

# 几种复杂离子方程式书写的技巧

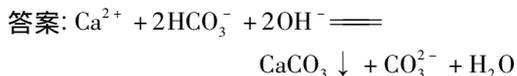
上海新王牌教育 200011 张顺清

一、题目本身就很明确的已知哪种物质是少量或过量的问题

书写方法: 书写这类离子方程式时, 首先就应该判断反应物中哪种物质是少量的, 哪种物质是过量的, 我们就追踪少量的那种物质, 少量物质中的阴、阳离子一定要满足化学式中的配比, 然后就根据写出的少量的物质中离子数目去确定相对过量物质中离子的数目, 接着再看过量物质的离子能否与剩余的离子反应去确定剩余的离子存在形式, 这样一步一步就能顺利的写出正确的离子方程式了。

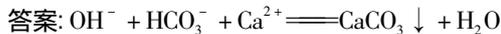
例 1 请写出少量的  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  溶液与过量的  $\text{NaOH}$  溶液反应的离子方程式。

解析 先追踪少量的物质  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , 确定 1 个  $\text{Ca}^{2+}$  和 2 个  $\text{HCO}_3^-$ , 2 个  $\text{HCO}_3^-$  需要 2 个  $\text{OH}^-$  反应生成 2 个  $\text{CO}_3^{2-}$  和 2 个  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  中本身有 1 个  $\text{Ca}^{2+}$  能沉淀 1 个  $\text{CO}_3^{2-}$ , 因此就还剩 1 个  $\text{CO}_3^{2-}$ , 因为  $\text{NaOH}$  溶液过量, 剩下的 1 个  $\text{CO}_3^{2-}$  不会生成沉淀, 故这 1 个  $\text{CO}_3^{2-}$  直接写在生成物中。



例 2 请写出少量的  $\text{NaOH}$  溶液与过量的  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  溶液反应的离子方程式。

解析 先追踪少量的物质  $\text{NaOH}$ , 确定 1 个  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Na}^+$  可不写, 1 个  $\text{OH}^-$  需要 1 个  $\text{HCO}_3^-$  反应生成 1 个  $\text{CO}_3^{2-}$  和 1 个  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  中 1 个  $\text{Ca}^{2+}$  能沉淀这个  $\text{CO}_3^{2-}$ , 生成 1 个  $\text{CaCO}_3$  沉淀。

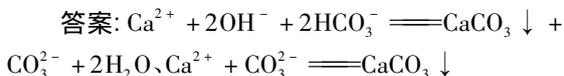


二、一种物质逐滴滴入另一溶液中, 要求按照发生的先后顺序书写离子方程式

书写方法: 把一种物质逐滴加入到另一物质中, 则滴入的物质开始是少量的, 分析此时反应中生成的产物有哪些, 不能仅从离子方程式看, 应从化学方程式分析, 然后再分析把原物质反应完全后继续加入的过量物质和生成的物质发生什么反应。

例 3 请写出把澄清石灰水逐滴加入到  $\text{NaHCO}_3$  溶液中, 按先后顺序发生的离子方程式。

解析 开始时, 澄清石灰水是少量的, 先追踪少量的物质  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 确定 1 个  $\text{Ca}^{2+}$  和 2 个  $\text{OH}^-$ , 2 个  $\text{OH}^-$  需要 2 个  $\text{HCO}_3^-$  反应生成 2 个  $\text{CO}_3^{2-}$  和 2 个  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  中 1 个  $\text{Ca}^{2+}$  会沉淀 1 个  $\text{CO}_3^{2-}$ , 还剩余 1 个  $\text{CO}_3^{2-}$ , 从化学方程式生成产物看是  $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 。继续滴加澄清石灰水时,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  会与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  反应生成  $\text{CaCO}_3$  和  $\text{NaOH}$ 。



例 4 请写出把  $\text{NaHCO}_3$  溶液逐滴加入到澄清石灰水中, 按先后顺序发生的离子方程式。

解析 开始时,  $\text{NaHCO}_3$  是少量的, 先追踪少量的物质  $\text{NaHCO}_3$ , 确定 1 个  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Na}^+$  可不写, 1 个  $\text{HCO}_3^-$  需要 1 个  $\text{OH}^-$  反应生成 1 个  $\text{CO}_3^{2-}$  和 1 个  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  中 1 个  $\text{Ca}^{2+}$  会沉淀这个  $\text{CO}_3^{2-}$ , 但  $\text{OH}^-$  还剩余 1 个, 从化学方程式生成产物看

## ► 2. 反应物不只一种

如, 对于可逆反应:



(1) 增加 A 的量, A 和 B 的转化率会怎样变化? 减小 A 的量, A 和 B 的转化率会怎样变化?

