

江苏省扬州市宝应县 2025-2026 学年高三上学期期初检测化学

试题

学校:_____ 姓名:_____ 班级:_____ 考号:_____

一、单选题

1. “东风-5C”液体洲际战略核导弹的液体燃料火箭发动机,可使用偏二甲肼/四氧化二氮(N_2O_4)燃料组合。其中关于 N_2O_4 的说法正确的是

- A. 是一种酸性氧化物
B. 是一种助燃剂
C. 具有可燃性
D. 具有强还原性

【答案】B

【详解】A. 酸性氧化物是能与碱反应生成盐和水的氧化物, N_2O_4 与碱反应的产物较为复杂, 不属于酸性氧化物, A 错误;

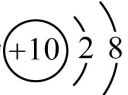
B. 在燃料组合中, N_2O_4 是典型的氧化剂, 能促进燃料燃烧, 符合“助燃剂”的定义, B 正确;

C. N_2O_4 本身不具有可燃性, 它作为氧化剂, 在反应中被还原, 而不是被点燃燃烧, C 错误;

D. N_2O_4 中氮元素为+4 价, 具有氧化性, 而非强还原性, D 错误;

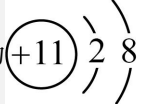
故答案选 B。

2. 以 $NaIO_3$ 为原料制备 I_2 时发生反应: $2NaIO_3 + 6NaHSO_3 = 2NaI + 6NaHSO_4$ 。下列说法正确的是

- A. Na^+ 的结构示意图为  B. IO_3^- 中 I 元素的化合价为+6
C. SO_4^{2-} 的空间构型为正四面体 D. H_2SO_4 中既含离子键又含共价键

【答案】C

【详解】

A. Na 是第 11 号元素, Na^+ 的结构示意图为 , A 错误;

B. IO_3^- 中 O 为-2 价, 正负化合价代数和为零, 故 I 元素的化合价为+5, B 错误;

C. SO_4^{2-} 的中心原子价层电子对数 $4 + \frac{6 + 2 - 2 \times 4}{2} = 4$, 孤电子对数为 0, 空间构型为正四面体, C 正确;

D. H_2SO_4 是共价化合物，只含共价键，D 错误；

故选 C；

3. 下列物质组成或性质与分离提纯方法对应关系正确的是

- A. 蛋白质能水解，可用饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液提纯蛋白质
- B. 乙醚与青蒿素组成元素相同，可用乙醚提取青蒿素
- C. 不同的烃密度不同，可通过分馏从石油中获得汽油、柴油
- D. CCl_4 难溶于水、比水易溶解 I_2 ，可用 CCl_4 萃取碘水中的 I_2

【答案】D

【详解】A. 蛋白质在饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液中会发生盐析，故可用饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液分离提纯蛋白质，与蛋白质能发生水解反应无关，故 A 错误；

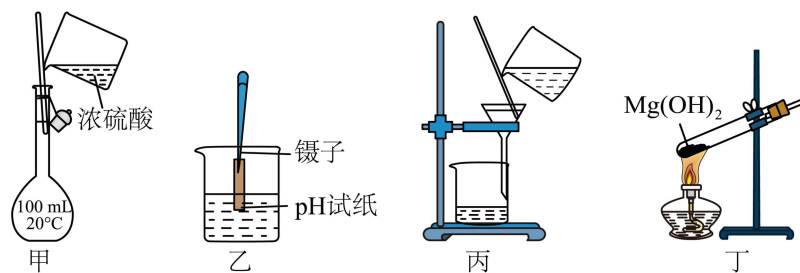
B. 青蒿素在乙醚中的溶解度较大，故可用乙醚提取青蒿素，与二者的组成元素无关，故 B 错误；

C. 不同烃的沸点不同，故可用分馏法从石油中获得汽油、柴油，与烃的密度无关，故 C 错误；

D. I_2 在 CCl_4 中的溶解度大于在水中的溶解度，且 CCl_4 与水不互溶，故可用 CCl_4 萃取碘水中的 I_2 ，故 D 正确；

答案选 D。

4. 以菱镁矿(主要成分是 MgCO_3 ，含少量 FeCO_3)为原料制取高纯氧化镁需要经历酸浸、调 pH、过滤、灼烧等操作。下列实验装置和原理能达到实验目的的是



- A. 用装置甲配制稀 H_2SO_4
- B. 用装置乙测定溶液的 pH
- C. 用装置丙过滤悬浊液
- D. 用装置丁灼烧 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 固体

【答案】C

【详解】A. 容量瓶属于玻璃精量器，不能在容量瓶中直接稀释溶液，选项 A 错误；

B. 测定溶液的 pH 时不能将 pH 试纸直接放进溶液中，应用玻璃棒蘸取溶液点在试纸上与

比色卡对比读数，选项 B 错误；

C. 用装置丙过滤悬浊液，装置及操作均正确，选项 C 正确；

D. 灼烧固体时应选用坩埚，且加热固体物质时试管口应该向下倾斜，选项 D 错误；

答案选 C。

5. 铝土矿除主要成分 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ，还存在多种第三周期元素如 Mg、S。下列说法正确的是

A. 半径： $r(\text{Al}^{3+}) > r(\text{Mg}^{2+})$

B. 热稳定性： $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$

C. 碱性： $\text{Al}(\text{OH})_3 > \text{Mg}(\text{OH})_2$

D. 第一电离能： $I_1(\text{Al}) > I_1(\text{Mg})$

【答案】B

【详解】A. Mg^{2+} 和 Al^{3+} 具有相同的电子层结构，原子序数越大，离子半径越小，则有离子半径： $r(\text{Al}^{3+}) < r(\text{Mg}^{2+})$ ，A 错误；

