

3.4.2 沉淀溶解平衡的应用（学案）

学习目标

1. 能用平衡移动原理分析沉淀的溶解与生成、沉淀转化的实质，并会解决生产、生活中的实际问题。
2. 明确溶度积和离子积的关系，学会判断反应进行的方向。

重点难点

1. 沉淀的生成 2. 沉淀的溶解 3. 沉淀的转化

学习过程

知识点一、沉淀溶解平衡的应用

1. 沉淀的生成

(1) 加沉淀剂法：

以 Na_2S 、 H_2S 等作沉淀剂，使 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 等生成极难溶的硫化物 CuS 、 HgS 等沉淀。

① 加 Na_2S 生成 CuS ：_____。

② 通入 H_2S 生成 CuS ：_____。

(2) 调节 pH 法：

氢氧化物	开始沉淀时的 pH 值 (0.1mol/L)	沉淀完全时的 pH 值 (<10 ⁻⁵ mol/L)
Cu(OH)_2	4.67	6.67
Fe(OH)_3	1.48	2.81

根据上表的数据， CuCl_2 中混有少量 Fe^{3+} 应调 pH 到_____，才能完全沉淀？

反应离子方程式：_____。

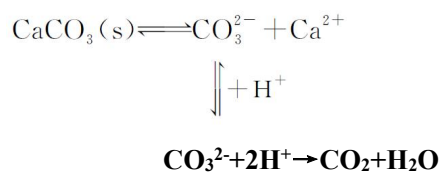
(3) 同离子效应法

$\text{BaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 加入硫酸，使_____浓度增大，使平衡_____有利于沉淀生成。

2. 沉淀的溶解

(1) 原理：根据平衡移动原理，对于在水中难溶的电解质，如果能设法不断地移去溶解平衡体系中的相应离子，使 Q_c _____ K_{sp} ，平衡向沉淀溶解的方向移动，就可以使沉淀溶解。

(2)实例：①CaCO₃沉淀溶于盐酸中：



CO₂气体的生成和逸出，使CaCO₃溶解平衡体系中的CO₃²⁻浓度不断减小，平衡向_____的方向移动。

②配位溶解法： $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$

③氧化还原溶解法： $3\text{Ag}_2\text{S} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 6\text{Ag}^+ + 3\text{S} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

④盐溶液溶解法：如Mg(OH)₂溶于NH₄Cl溶液

实验探究：分别向氢氧化镁沉淀中加入蒸馏水、酸、盐，记录现象

向Mg(OH)₂悬浊液中分别滴加蒸馏水、稀盐酸、NH₄Cl溶液，白色沉淀将_____、_____、_____

【思考与交流1】：

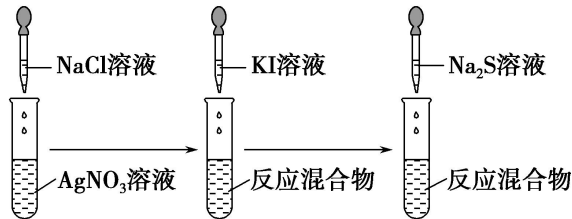
应用平衡移动原理分析、解释实验中发生的反应，并试从中找出使沉淀溶解的规律。

【思考与交流2】：

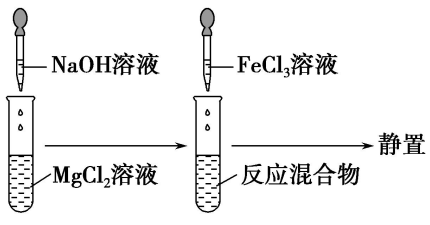
为什么医学上常用BaSO₄作为内服造影剂“钡餐”，而不用BaCO₃作为内服造影剂“钡餐”？

3. 沉淀的转化

(1)实验探究①AgCl、AgI、Ag₂S的转化

实验操作			
实验现象			
化学方程式			
实验结论			

②Mg(OH)₂与Fe(OH)₃的转化

实验操作			
实验现象			上层为无色溶液， 下层为红褐色沉淀
化学方程	$\text{MgCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NaCl}$		
式	$3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{FeCl}_3 = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{MgCl}$		

(2)沉淀转化的实质：沉淀转化的实质就是_____，即将_____。

(3)沉淀转化的应用：除锅炉水垢：锅炉水垢中含 CaSO_4 ，可将 CaSO_4 用 Na_2CO_3 处理，使之转化为 CaCO_3 ，然后用酸除去，其化学方程式为：_____；_____

