

# 化学物质基本概念 · 四 · 「离子检验」

大题通用术语：取少量待测液于洁净试管中，滴加……，观察……

## 1. 阳离子

- $\text{Na}^+$ ：用 铂丝 蘸其溶液，用酒精灯火焰上灼烧，火焰呈 黄色
- $\text{K}^+$ ：用 铂丝 蘸其溶液，用酒精灯火焰上灼烧，透过蓝色钴玻璃观察，火焰呈 紫色

通过焰色反应检验离子

- $\text{Na}^+$  与  $\text{K}^+$  在自然界中往往同时存在，火焰的紫色可能被黄色遮盖，因此判断  $\text{K}^+$ ，需透过蓝色钴玻璃观察
- 需使用铂丝或干净的铁丝，不得使用玻璃棒 ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )

- $\text{Mg}^{2+} \xrightarrow{\text{少量 NaOH}}$  白色沉淀  $\text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow \xrightarrow{\text{滴加 NaOH至过量}}$  白色沉淀不溶解
- $\text{Al}^{3+} \xrightarrow{\text{少量 NaOH}}$  白色沉淀  $\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow \xrightarrow{\text{滴加 NaOH至过量}}$  白色沉淀完全溶解  $\text{AlO}_2^-$

如果白色沉淀部分溶解则说明均含有  $\text{Mg}^{2+}$  与  $\text{Al}^{3+}$

- $\text{Fe}^{3+}$

1. 待测液  $\xrightarrow{\text{KSCN溶液}}$  溶液变为血红色  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$
2. 待测液  $\xrightarrow{\text{NaOH溶液}}$  产生红褐色沉淀  $\text{Fe}(\text{OH})_3$
3. 待测液  $\xrightarrow{\text{苯酚}}$  溶液显紫色

- $\text{Fe}^{2+}$

1. 待测液  $\xrightarrow{\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]}$  产生蓝色沉淀
2. 待测液  $\xrightarrow{\text{NaOH溶液}}$  白色絮状沉淀  $\rightarrow$  灰绿色沉淀  $\rightarrow$  红褐色沉淀

- 有  $\text{Fe}^{2+}$  无  $\text{Fe}^{3+}$

待测液  $\xrightarrow{\text{KSCN溶液}}$  溶液不变红 (排除  $\text{Fe}^{3+}$ )  $\xrightarrow[\text{(无色氧化物)}]{\text{氯水 or H}_2\text{O}_2}$  溶液变红

- $\text{NH}_4^+$

待测液  $\xrightarrow{\text{足量 NaOH}}$   $\xrightarrow{\text{加热}}$  产生无色、具有刺激性气味 且 可使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体

$\text{NH}_4^+$  与  $\text{NaOH}$  反应先生成一水合氨，只有一部分分解出氨气，且由于其氨气对水溶解性过大，会溶解在水中

加热用于促进一水合氨分解 且 降低氨气对水的溶解度

- $\text{Cu}^{2+}$

一般可通过溶液颜色直接判断是否含有  $\text{Cu}^{2+}$ ，但如果溶液中含有多个有色离子则难以判断，需通过化学检验的方式判断

待测液  $\xrightarrow{\text{NaOH}}$  蓝色沉淀  $\text{Cu}(\text{OH})_2$

- $\text{Ag}^+$

1. 待测液  $\xrightarrow[\text{酸化}]{\text{HNO}_3}$  无沉淀（排除  $\text{SiO}_3^{2-}$  干扰）  $\xrightarrow{\text{HCl}}$  白色沉淀  $\text{AgCl}$

2. 待测液  $\xrightarrow{\text{少量氨水}}$   $\text{AgOH} \downarrow$ （不稳定）  $\longrightarrow$  棕褐色沉淀  $\text{Ag}_2\text{O}$   $\xrightarrow{\text{氨水}}$  沉淀溶解  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$

## 2. 阳离子

- $\text{Cl}^-$

待测液  $\xrightarrow[\text{酸化}]{\text{HNO}_3}$ （排除  $\text{CO}_3^{2-}$  的干扰）  $\xrightarrow{\text{AgNO}_3}$  白色沉淀  $\text{AgCl}$

### 教材对比实验

在三支试管中分别加入 2~3mL 稀盐酸、 $\text{NaCl}$  溶液、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液，然后各滴入几滴  $\text{AgNO}_3$  溶液，观察现象。再分别加入少量稀硝酸，观察现象

物质	加入  液后	加入稀硝酸后	解释或离子方程式
稀盐酸	白色沉淀 ( $\text{AgCl}$ )	不溶解	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$
$\text{NaCl}$ 溶液	白色沉淀 ( $\text{AgCl}$ )	不溶解	$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} \downarrow$

物质	加入 $\text{AgNO}_3$ 溶液后	加入稀硝酸后	解释或离子方程式
$\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液	白色沉淀 ( $\text{Ag}_2\text{CO}_3$ )	溶解并产生气泡	$2\text{Ag}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{Ag}_2\text{CO}_3 \downarrow$ $\text{Ag}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}^+ = 2\text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

Table 2-1

- $\text{Br}^-$

待测液  $\xrightarrow{\text{氯水}}$  溶液变黄  $\xrightarrow{\text{CCl}_4}$  分层，且下层油状液体（有机层）呈橙色

