

体质量为 5.3g,全部生成  $\text{NaHCO}_3$  时所得固体质量为 8.4g,所以 A 点为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,通入  $\text{CO}_2$  的体积为 1.12L. C 点为  $\text{NaHCO}_3$ ,通入  $\text{CO}_2$  的体积为 2.24L. B 点介于两者之间,故为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3$  混合物,利用守恒法计算  $\text{CO}_2$  的体积为 1.792L,则原  $\text{NaOH}$  溶液的物质的量浓度为 1mol/L.

三、根据反应产物与盐酸反应的现象进行判断

如向  $\text{NaOH}$  与一定量的  $\text{CO}_2$  反应后的溶液中加入盐酸(如图 2 所示),所产生的气体与盐酸体积的关系(见表 3).

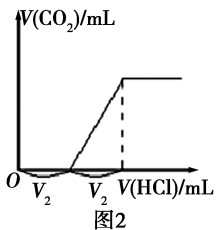


表 3

$V_{(\text{HCl})}$ 的关系	反应产物的组成
$V_1 = V_2$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
$V_1 > V_2$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaOH}$
$V_1 < V_2$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3$
$V_1 = 0, V_2 \neq 0$	$\text{NaHCO}_3$

例 2 向四只盛有一定量  $\text{NaOH}$  溶液的烧杯中通入不同量的  $\text{CO}_2$  气体,再在所得溶液中逐滴加入稀盐酸至过量,并将溶液加热,产生  $\text{CO}_2$  气体与  $\text{HCl}$  物质的量的关系如图(忽略  $\text{CO}_2$  的溶解和  $\text{HCl}$  的挥发)

下列分析都正确的组合是( )

- ① I 图对应溶液中的溶质为  $\text{NaHCO}_3$ ;
- ② II 图对应溶液中的溶质为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$ ,且二者的物质的量之比为 1:1;

③ III 图对应溶液中的溶质为  $\text{NaOH}$  和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,且二者的物质的量之比为 1:1;

④ IV 图对应溶液中的溶质为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ;

- A ①②    B ①③    C ②④    D ②③

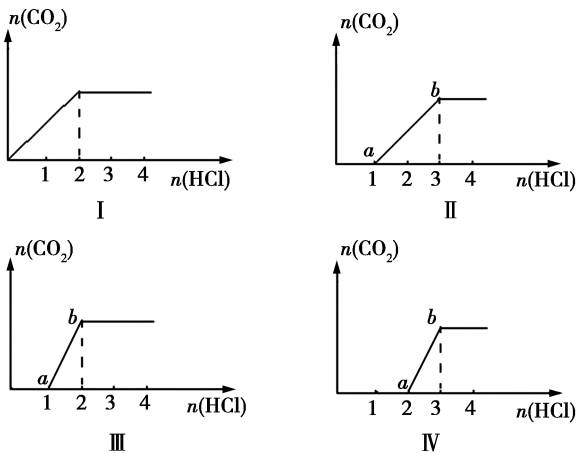


图 3

解析 图像 I 中从 O 点即开始产生  $\text{CO}_2$  气体,对应溶液中的溶质为  $\text{NaHCO}_3$ ,①正确;图像 II 中 Oa 段消耗  $\text{HCl}$  的量小于 ab 段消耗的  $\text{HCl}$  的量,对应溶液中的溶质为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaHCO}_3$ ,且二者的物质的量之比  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3):n(\text{NaHCO}_3) = 1:(3-1 \times 2) = 1:1$ ,②正确;图像 III 中, Oa 段消耗  $\text{HCl}$  的量等于 ab 段消耗的  $\text{HCl}$  的量,对应溶液中的溶质为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,③不正确;图像 IV 中 Oa 段消耗  $\text{HCl}$  的量大于 ab 段消耗的  $\text{HCl}$  的量,对应溶液中的溶质为  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 、 $\text{NaOH}$ ,且二者的物质的量之比  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3):n(\text{NaOH}) = 1:(3-1 \times 2) = 1:1$ ,④不正确.

