

例析复杂氧化还原反应方程式的配平方法

□江西省吉水中学 余福清

化学方程式配平历来是高考和化学竞赛考试的热点,也是难点之一.配平的关键原理:根据反应中氧化剂得电子总数和还原剂失去电子总数相等的原则,配平未参加电子转移的各项.常用的配平方法:观察法和最小公倍数法.对于复杂的化学方程式的配平,可采用以下几种方法.

一、设“1”配平法(待定系数法)

配平此类氧化还原反应式用常规法无能为力,如果完全按照教材中的待定系数法,通过设未知数求解比较麻烦.可以设某一反应物或生成物(一般选择用组成元素较多的物质作基准物)的化学计量数为1,其他与之无联系的物质可设未知数解方程.(根据原子守恒原理列方程)解得的数值可能是整数,也可能是分数,若是分数,则要将所得系数化简为整数.

例1 配平氧化还原反应方程式: $\text{P}_4\text{O} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{POCl}_3 + \text{P}_2\text{Cl}_5$.

解析:本题中, P_4O 中的 P 元素对应有两种产物,故设 P_4O 的化学计量数为“1”,用待定系数法配平的关键是,选择准一种物质的化学计量数为1.令 $\text{P}_4\text{O} + a\text{Cl}_2 \rightarrow b\text{POCl}_3 + c\text{P}_2\text{Cl}_5$,由原子守恒得: $4 = b + 2c$; $b = 1$; $2a = 3b + 5c$;解得: $a = 21/4$, $b = 1$, $c = 3/2$.代入整理得: $4\text{P}_4\text{O} + 21\text{Cl}_2 = 4\text{POCl}_3 + 6\text{P}_2\text{Cl}_5$.

例2 配平反应 $\text{P}_4 + \text{P}_2\text{I}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PH}_4\text{I} + \text{H}_3\text{PO}_4$.

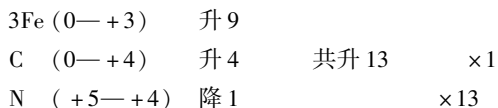
解析:设 H_3PO_4 的系数为1,用守恒法依次配平. H_2O 、 PH_4 、 P_2I_4 、 P_4 的系数为 4 、 $4/5$ 、 $5/16$ 、 $13/32$.则得 $(13/32)\text{P}_4 + (5/16)\text{P}_2\text{I}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = (5/4)\text{PH}_4\text{I} + \text{H}_3\text{PO}_4$,式子两边同乘32消去分母得: $13\text{P}_4 + 10\text{P}_2\text{I}_4 + 128\text{H}_2\text{O} = 40\text{PH}_4\text{I} + 32\text{H}_3\text{PO}_4$.

二、零价法

先令无法用常规方法确定化合价的物质中各元素的价态为零价,然后计算出各元素化合价的升降值,并使元素化合价升降值相等,最后用观察法配平其他物质的化学计量数.

例3 配平下列方程式: $\text{Fe}_3\text{C} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

解析:复杂物质 Fe_3C 按常规化合价无法确定它们的具體化合价,此时可令组成该物质的元素化合价为零价,再根据化合价升降法配平.



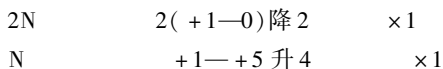
再用观察法,不难确定各物质的化学计量数为:1、22、3、13、1、11.故为 $\text{Fe}_3\text{C} + 2\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 13\text{NO}_2 + \text{CO}_2 + 11\text{H}_2\text{O}$.

三、平均标价法

当同一反应中的同种元素的原子出现两次时,不要将它们同等对待,而要根据化合物中化合价代数和等于零的原则予以平均标价.若化学方程式出现双原子分子时,有关原子个数要扩大2倍.

例4 配平: $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

解析: NH_4NO_3 中 N 的平均化合价为 +1 价,则元素化合价升降关系为:



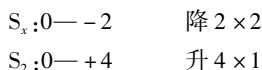
用观察法调整确定各物质的化学计量数,故 $5\text{NH}_4\text{NO}_3 = 4\text{N}_2 + 9\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$.

四、整体标价法

当某一元素的原子在某化合物中有数个时,可将它们作为一个整体对待,根据化合价中元素化合价代数和为零的原则进行整体标价.

例5 配平下列方程式: $\text{S} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaS}_x + \text{CaS}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O}$

解析:生成物 CaS_x 、 CaS_2O_3 中的“ S_x ”、“ S_2 ”作为一个整体标 -2 价、+4 价.则化合价升降关系为:



配平的方程式为: $2(x+1)\text{S} + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{CaS}_x + \text{CaS}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$.

五、缺项配平法

所谓缺项化学方程式,即某些反应物或化学式未写出(一般为水、酸、碱),这类化学方程式的配平,不仅要配平化学计量数,还要写出未知物的化学式.配平的方法是,先配平含变价元素物质的化学计量数,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.

六、离子—电子法(半反应法)

先将氧化还原方程式改写为半反应式进行配平,然后将这些半反应式加合起来,消去反应式中的电子.需要指出的是:如果半反应式中反应物和生成物中氧原子不同,可依照反应是在酸性或碱性介质中进行的情况,在半反应中加 H^+ 或 OH^- ,并利用水的电离平衡使两端的氧原子数均相等.