

巧用化合价解题

□唐国晖

化合价是高中化学教学中的一个重要基本概念,并贯穿于各个知识点之中,对正确书写化学式(分子式)、方程式及配平氧化还原反应方程式、化学计算等都起着举足轻重的作用。

根据“在化合物里,正负化合价的代数和为零”的原则,可得出:“化合物或混合物里,正化合价代数和与负化合价代数和的绝对值相等”的等化合价法则,及“在反应中,化合价升高的总值与降低的总值相等”的法则。以下举例说明其在解题中的应用。

例 1. K_2S 、 KI 的混合物中,钾的质量分数为 46%,求 I 的质量分数?

解析: 设混合物的质量为 100g, I 的质量为 xg, 则混合物中 K 的质量为 46g, 硫的质量为 $(100-x-46)g$, 从而得出 K、S、I 三种原子的物质的量分别为:

$$\frac{46}{39} \text{ mol}, \frac{100-x-46}{31} \text{ mol}, \frac{x}{127} \text{ mol}$$

根据等化合价法则列出方程:

$$\frac{46}{39} \times 1 + \frac{100-x-46}{31} \times (-2) + \frac{x}{127} \times (-1) = 0$$

解得 $x=40g$, 故混合物中 I 的质量分数为 40%

例 2. 某混合物中含 $NaHSO_4$ 和 $Al_2(SO_4)_3$, 经实验测知其中硫元素的质量分数为 27%, 则 Na 元素的质量分数为_____。

解析: SO_4^{2-} 中, S 和 O 原子的个数比为 1:4, 质量比为 $32:16 \times 4 = 1:2$ 。据 $S\%=27\%$, 可知 $O\%=54\%$, 则混合物中 $SO_4^{2-}\%=27\%+54\%=81\%$, 其余部分为 19%。设混合物中 Al 的质量分数为 x%, 则 Na 和 H 共 $19\%-x\%$, 由于 Na 和 H 原子个数比为 1:1, 则 Na 和 H 的质量分

$$\text{数为 } \frac{23(19\%-x\%)}{24}, \frac{19\%-x\%}{24}$$

混合物中 Na, H, Al, SO_4^{2-} 的物质的量分别为

$$\frac{23(19\%-x\%)}{24} \text{ mol}, \frac{19\%-x\%}{24} \text{ mol}, \frac{x\%}{27} \text{ mol}, \frac{81\%}{96}$$

mol

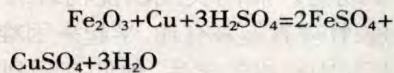
根据等化合价法则

$$\frac{23(19\%-x\%)}{24} \times 1 + \frac{19\%-x\%}{24} \times 1 + \frac{x\%}{27} \times 3 = \frac{81\%}{96} \times 2$$

解得 $x=3.75$, 所以 Na 元素的质量分数为

$$\frac{23(19\%-3.75\%)}{24} = 14.6\%$$

例 3. 将 22.4 克铜和氧化铁的混和物粉末加入到浓度为 1mol/L 的硫酸中, 固体恰好完全溶解, 此时无 Fe^{3+} 。反应的方程式为:



此时消耗硫酸体积为多少?

解析: $Cu \rightarrow CuSO_4$ 铜元素化合价升高 2; $Fe_2O_3 \rightarrow 2FeSO_4$ 铁元素化合价升高 1, 则 $n(Cu):n(Fe_2O_3)=1:1$

$$64 \times n(Cu) + 160 \times n(Fe_2O_3) = 22.4$$

$$n(Cu) = n(Fe_2O_3) = 0.1$$

溶液中 Fe^{2+} 为 0.2mol , Cu^{2+} 为 0.1mol , 化合价共有 $2n(Fe^{2+}) + 2n(Cu^{2+}) = n(H^+) = 2n(SO_4^{2-})$

则消耗 H_2SO_4 为 0.3mol , 消耗硫酸体积为 $0.3\text{mol} \times 1\text{mol/L} = 0.3\text{L}$

例 4. 向 6.8 克镁和铝的混合物中加入足量的硫酸溶液, 充分反应后产生的气体在标准状况下的体积为 5.6L。若向反应后的溶液中加入 NaOH 溶液, 使 Al^{3+} 、 Mg^{2+} 恰好完全沉淀, 则沉淀的质量为多少?

解: $Mg \rightarrow Mg^{2+}$ 化合价升高为 2, 置换出 $2H_2$, $Mg^{2+} \rightarrow Mg(OH)_2$, 结合 $2OH^-$; $Al \rightarrow Al^{3+}$ 化合价升高为 3, 置换出 $3H_2$, $Al^{3+} \rightarrow Al(OH)_3$, 结合 $3OH^-$

则置换出的氢原子数等于结合的氢氧根离子数 现生成 5.6L H_2 , 共有 $0.25\text{mol } H_2$, 化合价共降低 0.25×2

Mg^{2+} , Al^{3+} 共结合 $0.5\text{mol } OH^-$

沉淀的质量为 $6.8g + 0.5\text{mol} \times 17g/\text{mol} = 15.3g$

例 5. 向 Fe_2O_3 和铁屑的混合物中加入足量的稀硫酸至固体完全溶解, 所得溶液中不含 Fe^{3+} , 而产生的 Fe^{2+} 和 H_2 的物质的量之比为 7:1。则原混合物中 Fe_2O_3 和 Fe 的物质的量之比为()

(A) 1:1 (B) 2:1 (C) 2:3 (D) 1:3

解析: 由于铁与酸反应生成 Fe^{2+} 化合价升高为 2, 生成 H_2 化合价降低共为 2, H_2 的物质的量就是生成的 Fe^{2+} 的量。1mol Fe 反应生成 1mol Fe^{2+} 和 1mol H_2 ; Fe 与 Fe^{3+} 反应, Fe 生成 Fe^{2+} 化合价升高为 2, Fe^{3+} 转变为 Fe^{2+} 化合价降低 1, 故 $Fe + Fe_2O_3 \rightarrow 3Fe^{2+}$ 。生成 6mol Fe^{2+} 需 2mol Fe 和 2mol Fe_2O_3 , 因此 3mol Fe 反应生成 7mol Fe^{2+} 只需 2mol Fe_2O_3 。故选 C。

(作者单位: 化隆县第一中学)

(责任编辑 陈景东)