解析 在恒温恒压条件下, 增加 A 的量, 情况比较复杂, 视具体题目而定。

(2) 同时增加 A 和 B 的量, 反应物转化率会怎

样变化?

解析 若同时按照反应物的系数同倍数增加 A 和 B 的量, 建立起的平衡与原平衡等效, 反应物的转化率不变。

若 A 和 B 量的增加不是按照反应物的系数倍数关系在增加, 视具体题目而定。

(注: 反应物量的减少或生成物量的增加、减少对反应物转化率的影响分析同上。)

(收稿日期: 2013 - 11 - 12)

是  $\text{CaCO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{NaOH}$ 。继续滴加  $\text{NaHCO}_3$  溶液时,  $\text{NaHCO}_3$  会与  $\text{NaOH}$  反应生成  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{H}_2\text{O}$ 。

答案:  $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- + \text{Ca}^{2+} = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

三、把一种物质逐滴加入到另一物质中或两种物质混合时 题干有限定条件如把某离子沉淀完全、恰好把某离子中和完全或等物质的量混合的问题

书写方法: 此时可以设原物质为 1 mol, 看需加入物质为多少摩尔符合条件, 再分析这些物质中反应多少摩尔, 过量多少摩尔而写出正确离子方程式。

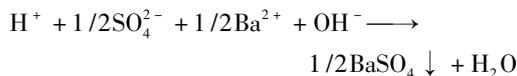
例 5 (1) 向  $\text{NaHSO}_4$  溶液中逐滴加入  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液, 至  $\text{SO}_4^{2-}$  恰好沉淀完全, 请写出发生反应的离子方程式\_\_\_\_\_;

(2) 向  $\text{NaHSO}_4$  溶液中逐滴加入  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液到中性, 请写出发生反应的离子方程式\_\_\_\_\_;

(3) 在以上中性溶液中继续加入  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液, 写出此步反应的离子方程式\_\_\_\_\_。

解析 (1) 令  $\text{NaHSO}_4$  为 1 mol, 则  $\text{Na}^+$  为 1 mol、 $\text{H}^+$  为 1 mol、 $\text{SO}_4^{2-}$  为 1 mol, 要使  $\text{SO}_4^{2-}$  恰好沉淀完全, 则  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  需加入 1 mol, 也就是  $\text{Ba}^{2+}$  加入 1 mol、 $\text{OH}^-$  加入 2 mol, 此时  $\text{OH}^-$  只能反应 1 mol, 过量了 1 mol, 从化学方程式看, 产物是  $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NaOH}$ 。

(2) 令  $\text{NaHSO}_4$  为 1 mol, 则  $\text{Na}^+$  为 1 mol、 $\text{H}^+$  为 1 mol、 $\text{SO}_4^{2-}$  为 1 mol, 要使溶液呈中性, 则  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  需加入 1/2 mol, 也就是  $\text{Ba}^{2+}$  加入 1/2 mol、 $\text{OH}^-$  加入 1 mol, 此时  $\text{SO}_4^{2-}$  只能沉淀 1/2 mol, 过量了 1/2 mol, 离子方程式为:



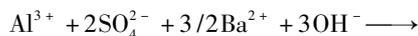
化成整数即可。从化学方程式看, 产物是  $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 。

(3) 向上述中性溶液中继续加入  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液, 就是加入的  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  与中性溶液中的  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  反应。

答案: (1)  $\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ ; (2)  $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ; (3)  $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 \downarrow$

例 6 请写出  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  溶液和  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$  溶液混合后, 恰好呈中性的离子方程式。

