

不容忽视“三大强酸”浓度的变化

——有关“三大强酸”的计算题错解例析

江苏省徐州市铜山区夹河中学 221142 李金花

盐酸、硫酸和硝酸俗称“三大强酸”。浓盐酸具有还原性，而稀盐酸没有还原性。浓硫酸具有强氧化性，而稀硫酸的氧化性较弱，且浓硫酸与稀硫酸的氧化性的本质不同，浓硫酸的还原产物为 SO_2 ，而稀硫酸的还原产物为 H_2 。浓硝酸的氧化性比稀硝酸强，浓硝酸的还原产物为 NO_2 ，而稀硝酸的还原产物为 NO 。在求解有关浓盐酸、浓硫酸或浓硝酸参与氧化还原反应的计算题时，要注意随着反应的进行，浓酸会变成稀酸（浓盐酸会变成稀盐酸，浓硫酸会变成稀硫酸，浓硝酸会变成稀硝酸），从而使反应随着浓度变（使还原产物发生改变或使反应不再进行）。若忽视了这一点，就会导致失误。现举例进行分析，希望对学生有所启发。

一、浓盐酸与二氧化锰的反应

例1 将 0.4 mol MnO_2 与 $800 \text{ mL } 12 \text{ mol/L}$ 浓盐酸混合加热，可制得氯气的物质的量是（ ）。

- A. 0.24 mol B. 小于 0.24 mol
C. 0.48 mol D. 小于 0.48 mol

错解 因 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 +$

$\text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ， $n(\text{MnO}_2) : n(\text{HCl}) = 0.4 \text{ mol} : 12 \text{ mol/L} \times 0.8 \text{ L} = 0.4 \text{ mol} : 0.96 \text{ mol} = 1 : 2.4 > 1 : 4$ ， MnO_2 过量，浓盐酸完全反应；应制得氯气的物质的量 $n(\text{Cl}_2) = \frac{1}{4} \times n(\text{HCl}) = \frac{1}{4} \times 0.96 \text{ mol} = 0.24 \text{ mol}$ 。故答案为A。

错因分析 忽视了随着反应的进行，浓盐酸变成了稀盐酸，稀盐酸不能还原 MnO_2 。

正确解法 因 $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl}(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ， $n(\text{MnO}_2) : n(\text{HCl}) = 0.4 \text{ mol} : 12 \text{ mol/L} \times 0.8 \text{ L} = 0.4 \text{ mol} : 0.96 \text{ mol} = 1 : 2.4 > 1 : 4$ ， MnO_2 过量；若 0.96 mol HCl 完全参加反应，则制得氯气的物质的量 $n(\text{Cl}_2) = \frac{1}{4} \times n(\text{HCl}) = \frac{1}{4} \times 0.96 \text{ mol} = 0.24 \text{ mol}$ ；但随着反应的进行，浓盐酸变为稀盐酸，而稀盐酸不能还原 MnO_2 ， 0.96 mol HCl 不能完全反应，则制得 Cl_2 的物质的量小于 0.24 mol 。故答案为B。

二、浓硫酸与金属的反应

1. 浓硫酸与不活泼金属的反应

例2 在 $100 \text{ mL } 18.4 \text{ mol/L}$ 的浓 H_2SO_4 中加

部被氧化。

设原 FeBr_2 的物质的量浓度为 x ，根据电子守恒原则，得：

$$\begin{aligned} (x + 2x \times \frac{1}{3}) \times 0.1 \text{ L} \times 1 \\ = 2 \times \frac{2.24 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \\ x = 1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \end{aligned}$$

综上所述，高中化学教师应当结合教学内容，引导学生灵活运用守恒法，并将其应用到化学题的解题实践中。这样不仅能够真正提高学生的学习效率，还能培养学生的灵活思维能力，培养学生的化学综合水平。（收稿日期：2016-10-29）

► 4. 电子守恒法

电子守恒的关系原理为：氧化还原反应中氧化剂得电子总数 = 还原剂失电子总数。电子守恒法通常用于求化合价、求物质的量、配平、求质量、电极反应等化学问题中，应用较为广泛。

比如，可以用于求物质的量。

例7 往 100 mL 溴化亚铁溶液中缓慢通入 2.24 L （标准状况）氯气，反应完成后溶液中有 $\frac{1}{3}$ 的溴离子被氧化成溴单质。求原溴化亚铁溶液的物质的量浓度。

解析 用电子守恒法进行分析，由提示知，还原性： $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$ ， Br^- 已部分被氧化，故 Fe^{2+} 已全

入足量铜片并加热,充分反应后,被还原的 H_2SO_4 的物质的量为()。

- A. 等于 1.84 mol B. 等于 0.92 mol
C. 小于 0.92 mol
D. 0.92 mol ~ 1.84 mol 之间

错解 由题意可知,浓 H_2SO_4 完全反应;因 $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 18.4 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} = 1.84 \text{ mol}$,由反应 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 可得,被还原的 H_2SO_4 的物质的量为 $\frac{1}{2} \times 1.84 \text{ mol} = 0.92 \text{ mol}$ 。故答案为 B。