## 例谈金属与硝酸反应问题常见类型及解题策略

甘肃省永昌县第一高级中学    737200    吴水萍

摘要:金属与硝酸反应问题是高考热点之一,总结金属与硝酸反应问题常见类型并总结相应方法,可以帮助学生快速准确解题,本文总结了金属与硝酸反应的五种类型,并总结出相应解题策略.

关键词:金属与硝酸反应;常见类型;解题策略

金属与硝酸反应是近年来化学高考的重点和热点问题,金属与硝酸反应的考查方式多种多样,归纳总结金属与硝酸反应问题的常见类型及解题策略能

够帮助学生快速识别金属与硝酸反应题型模式,并有针对性地选择解题方法,准确解决金属与硝酸反应问题.本文总结金属与硝酸反应问题的几种常见类型,

基金项目:本文为 2017 年度甘肃省“十三五”教育科学规划课题“‘三段六环’化学课堂教学有效性研究—基于化学课堂教学‘自主、合作、探究’的实践研究”(GS[2017]GHB2117)阶段性成果.

作者简介:吴水萍(1976-),女,大学本科,中学一级教师,研究方向:高中化学教学和化学竞赛教学工作.

指出其相应的解题策略,供参考.

### 一、电子守恒型

**例1** 足量铜与一定量的浓硝酸反应,得到硝酸铜溶液和  $\text{NO}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}_4$ 、 $\text{NO}$  的混合气体,这些气体与 1.68L  $\text{O}_2$  (标准状况下) 混合后通入水中,所有气体完全被水吸收生成硝酸. 则被浓硝酸溶解掉的金属铜的质量为( )

- A. 3.2g    B. 9.6g    C. 6.4g    D. 8g

**解析** 依据金属失去电子的物质的量 = 产生的氮氧化物被氧气氧化成硝酸时氧气得电子的物质的量, 1mol Cu 失去 2mol 电子, 1mol  $\text{O}_2$  得到 4mol 电子, 则有  $2n(\text{Cu}) = 4n(\text{O}_2)$ ,  $n(\text{Cu}) = 2n(\text{O}_2) = \frac{2 \times 1.68}{22.4} = 0.015\text{mol}$ .

**点评** 对于该类题目, 生成的氮氧化物比较复杂, 用其它方法很难解决, 用电子守恒则可快速解出. 即金属失去电子的物质的量 = 硝酸得电子的物质的量 = 产生的氮氧化物被氧气氧化成硝酸时氧气得电子的物质的量.

### 二、原子守恒型

**例2** 在标况下将 1.92g 铜粉投入一定量的浓硝酸中, 随着铜粉的溶解, 反应生成的气体颜色逐渐变浅, 铜粉完全溶解后共生成由  $\text{NO}_2$  与  $\text{NO}$  组成的混合气体 1.12L, 则反应消耗硝酸的物质的量为( )

- A. 0.8mol    B. 0.6mol  
C. 0.11mol    D. 无法计算

**解析** 依据参加反应的硝酸的物质的量 = 硝酸盐中硝酸根离子的物质的量 + 氮氧化物中氮原子的物质的量, 则有  $n(\text{HNO}_3) = 2n[\text{Cu}(\text{NO}_3)_2] + n(\text{氮氧化物}) = 2 \times \frac{1.92}{64} + \frac{1.12}{22.4} = 0.11\text{mol}$ .

**点评** 金属与硝酸的反应, 硝酸的作用有两个: 酸性作用和做氧化剂, 起酸性作用的硝酸的物质的量等于生成的硝酸盐中  $\text{NO}_3^-$  的物质的量, 则参加反应的硝酸的物质的量 = 硝酸盐中硝酸根离子的物质的量 + 氮氧化物中氮原子的物质的量, 即利用原子守恒式, 可计算参加反应的硝酸的量.

