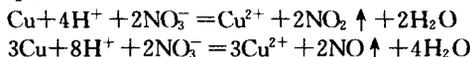
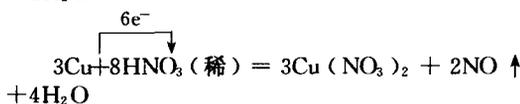
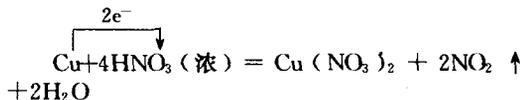


Cu 与 HNO₃ 反应考点例析

■ 李瑞山

一、直接考方程式的书写

铜与浓、稀 HNO₃ 反应的化学方程式、离子方程式的书写,氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物的判断,正确标电子转移方向数目等。注意写离子方程式时 HNO₃ 应写成离子形式。



二、考原理

1. 反应中硝酸的作用; 2. 浓硝酸被还原为 NO₂, 稀硝酸被还原为 NO, 能否说明稀硝酸氧化性比浓硝酸强? 3. 足量铜与一定量硝酸反应完毕后, 再加入稀 H₂SO₄, 为什么铜又继续溶解? 4. 足量铜与一定量浓 H₂SO₄ 加热反应完毕后, 再加入 NaNO₃, 为什么铜也继续溶解?

分析: 1. 硝酸起酸性、氧化性作用。

2. 因为氧化性强弱是指氧化其他物质的能力, 而不是指本身被还原的程度, 即不能以还原产物中氮的价态作为衡量氧化性强弱的标准。可根据铜与浓硝酸反应比与稀硝酸更剧烈, 得出浓硝酸氧化性更强的结论。

3. 由 $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$, 足量铜与 HNO₃ 反应, 因 H⁺ 消耗完而停止, 加入 H₂SO₄, 因 c(H⁺) 增大, 而使反应又重新进行。

4. 足量铜与一定量浓 H₂SO₄ 反应, H₂SO₄ 浓度降低到一定程度变成稀 H₂SO₄, 就不再与 Cu 反应, 当加入 NaNO₃, Cu 与 H⁺、NO₃⁻ 又会发生上述反应, 因而铜又继续溶解。

三、考应用

1. 选择何种装置制备 NO、NO₂? 2. 如何收集? 3. 尾气如何处理? 4. 如果用以上两反应制备等量的 Cu(NO₃)₂, 哪一种反应较好? 为什么? 能否设计出一种更好的方法?

分析: 1. 因为是块状固体与液体反应制备气体, 故可选择右图所示装置, 其中制备 NO 可适当加热。

2. 收集 NO 用排水法(因为 NO 与空气中的 O₂ 反应), 收集 NO₂ 只能用向上排空气法(因为 NO₂ 与 H₂O 反应)。

3. 尾气用 NaOH 溶液吸收, 反应方程式为



万方数据



或 $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

4. Cu 与稀 HNO₃ 反应较好, 因为生成等量 Cu(NO₃)₂, 消耗的 HNO₃ 的量比 Cu 与浓 HNO₃ 少, 且生成的有毒气体的量少。如果设计成 Cu 先在空气中加热使之生成 CuO: $2\text{Cu} + \text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{CuO}$, 然后再让 CuO 与 HNO₃ 反应: $\text{CuO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。这样更节约了原料 HNO₃, 同时又减少了污染物的排放, 更符合“绿色化学”的要求。

四、考相关计算

例 1 将 m₁ g 铜加到含 HNO₃ m₂ g 的硝酸溶液中, 反应共放出 nL 气体(标准状况)。则被还原的 HNO₃ 的物质的量是() mol

- A. $2m_1/64$ B. $m_2/420$
C. $n/22.4$ D. $m_2/210$

分析: 该反应中 Cu 与 HNO₃ 的量不确定, HNO₃ 的还原产物也不确定, 但 HNO₃ 只要被还原, 则一定生成 NO₂ 或 NO, 其物质的量一定为 n/22.4 mol。故选 C。

例 2 将 1.92 g 铜粉与一定量浓 HNO₃ 反应, 当铜粉完全作用时收集到标准状况下的气体 1.12 L。则所消耗硝酸的物质的量是() mol(不考虑 NO₂ 与 N₂O₄ 的转化)

- A. 0.12 B. 0.11 C. 0.09 D. 0.08

分析: 参加反应的 HNO₃ 分成两部分: 一部分被还原, 另一部分起酸性作用。收集到的气体为 NO₂、NO 混合物, 总物质的量等于被还原的 HNO₃ 的物质的量, 即为 0.05 mol。未被还原的 HNO₃ 则与 Cu²⁺ 结合成 Cu(NO₃)₂。根据氮元素在反应前后物质的量守恒, 其物质的量等于 2n(Cu²⁺), 即为 0.06 mol, 所以消耗的 HNO₃ 共 0.11 mol。故选 B。

例 3 用 100 mL 12 mol · L⁻¹ 的浓 HNO₃ 与足量的铜粉反应, 完全反应后, 产生的气体在标准状况下的体积为() (不考虑 NO₂ 与 N₂O₄ 转化)

- A. 小于 6.72 L B. 等于 6.72 L
C. 等于 13.44 L D. 介于 6.72 L 与 13.44 L 之间

分析: 如果本题只考虑到 $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3(\text{浓}) = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 则会错选 C, 还应想到铜足量, 硝酸完全反应且后阶段为稀硝酸与铜反应: $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 = 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

从上述反应可知: 若硝酸全部按前一反应进行, 则产生 0.6 mol 气体; 若硝酸全部按后一反应进行, 则产生气体 0.3 mol。而实际情况是反应开始阶段按前一反应进行, 后阶段按后一反应进行, 直至硝酸反应完全。产生的气体为 NO 和 NO₂ 的混合气体, 其体积应在 6.72 L 与 13.44 L 之间。故选 D。

(作者单位: 甘肃省金昌市一中)