在该沉淀溶解平衡图像上，曲线上任意一点都达到了沉淀溶解平衡状态，此时 $Q_c = K_{\text{sp}}$ 。在温度不变时，无论改变哪种离子的浓度，另一种离子的浓度只能在曲线上变化，不会出现在曲线外的点。

(2) 曲线上方区域的点均为过饱和溶液，此时 $Q_c > K_{\text{sp}}$ 。

(3) 曲线下方区域的点均为不饱和溶液，此时 $Q_c < K_{\text{sp}}$ 。

3. 第三步：抓住 K_{sp} 的特点，结合选项分析判断

(1) 溶液在蒸发时，离子浓度的变化分两种情况：

①原溶液不饱和时，离子浓度要增大都增大；

②原溶液饱和时，离子浓度都不变。

(2) 溶度积常数只是温度的函数，与溶液中溶质的离子浓度无关，在同一曲线上的点，溶度积常数相同。



考向一 沉淀溶解平衡及其影响因素

典例引领

典例 1 下列有关 AgCl 沉淀的溶解平衡状态的说法中，正确的是

- A. AgCl 沉淀的生成和溶解不断进行，但速率相等
- B. AgCl 难溶于水，溶液中没有 Ag⁺和 Cl⁻
- C. 升高温度，AgCl 的溶解度不变
- D. 向 AgCl 沉淀的溶解平衡体系中加入 NaCl 固体，AgCl 的溶解度不变

【解析】 AgCl 固体在溶液中存在溶解平衡，当达到溶解平衡时，AgCl 固体生成 Ag⁺和 Cl⁻的速率必然等于 Ag⁺和 Cl⁻结合成 AgCl 固体的速率，A 正确；没有绝对不溶的物质，B 错误；一般说来，温度升高，固体的溶解度增大，C 错误，但少数固体的溶解度随温度升高而降低，如 Ca(OH)₂；向 AgCl 沉淀的溶解平衡体系中加入 NaCl 固体，增大了 c(Cl⁻)，平衡向左移动，AgCl 的溶解度减小，D 错误

【答案】 A

变式拓展

1. 下列说法正确的是

- ①难溶电解质达到沉淀溶解平衡时，溶液中各种离子的溶解(或沉淀)速率都相等
- ②难溶电解质达到沉淀溶解平衡时，增加难溶电解质的量，平衡向溶解方向移动
- ③向 Na₂SO₄ 溶液中加入过量的 BaCl₂ 溶液，则 SO₄²⁻ 沉淀完全，溶液中只含 Ba²⁺、Na⁺和 Cl⁻，不含 SO₄²⁻
- ④K_{sp} 小的物质其溶解能力一定比 K_{sp} 大的物质的溶解能力小
- ⑤为减少洗涤过程中固体的损耗，最好选用稀 H₂SO₄ 代替 H₂O 来洗涤 BaSO₄ 沉淀
- ⑥洗涤沉淀时，洗涤次数越多越好

A. ①②③

B. ①②③④⑤⑥

C. ⑤

D. ①⑤⑥



沉淀溶解平衡及其影响因素的理解

- (1) 沉淀溶解平衡是化学平衡的一种，沉淀溶解平衡的移动也同样遵循勒夏特列原理。
- (2) 沉淀溶解达到平衡时，再加入该难溶物对平衡无影响。
- (3) 难溶电解质的溶解过程有的是吸热过程，有的是放热过程。
- (4) 由于沉淀的生成取决于 Q_c 与 K_{sp} 的相对大小，而溶解度与相对分子质量有关，有可能溶解度大的转化为溶解度小的。
- (5) 用沉淀法除杂不可能将杂质离子全部通过沉淀除去。一般认为残留在溶液中的离子浓度小于 1×10⁻⁵ mol·L⁻¹ 时，沉淀已经完全。

考向二 沉淀溶解平衡的应用

典例引领

典例 1 以 MnO_2 为原料发生反应制得 MnCl_2 溶液，其中常含有 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 等金属离子，通过添加过量难溶电解质 MnS ，可使这些金属离子形成硫化物沉淀，经过滤除去包括 MnS 在内的沉淀，再经蒸发、结晶，可得纯净的 MnCl_2 。根据上述实验事实，下列分析正确的是