B. 元素非金属性越强，其简单氢化物稳定性越强；O 和 S 为同主族上下相邻的 2 种元素，非金属性 $\text{O} > \text{S}$ ，则简单氢化物的稳定性： $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$ ，B 正确；

C. 元素金属性越强，其最高价氧化物对应水化物碱性越强；Mg 和 Al 为同一周期相邻的 2 种元素，金属性 $\text{Mg} > \text{Al}$ ，则最高价碱的碱性： $\text{Mg}(\text{OH})_2 > \text{Al}(\text{OH})_3$ ，C 错误；

D. 同周期元素第一电离能总体趋势：核电荷数越大，第一电离能越大；基态 Mg 原子价电子排布式为 $3s^2$ ，基态 Al 原子价电子排布式为 $3s^2 3p^1$ ，Mg 的第一电离能失去的是能量较低的 3s 能级上的电子，Al 的第一电离能失去的是能量较高的 3p 能级上的电子，则第一电离能： $I_1(\text{Mg}) > I_1(\text{Al})$ ，D 错误；

故答案为：B。

阅读以下材料，完成下面小题。

氮的氢化物是重要的化工原料。 NH_3 在纯氧中燃烧生成 N_2 ，在 Pt-Rh 催化下被 O_2 氧化为 NO。NO 与 O_2 反应生成 NO_2 ， NO_2 与水生成 HNO_2 [$K_a(\text{HNO}_2) = 4.6 \times 10^{-4}$] 和 HNO_3 。肼 (N_2H_4) 具有还原性，可用于燃料电池。

6. 下列有关反应 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{催化剂}]{\text{高温高压}} 2\text{NH}_3$ 的说法正确的是

- A. 氮原子轨道的杂化类型由 sp 转变为 sp^3
- B. 反应的 $\Delta H=6E(N-H)-E(N \equiv N)-3E(H-H)$ (E 表示键能)
- C. 其他条件相同, 增大 $\frac{n(N_2)}{n(H_2)}$, H_2 的平衡转化率下降
- D. 使用催化剂, 可以提高 NH_3 的平衡产率

7. 下列说法正确的是

- A. HNO_3 的结构式可表示为 $\begin{array}{c} O \\ | \\ H-O-N=O \end{array}$
- B. NO_2 的键角比 NO_3^- 的大
- C. HNO_3 和 HNO_2 的酸性不同与 O-H 键的极性强弱相关
- D. N_2H_4 分子中有 σ 键和 π 键

8. 下列化学反应表示正确的是

- A. 稀硝酸洗去银镜: $3Ag + 4H^+ + NO_3^- = 3Ag^+ + NO \uparrow + 2H_2O$
- B. NaOH 溶液吸收 NO_2 : $2NaOH + 2NO_2 = 2NaNO_3 + H_2$
- C. NH_3 在纯氧中燃烧: $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 4NO + 6H_2O$
- D. N_2H_4 燃料电池的正极反应: $N_2H_4 + 4OH^- - 4e^- = N_2 \uparrow + 4H_2O$

【答案】6. A 7. C 8. A

【解析】6. A. 氮气分子中氮形成氮氮三键还存在 1 对孤电子, 为 sp 杂化; NH_3 分子中 N 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{5-3 \times 1}{2} = 4$, N 原子采用 sp^3 杂化; 氮原子轨道的杂化类型由 sp 转变为 sp^3 , A 正确;

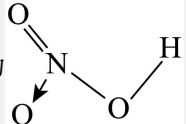
B. 反应焓变=反应物键能总和-生成物键能总和, 反应的 $\Delta H=E(N \equiv N)+3E(H-H)-6E(N-H)$ (E 表示键能), B 错误;

C. 其他条件相同, 增大 $\frac{n(N_2)}{n(H_2)}$, 氮气量增大, 促进氢气转化, H_2 的平衡转化率升高, C 错误;

D. 使用催化剂, 可以提高反应速率, 但是不影响平衡移动, 不影响 NH_3 的平衡产率, D 错误;

故选 A;

7.

A. HNO_3 中氮提供孤电子对与 1 个氧形成配位键, 结构式可表示为 , A 错误;

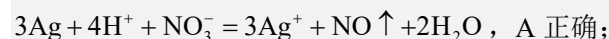
B. NO_3^- 中 N 原子的价层电子对数为 $3 + \frac{5+1-2 \times 3}{2} = 3$, N 为 sp^2 杂化, NO_2^- 中 N 原子的价层电子对数为 $2 + \frac{5+1-2 \times 2}{2} = 3$, N 为 sp^2 杂化且存在一对孤电子对, 孤电子对与成键电子对之间的斥力大于成键电子对之间的斥力, 则 NO_2^- 的键角比 NO_3^- 的小, B 错误;

C. 氧为吸电子基团, 导致 HNO_3 中 O-H 键极性更大, 更容易电离出氢离子, 故 HNO_3 和 HNO_2 的酸性不同与 O-H 键的极性强弱相关, C 正确;

D. N_2H_4 分子中只有 σ 键, D 错误;

故选 C;

8. A. 稀硝酸洗去银镜, 是和银单质生成硝酸银和 NO、水:

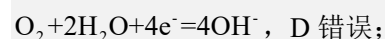


B. NaOH 溶液吸收 NO_2 生成硝酸钠、亚硝酸钠, $2\text{NaOH} + 2\text{NO}_2 = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$,

B 错误;

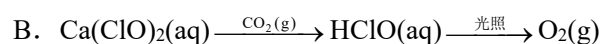
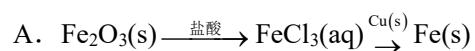
C. NH_3 在纯氧中燃烧生成氮气和水: $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$, C 错误;

