

利用元素守恒巧解题

江西省定南中学 341900 郭 斌

守恒法是中学化学计算重要的解题方法之一,应用守恒法解题常能达到事半功倍的效果。

一、涉及多个反应型

例1 一定量的乙醇在氧气不足的条件下燃烧,得到CO、CO₂和水的总质量为27.6 g,其中水的质量为10.8 g,计算参加反应的乙醇的质量是多少?生成一氧化碳的质量是多少?

解析 乙醇完全燃烧生成二氧化碳和水的反应学生很熟悉,但乙醇不完全燃烧生成一氧化碳、二氧化碳和水的反应学生们不熟悉,如果用一个大总反应来计算的话,学生配平起来会有困难,如果用两个反应来计算又会较繁,但用元素守恒来算就会简单得多。

生成物水中氢元素的质量:

$$m(\text{H}) = 10.8 \text{ g} \times \frac{2M(\text{H})}{M(\text{H}_2\text{O})} = 1.2 \text{ g}$$

设参加反应的乙醇的质量为 x , 则

$$m(\text{H}) = \frac{6M(\text{H})}{M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})} \times x \text{ 求得 } x = 9.2 \text{ g}$$

乙醇中碳元素质量:

$$m(\text{C}) = 9.2 \text{ g} \times \frac{2M(\text{C})}{M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O})} = 4.8 \text{ g}$$

由题意得生成的CO、CO₂总质量为:

$$27.6 \text{ g} - 10.8 \text{ g} = 16.8 \text{ g}$$

假设生成CO的质量为 y , 则生成CO₂的质量为 $16.8 \text{ g} - y$ 根据碳元素守恒:

$$y \times \frac{12}{28} + (16.8 \text{ g} - y) \times \frac{12}{44} = 4.8 \text{ g} \quad y = 1.4 \text{ g}$$

答: 参加反应的乙醇的质量是9.2 g, 生成一氧化碳的质量是1.4 g。

点拨 本题应用元素守恒原则: 即氢元素守恒(生成物水中氢元素的质量等于反应物乙醇中氢元素的质量)和碳元素守恒(生成物一氧化碳和二氧化碳中碳元素的质量等于反应物乙醇中碳元素的质量)将复杂的化学计算化简,达到了快速准确解题的目的。

例2 锌粉、铝粉、铁粉、镁粉的混合物3.8 g

与一定质量的溶质质量分数为25%的稀硫酸恰好完全反应,将反应后的混合物蒸发水分得固体(不含结晶水)11 g,则反应中生成氢气的质量为()。

A. 0.15 g B. 0.20 g C. 0.30 g D. 0.45 g

解析 此题涉及四个反应,如果应用化学方程式很难求解。但化学反应前后金属元素的总质量守恒,由此可求生成物中硫酸根的质量为11 g - 3.8 g = 7.2 g。可求得硫酸中氢元素的质量为:

$$\begin{aligned} m(\text{H}) &= 7.2 \text{ g} \times \frac{2M(\text{H})}{M(\text{SO}_4^{2-})} \times 100\% \\ &= 7.2 \text{ g} \times \frac{1}{48} = 0.15 \text{ g} \end{aligned}$$

即生成氢气的质量为0.15 g, 则答案A正确。

变式训练1 8 g Na₂O₂、Na₂O、Na₂CO₃、NaOH的混合物与200 g质量分数为36.5%的盐酸恰好反应,蒸干溶液,最终所得固体质量为(B)。

A. 8 g B. 11.7 g
C. 15.3 g D. 无法计算

例3 1 L 1 mol/L NaOH的溶液中,通入0.8 mol的CO₂,完全反应后,溶液中CO₃²⁻和HCO₃⁻的物质的量之比约是()。

A. 2:1 B. 1:1 C. 1:2 D. 1:3

解析 根据元素守恒可以得到以下关系:

碳元素守恒:

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) + n(\text{NaHCO}_3) = 0.8 \text{ mol}$$

钠元素守恒:

$$2n(\text{Na}_2\text{CO}_3) + n(\text{NaHCO}_3) = 1 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L}$$

最终解得 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.2 \text{ mol}$, $n(\text{NaHCO}_3) = 0.6 \text{ mol}$, 即 $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) : n(\text{NaHCO}_3) = 1:3$, 故答案为D。

