

## 探析离子共存问题的解决方法

江苏省大丰高级中学 224100 卞小峰

离子在溶液中的行为一直是化学高考中的重要考点。高考试题中的主要考查形式有:①离子在溶液中的共存;②离子方程式的书写及离子方程式正误判断;③溶液中各种粒子浓度的比较;④溶液中离子浓度的计算。高考中离子在溶液中的行为考查方式中,离子在溶液中的共存、溶液中粒子浓度的比较及离子方程式正误判断一般都是以选择题的形式进行考查,而离子方程式的书写及溶液中离子浓度的相关计算是以非选择题的形式进行考查。本文结合高考真题的解析对溶液中离子共存问题的解决方法进行初步探究。

### 一、最常见的离子共存或不共存情况

离子在溶液中的共存主要分为两类:一类是离子间发生复分解反应而不能共存;另一类是因离子间发生氧化还原反应而不能共存。

#### 1. 离子间发生复分解反应而不能共存

(1) 与  $H^+$  不能共存的离子: 溶液中与  $H^+$  不能共存的离子主要有三类: ①  $OH^-$ ; ② 弱酸根离子, 其中中学常见的有  $CO_3^{2-}$ 、 $F^-$ 、 $ClO^-$ 、 $S^{2-}$ 、 $SO_3^{2-}$ 、 $AlO_2^-$ 、 $SiO_3^{2-}$ 、 $PO_4^{3-}$ 、 $CH_3COO^-$  等; ③ 弱酸的酸式根离子, 主要有  $HCO_3^-$ 、 $HSO_3^-$ 、 $HPO_4^{2-}$  及  $H_2PO_4^-$  等。

(2) 与  $OH^-$  不能共存的离子主要有三类: ①  $H^+$ ; ② 弱碱阳离子, 其中主要包括  $NH_4^+$ 、金属活动性顺序表中镁及镁之后的金属元素形成的金属阳离子, 即  $Mg^{2+}$ 、 $Al^{3+}$ 、 $Zn^{2+}$ 、……、 $Ag^+$  等等; ③ 弱酸的酸式根离子, 主要有  $HCO_3^-$ 、 $HSO_3^-$ 、 $HPO_4^{2-}$  及  $H_2PO_4^-$  等。

(3) 金属离子与酸根离子相互结合生成沉淀而不能相互共存: ①  $CO_3^{2-}$ 、 $SO_3^{2-}$ 、 $S^{2-}$ 、 $SiO_3^{2-}$  除了与  $K^+$ 、 $Na^+$ 、 $NH_4^+$  能共存以外, 其他金属离子都不能共存; ②  $SO_4^{2-}$  除了与  $Ba^{2+}$ 、 $Pb^{2+}$  不能共存外, 其他常见金属离子都能共存(虽然与  $Ca^{2+}$ 、 $Ag^+$  结合为微溶物, 但它不是考点, 了解即可); ③  $Cl^-$  除了与  $Ag^+$  不能共存以外, 其他金属离子都能共

存。从历年的高考考查中分析而得到, 其他金属离子与酸根离子间不考查相互结合形成沉淀而不共存。

(4) 金属离子与酸根离子结合成难电离物质而不能共存:  $Fe^{3+}$  与  $SCN^-$  会生成  $Fe(SCN)_3$  的难电离物质而不能共存。

#### 2. 离子间发生氧化还原反应而不能共存

一些离子具有氧化性、一些离子具有还原性, 它们之间会因相互间发生氧化还原反应而不能共存。常见的氧化性离子有  $Fe^{3+}$ 、 $ClO^-$ 、 $MnO_4^-$ 、酸性条件下的  $NO_3^-$ , 常见的还原性离子有  $Fe^{2+}$ 、 $I^-$ 、 $S^{2-}$ , 这些常见的氧化性离子与还原性离子间因能发生氧化还原反应而不能共存。

### 二、最常见的离子共存题中附加条件

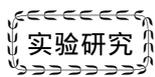
离子共存题中不仅是要我们解决四种离子之间能或是不能相互共存, 同时还会明显地在题干中附加相关条件, 或是在题干中隐晦地附加条件。

题干中附加的条件主要有“某强酸性溶液”、“某强碱性溶液”、“某无色透明溶液”、“某  $pH = 1$  的溶液”、“某与  $Al$  反应放出  $H_2$  的溶液(溶液呈酸性或碱性)”、“离子间一定大量共存 或是可能大量共存”等等, 在解题中需要特别加以注意和解决。