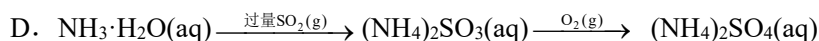
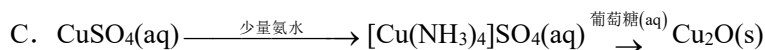
D. N_2H_4 燃料电池的正极反应为氧气得到电子发生还原反应生成氢氧根离子:



故选 A。

9. 下列物质的转化在给定条件下能实现的是





【答案】B

【详解】A. Fe_2O_3 与盐酸反应生成 FeCl_3 溶液是正确的，但 Cu 与 FeCl_3 反应生成的是 FeCl_2 和 CuCl_2 ，无法直接得到 Fe 单质，A 错误；

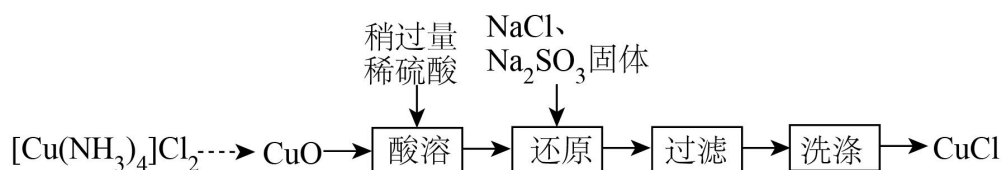
B. $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液与 CO_2 反应（强酸制弱酸）生成 HClO ， HClO 在光照条件下分解生成 O_2 ，这两个反应均能发生，B 正确；

C. CuSO_4 溶液与少量氨水反应生成的是 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀，只有与过量氨水反应才能生成 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ，C 错误；

D. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 与过量 SO_2 反应生成的是 NH_4HSO_3 ，而非 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ ，D 错误；

故答案选 B。

10. CuCl 难溶于水和乙醇，在潮湿空气中易被氧化。以碱性蚀刻废液中的 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ 为原料制备 CuCl 的部分流程如下。下列说法正确的是



A. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ 溶于水所得溶液中 $c(\text{NH}_3) : c(\text{Cl}^-) = 2 : 1$

B. “酸溶”时不用稀硝酸的主要原因是硝酸易挥发

C. “还原”后溶液的 pH 增大

D. “洗涤”时先用水再用乙醇可提高产品的纯度

【答案】D

【分析】由题给流程可知， $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ 经多步转化得到 CuO ，向 CuO 中加入稍过量的稀硫酸酸溶，将 CuO 转化为 CuSO_4 ，向反应得到的 CuSO_4 溶液加入 NaCl 和 Na_2SO_3 固体，将 CuSO_4 转化为 CuCl 沉淀，反应的离子方程式为： $2\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CuCl} \downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ ，过滤、用乙醇洗涤得到 CuCl 。

【详解】A. 配合物 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ 在溶液中能电离出 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 和 Cl^- ，不能电离出 NH_3 ，A 错误；

B. “酸溶”时不用稀硝酸的主要原因是稀硝酸具有强氧化性，会将 SO_3^{2-} 氧化为 SO_4^{2-} ，导致 SO_3^{2-}

无法将溶液中的 Cu^{2+} 还原为 CuCl ，B 错误；

C. 由分析可知，“还原”发生的反应为： $2\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CuCl} \downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ ，反应生成的 H^+ 会使溶液 pH 减小，C 错误；

D. “洗涤”时先用水洗涤去除可溶性杂质，再用乙醇洗涤去除残留水分以减少氧化并快速干燥，可提高产品的纯度，D 正确；

故选 D。

11. 常温下，根据下列实验操作及现象，得出的相应结论正确的是

选项	实验操作及现象	结论
A	向 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中通入 SO_2 气体，有白色沉淀生成	该沉淀为 BaSO_3
B	将 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{X}$ 和 NaOH 溶液混合加热，充分反应后，冷却，滴加 AgNO_3 溶液有沉淀生成	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{X}$ 中 X 为 Cl 原子
C	向 2 mL $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl 溶液中滴加 2 滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ AgNO_3 溶液，有白色沉淀生成；振荡试管，再滴加 4 滴 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ KI 溶液，有黄色沉淀生成	$K_{sp}(\text{AgCl}) > K_{sp}(\text{AgI})$
D	在瓷片催化下，将石蜡隔绝空气，加强热，所得到的气体通入酸性 KMnO_4 溶液，溶液紫色褪去	石蜡裂解产生了乙烯

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】C

【详解】A. 向 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中通入 SO_2 ， NO_3^- 在酸性条件下（ SO_2 溶于水生成 H_2SO_3 ，提供 H^+ ）具有强氧化性，会将 SO_2 氧化为 SO_4^{2-} ，进而生成 BaSO_4 沉淀，而非 BaSO_3 ，A 错误；

B. 检验卤代烃中的卤素原子时，需先将水解后的溶液用硝酸酸化（中和过量的 NaOH ），再滴加 AgNO_3 溶液，若直接滴加 AgNO_3 ， NaOH 会与 AgNO_3 生成 AgOH 沉淀，干扰卤素离子的检验，B 错误；

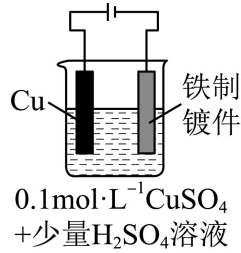
C. 向 NaCl 溶液中滴加 AgNO_3 生成 AgCl 白色沉淀，根据数据可知氯化钠溶液过量，硝酸银溶液全部反应生成 AgCl 白色沉淀，再滴加 KI 生成黄色 AgI 沉淀，此过程中， AgI 沉淀是由 AgCl 沉淀转化而来，说明 $K_{sp}(\text{AgCl}) > K_{sp}(\text{AgI})$ （溶度积大的沉淀可转化为溶度积小