错因分析 忽视了随着反应的进行,浓硫酸变成了稀硫酸,稀硫酸与铜不反应。

正确解法 因 $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 18.4 \text{ mol/L} \times 0.1 \text{ L} = 1.84 \text{ mol}$,若 1.84 mol H_2SO_4 全部参加反应,由反应 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 可得,被还原的 H_2SO_4 的物质的量为 $\frac{1}{2} \times 1.84 \text{ mol} = 0.92 \text{ mol}$;但随着反应的进行,浓 H_2SO_4 变为稀 H_2SO_4 ,而稀 H_2SO_4 与铜不反应,则参加反应的 H_2SO_4 的物质的量小于 1.84 mol;因此,被还原的 H_2SO_4 的物质的量小于 0.92 mol。故答案为 C。

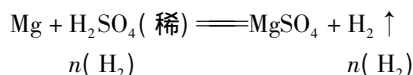
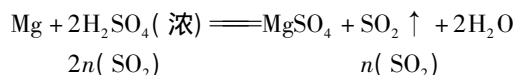
2. 浓硫酸与活泼金属的反应

例 3 将一定质量的 Mg 与 200 mL 18.5 mol/L 浓硫酸充分反应, Mg 完全溶解,同时生成标准状况下的气体 67.2 L。将反应后的溶液稀释至 1 L,测得溶液中 $c(\text{H}^+) = 0.2 \text{ mol/L}$ 。则所得气体的质量为_____。

错解 因 Mg 与浓 H_2SO_4 反应所得气体为 SO_2 ,而 $n(\text{SO}_2) = 67.2 \text{ L} \div 22.4 \text{ L/mol} = 3 \text{ mol}$,则 $m(\text{SO}_2) = 3 \text{ mol} \times 64 \text{ g/mol} = 192 \text{ g}$ 。

错因分析 忽视了随着反应的进行,浓硫酸变成了稀硫酸,所得气体为 SO_2 与 H_2 的混和气体。

正确解法 反应后溶液体积为 1 L, $c(\text{H}^+) = 0.2 \text{ mol/L}$,则 $n(\text{H}^+) = 0.2 \text{ mol/L} \times 1 \text{ L} = 0.2 \text{ mol}$,故反应后溶液中剩余 0.1 mol H_2SO_4 。由于随着反应的进行,浓 H_2SO_4 变为稀 H_2SO_4 ,则生成的气体为 SO_2 与 H_2 的混和气体。设生成 SO_2 与 H_2 的物质的量分别为 $n(\text{SO}_2)$ 和 $n(\text{H}_2)$ 。则



由题意得,

$$2n(\text{SO}_2) + n(\text{H}_2) = 18.5 \text{ mol/L} \times 0.2 \text{ L} - 0.1 \text{ mol} = 3.6 \text{ mol} \quad \text{①}$$

$$n(\text{SO}_2) + n(\text{H}_2) = 67.2 \text{ L} \div 22.4 \text{ L/mol} = 3 \text{ mol} \quad \text{②}$$

解方程组①②得 $n(\text{SO}_2) = 0.6 \text{ mol}$, $n(\text{H}_2) = 2.4 \text{ mol}$;

从而得 $m(\text{SO}_2 + \text{H}_2) = 0.6 \text{ mol} \times 64 \text{ g/mol} + 2.4 \text{ mol} \times 2 \text{ g/mol} = 43.2 \text{ g}$ 。

故答案为: 43.2 g。

三、浓硝酸与金属反应的计算

例 4 57.6 g 铜粉跟适量的浓硝酸反应,铜粉完全反应,共收集到气体 33.6 L(标准状况,不考虑反应 $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$),则反应消耗的 HNO_3 的物质的量可能是()。

- A. 1.5 mol B. 2.4 mol
C. 3.3 mol D. 3.6 mol

错解 因 $n(\text{Cu}) = 57.6 \text{ g} \div 64 \text{ g/mol} = 0.9 \text{ mol}$,则由反应 $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\quad} \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 可得,反应消耗的 HNO_3 的物质的量 $n(\text{HNO}_3) = 4n(\text{Cu}) = 4 \times 0.9 \text{ mol} = 3.6 \text{ mol}$ 。故答案为 D。

错因分析 忽视了随着反应的进行,浓硝酸变成了稀硝酸,铜既与浓硝酸反应又与稀硝酸反应。

正确解法 假设铜(为 57.6 g \div 64 g/mol = 0.9 mol)全部与浓硝酸反应(收集到的气体为 NO_2),则由反应 $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) \xrightarrow{\quad} \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$,可求得消耗的 HNO_3 的物质的量为 $4 \times 0.9 \text{ mol} = 3.6 \text{ mol}$;假设铜(为 0.9 mol)全部与稀硝酸反应(收集到的气体为 NO),则由反应 $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3(\text{稀}) \xrightarrow{\quad} 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$,可求得消耗的 HNO_3 的物质的量为 $\frac{8}{3} \times 0.9 \text{ mol} = 2.4 \text{ mol}$;而实际上铜既与浓 HNO_3 反应又与稀 HNO_3 反应(因随着反应的进行浓硝酸变为稀硝酸),则反应消耗的 HNO_3 的物质的量介于 2.4 mol 与 3.6 mol 之间。故答案为 C。

(收稿日期: 2016 - 11 - 15)