解析 当反应后溶液呈中性,  $\text{Ba}^{2+}$  只能以  $\text{BaSO}_4$  形式存在,  $\text{K}^+$  只能以  $\text{K}_2\text{SO}_4$  形式存在, 因  $\text{AlO}_2^-$  水解显碱性、 $\text{Al}^{3+}$  水解显酸性, 故铝元素只能以  $\text{Al}(\text{OH})_3$  形式存在。此时即可以令  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  为 1 mol, 也可以令  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$  为 1 mol, 简单起见, 可以令  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$  为 1 mol, 则  $\text{K}^+$  为 1 mol、 $\text{Al}^{3+}$  为 1 mol、 $\text{SO}_4^{2-}$  为 2 mol, 要保证铝元素全部以  $\text{Al}(\text{OH})_3$  形式存在, 则需加入 3/2 mol  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , 也就是加入了 3/2 mol  $\text{Ba}^{2+}$  和 3 mol  $\text{OH}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  沉淀了 3/2 mol, 还过量的 1/2 mol, 正好和 1 mol  $\text{K}^+$  生成 1/2 mol  $\text{K}_2\text{SO}_4$ 。离子方程式为:



化成整数即可。

答案:  $2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{Ba}^{2+} + 6\text{OH}^- = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{BaSO}_4 \downarrow$

四、有先后顺序的氧化还原反应书写的问题

书写方法: 应先比较出离子的氧化性或还原性强弱, 氧化性最强的与还原性最强的离子优先反应, 如果少量的物质中的阴、阳离子都参加了氧化还原反应, 还要注意务必满足化学式中的配比

例 7 向足量  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  溶液中加入少量的  $\text{HI}$  溶液, 请写出发生反应的离子方程式。

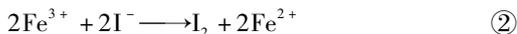
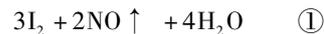
解析 氧化性  $\text{NO}_3^- > \text{Fe}^{3+}$ , 当只加入少量  $\text{HI}$  溶液时, 只有  $\text{NO}_3^-$  与  $\text{I}^-$  发生氧化还原反应, 书写时还需注意的是  $\text{NO}_3^-$  只有在  $\text{H}^+$  条件下才具有氧化性。

答案:

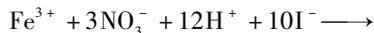


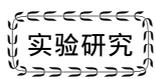
例 8 向  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  溶液中加入足量的  $\text{HI}$  溶液, 请写出发生反应的离子方程式。

解析 虽然氧化性  $\text{NO}_3^- > \text{Fe}^{3+}$ , 但由于  $\text{HI}$  是足量的, 也就是说  $\text{NO}_3^-$  和  $\text{Fe}^{3+}$  都反应完全了, 此时一定要注意的是反应的  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{NO}_3^-$  要满足 1:3。我们可以按照反应的两步先后顺序把两个反应叠加得到总反应,



① × 3 + ② 化简得到





## 巧做钠与氯气反应实验

江西省宁都县第三中学 342800 万辉霞

### 一、实验用品

1. 仪器: 铁架台、具支试管、玻璃棉、胶头滴管、橡皮塞、球形干燥管等。

2. 药品: 浓盐酸(约 2 mL)、氯酸钾(约 0.5 g)、钠(约绿豆大)、碱石灰等。

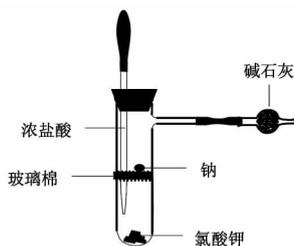


图 1

### 二、实验步骤及现象

按图 1 连接好仪器,检查装置的气密性。依次装入相应的药品。挤压胶头滴管,立即产生大量的黄绿色气体,几秒钟后可以看见钠熔融成光亮的小球,在氯气中剧烈燃烧,产生黄色火焰,冒出大量白烟。

### 三、实验优点

1. 创新实验原理 将氯气的制备与钠在氯气中的燃烧两个实验合为一体。巧妙地利用生成氯气放出的热量将钠点燃。

2. 实验装置微型化,操作简单,无污染,适合学生分组探究教学。

(收稿日期:2013-10-28)

