

化 学

本试卷分选择题和非选择题两部分，共 100 分。考试用时 75 分钟。

注意事项：

答题前，考生务必将自己的学校、姓名写在答题卡上。考试结束后，交回答题卡。

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 S 32 Mn 55

一、单项选择题：共 13 题，每题 3 分，共 39 分。每题只有一个选项最符合题意。

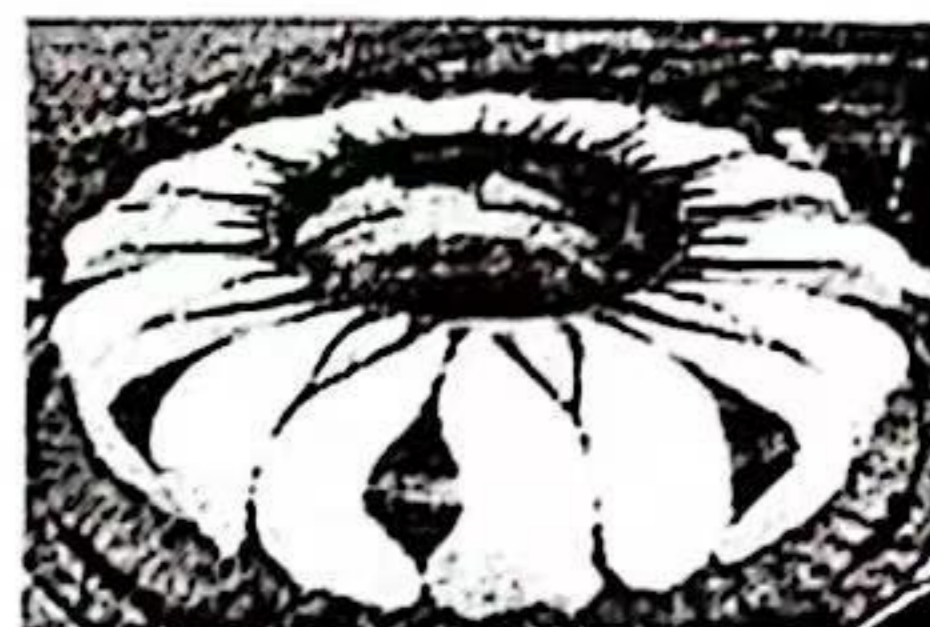
1. 第 19 届亚运会秉持“绿色、智能、节俭、文明”的办会理念。下列说法不正确的是

A. 会场“莲花碗”（如图）采取自然采光方式有利于实现“碳中和”

B. 火炬“薪火”使用的 1070 铝合金具有硬度高、耐高温的特点

C. 吉祥物“江南忆”机器人所采用芯片的主要成分为二氧化硅

D. 特许商品“亚运莲花尊”的艺术载体青瓷属于无机非金属材料



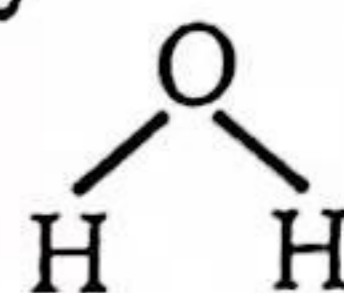
2. 反应 $2\text{NH}_3 + \text{NO} + \text{NO}_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 用于处理汽车尾气中的 NO_x 。下列说法正确的是

A. NH_3 中 H 元素的化合价为 -1

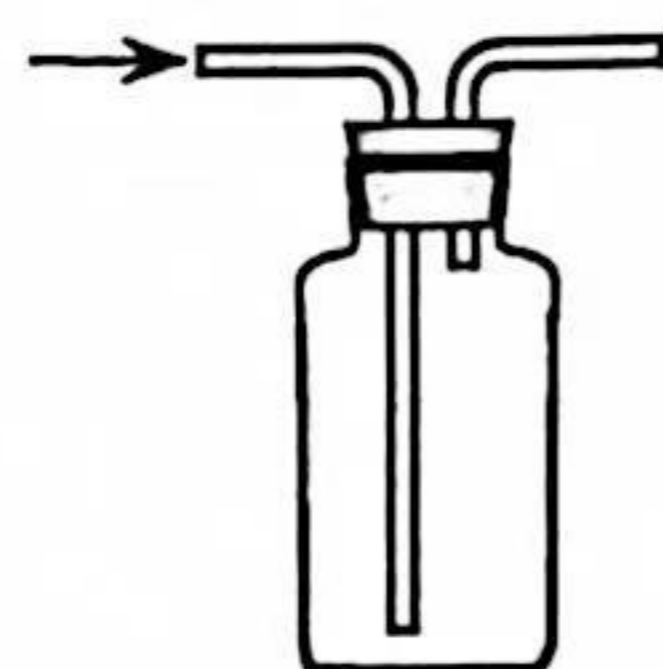
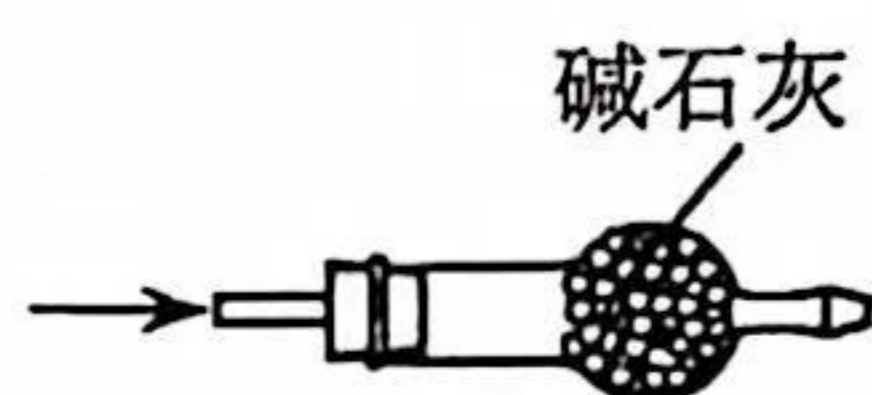
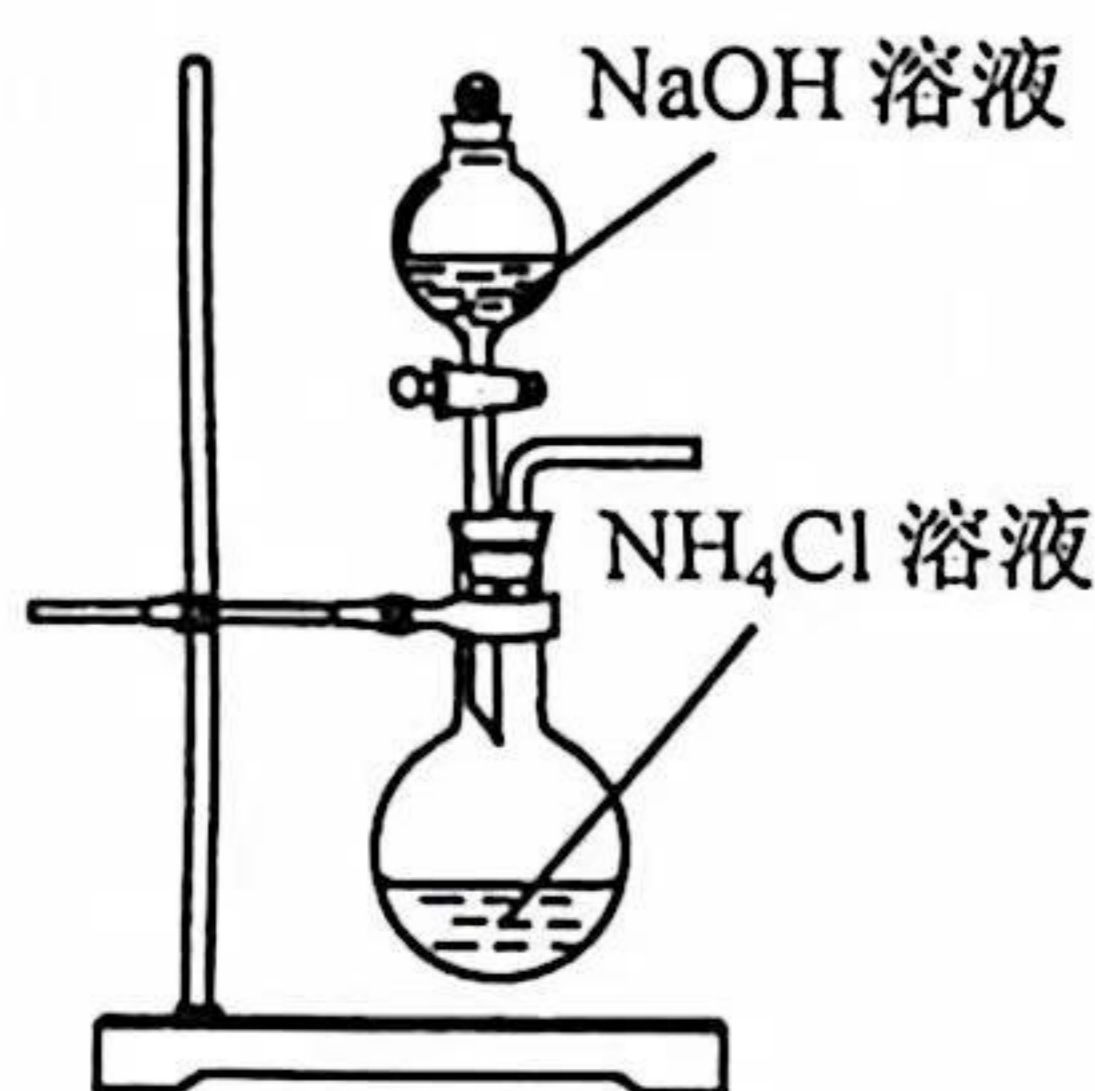
B. NO 是酸性氧化物

