

# 江苏省徐州市 2025-2026 学年高三上学期 11 月期中考试 化学

## 试题

学校:\_\_\_\_\_ 姓名:\_\_\_\_\_ 班级:\_\_\_\_\_ 考号:\_\_\_\_\_

### 一、单选题

1. 2025 年 9 月, 世界第一高桥“花江峡谷大桥”正式通车。下列建造大桥的材料主要成分为有机物的是

- A. 沥青                      B. 光缆                      C. 钢丝                      D. 混凝土

【答案】A

【详解】A. 沥青是石油加工产物, 主要成分为碳氢化合物, 属于有机物, A 符合题意;

B. 光缆主要材料为二氧化硅, 属于无机物, 外层护套可能含有机物但非主要成分, B 不符合题意;

C. 钢丝为铁碳合金, 属于金属材料, 不含有机物, C 不符合题意;

D. 混凝土由水泥、砂石等无机硅酸盐材料构成, D 不符合题意;

故选 A。

2. 甲胺可以除去装修污染物甲醛, 相关反应为  $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{HCHO} \rightarrow \text{CH}_3-\text{N}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。

下列说法正确的是

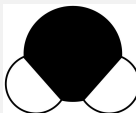
- A. N 的基态原子核外电子排布式:  $2s^2 2p^3$       B.  $\text{CH}_3-\text{N}=\text{CH}_2$  为分子晶体

- C.  $\text{H}_2\text{O}$  的空间填充模型:       D.  $-\text{CHO}$  的电子式:  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \vdots \\ \cdot \text{C} : \text{H} \end{array}$

【答案】B

【详解】A. N 为 7 号元素, 基态原子核外电子排布式:  $1s^2 2s^2 2p^3$ , 故 A 错误;

B.  $\text{CH}_3-\text{N}=\text{CH}_2$  是有机物, 晶体由分子构成, 为分子晶体, 故 B 正确;

C.  $\text{H}_2\text{O}$  中 O 原子半径大于 H 原子, 其空间填充模型: , 故 C 错误;

D.  $-\text{CHO}$  的电子式:  $\begin{array}{c} : \text{O} : \\ \vdots \\ \cdot \text{C} : \text{H} \end{array}$ , 故 D 错误;

故选: B。

3. 利用下列实验装置测量  $\text{Na}_2\text{O}_2$  质量分数, 不能达到实验目的的是



C. 电负性大小:  $\chi(\text{H}) > \chi(\text{C})$

D. 阳离子中 C、N 原子一定处于同一平面

【答案】A

【详解】A. 该离子液体由阳离子(1-乙基-3-甲基咪唑阳离子)和阴离子( $\text{BF}_4^-$ )构成, 阴阳离子间存在离子键; 阳离子内部的 C-N、C-C 等键, 以及  $\text{BF}_4^-$  内部的 B-F 键均为共价键, 因此存在离子键和共价键, A 正确;

B. 气态基态原子失去一个电子转化为气态基态正离子所需要的最低能量叫做第一电离能, 同周期从左往右元素的第一电离能有逐渐增大的趋势, F 的第一电离能大于 N, B 错误;

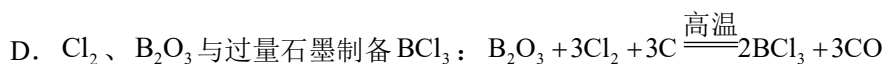
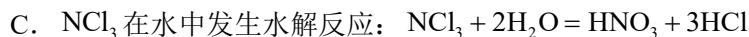
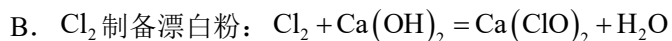
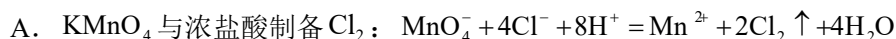
C. 甲烷中碳为-4价, 氢为+1价, 则电负性  $\chi(\text{H}) < \chi(\text{C})$  错误, C 错误;

D. 阳离子中, 乙基( $-\text{CH}_2\text{CH}_3$ )的 C 原子为  $\text{sp}^3$  杂化, 其与咪唑环的连接可通过  $\sigma$  键旋转, 因此乙基的 C 原子与咪唑环(C、N 原子所在平面)不一定共平面, D 错误;