的沉淀), C 正确;

D. 石蜡裂解产生的气体中含乙烯、丙烯等多种不饱和烃, 均能使酸性 KMnO_4 溶液褪色, 不能确定仅产生了乙烯, D 错误;

故答案选 C。

12. 利用如图装置进行“铁件镀铜”实验, 观察到阴极表面产生无色气体, 一段时间后, 气体减少, 表面有红色固体, 经检验, 电解液中有 Fe^{2+} 。下列分析或说法不正确的是



- A. 阴极表面产生气体的反应可能为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$
- B. Cu 覆盖在 Fe 电极表面, 导致气体减少
- C. 向电解后的溶液中滴加 KSCN 溶液, 不会变成血红色
- D. 电镀完成后, 阳极减少的质量等于阴极增加的质量

【答案】D

【分析】该装置为电解池, Cu 作阳极, 电极反应为: $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$, Fe 作阴极, 根据题意, 阴极表面产生无色气体, 说明发生了反应 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$, Cu^{2+} 氧化性强于 H^+ , 故电极反应为: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$, $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$, 经检验, 电解液中有 Fe^{2+} , 说明阴极上有 Cu 析出, 可与 Fe 形成局部原电池反应, 正极反应为: $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$, 负极反应为: $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$, 则 Cu 覆盖 Fe 表面越多, 该电池反应越弱。

【详解】A. 根据分析, 阴极表面产生气体的反应可能为 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$, A 正确;

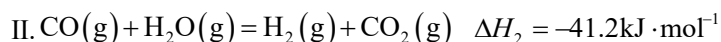
B. 根据分析, 一段时间后, 气体减少, 表面有红色固体, 即 Cu 覆盖在 Fe 电极表面, 导致气体减少, B 正确;

C. 根据分析, 电解液中有 Fe^{2+} , 故向电解后的溶液中滴加 KSCN 溶液, 不会变成血红色, C 正确;

D. 根据分析, 阳极电极反应为: $\text{Cu} - 2\text{e}^- = \text{Cu}^{2+}$, 阴极电极反应为: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$, $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\uparrow$, 根据电子守恒可知, 电镀完成后, 阳极减少的质量大于阴极增加的质量, D 错误;

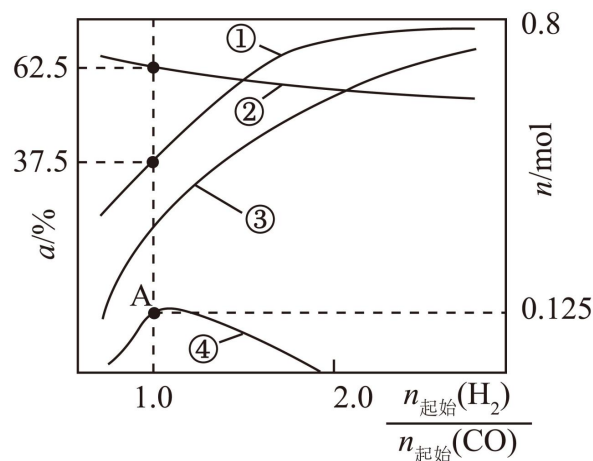
故选 D。

13. 温度为 T_1 时, 将一定量的 H_2 和 1 mol CO 混合气充入固定容积的容器, 发生下列反应:



平衡时 H_2 和 CO 的转化率 (α) 及 CH_4 和 CO_2 的物质的量 (n) 随起始投料比 $\frac{n_{\text{起始}}(\text{H}_2)}{n_{\text{起始}}(\text{CO})}$ 变

化如图所示。[选择性以 CH_4 为例, 表示为 $\frac{n(\text{CH}_4)}{n(\text{CO}_2) + n(\text{CH}_4)} \times 100\%$]。下列说法正确的是



A. $\Delta H_1 > 0$

B. 图中曲线①表示平衡时 H_2 的转化率随 $\frac{n_{\text{起始}}(\text{H}_2)}{n_{\text{起始}}(\text{CO})}$ 的变化

C. $\frac{n_{\text{起始}}(\text{H}_2)}{n_{\text{起始}}(\text{CO})} = 1$, 温度为 T_2 时, 反应II的 $K = 1$, 则 $T_2 > T_1$

D. A 点对应物质的选择性为 33.3%

【答案】 D

【分析】 反应I、II的总反应为: $2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$, 起始 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$ 越大, 反应正向进行程度越大, CO 转化率越大, 直到接近 100%, 而 H_2 的转化率减小, 则曲线①表示 CO 的转化率, 曲线②表示 H_2 的转化率; 同时随着起始 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$ 的增大, CH_4 的产率也逐渐增大, 因生成的 CO_2 与 H_2 会发生反应, 导致 CO_2 物质的量先增大后减小, 则曲线③表示 CH_4 的物质的量, 曲线④表示 CO_2 的物质的量, 据此解答。

【详解】 A. 反应I的 $\Delta S < 0$, 则 $-\Delta T \Delta S > 0$, 只有 $\Delta H_1 < 0$, 反应才能自发进行, A 错误;

B. 由分析可知，曲线②表示平衡时 H_2 的转化率随 $\frac{n_{\text{起始}}(H_2)}{n_{\text{起始}}(CO)}$ 的变化，B 错误；

C. 温度为 T_1 时， $\alpha(H_2) = 62.5\%$ ， $\alpha(CO) = 37.5\%$ ，平衡时： $n(CO_2) = 0.125mol$ 、
 $n(CO) = 1 - 1 \times 37.5\% = 0.625mol$ 、 $n(H_2) = 1 - 1 \times 62.5\% = 0.375mol$ ，根据氧元素守恒可知，
 $n(H_2O) = 1 - n(CO) - 2n(CO_2) = 1 - 0.625 - 0.125 \times 2 = 0.125mol$ ，反应II平衡常数

$$K = \frac{\frac{0.125}{V} \times \frac{0.375}{V}}{\frac{0.625}{V} \times \frac{0.125}{V}} = 0.6 < 1$$