### 三、电荷守恒型

**例3** 3.2g 铜与过量的硝酸(8mol/L, 30mL) 充分反应, 硝酸的还原产物是  $\text{NO}$  和  $\text{NO}_2$ , 反应后溶液中含有  $a\text{mol H}^+$ , 则此时溶液中含有  $\text{NO}_3^-$  的物质的量为( )

- A.  $(0.1 + a)\text{mol}$     B.  $(0.2 + a)\text{mol}$   
C.  $(0.05 + a)\text{mol}$     D.  $a\text{mol}$

**解析** 由题意知, 反应后溶液中的离子主要有  $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{NO}_3^-$  及少量  $\text{OH}^-$  (忽略不计), 根据电荷守恒原理得  $n(\text{Cu}) \times 2 + n(\text{H}^+) \times 1 = n(\text{NO}_3^-) \times 1$ , 则

$$n(\text{NO}_3^-) = \left(\frac{3.2}{64}\right) \times 2 + a = (0.1 + a)\text{mol}.$$

**点评** 任何溶液中都遵循电荷守恒, 对于已知几种离子的浓度, 求某一离子的浓度时, 可找全溶液中的阴阳离子, 列出电荷守恒式解决.

### 四、质量守恒型

**例4** 铜、镁合金 4.6g 完全溶于浓硝酸, 若反应中硝酸被还原只产生 4480mL 的  $\text{NO}_2$  气体和 336mL  $\text{N}_2\text{O}_4$  气体(气体均为标况), 在反应后的溶液中加入足量的  $\text{NaOH}$  溶液, 生成沉淀的质量为( )

- A. 7.04g    B. 8.26g  
C. 8.51g    D. 9.02g

**解析** 由题意计算得,  $n(\text{NO}_2) = 0.2\text{mol}$ ,  $n(\text{N}_2\text{O}_4) = 0.015\text{mol}$ , 则反应中总共转移电子 =  $0.2 \times 1 + 0.015 \times 2 = 0.23\text{mol}$ , 根据金属失去电子的物质的量 = 金属阳离子结合  $\text{OH}^-$  的物质的量, 铜镁要结合  $0.23\text{mol OH}^-$ , 即  $\text{OH}^-$  的质量 = 3.91g, 由质量守恒得 最后沉淀(氢氧化镁和氢氧化铜)的质量 = 4.6 + 3.91 = 8.51g.

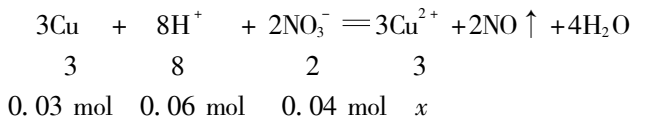
**点评** 对于已知金属的质量求金属氢氧化物质量的题型, 如果利用化学方程式来求解, 计算过程将会很复杂, 可依据金属氢氧化物的质量 = 金属的质量 + 金属阳离子结合  $\text{OH}^-$  的质量进行计算.  $n(\text{OH}^-) =$  金属失去电子的物质的量 = 硝酸得电子的物质的量.

### 五、离子方程式

**例5** 在某 100 mL 的混合液中, 硝酸和硫酸的物质的量浓度分别是 0.4mol/L、0.1 mol/L, 向该混合液中加入 1.92g 铜粉, 加热, 待充分反应后, 所得溶液中铜离子物质的量浓度是( )

- A. 0.15mol/L    B. 0.225 mol/L  
C. 0.35 mol/L    D. 0.45 mol/L

**解析** 考虑  $\text{Cu}$  和稀  $\text{HNO}_3$  反应时, 由于反应生成  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , 溶液中存在  $\text{NO}_3^-$ , 此时还存在  $\text{Cu}^{2+}$  与  $\text{H}^+$ , 会进一步反应. 因此最好根据离子反应方程式进行解答. 根据



$x = \frac{3 \times 0.06 \text{ mol}}{8} = 0.0225 \text{ mol}$ , 因此, 铜离子浓度为  $0.0225 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 选 B.

**点评** 涉及  $\text{HNO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  混合酸与金属反应时, 其实质是铜与稀硝酸的反应, 算出溶液中总的  $\text{H}^+$  的物质的量, 用离子方程式进行计算.

#### 参考文献:

[1] 董桂花. 利用守恒法巧解金属与硝酸反应的计算题[J]. 延边教育学院学报, 2015, 29(06): 170-171+174.