- A. MnS 的溶解度小于 CuS 、 PbS 、 CdS 等硫化物的溶解度
- B. 除杂试剂 MnS 也可用 Na_2S 替代
- C. MnS 与 Cu^{2+} 反应的离子方程式是 $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{CuS} \downarrow$
- D. 整个过程中涉及的反应类型有氧化还原反应和复分解反应

【解析】 通过添加过量难溶电解质 MnS ，除去 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 等离子，属于沉淀的转化，利用的是 CuS 、 PbS 、 CdS 比 MnS 更难溶于水的原理，A 错误；用 Na_2S 替代 MnS ，会引入 S^{2-} 和 Na^+ 杂质，同时还生成 MnS 沉淀，减少了 Mn^{2+} 的量，B 错误；沉淀转化的离子方程式为 $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{MnS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CuS}(\text{s}) + \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ ，C 错误；整个反应过程中 MnO_2 制 MnCl_2 的反应是氧化还原反应，沉淀转化是复分解反应，D 正确。

【答案】 D

变式拓展

2. 化工生产中含 Cu^{2+} 的废水常用 $\text{MnS}(\text{s})$ 作沉淀剂，其反应原理为 $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{MnS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CuS}(\text{s}) + \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ 。一定温度下，下列有关该反应的推理正确的是

- A. 该反应达到平衡时 $c(\text{Cu}^{2+}) = c(\text{Mn}^{2+})$
- B. 平衡体系中加入少量 $\text{CuS}(\text{s})$ 后， $c(\text{Mn}^{2+})$ 变小
- C. 平衡体系中加入少量 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2(\text{s})$ 后， $c(\text{Mn}^{2+})$ 变大
- D. 该反应的平衡常数 $K = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CuS})}{K_{\text{sp}}(\text{MnS})}$

考向三 溶度积常数的应用及计算

典例引领

典例 1 相关物质的溶度积常数见下表 (25 °C):

| | | | | |
|----|--------------------------|---------------------------|---------------|---------------------------|
| 物质 | $\text{Mg}(\text{OH})_2$ | CH_3COOAg | AgCl | Ag_2CrO_4 |
|----|--------------------------|---------------------------|---------------|---------------------------|

| | | | | |
|----------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| K_{sp} | 1.1×10^{-11} | 2.3×10^{-3} | 1.8×10^{-10} | 1.9×10^{-12} |
|----------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|

下列有关说法中不正确的是

- A. 浓度均为 $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液和 CH_3COONa 溶液等体积混合一定产生 CH_3COOAg 沉淀
- B. 将 $0.001 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ AgNO_3 溶液滴入 $0.001 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ KCl 和 $0.001 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ K_2CrO_4 的混合溶液中, 先产生 Ag_2CrO_4 沉淀
- C. 向浓度为 $0.11 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 MgCl_2 溶液中加入氨水产生 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀时溶液的 pH 为 9
- D. 在其他条件不变的情况下, 向饱和 AgCl 溶液中加入 NaCl 溶液, $K_{sp}(\text{AgCl})$ 不变

【解析】浓度均为 $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液和 CH_3COONa 溶液等体积混合后, 浓度均变为 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 此时 $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 0.1 \times 0.1 > 2.3 \times 10^{-3}$, 所以一定产生 CH_3COOAg 沉淀, A 项正确; 根据 AgCl 和 Ag_2CrO_4 的溶度积常数可知在 Cl^- 和 CrO_4^{2-} 浓度均为 $0.001 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的条件下, 开始出现沉淀时 Ag^+ 的浓度分别为 $1.8 \times 10^{-7} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $\sqrt{\frac{1.9 \times 10^{-12}}{0.001}} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 所以将 $0.001 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ AgNO_3 溶液分别滴入 $0.001 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ KCl 和 $0.001 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ K_2CrO_4 的混合溶液中先产生 AgCl 沉淀, B 项错误; 根据 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的溶度积常数可知 $0.11 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ MgCl_2 溶液中加入氨水产生 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀时溶液中 OH^- 的浓度为 $\sqrt{\frac{1.1 \times 10^{-11}}{0.11}} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 因此 H^+ 浓度是 $1 \times 10^{-9} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 则溶液的 pH 为 9, C 项正确; 溶度积常数只与温度有关系, 则在其他条件不变的情况下, 向饱和 AgCl 溶液中加入 NaCl 溶液, $K_{sp}(\text{AgCl})$ 不变, D 项正确。