C. NO_2 发生氧化反应

D. H_2O 的结构式为



3. 实验室制取 NH_3 的实验原理及装置均正确的是



A. 生成 NH_3

B. 干燥 NH_3

C. 收集 NH_3

D. 吸收 NH_3

4. 硼碳氮 (BCN) 材料可用作耐磨涂层。下列说法正确的是

A. 原子半径: $r(\text{B}) > r(\text{C}) > r(\text{N})$

B. 第一电离能: $I_1(\text{B}) > I_1(\text{C}) > I_1(\text{N})$

C. 酸性强弱: $\text{HNO}_3 > \text{H}_3\text{BO}_3 > \text{H}_2\text{CO}_3$

D. 硼、石墨、固态氮的晶体类型相同

阅读下列材料，完成 5~7 题：

氧及其化合物具有广泛用途。 O_2 是常用的氧化剂， C_2H_2 的燃烧热为 $1299.6 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，氧炔焰产生的高温可用于焊接金属。 O_3 可用于水处理，pH 约为 8 时， O_3 可与 CN^- 反应生成 HCO_3^- 、 N_2 和 O_2 。 $\text{C}_2\text{H}_5^{18}\text{OH}$ 可用于研究酯化反应的机理。 CaO 可用于烟气（含 N_2 、 O_2 、 CO_2 、 SO_2 等）脱硫。 H_2O_2 是一种绿色氧化剂，电解 NH_4HSO_4 饱和溶液产生的 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 经水解可制得 H_2O_2 。

5. 下列说法正确的是

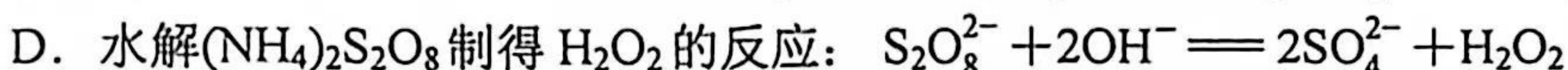
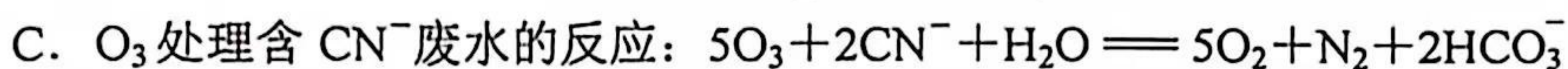
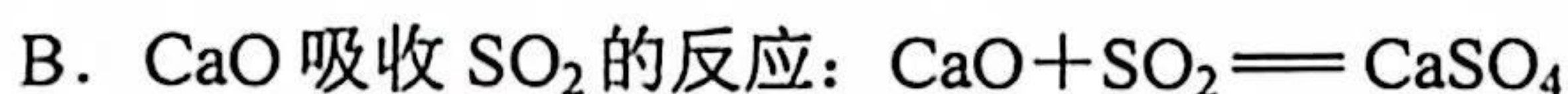
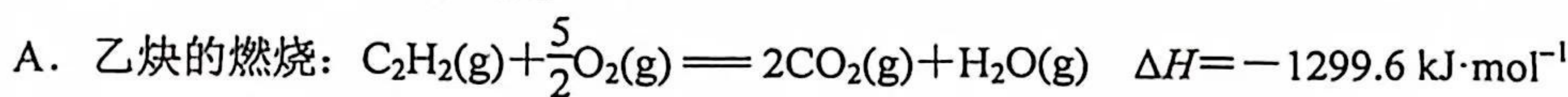
A. O_3 是由极性键构成的极性分子

B. $\text{C}_2\text{H}_5^{18}\text{OH}$ 与 $\text{C}_2\text{H}_5^{16}\text{OH}$ 互为同素异形体

C. SO_2 和 CO_2 的中心原子杂化轨道类型均为 sp^2

D. CaO 晶体中 Ca^{2+} 与 O^{2-} 的相互作用具有饱和性和方向性

6. 下列化学反应表示正确的是



7. 下列物质结构与性质或物质性质与用途具有对应关系的是

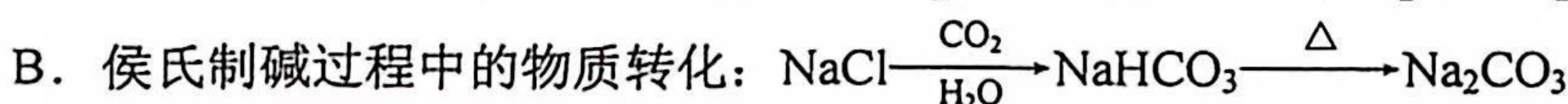
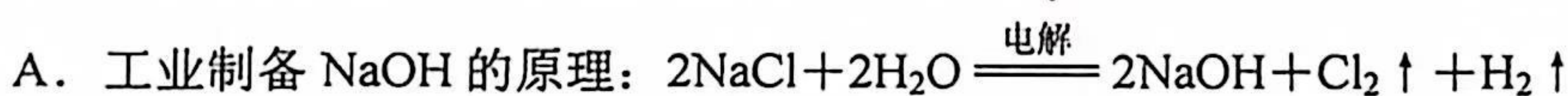
A. N_2 分子中含共价三键, N_2 的沸点比 O_2 的低

B. H_2O_2 分子之间形成氢键, 可与水任意比例互溶

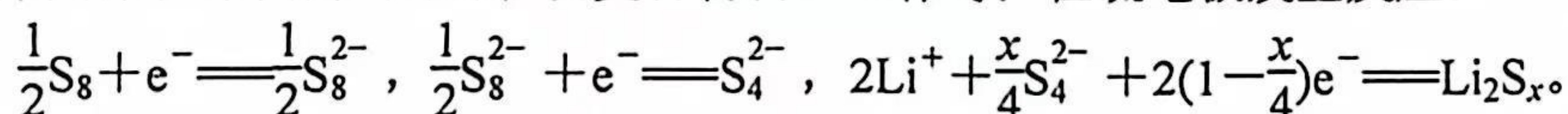
C. O_2 具有氧化性, 可作为燃料电池的氧化剂

D. O_3 的溶解度比 O_2 大, 可用于饮用水消毒杀菌

8. 钠及其化合物的转化具有重要应用。下列说法不正确的是



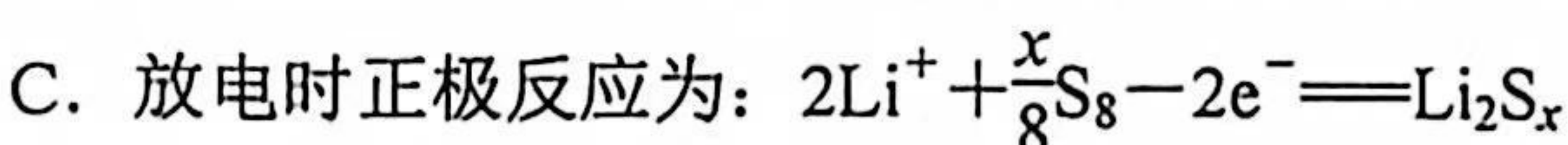
9. 锂-硫电池因成本低、比能量高被寄予厚望。一种锂-硫电池的结构如题 9 图所示, 硫电极采用柔性聚丙烯-石墨烯-硫复合材料。工作时, 在硫电极发生反应:



下列说法正确的是

A. 充电时, Li^+ 从 b 电极向 a 电极迁移

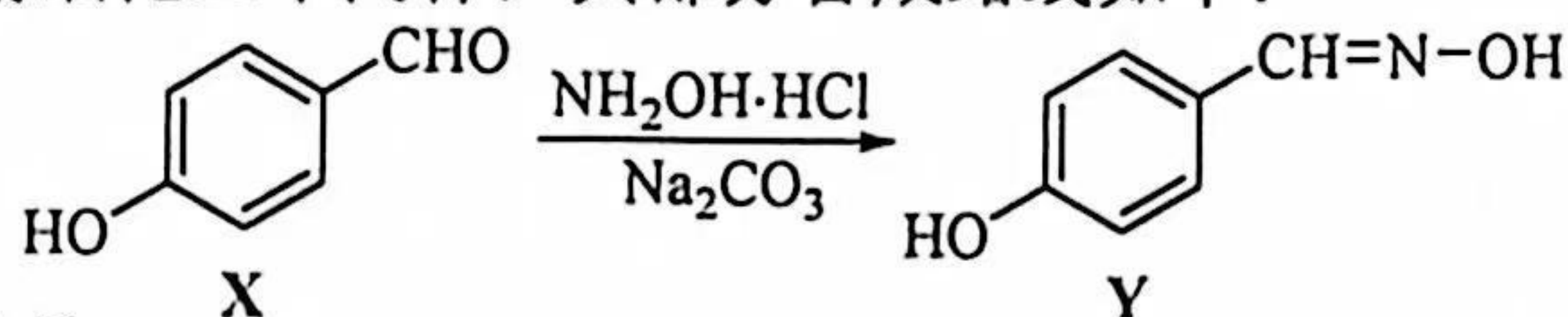
B. 放电时, 外电路电子流动的方向是 a 电极 \rightarrow b 电极



D. 石墨烯的作用是增强硫电极导电性能



10. 化合物 Y 是一种精细化工中间体, 其部分合成路线如下:



下列说法不正确的是

A. X 能与 $HCHO$ 发生缩聚反应

B. X 含 $C=O$, 能与 HCN 发生加成反应

C. X 与足量 H_2 加成的产物中含手性碳原子

D. X \rightarrow Y 转化中可能产生 Y 的顺反异构体

11. 用 $NaAlO_2$ 溶液制备 Al_2O_3 的过程如题 11 图所示。下列说法不正确的是

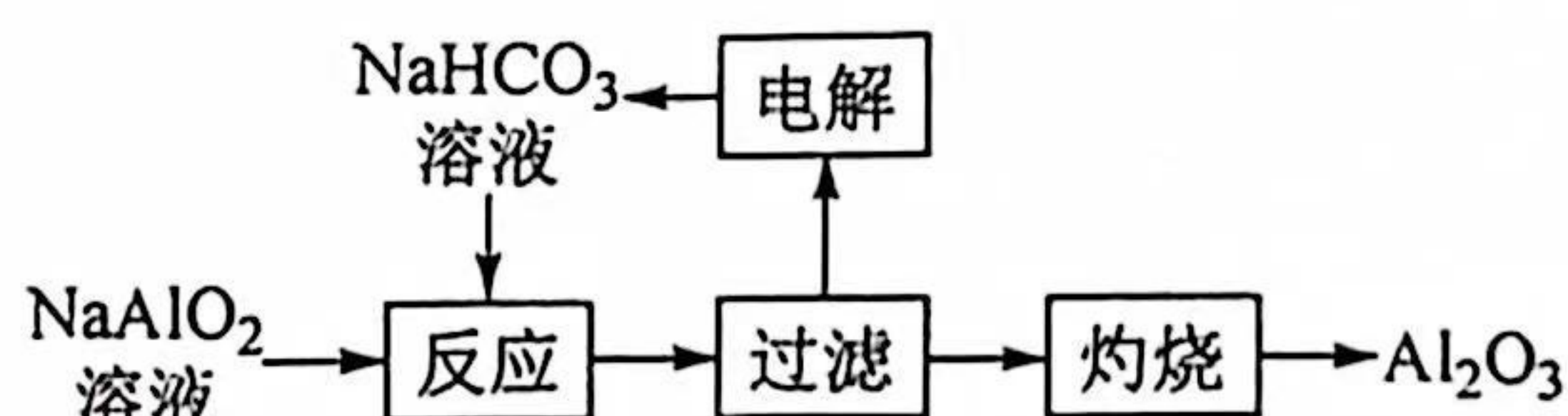
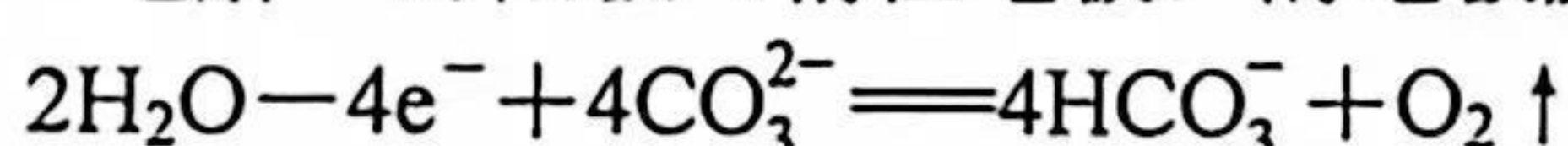
A. $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} NaHCO_3$ 溶液中:

$$c(H^+) - c(OH^-) = c(CO_3^{2-}) - c(H_2CO_3)$$

B. “反应”说明 CO_3^{2-} 结合质子的能力强于 AlO_2^-

C. “灼烧”时发生反应的 $\Delta S > 0$

D. “电解”时阳极(惰性电极)的电极反应为:



题 11 图

12. 室温下, 下列实验探究方案能达到探究目的的是

选项	探究方案	探究目的
A	向 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中滴入硫酸酸化的 H_2O_2 溶液, 观察溶液颜色变化	探究 H_2O_2 与 Fe^{3+} 氧化性强弱
B	用 pH 计分别测定等体积的 CH_3COOH 溶液和 CH_2ClCOOH 溶液的 pH	探究键的极性对羧酸酸性的影响
C	向圆底烧瓶中加入 2.0 g NaOH、15 mL 无水乙醇、碎瓷片和 5 mL 1-溴丁烷, 微热, 将产生的气体通入酸性 KMnO_4 溶液, 观察现象	探究 1-溴丁烷的消去产物
D	向甲、乙两支试管中分别加入 10 mL $0.01 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ FeCl_3 溶液, 向甲试管中加入少量 FeCl_3 晶体, 振荡、静置, 对比观察溶液颜色变化	探究反应物浓度对水解平衡的影响

