

守恒法巧解化学计算题

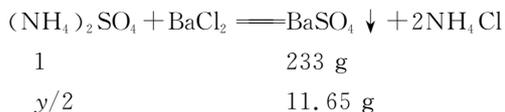
江苏省无锡市第三高级中学 214028 陈铮铮

一、高中化学计算题中的质量守恒

高中化学问题中的质量守恒即原子守恒是指在化学反应过程的前后,原子的种类和原子数目都保持不变,在实际问题处理过程中这里的原子可以扩展为原子团和离子等。

例 1 现有两份质量相等的 NH_4NO_3 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 固体混合物,将其中一份与足量的 NaOH 溶液共同加热发生反应,且收集标准状况下的 NH_3 6.72 L,在另一份混合物制成水溶液后与足量的 BaCl_2 混合,产生 11.65 g 的白色沉淀。试求:原混合固体中 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的质量和氮元素的质量分数?

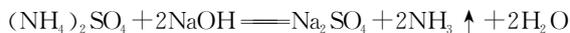
解析 常规解法 假设原混合物中 NH_4NO_3 为 x mol; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 为 y mol,其中在第一份试样与 NaOH 反应时, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 产生的 NH_3 标况下的体积为 V L



解之得: $y=0.1$ mol,

则 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的质量为:

$$0.1 \text{ mol} \times 132 \text{ g/mol} = 13.2 \text{ g}$$



$$\frac{1 \text{ mol}}{0.05 \text{ mol}} = \frac{2 \times 22.4 \text{ L}}{V \text{ L}}$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{0.05 \text{ mol}} = \frac{2 \times 22.4 \text{ L}}{V \text{ L}}, \text{解之得: } V = 2.24 \text{ L}$$



$$\frac{1 \text{ mol}}{x/2} = \frac{22.4 \text{ L}}{(6.72 - 2.24) \text{ L}}$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{x/2} = \frac{22.4 \text{ L}}{(6.72 - 2.24) \text{ L}}, \text{解之得: } x = 0.4 \text{ mol}$$

则原混合物中氮元素的质量分数:

$$\omega(\text{N}) = \frac{14 \times 2 \times 0.1 + 14 \times 2 \times 0.4}{132 \times 0.1 + 80 \times 0.4} \times 100\% = 31\%$$

巧解分析 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4$ 中 SO_4^{2-} 守恒,过程中 $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NH}_3 \uparrow$ 元素守恒;

$$\begin{cases} \frac{x}{2} + y = \frac{6.72}{22.4} (\text{NH}_4^+ \text{ 守恒}) \\ \frac{y}{2} = \frac{11.65}{233} (\text{SO}_4^{2-} \text{ 守恒}) \end{cases} \text{解之得: } \begin{cases} x = 0.4 \text{ mol} \\ y = 0.1 \text{ mol} \end{cases}$$

二、高中化学计算题中的电子守恒

电子得失总数守恒即电子守恒是特指在氧化还原反应中,还原剂被氧化过程中失去的电子总数

► ② 分别取这两种溶液各 10 mL,加水稀释为 100 mL;

③ 各取相同体积的两种稀释液装入两个试管,同时加入纯度相同的锌粒,观察现象,即可证明 HA 是弱电解质。

(1)在两个方案的第①步中,都要用到的定量仪器是 _____。

(2)甲方案中,说明 HA 是弱电解质的理由是测得溶液的 pH _____ 1(选填 >、<、=)

乙方案中,说明 HA 是弱电解质的现象是 _____ (多选扣分)

- (a)装 HCl 溶液的试管中放出 H_2 的速率快;
(b)装 HA 溶液的试管中放出 H_2 的速率快;
(c)两个试管中产生气体速率一样快。

(3)请你评价:乙方案中难以实现之处和不妥

之处 _____、_____。

(4)请你再提出一个合理而比较容易进行的方案(药品可任取),作简明扼要表述。

参考答案:

1. A、D 2. A、C 3. A、C 4. D 5. A

6. 各取等体积酸液用蒸馏水稀释相同倍数(如 100 倍),然后用 pH 试纸分别测其 pH, pH 变化大的那瓶是强酸。

7. (1)100 mL 容量瓶

(2) > b

(3)配制 $\text{pH}=1$ 的 HA 溶液难以实现;不妥之处在于加入的锌粒难以做到表面积相同

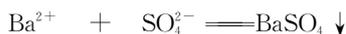
(4)配制 NaA 溶液,测其 $\text{pH}>7$ 即证明 HA 是弱电解质。

(收稿日期:2014-02-10)

与氧化剂被还原的过程中所得到的电子总数相等。

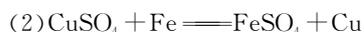
例2 将 16.8 g 的铁粉投入至 500 mL 的 CuSO_4 和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 的混合溶液中,待充分反应后,经过过滤、洗涤和干燥,最终可得到 6.4 g 的铜,在滤液中加入 500 mL 2.0 mol/L 的 BaCl_2 溶液后使得滤液中的所有 SO_4^{2-} 完全沉淀,(已知氧化性 $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$) 试求:原溶液混合溶液中 SO_4^{2-} 和 CuSO_4 的物质的量浓度分别为多少?