【答案】B

变式拓展

3. 已知 $K_{sp}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$, $K_{sp}(\text{AgI}) = 1.0 \times 10^{-16}$ 。下列关于不溶物之间转化的说法中错误的是

- A. AgCl 不溶于水, 不能转化为 AgI
- B. 两种不溶物的 K_{sp} 相差越大, 不溶物就越容易转化为更难溶的不溶物
- C. AgI 比 AgCl 更难溶于水, 所以 AgCl 可以转化为 AgI

D. 常温下, AgCl 若要在 NaI 溶液中开始转化为 AgI , 则 NaI 的浓度必须不低于 $\frac{1}{\sqrt{1.8}} \times 10^{-11} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$



溶度积 K_{sp} 的计算类型

(1) 已知溶度积求溶液中的某种离子的浓度, 如 $K_{sp}=a$ 的饱和 AgCl 溶液中 $c(\text{Ag}^+) = \sqrt{a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(2) 已知溶度积、溶液中某离子的浓度, 求溶液中的另一种离子的浓度, 如某温度下 AgCl 的 $K_{sp}=a$, 在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaCl 溶液中加入过量的 AgCl 固体, 达到平衡后 $c(\text{Ag}^+) = 10a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

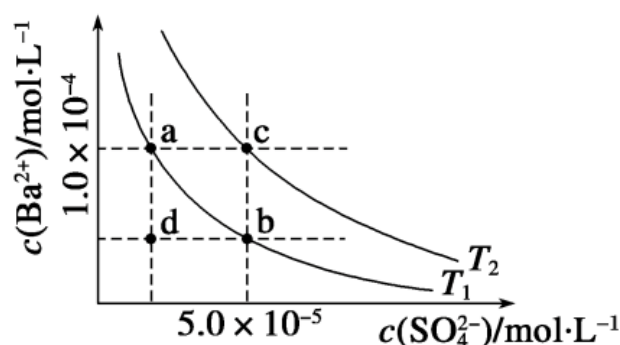
(3) 计算反应的平衡常数, 如对于反应 $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{MnS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CuS}(\text{s}) + \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$, $K_{sp}(\text{MnS}) = c(\text{Mn}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-})$,

$$K_{sp}(\text{CuS}) = c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-}), \text{ 而平衡常数 } K = \frac{c(\text{Mn}^{2+})}{c(\text{Cu}^{2+})} = \frac{K_{sp}(\text{MnS})}{K_{sp}(\text{CuS})}。$$

考向四 沉淀溶解平衡曲线

典例引领

典例 1 如图所示, 有 T_1 、 T_2 不同温度下 BaSO_4 在水中的沉淀溶解平衡曲线, 下列说法不正确的是



- A. 加入 Na_2SO_4 可使溶液由 a 点变为 b 点
- B. 在 T_1 曲线上方区域(不含曲线)任意一点时, 均有 BaSO_4 沉淀生成
- C. 蒸发溶剂可能使溶液由 d 点变为曲线上 a、b 之间的某一点(不含 a、b)
- D. 升温可使溶液由 b 点变为 d 点