13. CO_2 催化加氢合成 CH_3OH 能实现碳的循环利用。一定压强下, 1 mol CO_2 与 3 mol H_2 在密闭容器中发生的主要反应为:

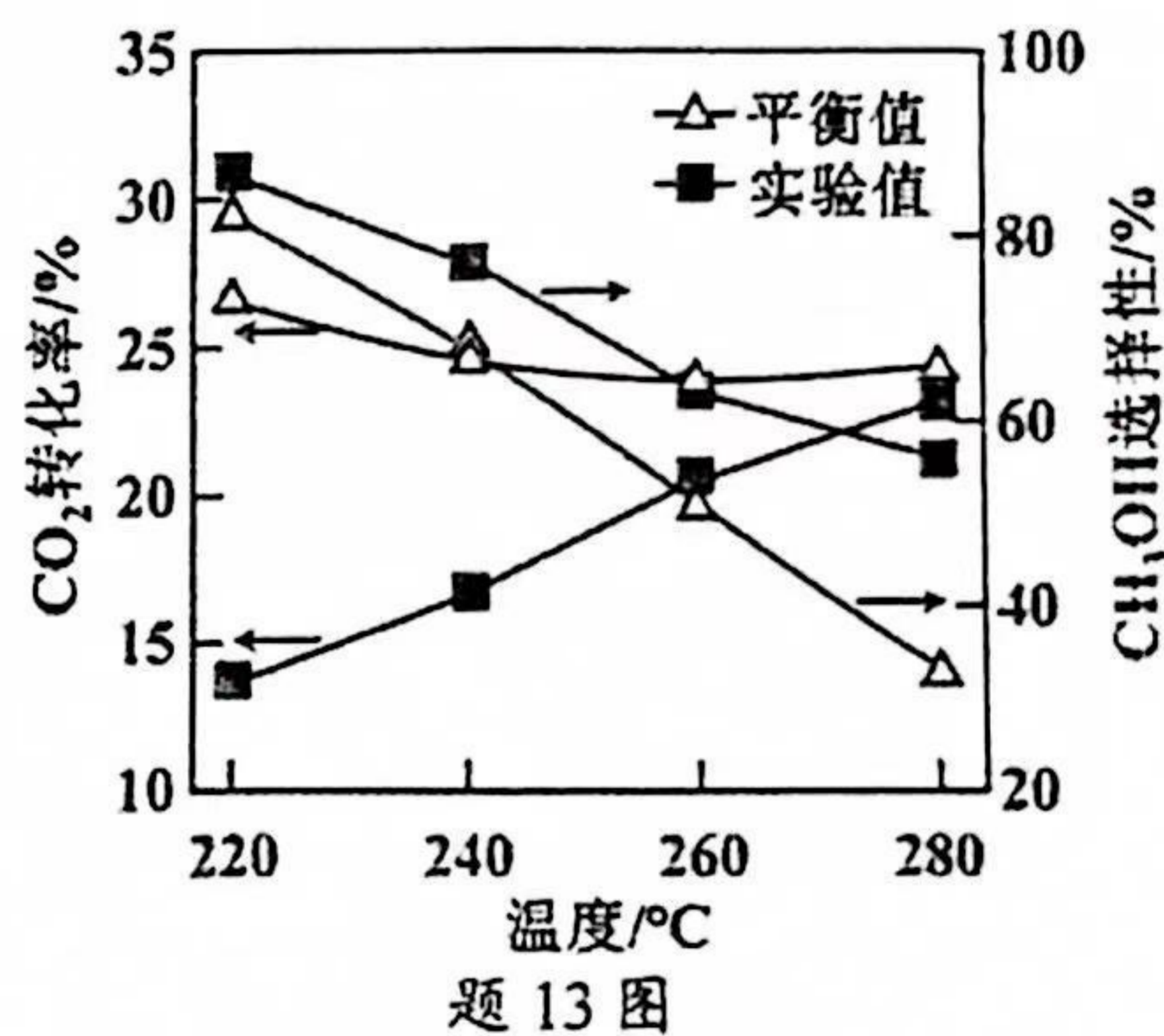


反应相同时间, 测得不同温度下 CO_2 转化率和 CH_3OH 选择性如题 13 图实验值所示。图中平衡值表示在相同条件下达到平衡状态时 CO_2 转化率和 CH_3OH 选择性随温度的变化。

$$[\text{CH}_3\text{OH 选择性} = \frac{n(\text{CH}_3\text{OH})_{\text{生成}}}{n(\text{CO}_2)_{\text{消耗}}} \times 100\%]$$

下列说法不正确的是

- A. 该测定实验体系未达到化学平衡状态
- B. 相同条件下, 压缩容器体积能提高 CO_2 转化率的实验值
- C. 相同温度下, CH_3OH 选择性的实验值大于平衡值, 说明反应 I 的速率大于反应 II
- D. 260~280 $^\circ\text{C}$, CO_2 转化率平衡值随温度升高而增大, 说明随温度升高反应 I 平衡正向移动的程度大于反应 II 平衡逆向移动的程度



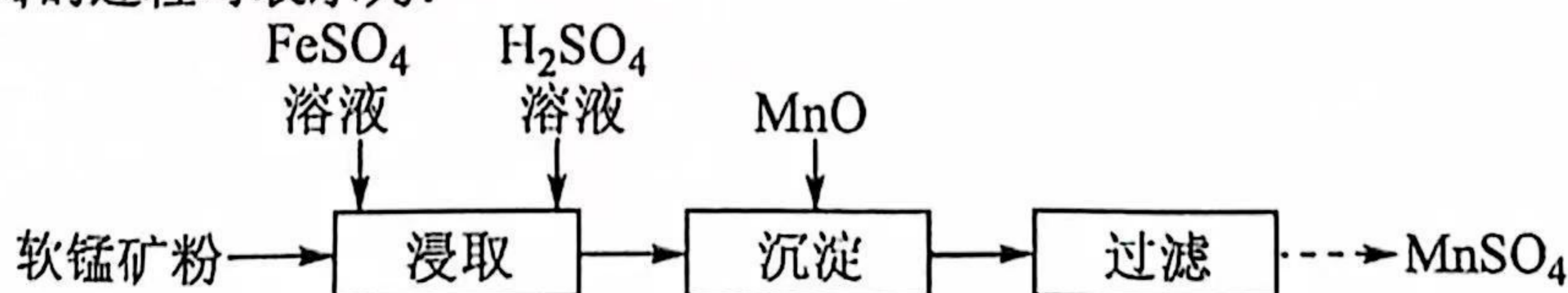
二、非选择题: 共 4 题, 共 61 分。

14. (15 分) MnSO_4 可用于制备多种物质。

25 $^\circ\text{C}$ 时, 相关物质的 K_{sp} 见下表。

物质	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Mn}(\text{OH})_2$
K_{sp}	8.0×10^{-16}	3.0×10^{-39}	1.0×10^{-33}	1.0×10^{-13}

(1) MnSO_4 的制备。由软锰矿粉 (主要成分为 MnO_2 , 含少量 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 SiO_2) 制备 MnSO_4 的过程可表示为:



①浸取。保持温度、各物质投料量及浓度不变, 能提高 Mn^{2+} 浸出率的措施有 ▲。

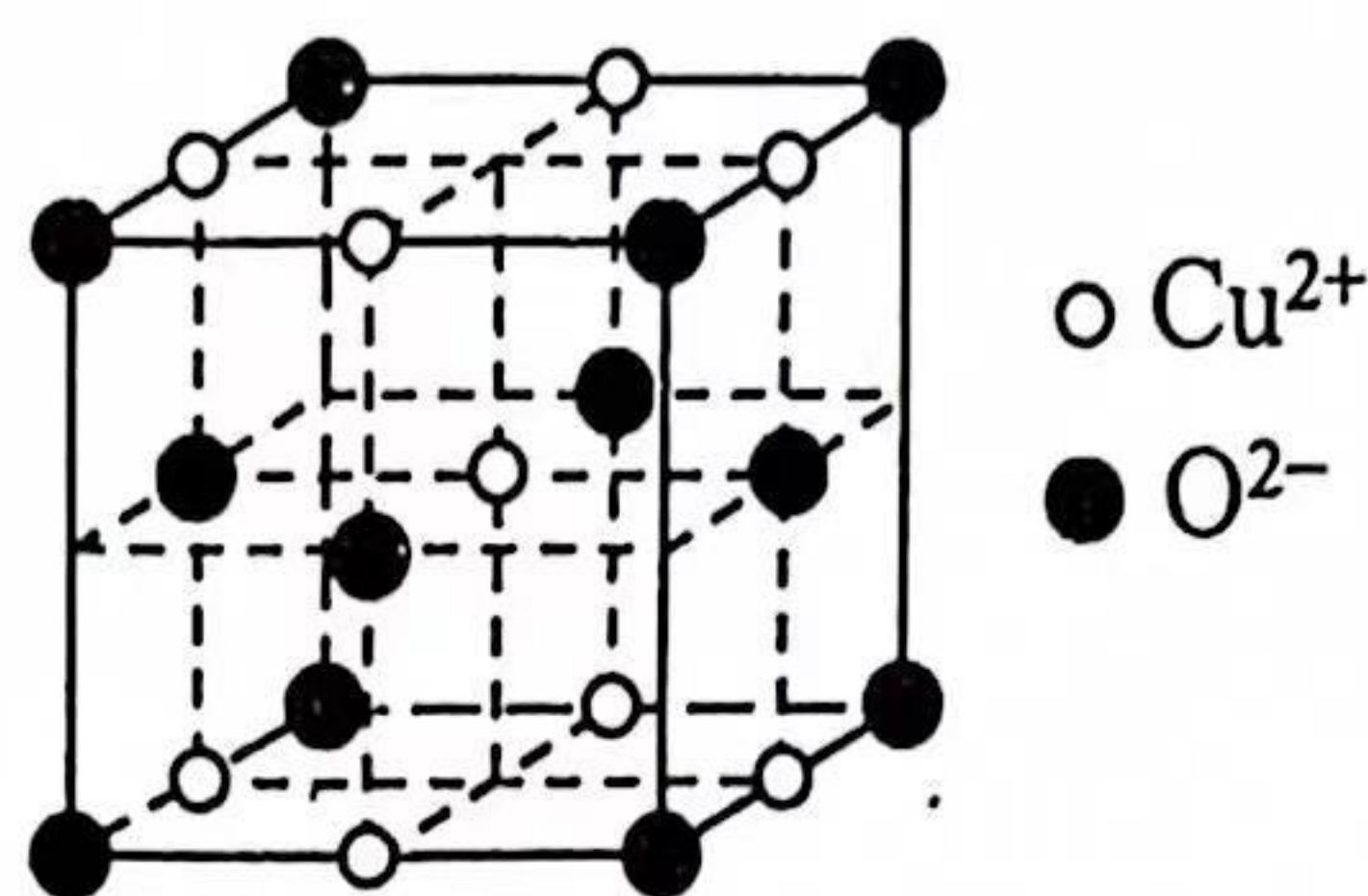
②沉淀。室温下，浸取后溶液中 Mn^{2+} 浓度为 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，欲使溶液中 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 的浓度均小于 $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则需加入 MnO 调节 pH 的范围为 ▲。

