

## 研究与实践 了解水处理过程中的化学原理

### 【研究目的】

通过查阅资料或现场参观等，了解水处理过程中所涉及的化学原理，认识水溶液中的离子反应与平衡在生产、生活中的应用，提高安全用水的意识，体会化学的价值。

### 【材料阅读】

**材料一** 水硬度的分类，一般来说水的硬度是暂时硬度和永久硬度的总和。水的暂时硬度是由碳酸氢钙或碳酸氢镁引起的，这种水经过煮沸以后，水里所含的碳酸氢钙或碳酸氢镁就会分解成不溶于水的碳酸钙和难溶于水的碳酸镁沉淀。这些沉淀物析出，水的硬度就可以降低，从而使硬度较高的水得到软化。水的永久硬度则是由钙和镁的硫酸盐或氯化物引起的，永久硬度不能用加热的方法软化，一般有加入碳酸盐的沉淀法和离子交换法等。

**材料二** 水垢(Water scale)俗称“水锈、水碱”，是指硬水煮沸后所含矿质附着在容器(如锅、壶等)内逐渐形成的白色块状或粉末状的物质，主要成分有碳酸钙、碳酸镁、硫酸钙、硫酸镁、氯化钙、氯化镁等。水垢的导热能力很差，如果锅炉内形成的水垢过厚则会导致锅炉效率降低，重则会引起锅炉爆管造成锅炉事故。

水垢的处理方法有许多，如：酸除水垢。如烧水壶有了水垢，可将几勺醋(或柠檬片)放入水中，煮沸浸泡一段时间，水垢即除。如水垢中的主要成分是硫酸钙，则可将纯碱溶液倒在水壶里烧煮，再加酸即可去垢。

其他还有离子交换，专用清洁剂等。

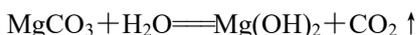
**材料三** 水的化学处理法是通过化学反应来分离、去除废水中的污染物或将其转化为无害物质的废水处理法。

常见的化学处理法：混洗方法，如明矾净水。沉淀法，硫化物沉淀含汞、镉等废水。氧化还原法，如氰化物等处理。电解法(下一章会介绍)、中和法、离子交换等方法。

### 【跟踪训练】

1. 加热煮沸可使暂时硬水软化，分析其化学原理。

**答案** 暂时硬水中含有  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$



沉淀析出后，水的硬度降低。

2. 锅炉水垢的主要成分是( )

A.  $\text{CaCO}_3$  和  $\text{MgCO}_3$

B.  $\text{CaSO}_4$  和  $\text{MgCO}_3$

C.  $\text{CaCO}_3$  和  $\text{Mg}(\text{OH})_2$

D.  $\text{CaSO}_4$  和  $\text{CaCO}_3$

答案 C

解析 水垢的主要成分是碳酸钙和氢氧化镁，主要形成的反应： $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ； $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\Delta} \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ， $\text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

3. 锅炉中水垢  $\text{CaSO}_4$  不溶于  $\text{H}_2\text{O}$ ，不溶于酸，较难去除。

已知  $\text{CaCO}_3$  与  $\text{CaSO}_4$  的溶度积分别为  $2.8 \times 10^{-9}$ 、 $9.1 \times 10^{-6}$ 。由此可知二者的溶解度的大小关系为  $\text{CaCO}_3$  \_\_\_\_\_  $\text{CaSO}_4$ ，在锅炉除垢操作中，要先用碳酸钠溶液将水垢中的硫酸钙转化成碳酸钙，其主要原因是\_\_\_\_\_。

答案 < 碳酸钙可溶于酸而硫酸钙不溶

解析  $\text{CaCO}_3$  与  $\text{CaSO}_4$  的溶度积分别为  $2.8 \times 10^{-9}$ 、 $9.1 \times 10^{-6}$ ，类型相同，溶度积小的溶解度小，则溶解度的大小关系为  $\text{CaCO}_3 < \text{CaSO}_4$ ，锅炉除垢操作中，要先用碳酸钠溶液将水垢中的硫酸钙转化成为碳酸钙，是因为碳酸钙可溶于酸而硫酸钙不溶。

4. 工业上处理废水时， $\text{Na}_2\text{S}$  和  $\text{FeS}$  均可用于除去废水中的  $\text{Hg}^{2+}$ ，试解释原因(用离子方程式表示)。

答案  $\text{Na}_2\text{S} \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + \text{S}^{2-}$   $\text{Hg}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{HgS} \downarrow$ ；

$\text{FeS} + \text{Hg}^{2+} \rightleftharpoons \text{HgS} + \text{Fe}^{2+}$  [ $K_{\text{sp}}(\text{FeS}) > K_{\text{sp}}(\text{HgS})$ ]，沉淀的转化、难溶转化成更难溶]。

5. 高铁酸钾紫红色固体是一种高效净水剂，溶于水后能生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体，具有强氧化性，能杀菌消毒。将  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  溶于水会有一种使火星的木条复燃的气体生成，请写出相应离子方程式： $4\text{FeO}_4^{2-} + 10\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{Fe}(\text{OH})_3 + 8\text{OH}^- + 3\text{O}_2 \uparrow$ 。