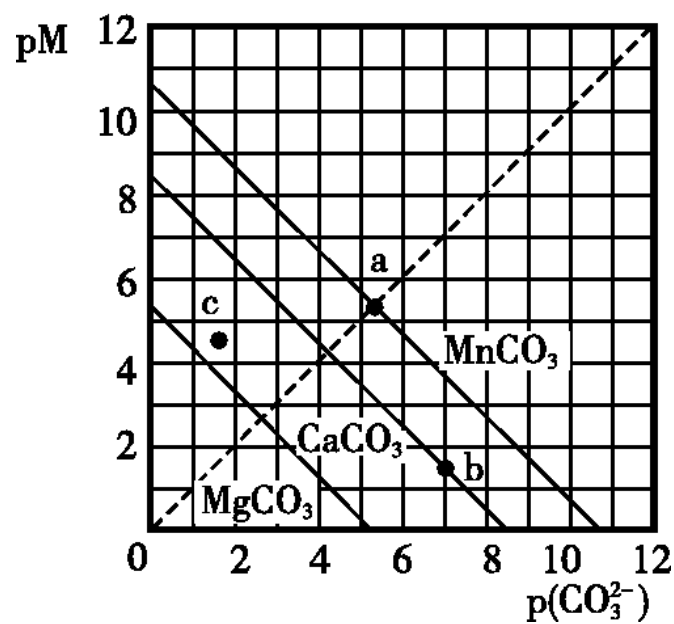
【解析】本题考查沉淀溶解平衡。A. 加入 Na_2SO_4 , 溶液中硫酸根离子浓度增大, 导致溶液中钡离子浓度减小, 所以可以使溶液由 a 点变为 b 点, A 正确; B. 在 T_1 曲线上方区域(不含曲线)为过饱和溶液, 所以有沉淀生成, B 正确; C. 蒸发溶剂, 增大溶液中溶质的浓度, 温度不变, 溶度积常数不变, 所以蒸发溶剂可能使溶液由 d 点变为曲线上 a、b 之间的某一点(不含 a、b), C 正确; D. 升温会增大溶质的溶解, 溶液中钡离子、硫酸根离子浓度都增大, D 错误; 故选 D。

【答案】D

变式拓展

4. 一定温度下, 三种碳酸盐 MCO_3 ($\text{M}: \text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$) 的沉淀溶解平衡曲线如图所示。已知: $\text{pM} = -\lg$

$c(M)$, $p(\text{CO}_3^{2-}) = -\lg(\text{CO}_3^{2-})$ 。下列说法正确的是



- A. MgCO_3 、 CaCO_3 、 MnCO_3 的 K_{sp} 依次增大
- B. a 点可表示 MnCO_3 的饱和溶液, 且 $c(\text{Mn}^{2+}) = c(\text{CO}_3^{2-})$
- C. b 点可表示 CaCO_3 的饱和溶液, 且 $c(\text{Ca}^{2+}) < c(\text{CO}_3^{2-})$
- D. c 点可表示 MgCO_3 的不饱和溶液, 且 $c(\text{Mg}^{2+}) > c(\text{CO}_3^{2-})$

考点冲关

1. 下列化学原理的应用, 主要用沉淀溶解平衡原理来解释的是

- ①热纯碱溶液的洗涤油污能力强
- ②误将钡盐 $[\text{BaCl}_2$ 、 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2]$ 当作食盐食用时, 常用 0.5% 的 Na_2SO_4 溶液解毒
- ③溶洞、珊瑚的形成
- ④碳酸钡不能做“钡餐”而硫酸钡则能
- ⑤泡沫灭火器灭火的原理

- A. ②③④
- B. ①②③
- C. ③④⑤
- D. ①②③④⑤

2. 已知: 常温下, $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{X}) = 1.4 \times 10^{-5}$, $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{Y}) = 8.1 \times 10^{-12}$, $K_{sp}(\text{AgZ}) = 1.8 \times 10^{-10}$, $K_{sp}(\text{AgR}) = 8.3 \times 10^{-17}$ 。在下列各饱和溶液中, $c(\text{Ag}^+)$ 由小到大的排序是