- $\text{I}^-$

1. 待测液  $\xrightarrow{\text{氯水}}$  溶液变黄  $\xrightarrow{\text{苯}}$  分层，且上层油状液体（有机层）呈紫色

2. 待测液  $\xrightarrow[\text{振荡}]{\text{淀粉溶液}}$  蓝色溶液

- $\text{Br}^-$  &  $\text{I}^-$

待测液  $\xrightarrow{\text{AgNO}_3\text{溶液}}$   $\begin{cases} \text{淡黄色沉淀 AgBr} \downarrow & \text{Br}^- \\ \text{黄色沉淀 AgI} \downarrow & \text{I}^- \end{cases}$

- $\text{SO}_4^{2-}$

1. 原理：在溶液中， $\text{SO}_4^{2-}$  可与  $\text{Ba}^{2+}$  反应，生成 **不溶于稀盐酸** 的白色  $\text{BaSO}_4$  沉淀

强酸根形成的沉淀往往难溶于强酸，例如  $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{AgCl}$  不溶于盐酸、硝酸

## 2. 操作方法

1. 取少许待测液于洁净试管中，先加入足量稀盐酸酸化

$\text{Ba}^{2+}$  与  $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$  形成沉淀， $\text{Ag}^+$  与  $\text{Cl}^-$  形成沉淀；稀盐酸可排除  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$  的干扰

2. 上一步后无明显现象（若有沉淀，则静置后取上层清液），滴加  $\text{BaCl}_2$  溶液

3. 若有白色沉淀产生，则说明待测液中含有  $\text{SO}_4^{2-}$   
若无白色沉淀产生，则说明待测液中不含  $\text{SO}_4^{2-}$

## 3. 注意事项

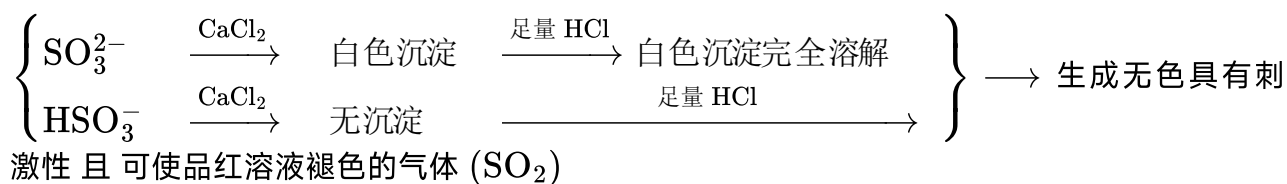
- 不能只加入  $\text{BaCl}_2$ ，且盐酸和  $\text{BaCl}_2$  的顺序不可以颠倒

例如：待测液先加入  $\text{BaCl}_2$ ，发现白色沉淀，再加入稀盐酸，观察到沉淀不消失，不可判断是  $\text{SO}_4^{2-}$

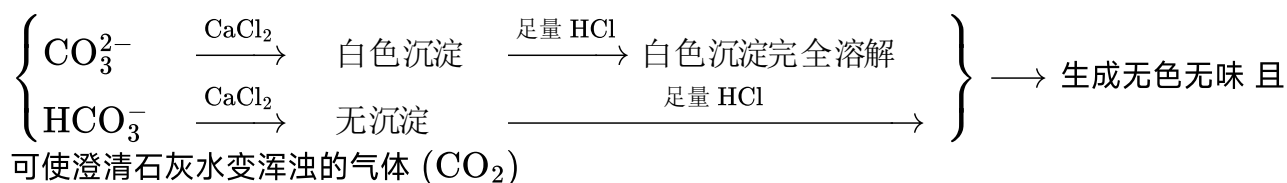
因为虽然排除了  $\text{BaCO}_3$  和  $\text{BaSO}_3$  的干扰，但也有可能是  $\text{AgCl}$  ( $\text{HCl}$  不会使  $\text{AgCl}$  沉淀消失)

- 不可以引入硝酸根，例如不可以加  $\text{HNO}_3$  酸化或是加  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

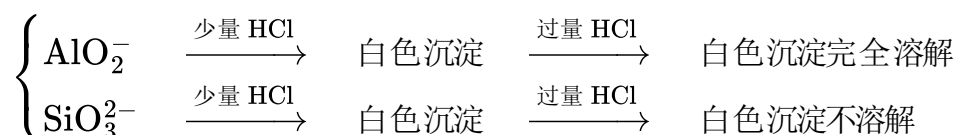
- $\text{SO}_3^{2-}$  &  $\text{HSO}_3^-$



- $\text{CO}_3^{2-}$  &  $\text{HCO}_3^-$



- $\text{AlO}_2^-$  &  $\text{SiO}_3^{2-}$



- $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

待测液  $\xrightarrow{\text{HCl}}$  黄色沉淀 且 生成具有刺激性气味的气体



- $\text{S}^{2-}$

1. 待测液  $\xrightarrow{\text{Cu}^{2+}}$  黑色沉淀  $\text{CuS}$

2. 待测液  $\xrightarrow[\text{(氧化剂)}]{\text{氯水}}$  黄色沉淀  $\text{S}$

- $\text{NO}_3^-$

待测液  $\xrightarrow{\text{浓缩}} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, \text{Cu}}$  红棕色气体  $\text{NO}_2$  (或 无色气体  $\text{NO}$  随后立即变为红棕色)