，该反应为放热反应，温度越高，平衡常数越小，则 $T_2 < T_1$ ，C 错误；

误；

D. 根据碳守恒： $n(CH_4) = 1 - n(CO_2) - n(CO) = 0.25mol$ ，则 CO_2 的选择性：

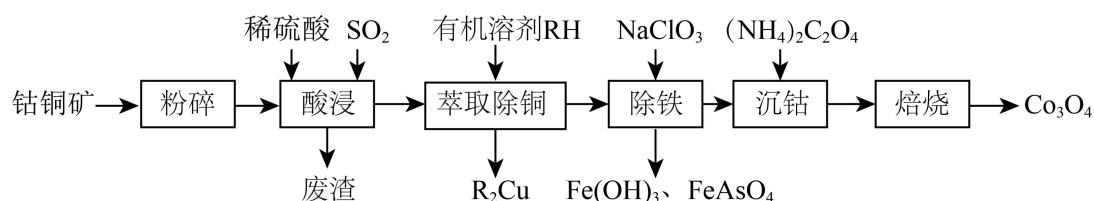
$$\frac{0.125mol}{0.125mol + 0.25mol} \times 100\% = 33.3\%$$

，D 正确；

故选 D。

二、解答题

14. 以钴铜矿[主要成分为 $CoOOH$ 、 $Cu_2(OH)_2CO_3$ 、 Fe_2O_3 ，另含少量 SiO_2 及含砷化合物]制备锂电池正极原料 Co_3O_4 ，生产流程如图所示。



已知：①铜萃取原理为： $Cu^{2+}(aq) + 2RH = R_2Cu + 2H^+(aq)$ ，有机溶剂 RH 密度比水小；

②沉钴所得固体为 CoC_2O_4 ；

③ Co_3O_4 也称钴酸亚钴，化学式也可为 $Co(CoO_2)_2$ 。

(1)“酸浸”液中钴以 Co^{2+} 形式存在，则“酸浸”液中的金属阳离子还有_____。适当升高温度可加快酸浸速率，但温度过高时钴的浸出率明显降低，其可能的原因是_____。

(2)实验室用分液漏斗模拟萃取除铜，加入萃取剂后充分振荡静置后，分离出含铜有机溶剂的具体实验操作为_____。

(3)“除铁”时溶液中的 AsO_3^{3-} 及部分 Fe^{2+} 转化为 $FeAsO_4$ 沉淀，该反应的离子方程式为

_____。

(4) CoC_2O_4 若在隔绝空气的条件下“焙烧”会生成 CoO ，该反应的化学方程式为_____。

【答案】(1) Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 温度过高， SO_2 的溶解度降低

(2) 先打开分液漏斗上口玻璃塞，再打开活塞从下口放出水层，待水层完全放出后再将含铜有机溶液从上口倒出

(3) $2\text{AsO}_3^{3-} + 2\text{Fe}^{2+} + \text{ClO}_3^- + 2\text{H}^+ = 2\text{FeAsO}_4 \downarrow + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

(4) $\text{CoC}_2\text{O}_4 \xrightarrow{\text{焙烧}} \text{CoO} + \text{CO} \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow$

【分析】钴铜矿粉碎后加入稀硫酸、通入二氧化硫（具有还原性）酸浸，废渣主要含 SiO_2 ，所得溶液中主要含金属离子： Co^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} ，溶液中加入有机溶剂 RH 萃取除铜，得到 R_2Cu ，水相中加入 NaClO_3 除铁，过滤得到氢氧化铁、 FeAsO_4 ，溶液中加入 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 沉钴，得到 CoC_2O_4 ，焙烧制备锂电池正极原料 Co_3O_4 。

【详解】(1) 根据分析，“酸浸”液中钴以 Co^{2+} 形式存在，“酸浸”液中的金属阳离子还有： Fe^{2+} 、 Cu^{2+} ；温度过高， SO_2 的溶解度降低，所以钴的浸出率降低；

(2) 实验室用分液漏斗模拟萃取除铜，加入萃取剂后充分振荡静置后，分离出含铜有机溶剂的具体实验操作为：先打开分液漏斗上口玻璃塞，再打开活塞从下口放出水层，待水层完全放出后再将含铜有机溶液从上口倒出；

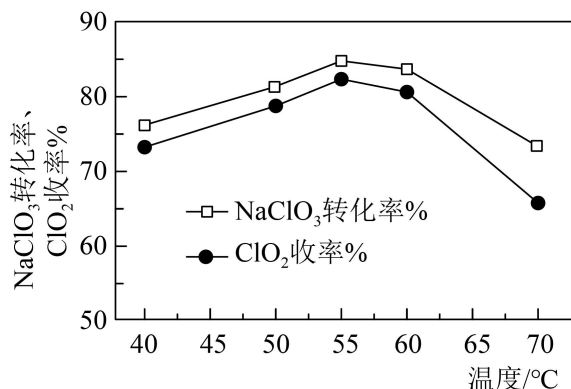
(3) “除铁”时溶液中的 AsO_3^{3-} 及部分 Fe^{2+} 转化为 FeAsO_4 沉淀，根据氧化还原反应原理，反应的离子方程式为： $2\text{AsO}_3^{3-} + 2\text{Fe}^{2+} + \text{ClO}_3^- + 2\text{H}^+ = 2\text{FeAsO}_4 \downarrow + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ ；

