

# 高中常见氧化还原反应配平 “一法多用”的解题思路

哈尔滨师范大学教师教育学院 150025 刘元昊 林红\*

## 一、氧化还原反应的重要性及其配平的考查方式

氧化还原反应作为人教版化学教科书必修一中的重点、难点的理论课,其辐射范围很广,贯穿整个高中化学的学习生涯。纵观近5年来的高考试题,并不会单独且直接的考查氧化还原反应的配平问题,而是贯穿着整个试卷,如选择题,化工流程题,基础实验题,以及推断题中,不论如何考察,一般和电化学、阿伏伽德罗常数、离子共存等相联系。这就要求学生在学习氧化还原反应的过程中真正意义上的理解什么是氧化还原反应,怎么去利用氧化还原反应的理论来对习题进行举一反三。

## 二、从氧化还原反应的“实质”中找解决问题的关键和突破口

氧化还原反应的实质是电子的得失或共用电子对的偏移。但单单从这十几个字来看,并不能看出到底它对解题有什么样的作用,而是要更深层次的认识氧化还原反应“实质”中隐藏的特点。从得失电子角度来看,氧化剂中元素的得电子数和还原剂中元素的失电子数是一致的,而从化合价的角度来看还原剂中元素的化合价升高总数和氧化剂中元素化合价降低总数也是一致的,在同一个氧化还原反应中,得电子数和失电子数与化学价升降总数在数值上来看也是一致的。因此,不难从氧化还原的实质中得到了一个重要的结论:得电子总数 = 失电子总数 = 元素化合价升高总数 = 元素化合价降低总数。

化合价升降法正是利用氧化还原反应的这一特点,通过控制化合价升降总数对化学方程式进行配平的。在本文中笔者会详细介绍化合价升降法的使用。其对解决高中化学氧化还原反应配平是一个关键性的突破口。

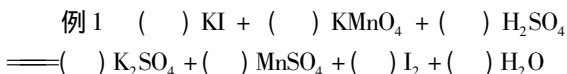
## 三、利用化合价升降法解决高中化学常见的氧化还原反应配平,实现“一法多用”

在高中阶段,氧化还原反应的配平问题,最常

见的三种有,正向配平问题、逆向配平问题、缺项配平问题。以下将介绍化合价升降法对以上问题的解决方法。

### 1. 正向配平问题

这种方程式的配平比较简单,首先观察方程式中,对于价态改变的元素是否全部被氧化(或全部被还原)。换言之,氧化剂只对应一种还原产物,还原剂只对应一种氧化产物。从反应物向生成物配平或从生成物向反应物配平均可。



其中还原剂是KI对应的氧化产物只有I<sub>2</sub>,氧化剂KMnO<sub>4</sub>对应的还原产物只有MnSO<sub>4</sub>。

这就是一个典型的正向配平问题,可以直接从反应物入手配平。根据氧化还原反应的特点,利用化合价升高和降低总数相等的方法进行配平,可称之为化合价升降法。

#### (1) 标出化合价发生改变元素的化合价。

如:KI中I的化合价为-1价,I<sub>2</sub>中I的化合价为0价。KMnO<sub>4</sub>中Mn的化合价为+7价,MnSO<sub>4</sub>中Mn的化合价为+2价。

#### (2) 计算出变价元素化合价的变化值。

如:KI→I<sub>2</sub>,化合价变化值{0 - (-1)} × 2 = 2  
KMnO<sub>4</sub>→MnSO<sub>4</sub>,化合价的变化值7 - 2 = 5

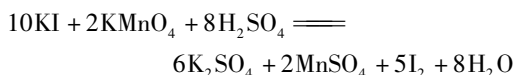
(3) 利用最小公倍数法给各化合价的变化值乘一个系数,使化合价的升高总数和化合价的降低总数相同。

$$\text{如} 2 \times 5 = 10, 5 \times 2 = 10$$

(4) 根据化合价升高总数 = 化合价降低总数。先对氧化剂和还原剂配平,再对氧化产物和还原产物配平,最后再调整配平其他项。

如:KMnO<sub>4</sub>→MnSO<sub>4</sub>每转移电子一次,化合价变化5,需要转移2次,化合价的变化值才能是10。因此KMnO<sub>4</sub>的化学计量数是2。KI→I<sub>2</sub>,KI每次能向I<sub>2</sub>转移一个电子,化合价变化1,需要转

