

## 题型上分 2 变量控制法在实验

### 探究中的应用

#### 1. (1) 锌完全消失所需的时间 5

(2) 固体反应物的表面积 实验 3 加入少量硫酸铜, 生成少量 Cu 单质形成锌铜原电池

(3) 该反应放热, 溶液温度升高, AB 段反应物浓度比 BC 段大, 反应温度比 OA 段高

(4) 加入太多饱和硫酸铜溶液, 生成的铜过多, 覆盖在锌粒表面, 锌与硫酸接触面积减小, 化学反应速率变慢

(5) 0.001



#### 思路导引

用变量控制法探究影响反应速率的因素, 需要让探究的因素为唯一变量, 其他因素为恒量。锌和稀硫酸反应, 加入硫酸铜, 锌能置换出铜, 形成锌铜原电池, 加快反应速率, 但硫酸铜过多, 生成的铜覆盖在锌表面, 使锌与稀硫酸接触面积减小, 反应速率减慢。

【解析】(1) 判断锌和稀硫酸反应速率大小可通过测定锌完全消失所需的时间。反应物接触面积越大、硫酸浓度越大、反应温度越高, 反应速率越快, 加入少量硫酸铜, 形成锌铜原电池, 加快反应速率, 在此五组实验中, 速率最快的是实验 5。

(2) 根据变量控制法, 实验 1 和 2 的变量是固体反应物的表面积, 实验 1 和 2 表明固体反应物的表面积对反应速率有影响; 对比实验 1 和 3, 发现实验 3 反应速率明显较快, 主要原因是实验 3 加入少量硫酸铜, 生成少量 Cu 单质形成锌铜原电池。

(3) 该反应放热, 溶液温度升高, AB 段反应物浓度比 BC 段大, 反应温度比 OA 段高, 则反应速率最快。

(4) 加入太多饱和硫酸铜溶液, 生成的铜过多, 反应生成的铜覆盖在锌粒表面, 锌与硫酸接触面积减小, 化学反应速率变慢。

(5) 关系式:  $\text{H}_2\text{SO}_4 \sim \text{H}_2$ , 收集标准状况下 336 mL 氢气, 消耗硫酸的物质的量为  $\frac{0.336 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0.015 \text{ mol}$ , b 点对应的反应速率

率  $v(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0.015 \text{ mol}}{0.1 \text{ L} \times 150 \text{ s}} = 0.001 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

#### 2. (1) $2N_A$

(2) ①2 1 ②1 2 ③2 3

(3) ①  $7.5 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

② 熟土豆碎中过氧化氢酶已经失活, 生土豆碎中过氧化氢酶有活性, 作该反应的催化剂, 能加快反应速率

【解析】(1) 由化学方程式可知, 反应中生成 1 mol 氧气时, 反应转移电子数目为  $1 \text{ mol} \times 2 \times N_A \text{ mol}^{-1} = 2N_A$ 。

(2) ① 由探究实验变量唯一可知, 实验中溶液总体积要保持不变, 则  $a = 5 - 3 = 2$ 、 $b = 5 - 4 = 1$ ; ② 实验 1 和 2 探究过氧化氢溶液的浓度对反应速率的影响; ③ 实验 2 和 3 探究温度对反应速率的影响。

(3) ① 由题图乙可知, 初始氧气浓度为  $0.0085 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 实验 A 中

200 s 时,氧气浓度为  $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , 则用氧气浓度变化表示前 200 s 的平均反应速率为  $\frac{0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} - 0.0085 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{200 \text{ s}} = 7.5 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ; ②实验 B 采用熟土豆碎, 高温会使过氧化氢酶失活, 生土豆碎中过氧化氢酶有活性, 作该反应的催化剂, 能加快反应速率。

3. (1)  $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$   
 (2) 2.0 3.0 其他条件相同时, 增大草酸浓度, 反应速率加快  
 (3) ①  $\text{MnSO}_4$  ②与实验 1 相比, 实验 4 溶液褪至无色所需时间较短

**思路导引** 某研究性学习小组利用  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液和酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液的反应探究“外界条件的改变对化学反应速率的影响”, 实验 1、2、3 中  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液的浓度, 应保持  $\text{KMnO}_4$  溶液、稀硫酸的浓度不变, 通过测定室温下溶液颜色褪至无色所需的时间, 探究浓度对化学反应速率的影响, 实验 4 与实验 1 进行对比, 各反应物的浓度都相同, 但实验 4 加入了  $\text{MnSO}_4$ , 通过比较  $t$  与 4.0 的大小, 可探究  $\text{MnSO}_4$  是否对化学反应有催化作用。

**【解析】**(1)  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  和酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液发生反应, Mn 元素由 +7 价降低到 +2 价, 则  $\text{KMnO}_4$  作氧化剂,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  作还原剂, C 元素由 +3 价升高到 +4 价, 生成  $\text{CO}_2$ 。利用得失电子守恒、原子守恒、电荷守恒, 可得出配平的离子方程式为  $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 实验过程使用了变量控制法, 为保证  $\text{KMnO}_4$  溶液的浓度不变, 需保证溶液的总体积不变, 实验 3 中, 溶液的总体积为 10.0 mL, 由此可得出,  $V_1 = 2.0$ ,  $V_2 = 3.0$ ; 题表 1 中的实验数据显示,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液浓度越小, 溶液褪至无色所需时间越长, 则可以得到的结论是其他条件相同时, 增大草酸浓度, 反应速率加快。

(3) ①假设生成物中的  $\text{MnSO}_4$  为该反应的催化剂, 则再向试管中加入的少量固体的化学式应为  $\text{MnSO}_4$ 。②催化剂能加快反应速率, 缩短反应的时间。实验 4 与实验 1 所加的其他试剂相同, 若该小组同学提出的假设成立, 应观察到的现象是与实验 1 相比, 实验 4 溶液褪至无色所需时间较短。

4. (1) ①  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$   
 ②温度 10.0 6.0  
 (2) ①a 越快 ②不相同

**思路导引** 设计不同温度、不同浓度等条件对化学反应速率进行探究, 通过硫代硫酸钠 ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) 与硫酸溶液反应产生沉淀的快慢进行分析探究。

**【解析】**(1) ①硫代硫酸钠与硫酸反应生成硫酸钠、硫、二氧化硫和水, 反应的离子方程式为  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。  
 ②实验 1 温度  $20^\circ\text{C}$ , 实验 2 温度  $40^\circ\text{C}$ , 根据变量控制法应使其其他条件相同, 实验 1 和实验 2 探究反应温度对化学反应速率的影响, 故  $V_1$  为 10.0; 实验 1 和实验 3 可探究硫酸浓度对反应速率

的影响,其余实验条件相同,液体总体积相同,故  $V_5$  为 6.0。

(2)①根据浓度对反应速率的影响可知,浓度越大反应速率越快,实验 I 的硫酸浓度大于实验 II,则反应速率快,单位时间内产生气体多,对应曲线斜率大,则实验 I 对应题图中曲线 a。

② $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  盐酸中氢离子浓度为  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  硫酸中氢离子浓度为  $2.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,硫酸中氢离子浓度更大,故反应速率更快。