► 或者也可以按照  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{NO}_3^-$  1:3 直接一步到位配平总反应。

答案:  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{I}^- \rightleftharpoons 5\text{I}_2 + \text{Fe}^{2+} + 3\text{NO} \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$

五、有反应先后顺序且按照不同比例有无数个正确书写可能的问题

书写方法:这类试题是离子方程式书写中难度系数最高的一种试题。按照不同的比例有无数个正确可能的写法,一般以选择题形式出现,题目只要求你判断选项中的书写是否正确即可。可由各选项中离子的比例结合反应的先后顺序,先设一个原物质的量,再设一个加入物质的量,然后检验原物质中的各离子是否满足反应的先后顺序,只有先反应的离子反应完全后,才轮到后反应离子反应,后反应的离子可能反应完了(此时满足原物质中配比),也可能剩余(此时不满足原物质中配比)。

例 9 向  $\text{FeI}_2$  和  $\text{FeBr}_2$  物质的量之比为 2:3 的混合溶液中逐滴滴入氯水,下列离子反应可能发生的是( )。

A.  $10\text{Fe}^{2+} + 8\text{I}^- + 4\text{Br}^- + 11\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 10\text{Fe}^{3+} + 4\text{I}_2 + 2\text{Br}_2 + 22\text{Cl}^-$

B.  $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{I}^- + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + \text{I}_2 + 4\text{Cl}^-$

C.  $6\text{Fe}^{2+} + 4\text{I}^- + 5\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{I}_2 + 10\text{Cl}^-$

D.  $6\text{Fe}^{2+} + 2\text{I}^- + 6\text{Br}^- + 7\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 6\text{Fe}^{3+} + \text{I}_2 + 3\text{Br}_2 + 14\text{Cl}^-$

解析 还原性  $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$ ,向混合溶液中逐渐通氯气时,应该是  $\text{I}^-$  先被氧化,然后  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化,最后是  $\text{Br}^-$  被氧化;由选项 A 中各离子比例可以设  $\text{FeI}_2$  4 mol,因为  $\text{FeI}_2$  和  $\text{FeBr}_2$  物质的量之比为 2:3,故  $\text{FeBr}_2$  为 6 mol,此时  $\text{I}^-$  为 8 mol、 $\text{Fe}^{2+}$  为 10 mol、 $\text{Br}^-$  为 12 mol,满足了  $\text{I}^-$  先被氧化,然后  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化,最后是  $\text{Br}^-$  被氧化的顺序,选项 A 正确;由选项 B 中各离子比例可以设  $\text{FeI}_2$  为 1 mol,因为  $\text{FeI}_2$  和  $\text{FeBr}_2$  物质的量之比为 2:3,故  $\text{FeBr}_2$  3/2 mol,此时  $\text{I}^-$  为 2 mol、 $\text{Fe}^{2+}$  为 5/2 mol、 $\text{Br}^-$  为 3 mol,满足了  $\text{I}^-$  先被氧化,然后  $\text{Fe}^{2+}$  被氧化的顺序,选项 B 正确;由选项 C 中各离子比例可以设  $\text{FeI}_2$  为 2 mol,因为  $\text{FeI}_2$  和  $\text{FeBr}_2$  物质的量之比为 2:3,故  $\text{FeBr}_2$  为 3 mol,此时  $\text{I}^-$  为 4 mol、 $\text{Fe}^{2+}$  为 5 mol、 $\text{Br}^-$  为 6 mol,没有满足  $\text{Fe}^{2+}$  只有 5 mol 的条件,选项 C 错误;由选项 D 中各离子比例可以设  $\text{FeI}_2$  为 1 mol,因为  $\text{FeI}_2$  和  $\text{FeBr}_2$  物质的量之比为 2:3,故  $\text{FeBr}_2$  为 3/2 mol,此时  $\text{I}^-$  为 2 mol、 $\text{Fe}^{2+}$  为 5/2 mol、 $\text{Br}^-$  为 3 mol,没有满足  $\text{Fe}^{2+}$  只有 5/2 mol、 $\text{Br}^-$  只有 3 mol 的条件,故选项 D 正确。

答案: AB。

(收稿日期:2013-07-15)