

## 高考“离子共存”条件归类例析

湖北省利川市第一中学 445400 杨青山 叶漫

离子共存是高考的热点,试题再现率几乎 100%,从历年高考中有关离子共存问题的难度来分析,这类问题属于中等难度的偏易题,但是此类题型的区分度都比较高。尽管每年的考题在形式上常有所改变,但考查的内容却大致相同,共有以下几类。

### 一、“无色透明”条件型

题目限定溶液“无色”,则不含有色离子:  $\text{Fe}^{2+}$  (浅绿色)、 $\text{Fe}^{3+}$  (黄色)、 $\text{Cu}^{2+}$  (蓝色)、 $\text{MnO}_4^-$  (紫色)、 $\text{Cr}^{3+}$  (蓝绿色)、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  (橙色)、 $\text{CrO}_4^{2-}$  (黄色) 等离子。

若题目限定溶液“透明”,则溶液不形成浑浊或沉淀(与溶液颜色无关)。如  $\text{Ba}^{2+}$  与  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  与  $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$  等在水溶液中会发生反应,有浑浊或明显的沉淀生成,在溶液中不能大量共存。

例 1 在某无色透明的溶液中,能共存的离子组是( )。

- A.  $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Cl}^-$  B.  $\text{Na}^+$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$   
C.  $\text{MnO}_4^-$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$  D.  $\text{K}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Ca}^{2+}$

解析 选 B。题目强调“无色透明”,不存在有颜色离子、没有微溶物和沉淀产生。A 选项中  $\text{Cu}^{2+}$  蓝色, C 选项中  $\text{MnO}_4^-$  紫色,排除 A、C。D 选项中的  $\text{SO}_4^{2-}$  与  $\text{Ca}^{2+}$  反应生成微溶物  $\text{CaSO}_4$ , 排除。

### 二、“酸碱性”条件型

#### 1. “酸性”条件型

常见的酸性溶液:  $\text{pH} = 1$  的溶液、能使  $\text{pH}$  试纸变红的溶液、紫色石蕊试液呈红色的溶液、加入镁粉能放出氢气的溶液、 $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$  的溶液等。若题目中有上述限制条件,则溶液中存在  $\text{H}^+$ , 其中不能大量存在  $\text{OH}^-$ 、弱酸根离子 ( $\text{CO}_3^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{F}^-$ 、 $\text{ClO}^-$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ 、 $\text{PO}_4^{3-}$ 、 $\text{AlO}_2^-$ 、 $\text{SiO}_3^{2-}$  等)、弱酸的酸式酸根离子 ( $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{HSO}_3^-$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  等)。

#### 2. “碱性”条件型

常见的碱性溶液:  $\text{pH} = 14$  的溶液、能使  $\text{pH}$  试纸变蓝的溶液、红色石蕊试纸变蓝的溶液、酚酞

呈红色的溶液、甲基橙呈黄色的溶液、加入铝粉反应生成  $\text{AlO}_2^-$  的溶液等。若题目中有上述限制条件,则溶液中存在  $\text{OH}^-$ , 其中不能大量存在  $\text{H}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  等阳离子以及弱酸的酸式酸根离子 ( $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{HSO}_3^-$ 、 $\text{HS}^-$ 、 $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  等)。

#### 3. “酸性或碱性”条件型

常见的条件: 与  $\text{Al}$  反应放出  $\text{H}_2$  的溶液、水电离出的  $c(\text{H}^+)$  或  $c(\text{OH}^-) < 1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$  溶液等。若题目中有上述条件,则溶液中可能有  $\text{H}^+$  存在,也可能有  $\text{OH}^-$  存在,分析时要注意题目要求的是一定能大量共存,还是可能大量共存。

例 2 满足下列条件的溶液中可能大量共存的离子组是( )。

- A. 若溶液跟甲基橙作用呈红色:  $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$   
B. 能使  $\text{pH}$  试纸变蓝的溶液:  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$   
C. 若溶液中由水电离产生的  $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-14} \text{ mol/L}$ :  $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{AlO}_2^-$   
D. 若溶液中由水电离产生的  $c(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ :  $\text{K}^+$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$

解析 选 C。A 项使甲基橙呈红色,溶液呈酸性,存在  $\text{H}^+$ , 由于



排除。B 项使  $\text{pH}$  试纸变蓝,溶液呈碱性,存在  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$

排除。C、D 项水电离产生的  $c(\text{OH}^-)$  都小于  $1 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$ , 水的电离受到了抑制,则溶液可能是酸性条件或碱性条件,题目强调可能大量共存的离子组,而 D 项在酸性条件下



在碱性条件下存在  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  所以 D 项在溶液中是一定不能大量共存,排除。C 项在酸性条件下存在



