

一道有关硝酸计算题的多种方法巧解

湖南省岳阳市第十五中学 414000 王 辉

守恒法是高中化学学习中的一种重要思想。硝酸具有强氧化性,与金属和金属氧化物反应较复杂,如果涉及计算,情况就更为复杂。本文笔者运用多种解法来求解一道有关硝酸的典型例题。

例 取一定量固体混合物,将其分成两份并进行图 1 所示的转化。若硝酸恰好完全反应,则所加稀 HNO_3 的物质的量浓度为()。

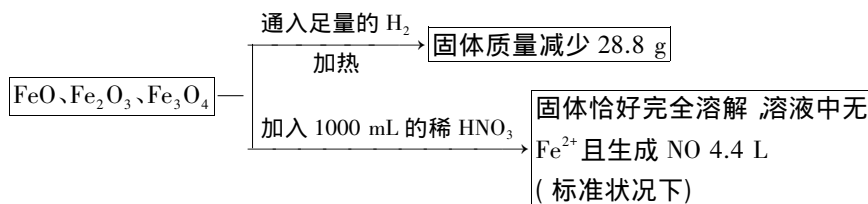


图 1

- A. $3.8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $4.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 C. $4.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $3.6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

分析 FeO 、 Fe_3O_4 和 Fe_2O_3 的固体混合物通入足量的氢气, FeO 、 Fe_3O_4 和 Fe_2O_3 被还原成铁单质, 根据减少的质量即为氧元素的质量, $m(\text{O}) = 28.8 \text{ g}$, $n(\text{O}) = 1.8 \text{ mol}$ 。固体混合物与硝酸恰好完全反应, 则溶液为硝酸铁 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, 再根据题意 $n(\text{NO}) = 0.2 \text{ mol}$, 如果只根据氮原子守恒, 无法求解, 原子守恒遇到困难。

解法一: 电子得失守恒和原子守恒

固体混合物是 FeO 、 Fe_3O_4 和 Fe_2O_3 , Fe_3O_4 可以改写成 $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, 这样固体混合物可以看成是 FeO 和 Fe_2O_3 。由得失电子守恒可知 $n(\text{FeO}) = 3 \times n(\text{NO}) = 0.6 \text{ mol}$, 再由氧原子守恒 $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0.4 \text{ mol}$, $n[\text{Fe}(\text{NO}_3)_3] = 1.4 \text{ mol}$ 。这时由氮原子守恒 $n(\text{HNO}_3) = n(\text{NO}_3^-) + n(\text{NO}) = 4.4 \text{ mol}$, 则 $c(\text{HNO}_3) = 4.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

解法二: 氧原子守恒

直接用氮原子守恒无法求解, 可以用氧原子守恒尝试, 设 $n(\text{HNO}_3) = x \text{ mol}$, 则方程为: $1.8 + 3x = 3 \times (x - 0.2) + 0.2 + x/2$, 注意该方程中不要漏掉水中的氧原子, 解的 $x = 4.4 \text{ mol}$, 则 $c(\text{HNO}_3) = 4.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

解法三: 电荷守恒

根据几种氧化物中 O 为 -2 价, 可知铁元素所

带正电荷总数, 铁元素失去一定量的电子后所带正电荷总数等于硝酸根离子所带负电荷总数, 便可以知硝酸根的物质的量。再根据氮原子守恒便可求解硝酸的物质的量。

$n(\text{O}) = 1.8 \text{ mol}$, 则氧元素所带负电荷为 $1.8 \text{ mol} \times 2 = 3.6 \text{ mol}$, 由电荷守恒可知, 固体混合物中铁元素所带正电荷为 3.6 mol 。固体混合物与硝酸反应后, 铁元素失去的电子的物质的量等于生成 NO 时氮元素得到的电子的物质的量, $n(e^-) = 0.2 \times (5 - 2) = 0.6 \text{ mol}$, 则铁元素此时所带的电荷的物质的量为 $n(\text{电荷})_{\text{Fe}} = 3.6 \text{ mol} + 0.6 \text{ mol} = 4.2 \text{ mol}$ 。铁元素失去一定量的电子后所带正电荷总数等于硝酸根离子所带负电荷总数, 则 $n(\text{NO}_3^-) = 4.2 \text{ mol}$ 。再由氮原子守恒 $n(\text{HNO}_3) = n(\text{NO}_3^-) + n(\text{NO}) = 4.2 \text{ mol} + 0.2 \text{ mol} = 4.4 \text{ mol}$, 则 $c(\text{HNO}_3) = 4.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

解法一巧妙的将三种混合物变成两种混合物, 然后再由得失电子守恒和原子守恒进行求解; 解法二另辟蹊径, 不用常见的氮原子守恒, 而用氧原子守恒; 解法三更是大胆创新, 运用电荷守恒。上述三种方法虽然各不相同, 但是都运用了守恒这种重要的思想, 但是在运用守恒思想时, 不能陷入思维惯性, 而要结合多种题目相关条件进行大胆创新。

(收稿日期: 2017-10-11)