

# 守恒规律在化学解题中的应用

李福龙

**摘要:** 化学计算题一直是困扰高中学生的一大难题,在考试中,一旦遇到计算题,很多学生会出现胆怯心理,正常的思路很容易被打乱,影响学生的正常发挥。其实,只要我们对经常出现的计算题类型进行分析,就会发现,很多计算题的解决是有技巧的,其中利用最多的就是守恒规律。守恒规律之所以应用广泛,原因是其使用时不需要纠缠于细枝末节,重点关注始态和终态,寻找从始态到终态过程中存在的守恒关系和有用的信息,进而建立简单的等量关系,大大减少了解题的冗余步骤,提高了做题的准确率。

**关键词:** 质量守恒;电子转移;量守恒

守恒规律主要有以下几种:质量、原子(原子团)、物质的量、电子转移、电荷守恒。我们分别予以举例证明:

## 一、质量守恒

化学反应从宏观的角度来考察:参加反应的物质总量和生成物的总量是恒等的。

**例 1** 由  $\text{Na}_2\text{S}$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  组成的混合物中,测得氧元素为 22%,则其中含硫元素约为 ( )

- A. 32%                      B. 46%  
C. 78%                      D. 无法确定

**解析:** 混合物中不管以任何比例混合,Na 和 S 的原子个数之比总是 2:1,所以质量比为 23:16。因为氧的质量分数为 22%,所以 Na 和 S 的总的质量分数为 78%,可以求出硫的质量分数为 32%。

**例 2** 把  $7.4\text{gNa}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{NaHCO}_3$  组成的混合物溶于水,配成 100 mL 溶液,其中  $\text{Na}^+$  的物质的量浓度为  $0.6\text{ mol/L}$ ;若把等质量的混合物加热到恒重时,残留物的质量是\_\_\_\_\_。

**解析:** 分析题意可知,最后剩余物质只有  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  且  $\text{Na}^+$  的物质的量为  $0.06\text{ mol}$ ,由  $\text{Na}^+$  守恒可求出  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的质量为  $3.18\text{g}$ 。

## 二、原子守恒

其本质仍然是质量守恒定律,只不过是微观上来,可以理解成“在一切化学反应中,反应前后原子的种类、数目、原子质量前后没有变化”。

**例 3** 已知有反应  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ ,今在体积为 VL 的密闭容器中通 a mol NO 和 b mol  $\text{O}_2$ 。反应后的容器中氮原子和氧原子个数之比是 ( )

- A.  $a/b$     B.  $a/2b$     C.  $a/(a+2b)$     D.  $a/(2a+2b)$

**解析:** 由于该反应在密闭容器中进行,氮原子和氧原子的数目始终不变,可由初始状态求出氮原子和氧原子个数之比为  $a/(a+2b)$ 。

**例 4** 某温度下,1L 密闭容器中加入 1 mol  $\text{N}_2$  和 3 mol  $\text{H}_2$ ,使反应  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  达到平衡。测得平衡混合物中  $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{NH}_3$  的物质的量分别为 M、N、Q。如果温度不变,只改变初始物质的加入量,而要求 M、N、Q 维持不变,则  $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{NH}_3$  的加入量用 x、y、z 表示时,应满足条件:

- (1) 若  $x=0, y=0$ ,则  $z=_____$ 。  
(2) 若  $x=0.75\text{ mol}$ ,则  $y=_____$ ,  $z=_____$ 。  
(3) x、y、z 应满足的一般条件是(用含 x、y、z 的方程式表示)\_\_\_\_\_。

**解析:** 此题为等效平衡的题目,一般采用极限转化法求解。如果从原子守恒的角度考虑,该题也比较容易解决。由题意得,容器内加入物质应始终含有 2 mol N 原子和 6 mol H 原子。

若  $x=0, y=0$ ,则 N、H 原子全部存在于  $\text{NH}_3$  中,求出  $z=2\text{ mol}$ ;