③过滤。滤渣的主要成分有 ▲。

(2)由 $MnSO_4$ 制备 $CuMnO_x$ 催化剂。

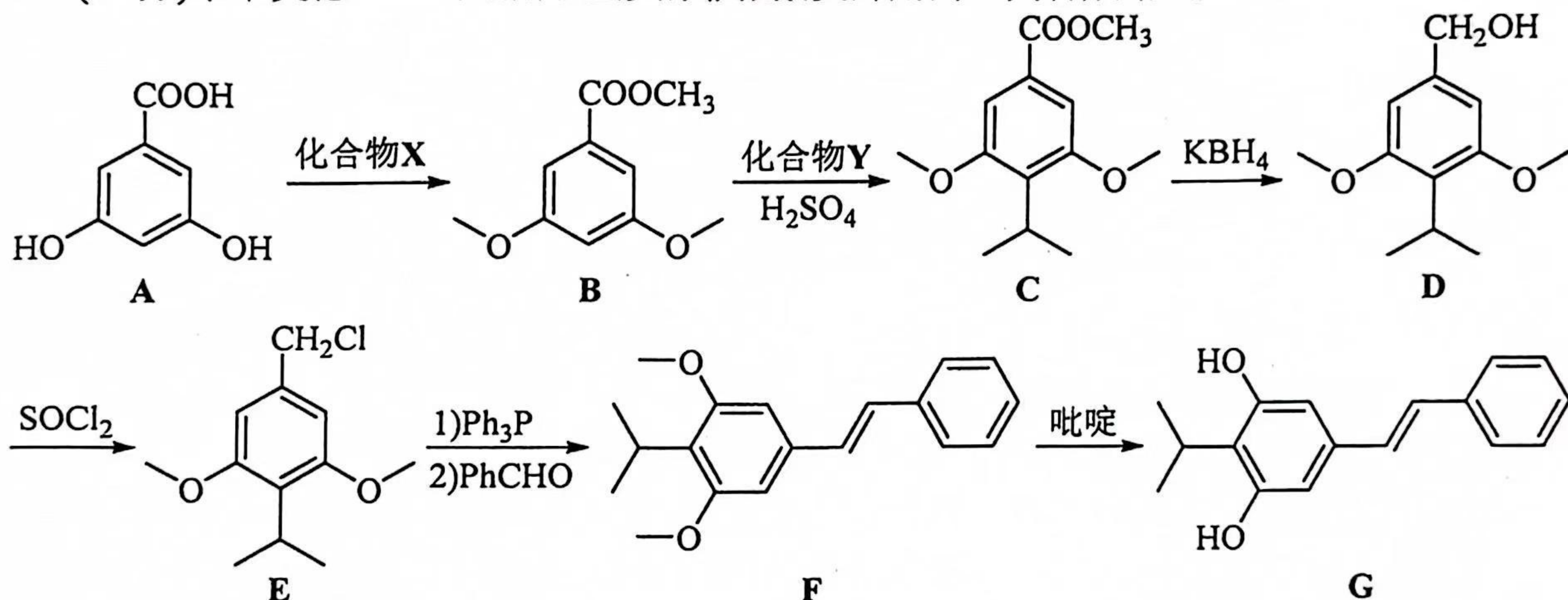
①基态 Mn^{2+} 的价电子排布式为 ▲； SO_4^{2-} 的空间结构为 ▲。

②将一定量 $KMnO_4$ 和 $MnSO_4$ 固体投入超纯水中混合搅拌，在 120°C 下反应 10 小时，得到黑色固体 MnO_2 ，反应的离子方程式为 ▲；再加入 $CuSO_4$ 和 Na_2CO_3 溶液，经过搅拌、陈化、造粒、干燥、煅烧等工序得到比表面积较高的催化剂。其中一种成分的晶胞结构如题 14 图所示，每个 O^{2-} 周围紧邻的 Cu^{2+} 的个数为 ▲。



题 14 图

15. (15 分)本维莫德 (G) 是治疗湿疹的非激素类外用药，其合成路线如下：



其中，-Ph 为苯基 ()。

(1)室温下，在水中 A 的溶解度比 B 的 ▲ (填“大”或“小”或“无差别”)。

(2)X 的分子式为 $C_2H_6SO_4$ ，常用作甲基化试剂，其结构简式为 ▲。

(3)Y 的分子式为 C_3H_8O ， $B \rightarrow C$ 的反应类型为 ▲。

(4)B 的一种同分异构体同时满足下列条件，写出该同分异构体的结构简式 ▲。

碱性条件下水解后酸化生成两种产物。一种产物含有苯环，其核磁共振氢谱只有 2 组峰；另一种产物能与银氨溶液反应，被氧化为碳酸后分解生成二氧化碳和水。

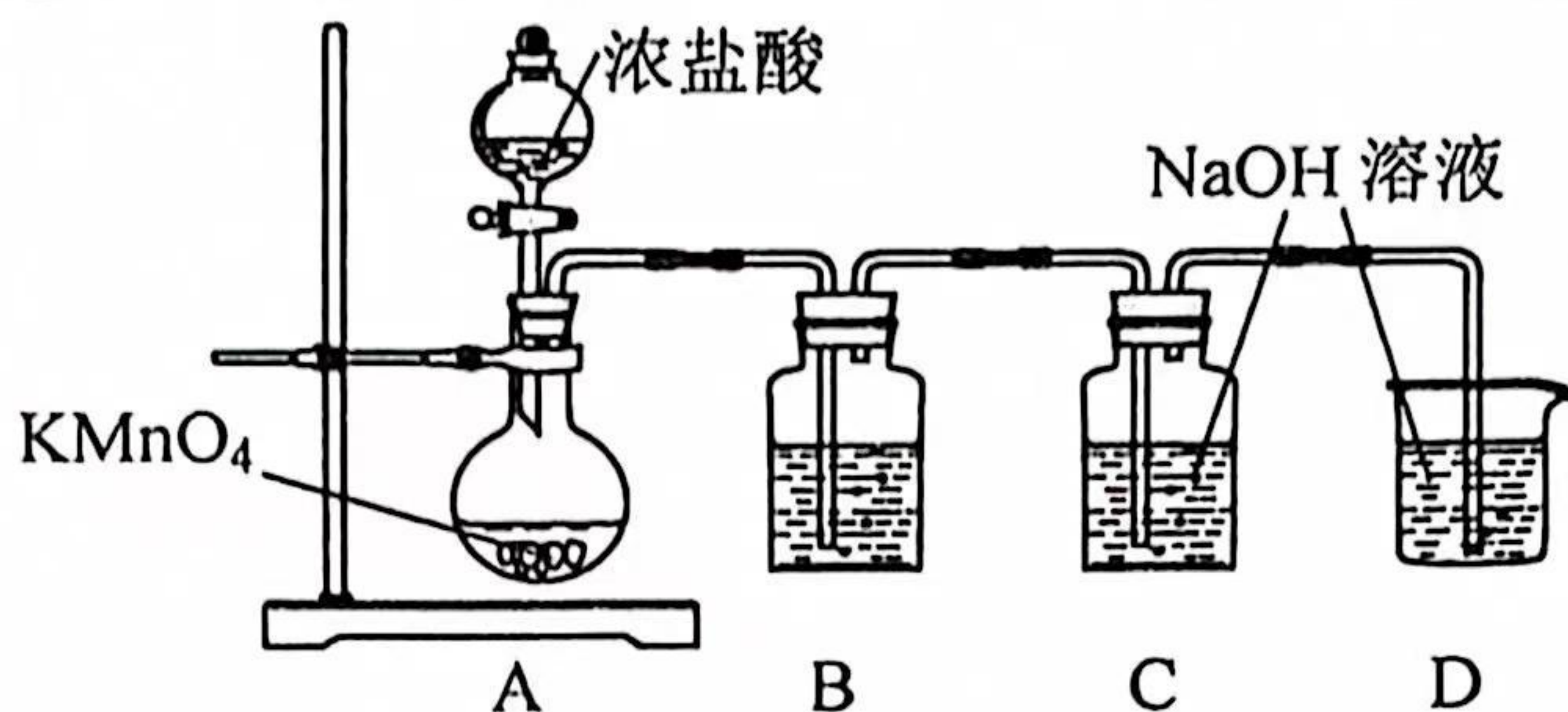
(5)D 与 $SOCl_2$ 等物质的量反应时会产生污染性气体为 ▲ (填化学式)。