不能共存,但在碱性条件可以共存,满足题意。▶

## “极限思维”在高中化学计算题中的妙用

江苏省无锡市第三高级中学 214028 顾 远

本文通过几道典型试题的分析,探讨如何在化学计算中渗透极限思维,巧妙分析和处理疑难的化学问题,进一步提高学生处理化学问题的能力。

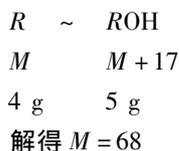
### 一、与混合物相关化学计算中的“极限思维”

高中化学中有关混合物的问题通常涉及物质的组成成分的确定,若用平常的计算方式很难得出正确的答案,这里我们不妨运用“极值”思想结合平均值原理进行处理,相信会得到意想不到的效果。

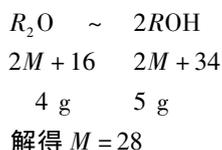
例 1 一种碱金属与其氧化物组成的混合物 4.0 g,与足量水完全反应后蒸发溶液,最后得到干燥固体 5.0 g,此碱金属可能是( )。

A. Li B. Na C. K D. Rb

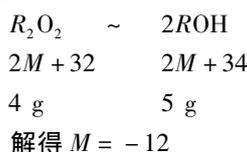
解析过程 (1) 假定 4.0 g 物质全是金属单质 R,则



(2) 假定 4.0 g 物质全是氧化物设为  $R_2O$ ,则



(3) 假定 4.0 g 物质全是过氧化物,设为  $R_2O_2$ ,则



由此可见,过氧化物、超氧化物等复杂氧化物均不符合题意,由于 4.0 g 混合物是由单质和氧化物组成,则 R 相对原子质量介于 28~68 之间;在四个答案中只有钾,答案为 C。

小结反思 本题若对选项逐一列式尝试、淘汰过程比较复杂繁琐,而选择“极值”法处理起来显得十分方便快捷,可收到事半功倍的效果。

### 二、与可逆反应相关化学计算中的“极限思维”

在可逆反应中由于反应不能完全进行到底,

足阴阳离子电荷守恒。

例 3 实验室欲配置一种仅含四种离子(不考虑水电离的离子)的溶液,且溶液中四种离子的浓度均为 1 mol/L,能达到此目的是( )。

- A.  $Al^{3+}$ 、 $K^+$ 、 $NO_3^-$ 、 $SO_4^{2-}$   
 B.  $Na^+$ 、 $Mg^{2+}$ 、 $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$   
 C.  $ClO^-$ 、 $I^-$ 、 $Na^+$ 、 $K^+$   
 D.  $Cl^-$ 、 $Al^{3+}$ 、 $NO_3^-$ 、 $HCO_3^-$   
 E.  $NO_3^-$ 、 $Cl^-$ 、 $Fe^{3+}$ 、 $C_6H_5O^-$

解析 选 B。C 项中的  $ClO^-$  具有较强的氧化性,  $I^-$  具有还原性,两者发生氧化还原反应,不能共存。D 项中的  $Al^{3+}$  和  $HCO_3^-$  发生双水解反应,不能共存。E 项  $Fe^{3+}$  与  $C_6H_5O^-$  发生络合反应而不能大量共存,排除 C、D、E。由于四种离子的浓度均为 1 mol/L, A 选项不满足电荷守恒。

(收稿日期:2013-07-15)

### 三、“其他”条件型

#### 1. “氧化还原反应”条件型

发生氧化还原反应的离子不能大量共存,例如:  $Fe^{3+}$  与  $S^{2-}$ 、 $SO_3^{2-}$ 、 $HSO_3^-$ 、 $I^-$ ;  $H^+$  与  $S_2O_3^{2-}$ ;  $SO_3^{2-}$  ( $H^+$ ) 与  $S^{2-}$ ;  $MnO_4^-$  ( $H^+$ ) 与  $Cl^-$ ;  $NO_3^-$  ( $H^+$ ) 与  $S^{2-}$ 、 $HS^-$ 、 $SO_3^{2-}$ 、 $HSO_3^-$ 、 $Br^-$ 、 $I^-$  等不能大量共存。

#### 2. “双水解反应”条件型

发生双水解反应的离子不能大量共存,例如:  $Fe^{3+}$  与  $CO_3^{2-}$ 、 $HCO_3^-$ 、 $AlO_2^-$ ;  $Al^{3+}$  与  $CO_3^{2-}$ 、 $HCO_3^-$ 、 $S^{2-}$ 、 $HS^-$ 、 $AlO_2^-$ ;  $NH_4^+$  与  $AlO_2^-$  等会发生双水解反应而不能大量共存。

#### 3. “络合反应”条件型

发生络合反应的离子不能大量共存,例如:  $SCN^-$  与  $Fe^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$ ;  $Fe^{3+}$  与  $C_6H_5O^-$  等离子发生络合反应而不能大量共存。

#### 4. “遵循电荷守恒”条件型

离子共存除了要满足以上条件之外,还要满