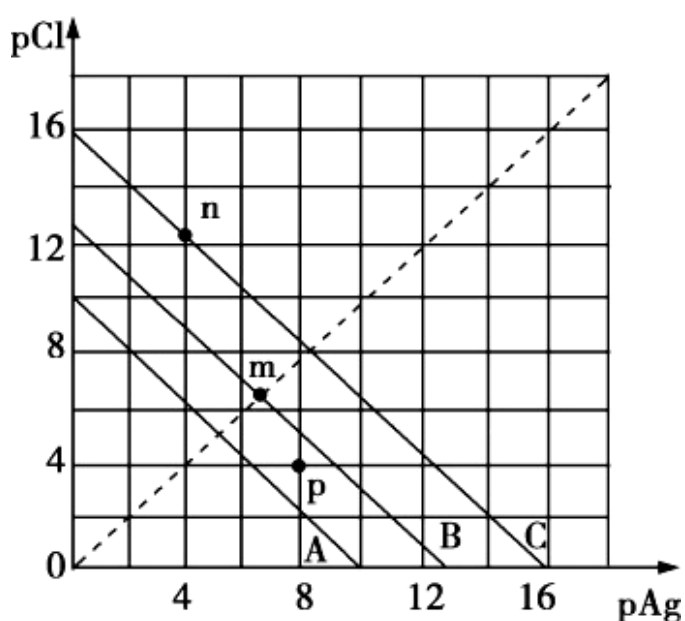
- A. $\text{AgR} < \text{Ag}_2\text{Y} < \text{Ag}_2\text{X} < \text{AgZ}$
- B. $\text{AgR} < \text{AgZ} < \text{Ag}_2\text{Y} < \text{Ag}_2\text{X}$
- C. $\text{AgZ} < \text{AgR} < \text{Ag}_2\text{X} < \text{Ag}_2\text{Y}$
- D. $\text{AgR} < \text{Ag}_2\text{Y} < \text{AgZ} < \text{Ag}_2\text{X}$

3. 已知: $K_{sp}[\text{Al}(\text{OH})_3] < K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_3]$ 。在含 $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{FeCl}_3$ 和 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{AlCl}_3$ 的混合溶液中, 滴加足量

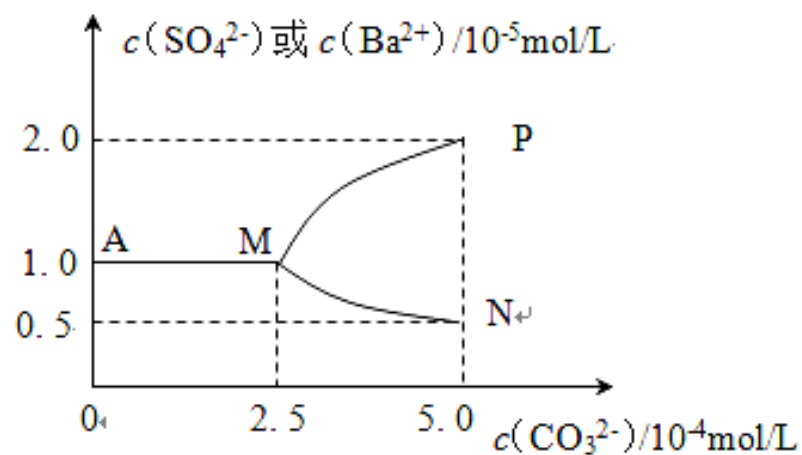
烧碱溶液。下列离子方程式书写正确的是

- A. $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. $\text{Fe}^{3+} + \text{Al}^{3+} + 6\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$
- C. $2\text{Fe}^{3+} + \text{Al}^{3+} + 10\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. $\text{Fe}^{3+} + \text{Al}^{3+} + 7\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$

4. 某温度下 HF 的电离常数 $K_a = 4 \times 10^{-4}$ ， CaF_2 的溶度积常数 $K_{sp} = 1.46 \times 10^{-10}$ 。在该温度下取浓度为 0.25 mol L^{-1} 的 HF 与浓度为 0.002 mol L^{-1} 的 CaCl_2 溶液等体积混合。下列说法正确的是
- A. 该温度下， 0.25 mol L^{-1} 的 HF 溶液的 $\text{pH} = 2$
 - B. 升高温度或增大浓度，HF 的电离平衡常数都将增大
 - C. 两溶液混合不会产生沉淀
 - D. 向饱和的 CaF_2 溶液中加入少量 CaCl_2 固体后，溶度积常数 K_{sp} 一定比之前减小
5. 某温度时，AgCl 的溶解平衡曲线如图所示。已知 $\text{pAg} = -\lg c(\text{Ag}^+)$ 、 $\text{pCl} = -\lg c(\text{Cl}^-)$ ，利用 pCl、pAg 的坐标系可表示出 AgCl 的溶度积与溶液中 $c(\text{Ag}^+)$ 和 $c(\text{Cl}^-)$ 的相互关系。下列说法错误的是