(4) CoC_2O_4 若在隔绝空气的条件下“焙烧”会生成 CoO ，根据氧化还原反应原理和原子守恒，其他产物为 CO 和 CO_2 ，该反应的化学方程式为： $\text{CoC}_2\text{O}_4 \xrightarrow{\text{焙烧}} \text{CoO} + \text{CO} \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow$ 。

15. ClO_2 可用于饮用水消毒，常通过 CaO_2 与 H_2SO_4 酸化的 NaClO_3 反应制备。

(1) 制备 ClO_2 反应的化学方程式为_____。

(2) 已知 NaClO_3 受热分解温度约为 300°C ，其他条件不变，研究温度对 NaClO_3 转化率、 ClO_2 收率的影响，结果如图所示。



- ①当温度高于 55°C，随着温度升高，NaClO₃ 转化率下降的原因是_____。
- ②当温度高于 60°C，随着温度升高，NaClO₃ 转化率与 ClO₂ 收率之间的差值有增大趋势的原因是_____。
- (3)研究发现在反应过程中加入 HgSO₄(掩蔽 Cl⁻)，ClO₂ 收率瞬间降低，但一段时间后又检测到溶液中有 Cl⁻ 存在，最终 ClO₂ 收率也没有改变。产生该现象的原因可能是_____；验证的实验方法是_____。

(4)测定 ClO₂ 气体(含有一种能将 KI 氧化的杂质气体)纯度的实验如下：

I. 将标准状况下 20mL 的 ClO₂ 气体样品通入过量的碱性 KI 溶液中充分反应(反应为

$\text{ClO}_2 + \text{I}^- \longrightarrow \text{ClO}_2^- + \text{I}_2$)，滴加 Na₂S₂O₃ 溶液将产生的 I₂ 完全消耗(反应为

$2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$)。

II. 向反应后的溶液中加入醋酸调至酸性，淀粉作指示剂，用 0.1000mol·L⁻¹ Na₂S₂O₃ 溶液滴定至终点($\text{ClO}_2^- + \text{I}^- + \text{H}^+ \longrightarrow \text{Cl}^- + \text{I}_2$)，此步骤消耗 Na₂S₂O₃ 溶液 20mL。

- ①计算气体样品中 ClO₂ 体积分数_____ (写出计算过程)。
- ②若气体样品中含 Cl₂，测定结果将_____ (填“偏大”、“偏小”或“不变”)。

【答案】(1) $2\text{NaClO}_3 + \text{CaO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 \uparrow + \text{CaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) 温度升高，CaO₂ 发生副反应： $2\text{CaO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \uparrow$ ，使参与还原 NaClO₃ 的 CaO₂ 的量减少 温度升高，CaO₂ 将 ClO₃⁻ 还原为 Cl₂(或 Cl₂O)，ClO₂ 分解产生 Cl₂ 和 O₂

(3) Cl⁻ 作反应的催化剂 取两支试管，分别加入相同体积和浓度的 H₂SO₄ 酸化的 NaClO₃ 溶液，控制温度为 25°C，向其中一支试管中加入 NaCl，再向两支试管中分别加入相同质量的 CaO₂，比较化学反应速率

(4) 56% 不变

【详解】(1) 在酸性条件下, NaClO_3 可与 CaO_2 反应生成 ClO_2 , 反应中氯化合价由+5 变为+4、过氧化钙中氧化合价则会升高为 0 得到氧气, 结合质量守恒同时生成硫酸钠、硫酸钙和水, 化学方程式为 $2\text{NaClO}_3 + \text{CaO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{ClO}_2 \uparrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2 \uparrow + \text{CaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$;

(2) ①当温度高于 55°C , 随着温度升高, NaClO_3 转化率下降的原因是: 温度升高, CaO_2 发生副反应: $2\text{CaO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \uparrow$, 使参与还原 NaClO_3 的 CaO_2 的量减少;

②温度升高, CaO_2 将 ClO_3^- 还原为 Cl_2 (或 Cl_2O), ClO_2 分解产生 Cl_2 和 O_2 , 所以当温度高于 60°C , 随着温度升高, NaClO_3 转化率与 ClO_2 收率之间的差值有增大趋势;

(3) 在反应过程中加入 HgSO_4 (掩蔽 Cl^-), ClO_2 收率瞬间降低, 但一段时间后又检测到溶液中有 Cl^- 存在, 最终 ClO_2 收率也没有改变, 产生该现象的原因可能是 Cl^- 作反应的催化剂, 加快反应的速率; 要验证该原因, 采用控制变量法, 实验方法是: 取两支试管, 分别加入相同体积和浓度的 H_2SO_4 酸化的 NaClO_3 溶液, 控制温度为 25°C , 向其中一支试管中加入 NaCl , 再向两支试管中分别加入相同质量的 CaO_2 , 比较化学反应速率;

(4) ①II中滴定反应中氯化合价由+3 变为-1、碘化合价由-1 变为 0, 结合电子守恒反应为 $\text{ClO}_2^- + 4\text{I}^- + 4\text{H}^+ = \text{Cl}^- + 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$, 结合 I 中氯元素守恒及反应 $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$, 存在:

$\text{ClO}_2^- \sim \text{ClO}_2 \sim 2\text{I}_2 \sim 4\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, 气体样品中 ClO_2 体积分数为

$$\frac{0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \times 0.020\text{L} \times \frac{1}{4} \times 22.4 \times 10^3 \text{ mL/mol}}{20\text{mL}} \times 100\% = 56\%;$$