若  $x=0.75\text{ mol}$  时:  

$$\begin{cases} \text{由 N 原子守恒得: } z = 2\text{ mol} - 0.75\text{ mol} \times 2 = 0.5\text{ mol} \\ \text{由 H 原子守恒得: } y = \frac{6\text{ mol} - 3 \times 0.5\text{ mol}}{2} = 2.25\text{ mol} \end{cases}$$

(3) 由 N 原子守恒得:  $2x + z = 2$ ,由 H 原子守恒得:  $2x + 3z = 6$ 。

## 三、物质的量守恒

**例 5** 向一定量的 Fe、FeO、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的混合物中,加入 100 mL  $1\text{ mol/L}$  的盐酸,恰好使混合物完全溶解,放出 224 mL(标准状况下)的气体。所得溶液中加入 KSCN 溶液无血红色出现,混合物中铁元素的质量分数为 ( )

- A. 68.6%    B. 77.8%    C. 81.4%    D. 无法计算

**解析:** 该题乍看起来好像条件不足,仔细分析会发现可以由守恒规律求解。分析题意得,混合物由铁和氧两种元素组成,且所得溶液溶质只有  $\text{FeCl}_2$ 。由  $\text{Cl}^-$  守恒得到,  $n(\text{FeCl}_2) = 0.05\text{ mol}$ ,求出铁的质量为  $2.8\text{ g}$ 。再分析混合物中氧的最终产物是  $\text{H}_2\text{O}$ ,由氢元素守恒可以求出  $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.04\text{ mol}$ ,进而求出氧的质量为  $0.64\text{ g}$ 。最后算出铁元素的质量分数为 81.4%。

## 四、电子转移守恒

氧化还原反应是高中化学学习的主要线索,在氧化还原反应中,氧化剂和还原剂得失电子的数目是相等的,电子守恒在氧化还原反应中的应用为高考的热点问题。

**例 6** 24 mL 浓度为  $0.05\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液恰好与 20 mL 浓度为  $0.02\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  的  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  溶液完全反应,已知  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  可被  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  氧化为  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,则元素 Cr 在还原产物中的化合价为 ( )

- A. +2    B. +3    C. +4    D. +5

**解析:** 在反应中,硫元素失电子化合价升高,而铬元素得电子化合价降低。设元素 Cr 在还原产物中的化合价为 x,由电子得失守恒得  $24 \times 0.05\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 = 20 \times 0.02\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 \times (6-x)$ ;解得  $x=3$ 。

## 五、电荷守恒

主要应用于溶液中离子浓度之间的关系,溶液中阳、阴离子所带的正负电荷总数相等,即电解质溶液呈电中性。

**例 7** 某溶液中仅含有  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Cl}^-$  四种离子,其中离子个数比为  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^- = 4:5:8$ ,若设  $\text{Na}^+$  为  $4n$  个,则  $\text{SO}_4^{2-}$  个数可能为 ( )

- A.  $2n$     B.  $3n$     C.  $6n$     D.  $8n$

**解析:** 电解质溶液中,所有阳离子带的正电荷总数和所有的阴离子带的负电荷总数相等,即正负电荷总数守恒。根据题给的三种离子个数比可知,当  $\text{Na}^+$  为  $4n$  个时,  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$  个数应分别为  $5n$  和  $8n$  个,若设  $\text{SO}_4^{2-}$  个数为 x 个,则根据电荷守恒可得:  $4n + 2 \times 5n = 8n + 2x$ ,求得  $x=3n$ 。

守恒规律贯穿整个高中化学,是一种常用的解题方法,适用于解决一些运算较复杂的题目。但是,守恒法解题要求学生本身具有较高的化学水平,因此在使用时切忌按图索骥,必须真正理解题意才能做到省时省力。

## 作者简介:

李福龙,山东省济南市,山东省济南市历城第二中学。