

体质量为 5.3g,全部生成 NaHCO_3 时所得固体质量为 8.4g,所以 A 点为 Na_2CO_3 ,通入 CO_2 的体积为 1.12L. C 点为 NaHCO_3 ,通入 CO_2 的体积为 2.24L. B 点介于两者之间,故为 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 混合物,利用守恒法计算 CO_2 的体积为 1.792L,则原 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 NaOH 与一定量的 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).

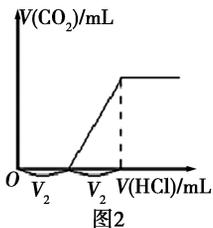


表 3

$V_{(\text{HCl})}$ 的关系	反应产物的组成
$V_1 = V_2$	Na_2CO_3
$V_1 > V_2$	Na_2CO_3 、 NaOH
$V_1 < V_2$	Na_2CO_3 、 NaHCO_3
$V_1 = 0, V_2 \neq 0$	NaHCO_3

例 2 向四只盛有一定量 NaOH 溶液的烧杯中通入不同量的 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 CO_2 气体与 HCl 物质的量的关系如图(忽略 CO_2 的溶解和 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 NaHCO_3 ;
- ② II 图对应溶液中的溶质为 Na_2CO_3 和 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 NaOH 和 Na_2CO_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 Na_2CO_3 ;

- A ①② B ①③ C ②④ D ②③

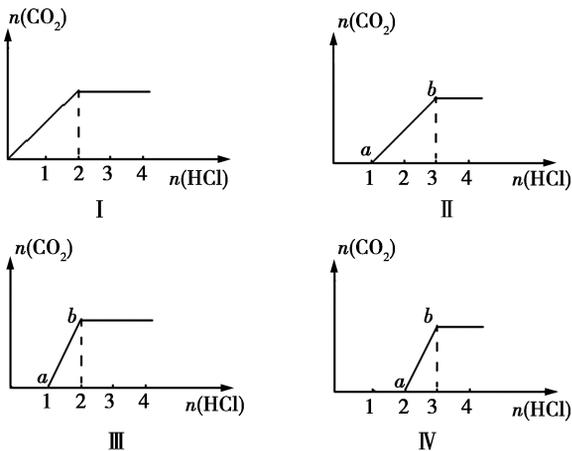


图 3

解析 图像 I 中从 O 点即开始产生 CO_2 气体,对应溶液中的溶质为 NaHCO_3 ,①正确;图像 II 中 Oa 段消耗 HCl 的量小于 ab 段消耗的 HCl 的量,对应溶液中的溶质为 Na_2CO_3 、 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 HCl 的量等于 ab 段消耗的 HCl 的量,对应溶液中的溶质为 Na_2CO_3 ,③不正确;图像 IV 中 Oa 段消耗 HCl 的量大于 ab 段消耗的 HCl 的量,对应溶液中的溶质为 Na_2CO_3 、 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 NO_2 、 N_2O_4 、 NO 的混合气体,这些气体与 1.68L 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 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 NO_2 与 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 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 NO 和 NO_2 , 反应后溶液中含有 $a\text{mol H}^+$, 则此时溶液中含有 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 Cu^{2+} 、 H^+ 、 NO_3^- 及少量 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 NO_2 气体和 336mL N_2O_4 气体(气体均为标况), 在反应后的溶液中加入足量的 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 OH^- 的物质的量, 铜镁要结合 0.23mol OH^- , 即 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.

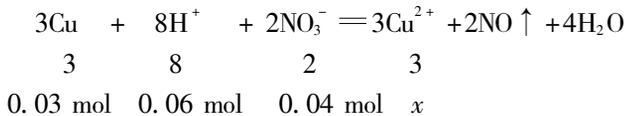
点评 对于已知金属的质量求金属氢氧化物质量的题型, 如果利用化学方程式来求解, 计算过程将会很复杂, 可依据金属氢氧化物的质量 = 金属的质量 + 金属阳离子结合 OH^- 的质量进行计算. $n(\text{OH}^-) = \text{金属失去电子的物质的量} = \text{硝酸得电子的物质的量}$.

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 Cu 和稀 HNO_3 反应时, 由于反应生成 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, 溶液中存在 NO_3^- , 此时还存在 Cu^{2+} 与 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 HNO_3 、 H_2SO_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 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.