- A. A 线、B 线、C 线对应的温度关系： $A > B > C$
 - B. A 线对应温度下，AgCl 的 $K_{sp} = 1 \times 10^{-10}$
 - C. B 线对应温度下，p 点形成的溶液是 AgCl 的不饱和溶液
 - D. C 线对应温度下，n 点表示 KCl 与过量的 AgNO_3 反应产生 AgCl 沉淀
6. 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



- 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 0.05mol BaSO_4 全部转化为 BaCO_3 , 至少要加入 $1.25\text{mol Na}_2\text{CO}_3$
- D. 0.05mol BaSO_4 恰好全部转化为 BaCO_3 时, 溶液中离子浓度大小为: $c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{Ba}^{2+})$

7. 已知: 298 K 时, 物质的溶度积如表所示。

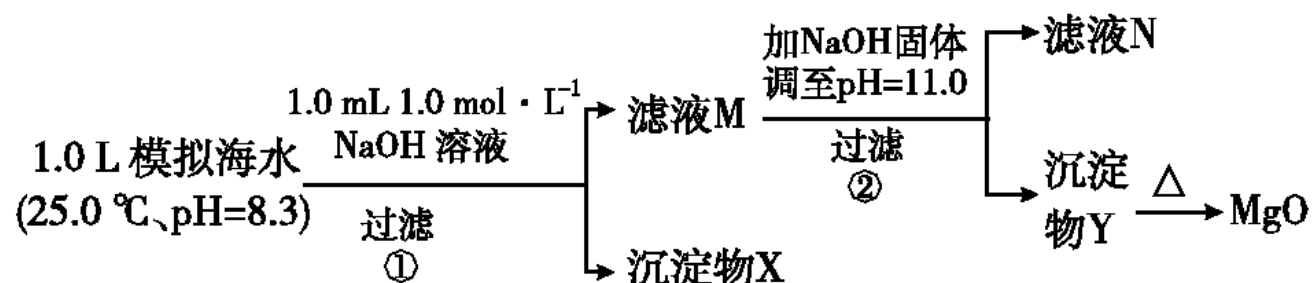
| 化学式 | CH_3COOAg | AgCl | Ag_2CrO_4 | Ag_2S |
|----------|---------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|
| K_{sp} | 2.3×10^{-3} | 1.56×10^{-10} | 1.12×10^{-12} | 6.7×10^{-15} |

下列说法正确的是

- A. 298 K 时, 将 0.001mol L^{-1} 的 AgNO_3 溶液逐滴滴入 0.001mol L^{-1} 的 KCl 和 0.001mol L^{-1} 的 K_2CrO_4 的混合液中, 则先产生 Ag_2CrO_4 沉淀
- B. 298 K 时, 向 $2.0 \times 10^{-4}\text{mol L}^{-1}$ 的 K_2CrO_4 溶液中加入等体积的 $2.0 \times 10^{-4}\text{mol L}^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液, 则有 Ag_2CrO_4 沉淀生成(忽略混合时溶液体积的变化)
- C. 298 K 时, 向 CH_3COOAg 悬浊液中加入盐酸, 发生反应的离子方程式为

$$\text{CH}_3\text{COOAg} + \text{H}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH} + \text{AgCl}$$
- D. 298 K 时, 四种物质饱和溶液的物质的量浓度: $c(\text{CH}_3\text{COOAg}) > c(\text{AgCl}) > c(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) > c(\text{Ag}_2\text{S})$

8. 海水中含有丰富的镁资源。某同学设计了从模拟海水中制备 MgO 的实验方案:



