



高考中氧化还原反应型信息方程式的书写

◇ 江苏 孙 强

氧化还原反应是进入高中阶段后从新的角度对化学反应进行分类. 氧化还原反应的实质是反应物发生了电子转移, 判断是否是氧化还原反应的方法是观察反应前后有没有元素的化合价发生变化. 氧化还原反应属于化学基本概念, 它渗透在化学知识体系各个角落之中, 是高考的必考内容之一. 下面以高考实例浅谈氧化还原反应的考查方式和应答技巧.

1 信息型化学方程式的书写

试题直接给出一些物质, 让学生先根据物质的性质特征找出反应物和生成物, 然后写出方程式, 并进行配平. 命题目的是让学生认识物质的性质, 掌握氧化还原反应的配平技巧, 熟练地写出氧化还原反应的方程式.

例 1 (2014 年上海卷, 有删减) 硫化氢具有还原性, 可以和许多氧化剂反应. 在酸性条件下, H_2S 和 KMnO_4 反应生成 S 、 MnSO_4 、 K_2SO_4 和 H_2O , 写出该反应的化学方程式.

分析 试题以硫及其化合物为载体来考查物质之间的转化关系. 题干已经给出了反应物是 H_2S 和 KMnO_4 , 生成物是 MnSO_4 、 K_2SO_4 和 H_2O , 另外不要忽视“酸性”条件, 这是什么酸, 必须从产物分析, 产物中有 MnSO_4 和 K_2SO_4 , 因此这种酸应该是硫酸. 可以得出反应方程式是: $\underline{\quad} \text{H}_2\text{S} + \underline{\quad} \text{KMnO}_4 + \underline{\quad} \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \underline{\quad} \text{K}_2\text{SO}_4 + \underline{\quad} \text{MnSO}_4 + \underline{\quad} \text{H}_2\text{O} + \underline{\quad} \text{S} \downarrow$.

接下来的任务就是对方程式进行配平了. 首先是理解一个完整的氧化还原反应必然包含: 氧化剂 $\xrightarrow{\text{发生还原反应}}$ 还原产物, 还原剂 $\xrightarrow{\text{发生氧化反应}}$ 氧化产物 (称为两剂、两反应、两产物). 氧化反应过程中元素化合价降低, 还原反应过程中元素化合价升高, 二者化合价升降是守恒的.

用价态升降法配平反应的步骤是:

1) 找出变价的元素所在的物质, 标出化合价, 写出价差, $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S}$, 价差为 2;

$\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4$, 价差为 5.

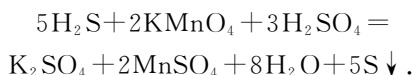
2) 根据化合价升降相等原则, 找出的价差因数是

2×5 , 即



代入方程式中得 $5\text{H}_2\text{S} + 2\text{KMnO}_4 + \underline{\quad} \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \underline{\quad} \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + \underline{\quad} \text{H}_2\text{O} + 5\text{S} \downarrow$.

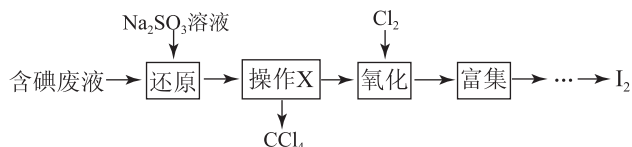
3) 然后, 根据质量守恒配平其他元素:



2 信息型离子方程式的书写

试题给出的物质在变化过程中有元素化合价的变化, 命题目的是让学生写出反应的离子方程式. 学生一般认为先写化学方程式, 然后再改写为离子方程式. 然而, 因信息给出的有电解质、离子等各种物质, 学生再用初始的改写方法解题就不一定能顺利解题了.

例 2 (2014 年江苏卷第 19 题的第 (1) 小题) 实验室从含碘废液 (除 H_2O 外, 含有 CCl_4 、 I_2 、 I^- 等) 中回收碘, 其实验过程如下:



向含碘废液中加入稍过量的 Na_2SO_3 溶液, 将废液中的 I_2 还原为 I^- , 写出其离子方程式.

分析 试题给出的信息是 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 \rightarrow \text{I}^-$. 这是不可能组成反应方程式的. 通过分析发现有还原反应 $\text{I}_2 \rightarrow 2\text{I}^-$, I 元素化合价降低 (差价为 2); 另一个氧化反应一定由 Na_2SO_3 来完成, 因此有元素的化合价升高. Na^+ 不会被氧化, S、O 两元素中 +4 价的 S 容易被氧化变成 +6 价, 即是 $\text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$ (差价为 2). 注意钠盐都是强电解质, 完全电离, Na^+ 不参与离子反应. 将还原反应和氧化反应根据差价相等合二为一: $\text{SO}_3^{2-} + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-}$, 但现在 O 元素仍然不守恒, 电荷不守恒. 溶液中有大量的水可以提供 O 元素, 故有 $\text{SO}_3^{2-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{I}^- + \text{SO}_4^{2-}$, 故 H 元素守恒得出离子反应方程式为 $\text{SO}_3^{2-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$.