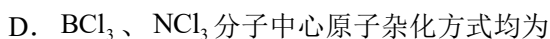
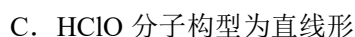
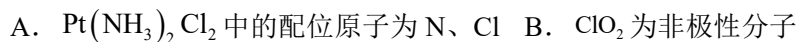
故选 A。

阅读材料, 氯气有多种制备方式, 可用  $\text{KMnO}_4$  与浓盐酸制备, 也可用 HCl 在催化剂作用下制备;  $\text{Cl}_2$  可制备消毒剂  $\text{HClO}$ 、 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 、 $\text{ClO}_2$  等;  $\text{ClO}_2$  的分子结构为 V 形, 用于生活中饮用水的消毒;  $\text{NCl}_3$  用于面粉的漂白和杀菌, 在水中极易水解; 高温条件下,  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$  与石墨可制备有机催化剂  $\text{BCl}_3$ ; 氯元素可形成多种配合物, 如抗癌药物  $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ 。完成问题:

5. 下列化学反应表示正确的是

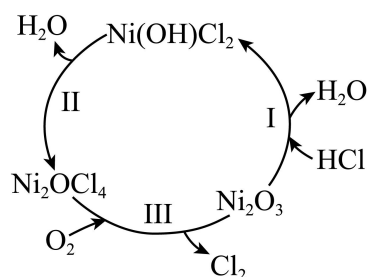


6. 下列说法正确的是



sp<sup>2</sup>杂化

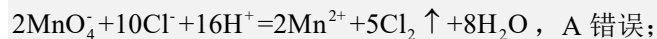
7. HCl 制备 Cl<sub>2</sub> 的反应机理如题图所示。下列说法正确的是



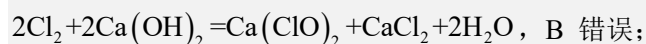
- A. 过程I中 HCl 发生了氧化反应
- B. Ni(OH)Cl<sub>2</sub> 为该反应的催化剂
- C. 过程III中有非极性共价键的断裂与生成
- D. 每生成 1 mol Cl<sub>2</sub>，需消耗标准状况下 22.4 L O<sub>2</sub>

【答案】5. D    6. A    7. C

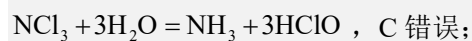
【解析】5. A. 该离子方程式不满足守恒原则，正确的离子方程式为：



B. Cl<sub>2</sub> 制备漂白粉还应生成 CaCl<sub>2</sub>，正确的化学方程式为



C. NCl<sub>3</sub> 在水中发生水解，非氧化还原反应，应生成 NH<sub>3</sub> 和 HClO，水解反应为：



D. 该反应满足守恒原则， D 正确；

故选 D；

6. A. 配合物 Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> 中，NH<sub>3</sub> 的 N 和 Cl 均提供孤电子对作为配位原子，中心原子为

Pt， A 正确；

B. ClO<sub>2</sub> 的空间构型为 V 形，正负电荷中心不重合，是极性分子， B 错误；

C. HClO 结构为 H-O-Cl，中心原子 O 的价层电子对数为 4，含 2 对孤电子对，空间构型为 V 形， C 错误；

D.  $\text{BCl}_3$  中心原子 B 的孤电子对数为  $\frac{3-3 \times 1}{2} = 0$ ，采取  $\text{sp}^2$  杂化， $\text{NCl}_3$  中心原子 N 的孤电子对数为  $\frac{5-3 \times 1}{2} = 1$ ，采取  $\text{sp}^3$  杂化，杂化方式不同，D 错误；