(6)写出以 为原料制备 的合成路线流程图 (须用 Ph_3P , 无机试剂和有机溶剂任用, 合成路线流程图示例见本题题干)。

Ph_3P , 无机试剂和有机溶剂任用, 合成路线流程图示例见本题题干)。

16. (15分)实验室制备 NaClO 溶液并用于处理含氨氮废水。

(1)低温下将 Cl₂ 通入 NaOH 溶液中制得 NaClO 溶液，装置如题 16 图-1 所示。



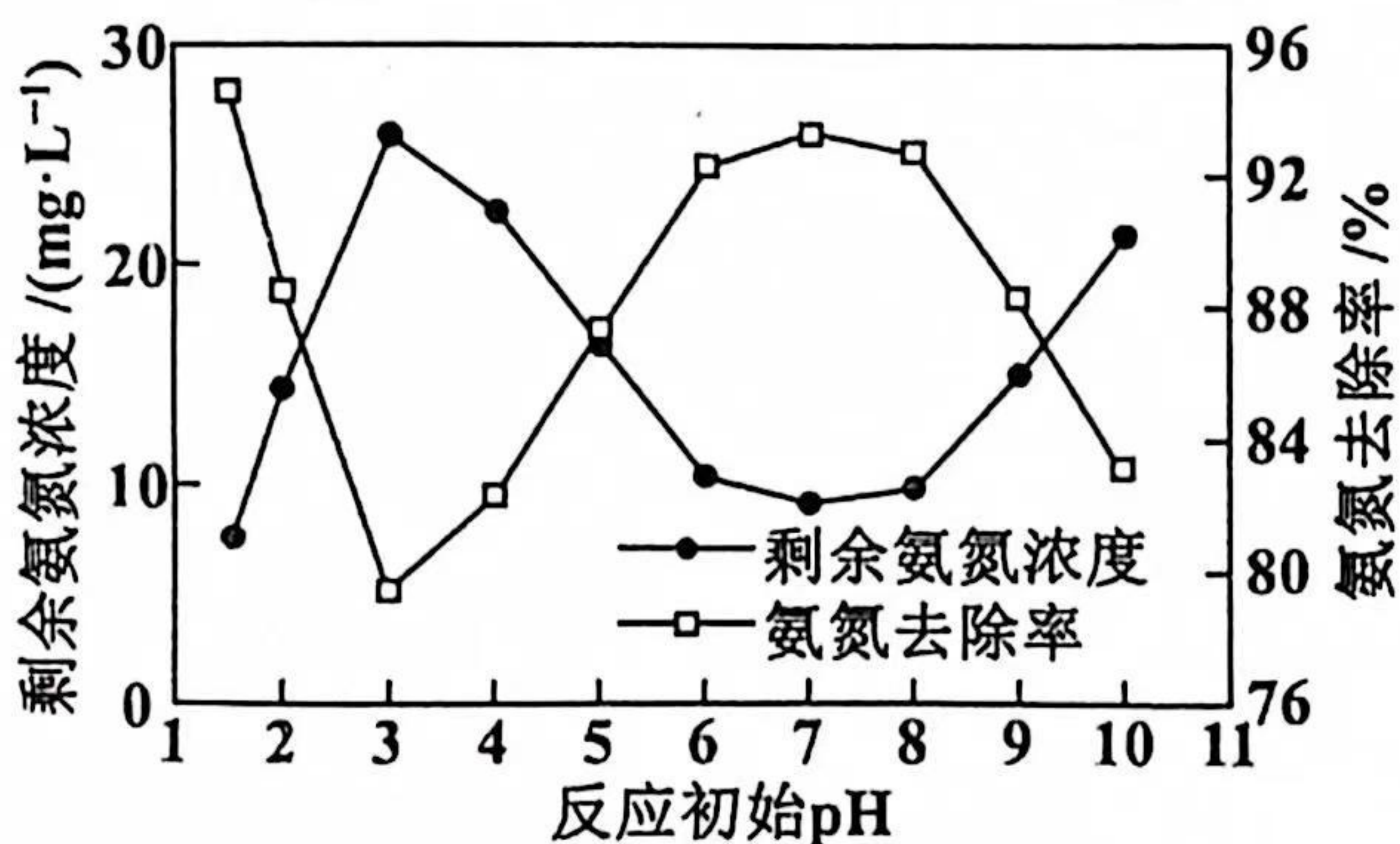
题 16 图-1

①装置 B 中盛放的试剂是 ▲。

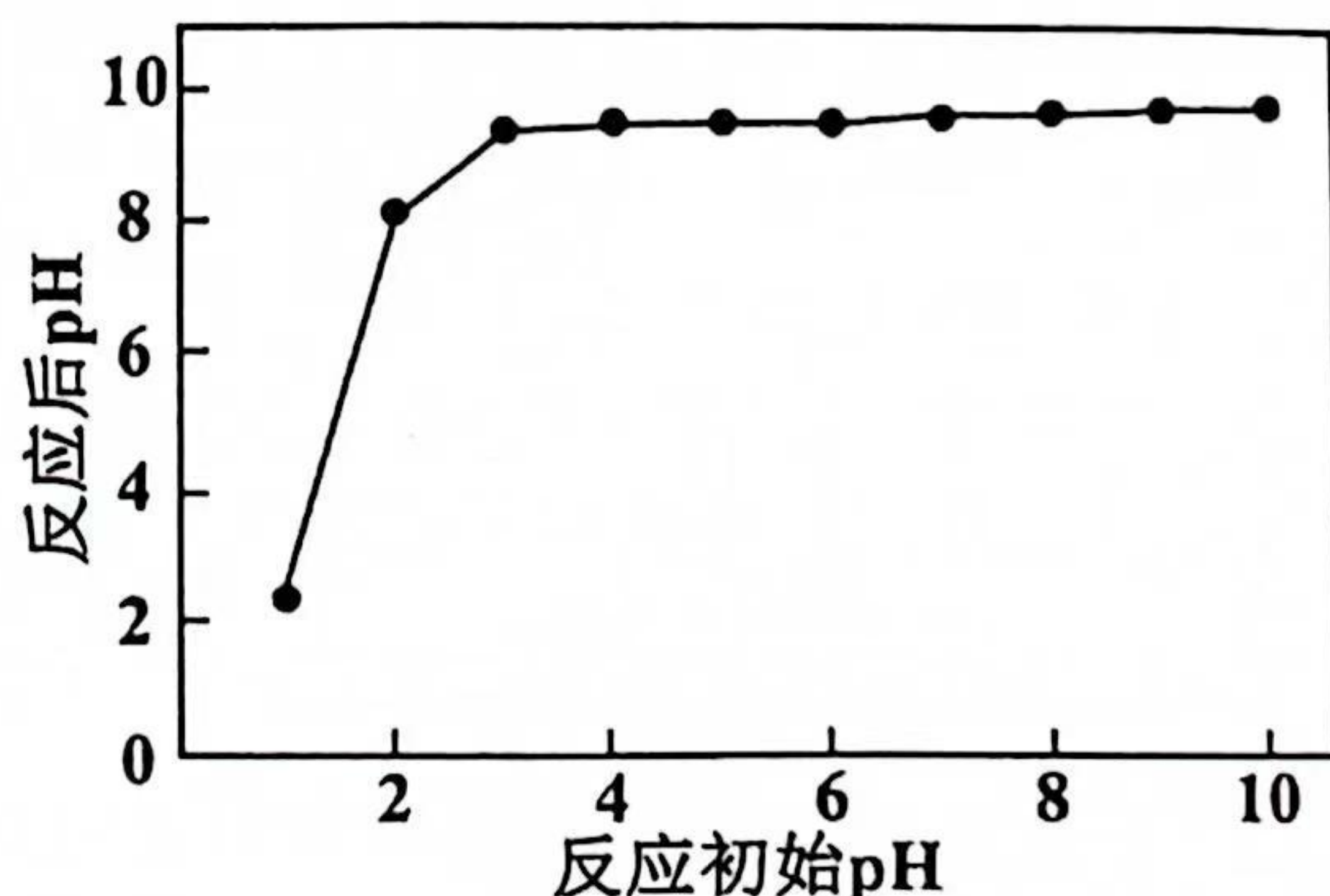
②为了防止装置 C 温度升高生成副产物 NaClO₃，可采取的操作为 ▲。

(2)NaClO 溶液处理含氨氮废水 (pH 为 6.0~7.0)。室温下，分别取 200 mL 预处理后的废水，将初始 pH 调节至不同值，加入等量 NaClO 溶液，30 分钟后检测剩余氨氮浓度。不同初始 pH 对 NaClO 氧化脱除氨氮效果的影响如题 16 图-2 所示，不同初始 pH 对应反应结束后的 pH 如题 16 图-3 所示。