点拨 本题抓住碳元素守恒和钠元素守恒来解,可以省去写反应方程式,更节省时间。

二、涉及多步反应型

例4 有一种含CaCO₃与CaO的混合物,测得其中钙元素的质量分数为50%,取该混合物16 g,经高温煅烧后,将剩余固体投入足量的

解题后的思维优化艺术

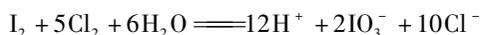
云南省腾冲县第一中学 679100 赵辉昌

一、定性向定量优化

将定性分析上升到定量研究,才能全面而准确地反映物质的性质与特点,同时提高思维的缜密性。

例1 在 FeBr_2 与 FeI_2 等物质的量的混合溶液中,通入过量的氯气。请按还原性强弱顺序写出反应的离子方程式。[提示: HXO_3 ($X = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) 皆为强酸]

解析 因为还原性强弱顺序是 $\text{I}^- > \text{Fe}^{2+} > \text{Br}^- > \text{I}_2$, 所以离子反应顺序为:



定量优化:

优化1 氯气与溴化亚铁溶液作用的两个临界反应: $6\text{FeBr}_2 + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3 + 4\text{FeBr}_3$



优化2 确定两个临界反应的三个区间。

设: $\frac{n(\text{Cl}_2)}{n(\text{FeBr}_2)} = a$ 。当 $0 < a \leq \frac{1}{2}$, Fe^{2+} 部分或

全部被氧化; $\frac{1}{2} < a < \frac{3}{2}$, Fe^{2+} 全部被氧化,

Br^- 部分被氧化; $a \geq \frac{3}{2}$, FeBr_2 全部被氧化。

例2 若向 400 mL 的溴化亚铁溶液中通入标准状况下的氯气 6.72 L,测得溶液中的氯离子与溴离子的物质的量浓度相等。

(1) 求原溴化亚铁的物质的量浓度 [分别用 ①化学方程式法; ②得失电子守恒法; ③溶液电荷守恒法(忽略 Fe^{3+} 水解); ④元素守恒法]

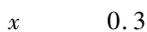
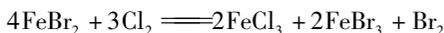
(2) 完成图像中 $c(\text{Br}^-)$ 、 $c(\text{Cl}^-)$ 浓度的变化曲线。

解析 (1) 由优化 1、2 知,当 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{Br}^-)$ 时,反应在 $\frac{1}{2} < \frac{n(\text{Cl}_2)}{n(\text{FeBr}_2)} < \frac{3}{2}$ 区间,即 Fe^{2+} 全部氧化,部分 Br^- 被氧化。 $n(\text{Cl}_2) = 0.3 \text{ mol}$ 。

设溶液中溴化亚铁的物质的量为 x 。

①化学方程式法:

依 $c(\text{Cl}^-) = c(\text{Br}^-)$ 得化学方程式:



$x(\text{FeBr}_2) = 0.4 \text{ mol}$ 则 $c(\text{FeBr}_2) = 1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

②得失电子守恒法:

►水中,固体全部反应生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$,则生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的质量为()。

A. 3.7 g B. 7.4 g

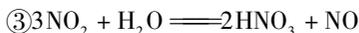
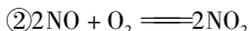
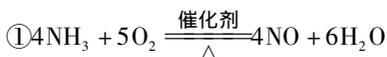
C. 14.8 g D. 22.2 g

解析 根据钙元素守恒可知氢氧化钙中钙元素的质量为: $16 \text{ g} \times 50\% = 8 \text{ g}$,求得氢氧化钙的质量:

$$m = 8 \text{ g} \times \frac{M[\text{Ca}(\text{OH})_2]}{M(\text{Ca})} = 14.8 \text{ g}$$

故答案 C 正确。

例5 用 NH_3 制取 HNO_3 要经历如下反应:



问: 现在有 10 t NH_3 ,理论上可以制得 HNO_3 多少吨?

解析 由以上三个化学方程式可知在氨转化到硝酸的过程中,氮元素(第三步反应生成的一氧化氮可以循环使用)守恒。

解 氨中氮元素全部转化为 HNO_3 的质量为:

$$10 \text{ t} \times \frac{M(\text{HNO}_3)}{M(\text{NH}_3)} = 10 \text{ t} \times \frac{63}{17} \times 100\% = 37 \text{ t}$$

点评 应用元素守恒法可以简化计算,提高解题速度和正确率。

(收稿日期: 2013 - 11 - 12)