解析 常规方法(1)假设 SO_4^{2-} 物质的量浓度为 x mol/L, CuSO_4 物质的量浓度为 y mol/L



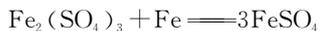
$$\frac{1}{0.5 \times 2} \quad \frac{1}{0.5x}$$

$$\frac{1}{0.5 \times 2} = \frac{1}{0.5x} \text{ 解得: } x = 2 \text{ mol/L}$$



$$\frac{56}{m} \quad \frac{64}{6.4}$$

$$\frac{56}{m} = \frac{64}{6.4}, \text{ 解得: } m = 5.6 \text{ g}$$



$$\frac{1}{n} \quad \frac{56}{16.8 - 5.6}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{56}{16.8 - 5.6}, \text{ 解得: } n = 0.2 \text{ mol}$$

则 CuSO_4 物质的量浓度 $y = (0.5 \times 2.0 - 0.2 \times 3) \div 0.5 = 0.8 \text{ mol/L}$

巧解分析 分析本题第二小问有一定的难度,关键是部分学生错误的认为 CuSO_4 在反应中完全消耗掉了,就以铜元素直接得出 CuSO_4 的量,但是如果学生想到在这个氧化还原反应中电子得失总数守恒这一原理,处理就变得简单、易懂。令 CuSO_4 和 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 物质的量分别为 a 和 b 则

$$\begin{cases} a + 3b = 1 (\text{SO}_4^{2-} \text{ 离子守恒}) \\ 2b + 6.4 \div 64 \times 2 = 16.8 \div 56 \times 2 \text{ 即} \\ \text{(电子得失总数守恒)} \end{cases} \begin{cases} a = 0.4 \text{ mol} \\ b = 0.2 \text{ mol} \end{cases}$$

则 CuSO_4 物质的量浓度 $y = 0.4 \text{ mol} \div 0.5 \text{ L} = 0.8 \text{ mol/L}$

三、高中化学计算题中的电荷守恒

电荷守恒是指溶液呈电中性状态,溶液中带正电的阳离子的总电量与带负电的阴离子总电量相等。

例3 在 100 mL 一定浓度的 HCl 溶液中投

入一定质量的镁铝合金,然后在该溶液中再加入浓度为 5.0 mol/L 的 NaOH 溶液,如图 1 所示为加入 NaOH 溶液体积与沉淀量的关系图,试求:

(1) 在 19.4 g 的沉淀中含有 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的质量为多少?

(2) HCl 溶液的物质的量浓度?

解析 常规方法(1)

由图可知:沉淀 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的质量为 11.6 g,沉淀中含有 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 的质量为 $(19.4 - 11.6) = 7.8 \text{ g}$

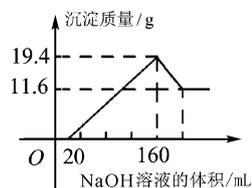
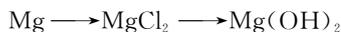


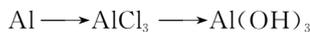
图 1

(2) 假设 Mg 和 Al 物质的量分别为 x 和 y , 溶液中 HCl 的物质的量为 n ,



$$\frac{1 \text{ mol}}{x} \quad \frac{58 \text{ g}}{11.6 \text{ g}}$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{x} = \frac{58 \text{ g}}{11.6 \text{ g}}, \text{ 解得: } x = 0.2 \text{ mol}$$



$$\frac{1 \text{ mol}}{y} \quad \frac{78 \text{ g}}{7.8 \text{ g}}$$

$$\frac{1 \text{ mol}}{y} = \frac{78 \text{ g}}{7.8 \text{ g}}, \text{ 解得 } y = 0.1 \text{ mol}$$

$$n = 2x + 3y + n(\text{NaOH})$$

$$= 2 \times 0.2 \text{ mol} + 3 \times 0.1 \text{ mol} + 5.0 \text{ mol/L}$$

$$\times 20 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$= 0.8 \text{ mol}$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{0.8 \text{ mol}}{0.1 \text{ L}} = 8 \text{ mol/L}$$

巧解分析 本题在第二问中计算过程相对比较复杂,应用电荷守恒方法,沉淀最多时溶质为 NaCl,即在 19.4 g 沉淀的时 $n(\text{Na}^+) = n(\text{Cl}^-)$ 即 $n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl})$ 则 $c(\text{HCl}) = 160 \text{ mL} \times 5.0 \text{ mol/L} \div 100 \text{ mL} = 8 \text{ mol/L}$.

总而言之,高中化学解题方法的选择是快速、准确、高效地处理化学问题,教师在教学中应该引导与培养学生巧解的思维习惯,在处理实际问题的过程中注重有效解题方法的选择,缩短解题时间的同时提升解题的准确率。

(收稿日期:2014-01-02)