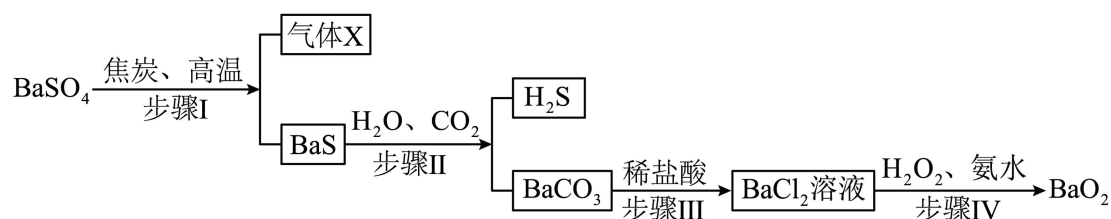
②氯气具有氧化性, 在 I 中氯气氧化碘离子生成碘单质和氯离子, I 中生成氯离子、碘单质不影响II步骤中消耗标准液 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的量, 则气体样品中含 Cl_2 , 测定结果将不变。

16. 飞机乘客座位上方的氧气面罩连接的并不是一个带有开关阀门的氧气瓶, 而是一种名为“氧气蜡烛”的装置, 该装置中含有 NaClO_3 、 BaO_2 和 KClO_4 三种主要成分。这三种物质都可以在一定条件下产生氧气。

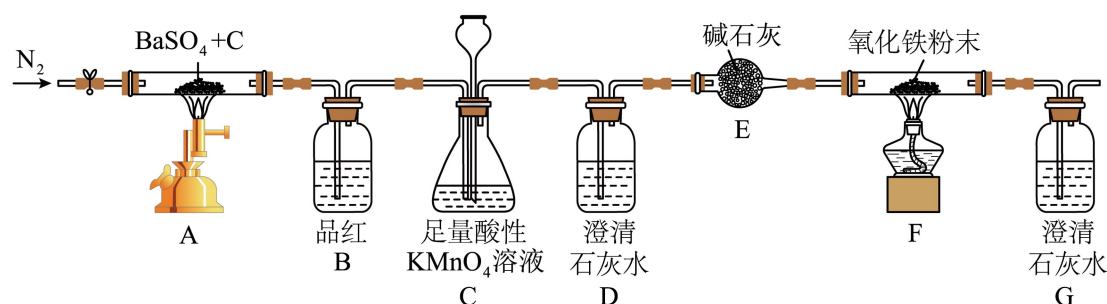
(1) 其中 NaClO_3 和 KClO_4 都能分解产生相应的氯化物和 O_2 , 则等物质的量的 NaClO_3 和

KClO_4 分解生成的氧气的物质的量之比为_____。

(2) BaO_2 是一种不溶于水的白色固体，在实验室中常常利用重晶石(主要成分为 BaSO_4) 制备 BaO_2 ，工艺流程如下：



①“步骤I”设计如下图装置(夹持仪器已省略)制备 BaS 并检验所产生的气体 X。



实验过程中 B 中品红褪色，C 中颜色变浅，D 中无现象，G 中有白色沉淀生成，气体 X 的成分为_____ (填化学式)；装置 C 中酸性 KMnO_4 溶液的作用是_____，长颈漏斗的作用是_____。

②“步骤IV”中 BaCl_2 溶液与双氧水、氨水反应析出 $\text{BaO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 沉淀，反应的离子方程式为_____。过滤、洗涤、干燥后得到纯度合格的 $\text{BaO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 。检验 $\text{BaO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 沉淀已洗净的操作方法是_____。

【答案】(1)3: 4

(2) SO_2 、 CO 除去 CO 中的 SO_2 ，防止 SO_2 干扰 F 中气体成分的检验 安全瓶，防堵塞 $\text{Ba}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{BaO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \downarrow + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_4^+$ 取最后一次洗涤液于试管，加入硝酸酸化再加硝酸银，若无白色沉淀产生，证明沉淀已洗干净

【详解】(1) NaClO_3 、 BaO_2 和 KClO_4 都可以在一定条件下分解产生相应的氯化物和 O_2 ， $2\text{NaClO}_3 = 3\text{O}_2 + 2\text{NaCl} - 12e^-$ 、 $\text{KClO}_4 = 2\text{O}_2 + \text{KCl} - 8e^-$ ，等物质的量的 NaClO_3 和 KClO_4 (设都为 1 mol) 分解生成的氧气依次为 1.5 mol 和 2 mol，比值为 3: 4。

(2) ①实验过程中 B 中品红褪色，C 中颜色变淡，说明装置 A 中生成了 SO_2 ；D 中无现象，

说明装置 A 中没有生成 CO_2 ；G 中有白色沉淀生成，说明装置 A 中生成了 CO ， CO 和氧化铁在加热条件下反应生成了 CO_2 ，气体 X 的成分为 SO_2 、 CO ；

装置 C 中酸性 KMnO_4 利用其氧化性除去 CO 中的 SO_2 ，防止 SO_2 干扰 F 中气体成分的检验；长颈漏斗伸入液面以下可维持恒压，根据长颈漏斗中的现象判断装置是否堵塞。

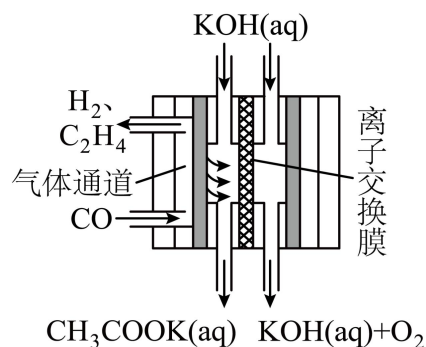
②“步骤 IV”中 BaCl_2 溶液与双氧水、氨水反应析出 $\text{BaO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 沉淀，发生反应的离子方程式为：
$$\text{Ba}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{BaO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \downarrow + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_4^+$$