3 信息型电极方程式的书写

原电池和电解池发生的化学反应一定是氧化还原反应,因为这2种装置是化学能和电能之间的互换装置.在原电池的负极或在电解池的阳极上发生的反应是氧化反应,元素化合价升高,是失去电子过程;而在原电池的正极或在电解池的阴极上发生的反应是还原反应,元素化合价降低,是得到电子过程.

例3 (2014年四川卷第11题(4)) MnO_2 可作超级电容材料.用惰性电极电解 MnSO_4 溶液可制得 MnO_2 ,其阳极的电极反应式是_____.

分析 因为电解池的阳极上发生的是氧化反应,元素化合价升高,失去电子,故方程式为 $\text{Mn}^{2+} - 2e^- \rightarrow \text{MnO}_2$,和例2相似,反应物中缺少氧元素,由 H_2O 来补充.所以,该阳极的电极反应式是 $\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} - 2e^- = \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$.

4 信息型方程式的应用

高考命题有时将信息方程式的书写作为一个桥梁,通过信息方程式的书写,才能计算得出正确答案.这种计算的前提条件就是将试题隐藏反应挖掘出来,然后找出关系进行计算.

例4 (2014年四川卷第13题,有修改)向 27.2 g Cu 和 Cu_2O 的混合物中加入某浓度的稀硝酸 0.5 L,固体物质完全反应,生成 NO 和 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.在所得溶液中加入 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液 1.0 L,此时溶液呈中性,金属离子已完全沉淀,沉淀质量为 39.2 g.请计算硝酸的物质的量浓度.

分析 结合题意, Cu 和 Cu_2O 的混合物与稀硝酸发生了2个反应是氧化还原,根据氧化还原反应写出方程式 $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, $3\text{Cu}_2\text{O} + 14\text{HNO}_3 = 6\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 7\text{H}_2\text{O}$.正确地写出方程式,才能继续往下分析,进而解出此题:设 Cu 和 Cu_2O 的物质的量分别为 x 和 y ,有 $64x + 144y = 27.2 \text{ g}$;在根据铜元素与 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 的质量可知关系: $98(x + 2y) = 39.2 \text{ g}$, $x = 0.1 \text{ mol}$, $y = 0.2 \text{ mol}$.根据整体反应可知硝酸的总量为生成 NO 与 NaNO_3 的和,故 $n(\text{HNO}_3) = 0.1 \text{ mol} \times 2/3 + 0.2 \text{ mol} \times 2/3 + 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 1 \text{ L} = 1.2 \text{ mol}$.所以 $c(\text{HNO}_3) = 1.2 \text{ mol} / 0.5 \text{ L} = 2.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

氧化还原反应是高考热点,写出反应物和生成物是基础,通过电子转移时得失电子相等配平是技巧,找准反应中的各种计量关系进一步计算是能力.尽管如此,氧化还原反应的命题一直是起点低,落差小.

(作者单位:江苏省徐州市铜山区郑集高中)



◇ 广东 洪云龙

高三复习“铝及其化合物”时,常常会遇到“等量的铝分别与含相等物质的量溶质的酸溶液、碱溶液反应”这个重要知识点.有些同学对其中蕴含的规律缺乏认识,或者虽知其然但不知其所以然,从而造成解答此类习题时一筹莫展,无从下笔.现就此考点进行充分阐述,以帮助同学们认识规律、应用规律.

1 深入讨论摸清规律

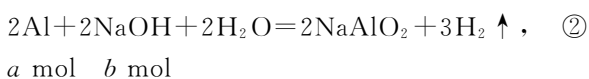
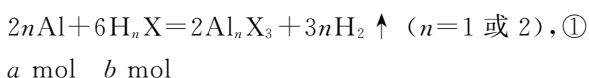
笔者特意设计了以下问题,引导同学深入讨论,将得出的结论提炼成为规律,用来指导解题实践.

问题 取2份物质的量均为 $a \text{ mol}$ 的金属铝,分别与含溶质物质的量均为 $b \text{ mol}$ 的强酸 H_nX ($n=1$ 或 2)、强碱 NaOH 溶液反应.如果不考虑铝与强酸或铝与强碱恰好反应的情况,试分别讨论:

(1) 铝与 H_nX 、 NaOH 溶液的反应存在几种情况?为什么?在这几种情况中,同时满足铝与 H_nX 、铝与氢氧化钠溶液反应的 a 、 b 之间是什么关系?

(2) 铝与 H_nX 反应生成氢气体积和铝与 NaOH 溶液反应生成氢气体积之比又各是多少?

讨论



对于式①,在不需讨论恰好反应前提下, $a \text{ mol Al}$ 与 $b \text{ mol H}_n\text{X}$ 反应只有2种情况:要么铝不足,要么铝过量.

对于式②,在不需讨论恰好反应前提下, $a \text{ mol Al}$ 与 $b \text{ mol NaOH}$ 反应也只有2种情况:要么铝不足,要么铝过量.

同时符合式①、②要求的,理论上共有4种组合,预测出现4种情况,分别是:

第1种情况:铝对于式①中的酸、式②中的碱均不足;

第2种情况:铝对于式①中的酸、式②中的碱均过量;