【练习 1】石灰乳中存在下列平衡： $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq})$ ，加入下列溶液，可使 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 减少的是（ ）

A. Na_2CO_3 溶液 B. KCl 溶液 C. NaOH 溶液 D. CaCl_2 溶液

【练习 2】已知 25°C 时， AgCl 的溶度积 $K_{\text{sp}} = 1.8 \times 10^{-10}$ ，则下列说法正确的是（ ）

- A. 向饱和 AgCl 水溶液中加入盐酸， K_{sp} 值变大
 B. AgNO_3 溶液与 NaCl 溶液混合后的溶液中，一定有 $c(\text{Ag}^+) = c(\text{Cl}^-)$
 C. 温度一定时，当溶液中 $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = K_{\text{sp}}$ 时，此溶液中必有 AgCl 的沉淀析出
 D. 将 AgCl 加入到较浓的 KI 溶液中，部分 AgCl 转化为 AgI ，因为 AgCl 溶解度大于 AgI

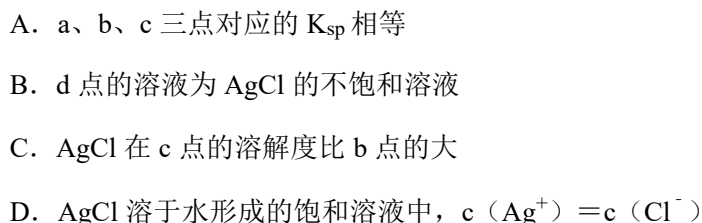
拓展：龋齿的形成原因及防治方法（见书本）

检测反馈

1. 已知 25°C 时， AgCl 的溶度积 $K_{\text{sp}} = 1.8 \times 10^{-10}$ ，则下列说法不正确的是（ ）

- A. 温度一定时，当溶液中 $c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = K_{\text{sp}}$ 时，此溶液中必有 AgCl 的沉淀析出
 B. AgNO_3 溶液与 NaCl 溶液混合后的溶液中，可能有 $c(\text{Ag}^+) = c(\text{Cl}^-)$
 C. 向饱和 AgCl 水溶液中加入盐酸， K_{sp} 不变
 D. 将 AgCl 加入到较浓的 KI 溶液中，部分 AgCl 可以转化为 AgI

2. 一定温度下， $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ 体系中， $c(\text{Ag}^+)$ 和 $c(\text{Cl}^-)$ 的关系如图所示。下列说法错误的是（ ）



- | 化合物 | PbSO ₄ | PbCO ₃ | PbS | PbCrO ₄ |
|-----------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| K _{sp} | 1.8×10^{-8} | 7.4×10^{-14} | 8.0×10^{-28} | 2.8×10^{-13} |

- A. $1.0 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $4.0 \times 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $1.0 \times 10^{-26} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $1.3 \times 10^{-28} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

- | | | | |
|---|--|--|--|
| Ag ₂ SO ₄ （白色） | Ag ₂ S（黑色） | FeS（黑色） | MnS（肉色） |
| $1.4 \times 10^{-5} \text{mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$ | $6.3 \times 10^{-50} \text{mol}^3 \cdot \text{L}^{-3}$ | $3.3 \times 10^{-18} \text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ | $2.5 \times 10^{-13} \text{mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ |

- A. 除去某溶液中的 Ag^+ 用 Na_2S 溶液比 Na_2SO_4 溶液效果好
- B. 25°C 时, MnS 的溶解度大于 FeS 的溶解度
- C. 向少量 FeS 悬浊液中加入足量饱和 MnCl_2 溶液, 沉淀颜色会由黑色变为肉色
- D. 向 $\text{Ag}_2\text{S}(\text{s}) \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{S}^{2-}(\text{aq})$ 平衡体系中加入少量 Na_2S 固体, 溶液中 $c(\text{Ag}^+)$ 不变
6. 向含有 MgCO_3 固体的浊液中滴加少许浓盐酸 (忽略体积变化), 下列数值变小的是 ()
- A. $c(\text{Mg}^{2+})$ B. $K_{\text{sp}}(\text{MgCO}_3)$ C. $c(\text{H}^+)$ D. $c(\text{CO}_3^{2-})$