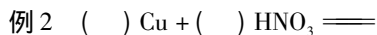
移 10 次,化合价的变化值才能为 10。因此 KI 的化学计量数是 10。还原产物  $MnSO_4$  中的 Mn 每次化合价变化 5 需要转移 2 次电子,化合价的变化值才能达到 10。氧化产物  $I_2$  中 I 的每次化合价变化 2 价,只需要转移 5 次,化合价的变化值就能达到 10。因此  $MnSO_4$  和  $I_2$  中的化学计量数分别是 2 和 5。反应物中含 K 元素的化合物全部配完,因此可确定 K 的离子个数为 12。因此  $K_2SO_4$  的化学计量数为 6。生成物中含硫酸根离子的化合物的系数已完全配完,因此可确定  $H_2SO_4$  的化学计量数为 8,又可确定反应物中氢离子的个数为 16,从而确定生成物中  $H_2O$  的化学计量数为 8。得到方程式:



(5) 检查元素、电荷、原子是否守恒。

### 2. 逆向配平问题

当给定的氧化还原反应方程式中,氧化剂或还原剂中的一种元素出现几种不同的价态时。换言之,自身氧化还原反应(包括歧化反应和同一物质中不同种元素间的反应),若从反应物开始配平则有一定的难度,可从生成物开始配平,即逆向配平。



根据例 1 中使用的化合价升降法,只需对第四步进行调整,从生成物开始配平。

(1)、(2)、(3) 步简述:

$Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2$ , Cu 的化合价由 0 价变为 +2 价,化合价变化值为  $2 - 0 = 2$

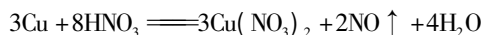
$HNO_3 \rightarrow NO$ , N 的化合价由 +5 价变为 +2 价,化合价变化值为  $5 - 2 = 3$

$$2 \times 3 = 6 \quad 3 \times 2 = 6$$

(4) 由于生成物中 N 的化合价有两种,若从反应物开始配平无法确定  $HNO_3$  的化学计量数,反之从生成物开始配平则方便。

由于变化 6 个化学价能使化合价升高和降低总数相等。因此可以从 NO 和  $Cu(NO_3)_2$  入手,NO 中 N 的化合价变化一次改变 3 价,一共需要改变 2 次才能使化合价变化值为 6。因此 NO 的化学计量数是 2,而  $Cu(NO_3)_2$  中的 Cu 每次化合

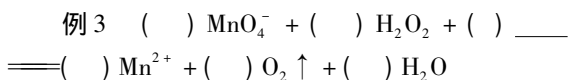
价变化 2,需要改变 3 次才能使化合价的变化值为 6,因此  $Cu(NO_3)_2$  的化学计量数是 3。生成物中含 N 元素和 Cu 元素的化合物都已经完成配平,因此可以确定  $HNO_3$  的化学计量数为 8,Cu 的化学计量数为 3。反应中氢元素的化学计量数已经确定,因此  $H_2O$  的化学计量数为 4。因此得到方程式:



(5) 检查元素、电荷、原子是否守恒。

### 3. 缺项配平问题

缺项配平是氧化还原反应方程式配平中的一个难点问题,某些反应物或生成物的化学式未写出,在水溶液中的反应所缺的物质通常是  $H^+$ 、 $OH^-$  和  $H_2O$ ,在反应物或生成物一边加  $H^+$ 、 $OH^-$  和  $H_2O$  即可配平氧化还原反应方程式。这类方程式的配平不仅要配平化学计量数,还要写出未知物的化学计量数,再通过比较反应物与生成物,观察增减的原子或离子数,确定未知物并配平。



根据例 1 中使用的化合价升降法,只需对第四步进行调整。

(1)、(2)、(3) 步简述:

$MnO_4^- \rightarrow Mn^{2+}$ , Mn 的化合价由 +7 价变为 +2 价,化合价变化值为  $7 - 2 = 5$

$H_2O_2 \rightarrow O_2$ , O 的化合价由 -1 价变为 0 价,化合价变化值为  $\{0 - (-1)\} \times 2 = 2$

$$5 \times 2 = 10 \quad 2 \times 5 = 10$$

(4) 可以利用正向配平或逆向配平的方法,将氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物配平。再对反应物(或生成物)中存在的缺项进行补充,如例 3 中的方程式,配平氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物后,生成物中的离子数目已经确定,若生成物中多正电荷,则反应物的缺项应该补充  $H^+$ 。若生成物中多负电荷,则反应物的缺项应该补充  $OH^-$ 。若生成物中和反应物中的电荷数已经守恒,则反应物的缺项应该补充  $H_2O$ 。

