

典题训练 14 铜及其化合物

1. 已知 Cu^+ 在酸性条件下能发生下列反应： $\text{Cu}^+ \rightarrow \text{Cu} + \text{Cu}^{2+}$ (未配平)， NH_4CuSO_3 与足量的 $10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ H_2SO_4 溶液混合微热，产生下列现象，据此判断下列说法一定合理的是()

①有红色金属生成 ②有刺激性气味气体产生

③溶液呈蓝色

- A. 反应中硫酸作氧化剂
- B. 该反应显示硫酸具有酸性
- C. 刺激性气味的气体是氨气
- D. NH_4CuSO_3 中铜元素全部被氧化

解析 B 分别发生： $2\text{Cu}^+ \rightarrow \text{Cu} + \text{Cu}^{2+}$ ， $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ ，反应中硫酸只显示酸性，A 错误；反应中 S 元素没有发生变化，生成 SO_2 ，显示硫酸的酸性，B 正确；根据反应 $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ ，刺激性气味的气体是 SO_2 ，C 错误；根据 $2\text{Cu}^+ \rightarrow \text{Cu} + \text{Cu}^{2+}$ ，可知 Cu 元素既被氧化也被还原，D 错误。

2. 足量铜与一定量的浓硝酸反应，得到硝酸铜溶液和 NO_2 、 NO 的混合气体 2.24 L(标准状况)，这些气体与一定体积 O_2 (标准状况)混合后通入水中，所有气体完全被水吸收生成硝酸。若向所得硝酸铜溶液中加入 $4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液至 Cu^{2+} 恰好完全沉淀，则消耗 NaOH 溶液的体积是 50 mL，下列说法正确的是()

- A. 参加反应的硝酸是 0.4 mol
- B. 混合气体中含 NO_2 1.12 L
- C. 此反应过程中转移的电子为 0.3 mol
- D. 消耗氧气的体积为 1.68 L

解析 B 根据消耗氢氧化钠的量(0.2 mol)求出硝酸铜为 0.1 mol，则转移电子数根据铜失去 2 个电子得到为 0.2 mol，选项 C 不正确；生成 NO_2 、 NO 的混合气体 2.24 L(标准状况)的物质的量为 0.1 mol，可知被还原的 HNO_3 为 0.1 mol，溶液里硝酸铜为 0.1 mol，则参加反应的硝酸共 0.3 mol，A 错误；设 NO_2 为 $x \text{ mol}$ ， NO 为 $y \text{ mol}$ ，且 $x + y = 0.1$ ，结合得失电子守恒： $x + 3y = 0.2$ ，两式联立，得到 $x = 0.05$ ， $y = 0.05$ ，混合气体中含 NO_2 1.12 L，B 正确； NO_2 、 NO 的混合气体 0.1 mol 和氧气混合能完全溶解于水生成硝酸，结合电子守恒，消耗氧气的物质的量为 $(0.05 \text{ mol} + 0.05 \text{ mol} \times 3) \div 4 = 0.05 \text{ mol}$ ，体积为 1.12 L，D 错误。

3. 取铜镁合金完全溶于浓硝酸中，反应过程中硝酸被还原只产生 0.896 L NO_2 气体和 0.672 L N_2O_4 的气体(气体体积都已折算到标准状况)，在反应后的溶液中加入足量的氢氧化钠溶液，生成沉淀质量为 3.7 g。则合金中铜与镁的物质的量之比等于()

- A. 1 : 1
- B. 2 : 1
- C. 3 : 2
- D. 2 : 3

解析 D 本题考查有关原子守恒、电子守恒的计算，难度中等。假设铜的物质的量为 n_1 、镁的物质的量为 n_2 ，另外 NO_2 的物质的量为 0.04 mol、 N_2O_4 的物质的量为 0.03 mol，则结合电子守恒可知： $2n_1 + 2n_2 = 0.04 \times 1 + 0.03 \times 2$ ；另外最终所得沉淀质量为 3.7 g 可知： $98n_1 + 58n_2 = 3.7$ ；解得： $n_1 = 0.02 \text{ mol}$ ， $n_2 = 0.03 \text{ mol}$ ，D 正确。

4. 常温下，将 1.92 g 铜加入到 100 mL H_2SO_4 和 HNO_3 的混合液中，Cu 全部溶解，放出无色气体，再向溶液中加入足量铁粉，充分反应，此时收集到气体为 448 mL(标准状况)的氢气。下列有关结论不正确的是 ()

- A. 溶解的铁粉为 2.8 g
- B. 原溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-})=0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- C. 原混合溶液中 $c(\text{H}^+)=1.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- D. 原溶液中 $n(\text{NO}_3^-)=0.08 \text{ mol}$

解析 D 常温下，将铜加入到 H_2SO_4 和 HNO_3 的混合液中，发生反应 $3\text{Cu}+8\text{H}^++2\text{NO}_3^-\rightarrow 3\text{Cu}^{2+}+2\text{NO}\uparrow+4\text{H}_2\text{O}$ ，Cu 全部溶解，放出无色气体为 NO，再向溶液中加入足量铁粉，充分反应，此时收集到气体为 448 mL(标况)的氢气，说明硫酸有剩余，硝酸全部起氧化剂作用。加入的铁发生反应 $\text{Fe}+\text{Cu}^{2+}\rightarrow\text{Cu}+\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}+2\text{H}^+\rightarrow\text{Fe}^{2+}+\text{H}_2\uparrow$ ，置换出溶液中的铜与氢气。 $n(\text{Cu})=0.03 \text{ mol}$ ，根据 $3\text{Cu}+8\text{H}^++2\text{NO}_3^-\rightarrow 3\text{Cu}^{2+}+2\text{NO}\uparrow+4\text{H}_2\text{O}$ 可知，原溶液中 $n(\text{NO}_3^-)=0.02 \text{ mol}$ ； $n(\text{H}_2)=0.02 \text{ mol}$ ，加入足量铁粉后的溶液中溶质是硫酸亚铁，由离子方程式可知 $n(\text{Fe})=n(\text{Cu})+n(\text{H}_2)=0.03 \text{ mol}+0.02 \text{ mol}=0.05 \text{ mol}$ ，所以原溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-})=0.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ；根据 $3\text{Cu}+8\text{H}^++2\text{NO}_3^-\rightarrow 3\text{Cu}^{2+}+2\text{NO}\uparrow+4\text{H}_2\text{O}$ 可知，参加反应的氢离子的物质的量为 0.08 mol，剩余的氢离子的物质的量为 0.04 mol，所以原混合溶液中 $c(\text{H}^+)=1.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ；加入铁粉的质量为 $0.05 \text{ mol}\times 56 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}=2.8 \text{ g}$ 。

5. 取一定质量的均匀固体混合物 Cu、 Cu_2O 和 CuO，将其分成两等份，取其中一份用足量的氢气还原，测得反应后固体质量减少 6.40 g，另一份中加入 500 mL 稀硝酸，固体恰好完全溶解，且同时收集到标准状况下 NO 气体 4.48 L，则所用硝酸的物质的量浓度为()

- A. $2.8 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- B. $3.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- C. $3.6 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$
- D. 无法判断

解析 B 根据氧原子守恒，可快速解题。 HNO_3 中的氢原子全部转化成了 H_2O ，其中 H_2O 中的 O 原子来源有两个，一是 Cu_2O 和 CuO 中的 O(共有 0.4 mol)，二是 NO_3^- 转化成 NO 时减少的 O(共有 0.4 mol)，生成的 H_2O 共有 0.8 mol，故 HNO_3 为 1.6 mol，浓度为 $3.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。