①NaClO 将废水中 NH₃ 氧化为无污染气体，反应的化学方程式为 ▲，实验中 NaClO 溶液的实际投入量大于理论计算量，其原因是 ▲。



题 16 图-2



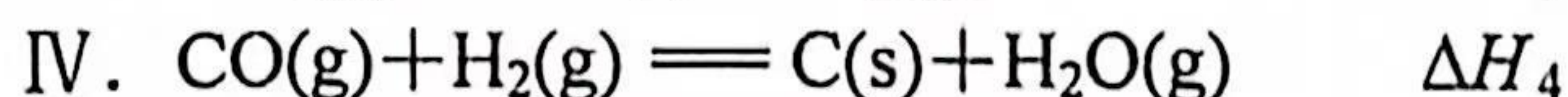
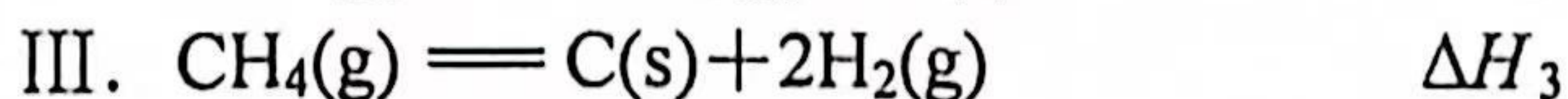
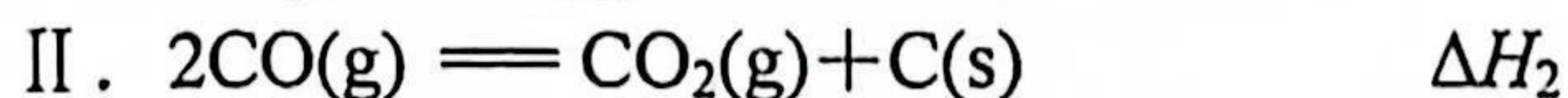
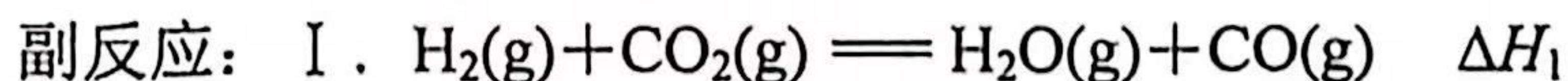
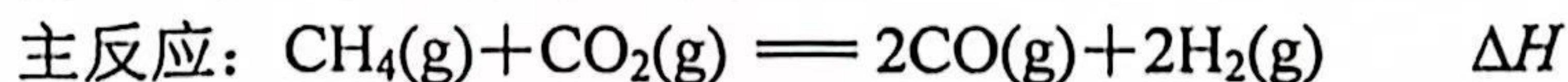
题 16 图-3

②处理后的废水 pH 在 6.0~9.0 之间才能排放。NaClO 溶液处理含氨氮废水初始 pH 设置为 7.0 而不是 2.0 的原因是 ▲。

(3)用滴定法测定 NaClO 溶液中有效氯含量的原理为： $\text{ClO}^- + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ = \text{I}_2 + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ ； $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ 。请补充完整该实验方案：取 5.00 mL NaClO 溶液样品配制成 250 mL 溶液，取 25.00 mL 待测液于碘量瓶中，加入 10 mL 2 mol·L⁻¹ H₂SO₄ 溶液和过量 KI 溶液，密封在暗处静置 5 min； ▲。

(须使用的试剂：0.0500 mol·L⁻¹ Na₂S₂O₃ 溶液、淀粉溶液)

17. (16分)“碳达峰、碳中和”是我国社会发展重大战略之一。CH₄ 与 CO₂ 经催化重整可制得 CO 和 H₂，相关反应为：



其中，副反应 II、III、IV 形成的积碳易导致催化剂活性降低。

(1)主反应的 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm} \blacktriangle \hspace{2cm}}$ 。

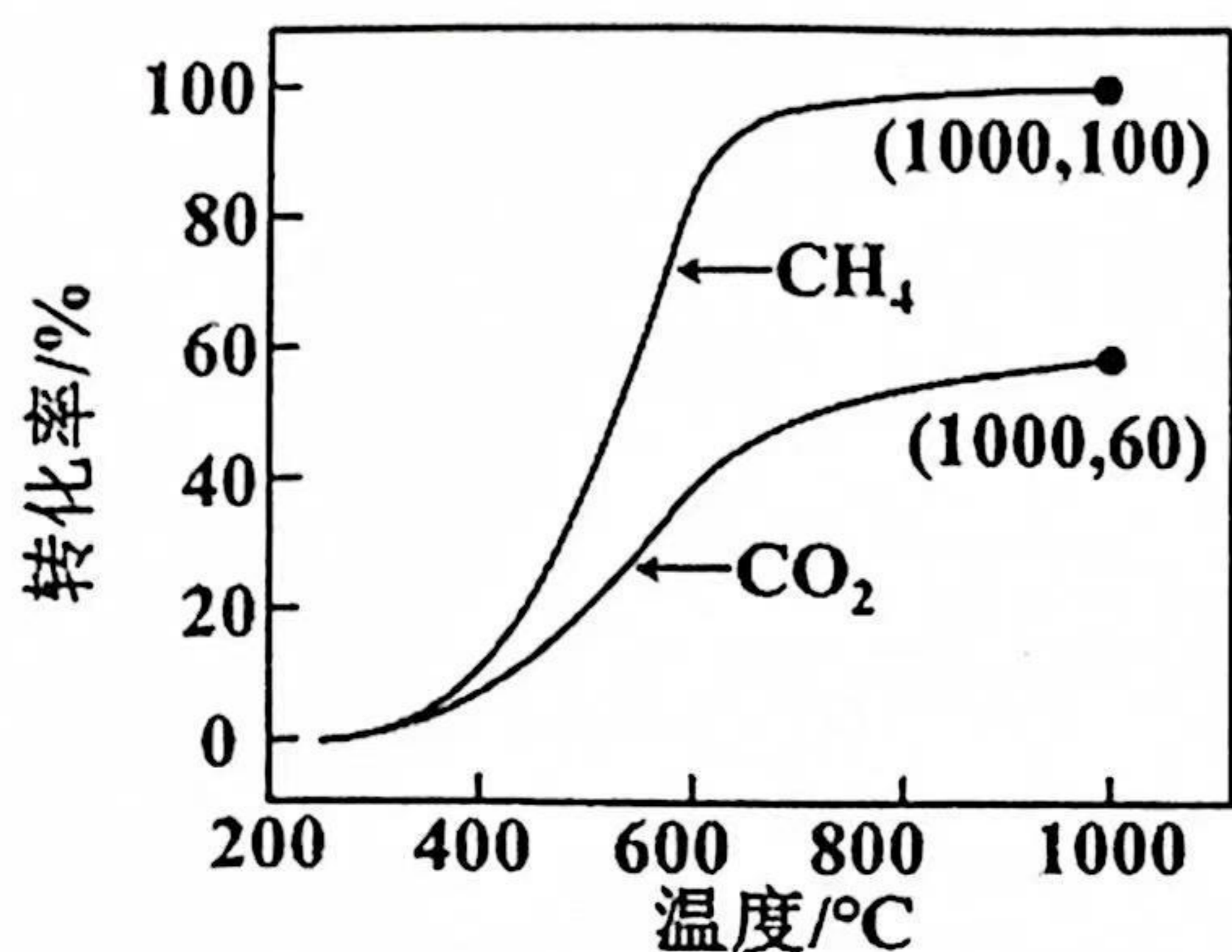
(2) CH_4 的还原能力(R)可衡量 CO_2 转化效率, $R = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{\Delta n(\text{CH}_4)}$ (同一时段内 CO_2 与 CH_4 的物质的量变化量之比)。