根据例 1 和例 2 的配平手段,可知  $MnO_4^-$  的化学计量数为 2,  $H_2O_2$  的化学计量数为 5。  $Mn^{2+}$  的化学计量数为 2,  $O_2$  的化学计量数为 5。由于生成物中的离子数目已经确定,带 4 个正电荷,►

## 解析酸碱滴定问题

河北省唐山市第十二高级中学 063000 董兴梅

酸碱滴定是指利用酸和碱在水中以质子转移反应为基础的滴定分析方法。可用于测定酸、碱和两性物质。其基本反应为  $H^+ + OH^- \rightleftharpoons H_2O$ ，也称中和法，是一种利用酸碱反应进行容量分析的方法。用酸作滴定剂可以测定碱，用碱作滴定剂可以测定酸，这是一种用途极为广泛的分析方法。

在高考中，酸碱滴定是考察的重要知识点之一，在历年的高考化学中均有涉及，考察的题型从选择题到分析大题都会出现。酸碱滴定问题一般会涉及 pH 的变化、离子浓度的变化、溶液导电性的变化等，而这些变化一般均可以以变化曲线的形式直观的表达出来，所以高考中一般涉及到酸碱滴定问题，都会出现图像。下面以 2016 年高考中出现的几道酸碱滴定的选择题为例，来展开论述。

例 1 (2016 年北京理综题 11) 在两份相同的  $Ba(OH)_2$  溶液中，分别滴入物质的量浓度相等的  $H_2SO_4$ 、 $NaHSO_4$  溶液，其导电能力随滴入溶液体积变化的曲线如图 1 所示。下列分析不正确的是( )。

- A. ①代表滴加  $H_2SO_4$  溶液的变化曲线
- B. b 点，溶液中大量存在的离子是  $Na^+$ 、 $OH^-$
- C. c 点，两溶液中含有相同量的  $OH^-$
- D. a、d 两点对应的溶液均显中性

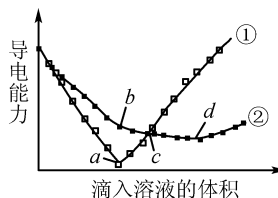


图 1

答案: C。

解析 两个反应方程式为 ①  $Ba(OH)_2 + H_2SO_4 \rightleftharpoons BaSO_4 \downarrow + 2H_2O$ ; ②  $Ba(OH)_2 + NaHSO_4 \rightleftharpoons NaOH + BaSO_4 \downarrow + H_2O$ ; ③  $NaOH + NaHSO_4 \rightleftharpoons Na_2SO_4 + H_2O$ 。A. 从方程式分析，当氢氧化钡恰好和硫酸完全反应时，溶液的导电能力最小，故①代表滴加  $H_2SO_4$  溶液的变化曲线，正确；B. b 点是加入硫酸氢钠进行反应②，溶液中含有氢氧化钠，故正确；C. c 点①曲线为硫酸，②曲线为氢氧化钠和硫酸钠，因为硫酸根离子浓度相同，因为②中的钠离子浓度大于①中氢离子浓度，所以溶液中氢氧根离子浓度不相同，错误；D. a 点为钡离子和硫酸根离子完全沉淀，d 为硫酸钠溶液，溶液都显中性，正确。

点拨 酸碱溶液混合时溶液的酸碱性的判断。

例 2 (2016 年新课标 I 理综题 19) 298 K 时，在 20.0 mL  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  氨水中滴入  $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

► 反应物中所带电荷数与生成物电荷数一致，反应物中有 2 个负电荷，所以需要补充 6 个正电荷，满足  $(-2) + 6 = 4$ ，使左右两边的电荷数一致，因此缺项的位置和缺项位置的化学计量数应该是  $6H^+$ ，氢离子的个数全部确定，因此可确定  $H_2O$  的化学计量数为 8，得到方程式：



(5) 检查元素、电荷、原子是否守恒。

氧化还原反应的配平方法其实还有很多，比如零价配平法、平均化合价法、合一配平法、奇数配偶法等，但氧化还原是基础教育化学教学的重

点和难点，其本质是反应中组成物质的原子或离子间发生电子转移，特征是反应前后元素化合价发生变化。因此，化合价升降法是氧化还原反应配平最有效的方法，其配平结果可信可靠，对高中生的学习不但简便，而且更容易吸收和内化。总之，高中生遇到复杂的氧化还原反应配平，首先要分析方程式属于哪种类型，并灵活的运用化合价升降法，这样高中生涯常见的配平问题也将得到很好的解决。

\* 黑龙江省高等教育教学改革项目 项目名称: 教师教育发展示范区“实习”“实训”模式研究 项目编号: JG2012010373

(收稿日期: 2017-04-20)