$\text{BaO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 沉淀上含有的杂质为易溶于水的 Cl^- ，故检验 $\text{BaO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 沉淀已洗净的操作方法是：取最后一次洗涤液于试管，加入硝酸酸化再加硝酸银，若无白色沉淀产生，证明沉淀已洗干净。

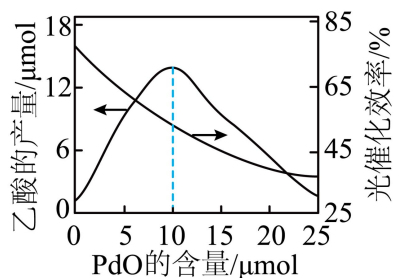
17. 乙酸是一种重要的有机化工原料，其制备方法受到广泛研究和关注。

(1) CO 催化电解制乙酸。

①将 CO 通入附着催化剂的多孔石墨电极，以 KOH 溶液为电解液，电解装置如图所示。生成的 CH_3COOK 经处理后得到乙酸。阴极上 CO 生成 CH_3COO^- 的电极反应式为_____。



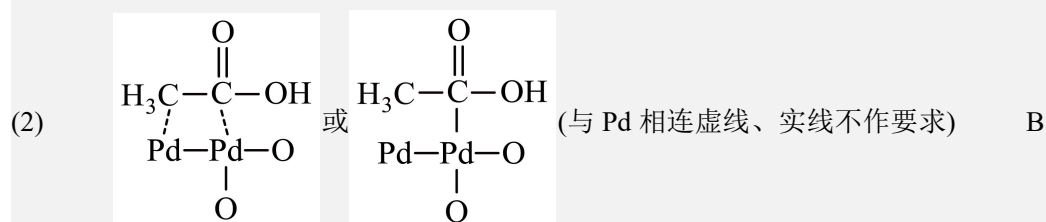
② $\text{C}_8\text{H}_{15}\text{NO}_6$ 是一种来源广、价格低的化工原料。其他条件不变，改进工艺，以 KOH 和 $\text{C}_8\text{H}_{15}\text{NO}_6$ 的混合液为电解液也可制备乙酸，电解装置如图所示。从装置和物质转化的角度分析，改进后的优点有_____。



ii: 若催化剂中不含 PdO 时, 在 Pd 上的反应仍遵循上述反应机理, 则反应得到的有机产物有 C_2H_6 、_____ (填结构简式)。

③在该光催化条件下, O_2 比 H_2O 更易活化, 生成更多的 $\cdot OH$ 。若用 O_2 代替部分 H_2O 进行实验, 随着 O_2 含量的上升, 甲烷的消耗量略有增加, 乙酸的产量却不升反降, 原因是_____。

【答案】 (1) $2CO + 3H_2O + 4e^- = CH_3COO^- + 3OH^-$ 乙酸的产量更高; 无需使用离子交换膜, 装置更简单(或成本更低)



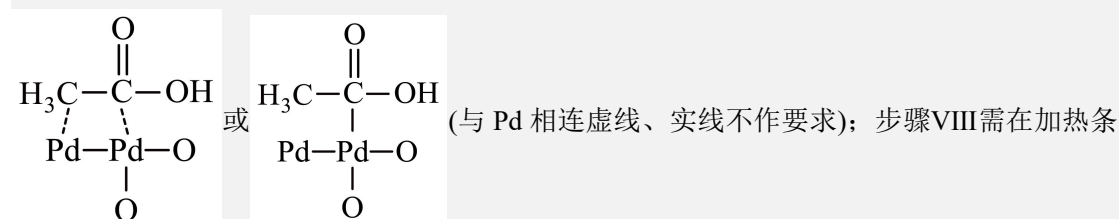
光催化效率降低, 甲烷转化率下降; Pd 含量减少, 表面产生 $\cdot OH$ 的量减少; Pd 含量减少, 甲烷的吸附量减少 CH_3OH 装置中产生大量的 $\cdot OH$, 直接将甲烷氧化为 CO_2

【详解】 (1) ①KOH 溶液为电解液, 阴极上 CO 发生还原反应生成 CH_3COO^- , 电极反应式为 $2CO + 3H_2O + 4e^- = CH_3COO^- + 3OH^-$;

②根据图示 $C_8H_{15}NO_6$ 也能转化为乙酸, 装置中无需离子交换膜, 从装置和物质转化的角度分析, 改进后的优点有乙酸的产量更高; 无需使用离子交换膜, 装置更简单(或成本更低);

(2)

①步骤 VI 过程中形成碳碳单键, 结合步骤 VII 过程中生成乙酸, 补全 X 的结构为



件下，加入物质 Y 实现转化，□为氧空位，Y 可能为 O_2 ，故选 B；

②i: 当 PdO 的含量大于 $10\mu\text{mol}$ 时，随着 PdO 含量的增加，从图中可以看出光催化效率降低，因此乙酸的产量逐渐减少，原因是光催化效率降低，甲烷转化率下降；Pd 含量减少，表面产生 $\cdot\text{OH}$ 的量减少；Pd 含量减少，甲烷的吸附量减少；

ii: 根据图示，若催化剂中不含 PdO 时，则不会形成碳氧双键， H_2O 在 Pd 表面产生 $\cdot\text{OH}$ ，则反应得到的有机产物除了 C_2H_6 ，还有 CH_3OH ；

③若用 O_2 代替部分 H_2O 进行实验，随着 O_2 含量的上升，装置中产生大量的 $\cdot\text{OH}$ ，乙酸可以进一步被氧化生成 CO_2 ，所以甲烷的消耗量略有增加，乙酸的产量却不升反降，原因是装置中产生大量的 $\cdot\text{OH}$ ，直接将甲烷氧化为 CO_2 。