常压下, 将 CH_4 和 CO_2 按物质的量之比1:3投料, 反应相同时间, CH_4 和 CO_2 的转化率随温度变化如题17图-1所示。

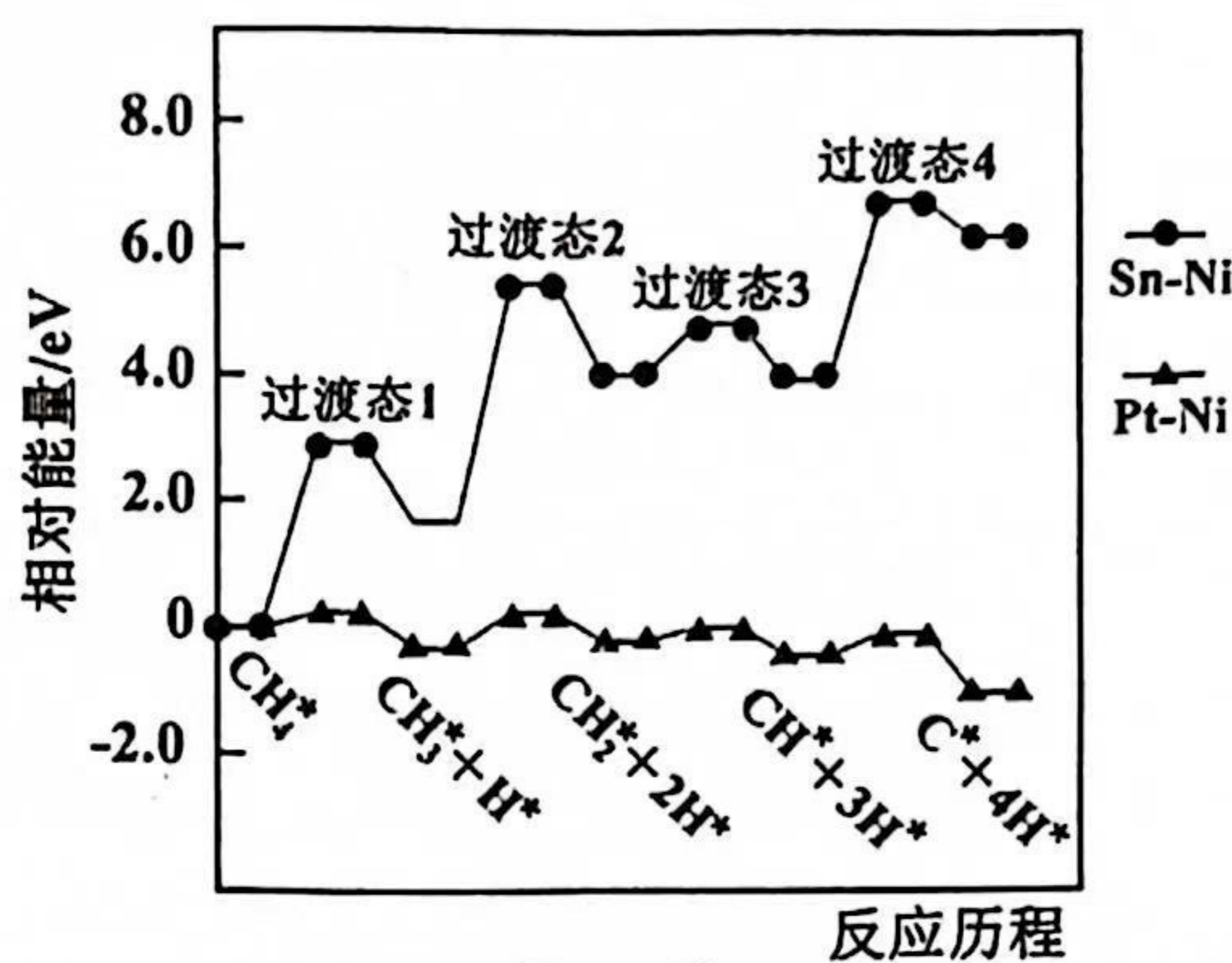
① CH_4 的转化率在 800°C 时远大于 400°C 时的原因是 $\underline{\hspace{2cm} \blacktriangle \hspace{2cm}}$ 。

② $400\sim 600^\circ\text{C}$ 时, R 值的变化情况为 $\underline{\hspace{2cm} \blacktriangle \hspace{2cm}}$ 。

③ 1000°C 时 R 值为 $\underline{\hspace{2cm} \blacktriangle \hspace{2cm}}$ (写出计算过程)。



题17图-1



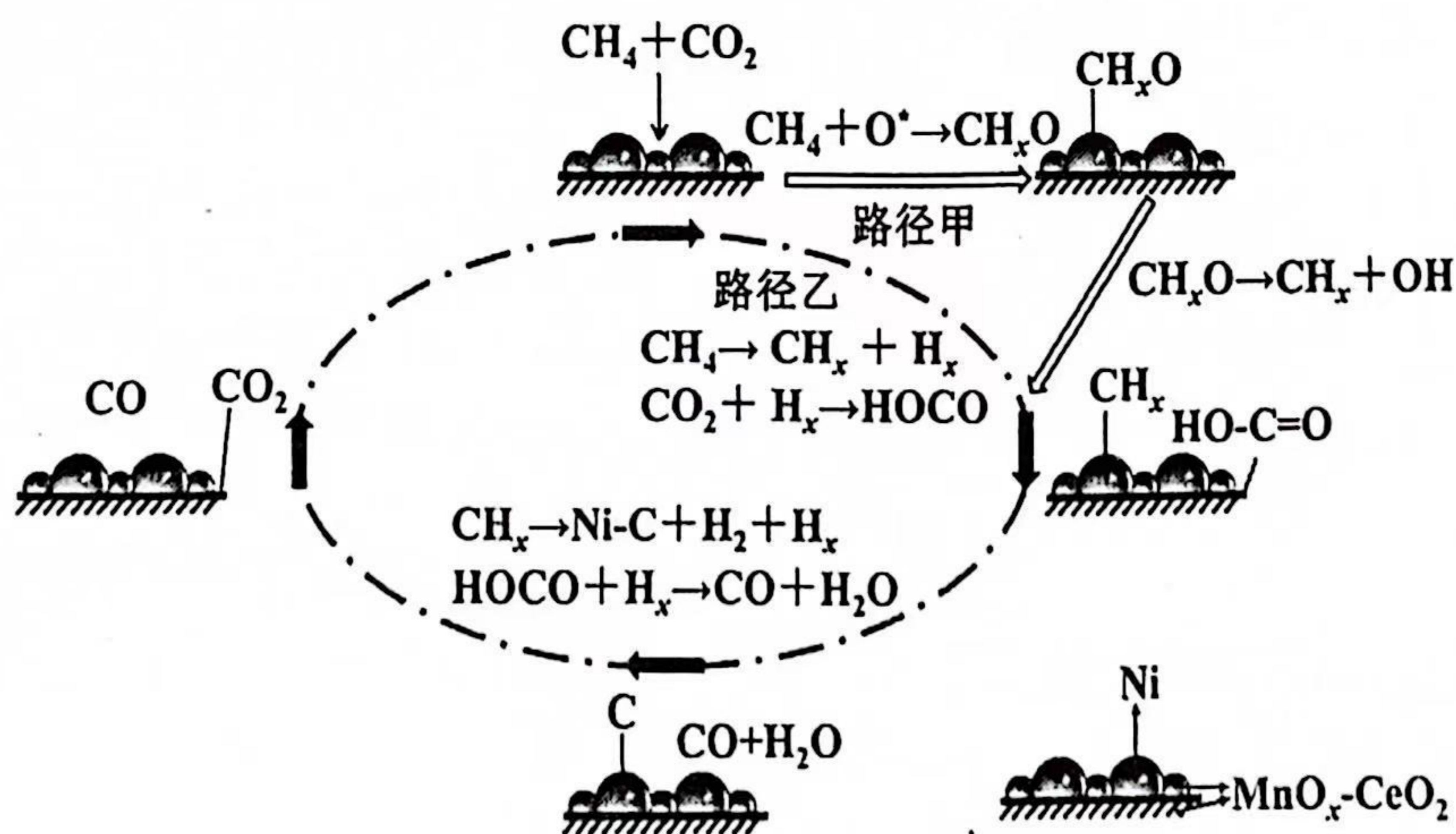
题17图-2

(3) CH_4 在Pt-Ni合金或Sn-Ni合金催化下脱氢反应历程与相对能量关系如题17图-2所示 (*表示吸附在催化剂表面的物质)。从化学反应速率角度分析, 脱氢反应选择的催化剂为 $\underline{\hspace{2cm} \blacktriangle \hspace{2cm}}$ (填“Pt-Ni合金”或“Sn-Ni合金”), 理由是 $\underline{\hspace{2cm} \blacktriangle \hspace{2cm}}$ 。

(4) $\text{Ni}/6\text{MnO}_x\text{-CeO}_2$ 催化 CH_4 与 CO_2 重整反应的路径甲和乙如题17图-3所示。研究表明, 在催化剂 Ni/CeO_2 中掺入 MnO_x 可产生更多的氧空位, 生成更多的可流动 O^* , 能有效减少催化剂的积碳生成。

①路径甲、乙中生成的不同中间产物为 $\underline{\hspace{2cm} \blacktriangle \hspace{2cm}}$ (填化学式)。

②反应路径中, 减少催化剂积碳的反应为 $\underline{\hspace{2cm} \blacktriangle \hspace{2cm}}$ 。



题17图-3