题干中的附加条件是指在每个选项中添加一些限制性条件。常见的有: ① 酸性条件, 如“加入甲基橙或石蕊试液显红色的溶液”、“ $c(H^+) > 1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$  的溶液中”、“ $pH = 1$  的溶液中”、“ $c(H^+) / c(OH^-) = 10^{13}$ ”; ② 碱性条件, 如“加入酚酞显红色的溶液”、“ $c(H^+) < 1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$  的溶液中”、“ $pH = 13$  的溶液中”、“ $c(H^+) / c(OH^-) = 10^{-13}$ ”; ③ 既可能酸性, 也可能碱性条件, 如“某溶液中水电离出的  $H^+$  浓度为  $1 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$ ”、“某与  $Al$  反应放出  $H_2$  的溶液”, 另外还有附加一些溶液中存在特定的物质, 等等。

### 三、体验高考真题离子共存问题的解决

例 1 (2014 年江苏高考化学第 3 题)  $25^\circ\text{C}$  时, 下列各组离子在指定溶液中一定能大量共



## 过氧化钠两个反应的实验设计

湖北省襄阳市东风中学 441004 但世辉  
湖北省襄阳市第一中学 441000 梅进丰

人教版高中化学教材必修 1 在讲到  $\text{Na}_2\text{O}_2$  强氧化性时,有  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与水反应的实验设计,但对于  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与  $\text{CO}_2$  的反应并没有实验加以验证。基于此,笔者设计了如下实验装置,可用于完成上述两个实验。

### 一、实验装置

实验装置如图 1 所示。

### 二、实验操作步骤及现象

1. 将少量过氧化钠固体包在棉花中,用一根棉线将其系在铁架台上。

2. 在棉花的正下方放置一烧杯,向烧杯中加入少量开水,此时,水蒸气

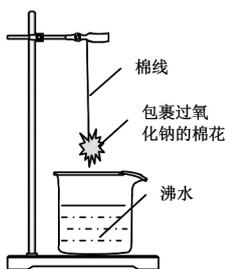


图 1

上升至棉花处,过一会儿,棉花燃烧,掉落至烧杯中,说明  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与水反应放出  $\text{O}_2$  同时反应放热。待反应结束后,向烧杯中滴入 1 滴 ~ 2 滴酚酞溶液,溶液变红,证明  $\text{NaOH}$  的生成。

3. 同样利用上述装置,在烧杯中加入稀盐酸,再放几块大理石,待产生的  $\text{CO}_2$  气体上升至棉花周围,同样可以看到棉花着火。这也证明了  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与  $\text{CO}_2$  反应时放出  $\text{O}_2$  并放出热量。

### 三、实验优点

1. 不论是水蒸气还是  $\text{CO}_2$  气体,本来是用于灭火的,但在实验中却将棉花点燃,很好地增强了实验的趣味性。

2. 同样一套装置可用于做两个实验,填补了教材中  $\text{Na}_2\text{O}_2$  与  $\text{CO}_2$  反应实验的空白,并且操作简单,现象明显,也可用于学生分组实验。

(收稿日期:2015-01-26)

► 存的是( )。

- A. pH = 1 的溶液中:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{MnO}_4^-$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$
- B.  $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$  的溶液中:  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$
- C. 0.1 mol/L  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液中:  $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$
- D. 0.1 mol/L  $\text{FeCl}_3$  溶液中:  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{SCN}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

解析 A 选项中已知溶液 pH = 1,说明溶液呈强酸性, $\text{CO}_3^{2-}$  与  $\text{H}^+$  不能共存,A 不正确;B 选项中已知  $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$ ,根据  $K_w = 1 \times 10^{-14}$ ,可得  $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-1} \text{ mol/L}$ ,即溶液呈强碱性, $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$  与  $\text{OH}^-$  不能共存,B 不正确;D 选项中  $\text{Fe}^{3+}$  与  $\text{SCN}^-$  会生成难电离的  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  而不能共存,D 不正确。

答案: C

例 2 (2013 年江苏高考化学第 3 题) 常温下,下列各组离子在指定溶液中一定能大量共存

的是( )。

- A. 使甲基橙变红色的溶液:  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$
- B. 使酚酞变红色的溶液:  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{NO}_3^-$
- C. 0.1 mol · L<sup>-1</sup>  $\text{AgNO}_3$  溶液:  $\text{H}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{I}^-$
- D. 0.1 mol · L<sup>-1</sup>  $\text{NaAlO}_2$  溶液:  $\text{H}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

解析 A 选项中已知溶液中加入甲基橙变红色,说明溶液呈酸性,即溶液中存在大量  $\text{H}^+$ ,溶液中的四种离子都能大量共存,A 正确;B 选项中溶液中加入酚酞时显红色,说明溶液呈碱性,其中  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$  与  $\text{OH}^-$  不能大量共存,B 不正确;C 选项中除了四种离子外还加入了  $\text{AgNO}_3$  溶液,其中  $\text{Ag}^+$  与  $\text{I}^-$  不能共存,C 不正确;D 选项中附加了溶液中含有  $\text{AlO}_2^-$  的条件,而  $\text{AlO}_2^-$  与  $\text{H}^+$  不能大量共存,D 不正确。

答案: A

(收稿日期:2015-01-02)