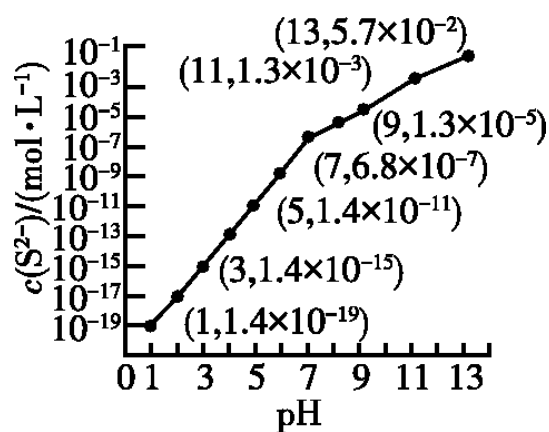
| | | | | | |
|--|---------------|------------------|------------------|---------------|------------------|
| 模拟海水中的离子浓度/ $(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$ | Na^+ | Mg^{2+} | Ca^{2+} | Cl^- | HCO_3^- |
| | 0.439 | 0.050 | 0.011 | 0.560 | 0.001 |

注: 溶液中某种离子的浓度小于 $1.0 \times 10^{-5}\text{mol L}^{-1}$, 可认为该离子不存在; 实验过程中, 假设溶液体积

不变。 $K_{sp}(\text{CaCO}_3)=4.96 \times 10^{-9}$, $K_{sp}(\text{MgCO}_3)=6.82 \times 10^{-6}$, $K_{sp}[\text{Ca}(\text{OH})_2]=4.68 \times 10^{-6}$, $K_{sp}[\text{Mg}(\text{OH})_2]=5.61 \times 10^{-12}$ 。下列说法不正确的是

- A. 沉淀物 X 为 CaCO_3 、 MgCO_3
- B. 滤液 M 中存在 Mg^{2+} 、 Ca^{2+}
- C. 滤液 N 中存在 Ca^{2+} , 没有 Mg^{2+}
- D. 步骤②中若改为加入 4.2 g NaOH 固体, 沉淀物 Y 为 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 没有 $\text{Ca}(\text{OH})_2$

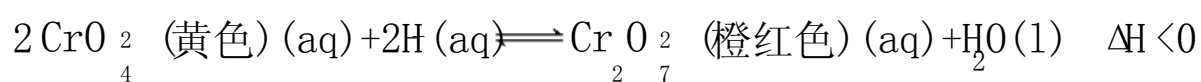
9. 25 °C 时, 向 $0.10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{H}_2\text{S}$ 溶液中通入 HCl 气体或加入 NaOH 固体以调节溶液 pH, 溶液 pH 与 $c(\text{S}^{2-})$ 的关系如图(忽略溶液体积的变化、 H_2S 的挥发)。已知 H_2S 的 $K_{a1}=1.3 \times 10^{-7}$, $K_{a2}=7.1 \times 10^{-15}$, CdS 的 $K_{sp}=3.6 \times 10^{-29}$, 一般认为溶液中离子浓度不大于 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时即沉淀完全。下列说法正确的是



- A. pH=13 时, 溶液中的溶质为 Na_2S
- B. pH=5 时, 向 H_2S 溶液中通入了少量的 HCl
- C. pH=7 时, 溶液中 $c(\text{H}_2\text{S}) \approx 0.043 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- D. pH=1 时, $c(\text{S}^{2-})$ 太小, 故不能处理含 Cd^{2+} 的污水

10. 铬及其化合物在生产、生活中有广泛应用。

(1) 向铬酸钾(K_2CrO_4)溶液中滴加少量酸, 发生如下反应:



① K_2CrO_4 溶液中加入的“酸”可能是_____ (填字母)。

- A. 盐酸
- B. 氢碘酸
- C. 稀硫酸
- D. 硝酸

② 上述反应的平衡常数 K 的表达式为_____。

③ 下列说法正确的是_____ (填字母)。

- A. 增大溶液的 pH, 溶液由黄色变为橙红色
- B. 加热溶液, CrO_4^{2-} 的转化率将减小
- C. 加蒸馏水稀释铬酸钾溶液, 平衡向右移动

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/77532430023012010>