故选 A；

7. A. 过程 I 中 HCl 的 Cl 化合价始终为 -1，未发生氧化反应，A 错误；

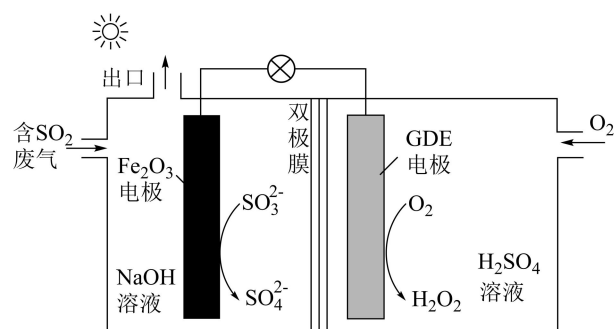
B.  $\text{Ni}(\text{OH})\text{Cl}_2$  生成后又被消耗，是反应中间产物，并非反应前后不变的催化剂，B 错误；

C. 过程 III 中， $\text{O}_2$  的  $\text{O}=\text{O}$  键断裂，是非极性键断裂，同时生成  $\text{Cl}_2$ ，生成  $\text{Cl}-\text{Cl}$  键，是非极性键的生成，故存在非极性共价键的断裂与生成，C 正确；

D. 总反应为  $4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ，生成 1 mol  $\text{Cl}_2$ ，需消耗 0.5 mol  $\text{O}_2$ ，标准状况下体积为 11.2 L，D 错误；

故选 C。

8. 一种光电催化脱除  $\text{SO}_2$  的工作原理如题图所示。工作时，光催化  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  电极产生电子和空穴，双极膜中  $\text{H}_2\text{O}$  解离的  $\text{H}^+$  和  $\text{OH}^-$  分别向两极迁移。下列说法不正确的是



A. 空穴和电子的产生驱动了脱除  $\text{SO}_2$  与制备  $\text{H}_2\text{O}_2$  的发生

B. 双极膜中  $\text{H}_2\text{O}$  解离的  $\text{OH}^-$  向 GDE 电极移动

C. 左室发生的电极反应式： $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

D. 工作一段时间，当电路中转移 1 mol  $\text{e}^-$ ，右室增重 17 g

**【答案】B**

**【分析】**由图可知，电池工作时，光催化  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  电极产生电子和空穴，故  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  电极为负极，电极反应为： $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，GDE 电极为正极，电极反应为： $\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\text{O}_2$ ，电解质溶液中阴离子移向负极，阳离子移向正极，故双极膜中，靠近  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  电极的一侧为阴膜， $\text{OH}^-$  通过阴离子交换膜移向负极， $\text{H}^+$  通过阳离子交换膜移向正极，据此分析作答。

【详解】A. 原电池能够加快反应速率，空穴和电子的产生促使形成原电池反应，故驱动了脱硫与  $\text{H}_2\text{O}_2$  制备反应的发生，故 A 正确；

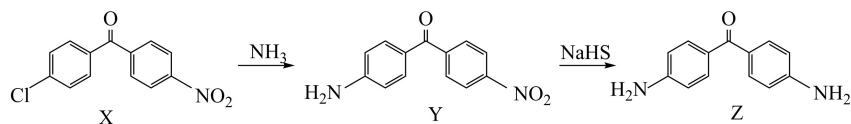
B. 结合分析可知，双极膜中水解离的氢氧根移向  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  电极，故 B 错误；

C. 根据分析可知，左室发生反应： $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ， $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ ，故 C 正确；

D. 工作一段时间，当电路中转移  $1\text{mol e}^-$ ， $\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\text{O}_2$ ，右室增重为氢离子和氧气质量，增重 =  $1\text{mol} \times 1\text{g/mol} + 0.5\text{mol} \times 32\text{g/mol} = 17\text{g}$ ，故 D 正确；

故选：B。

9. 一种驱虫药甲苯咪唑的重要中间体 Z 的合成路线如下：



下列说法正确的是

- A. 在水中的溶解性：X > Z
- B. X、Y、Z 均可与盐酸反应
- C. Y 分子能发生取代、加成、还原反应
- D. Z 与足量  $\text{H}_2$  加成产物分子中含 5 个手性碳原子

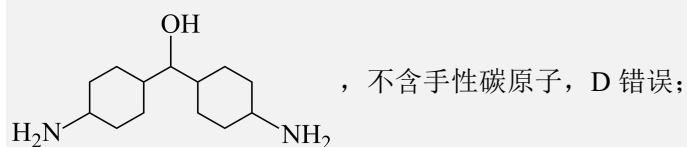
【答案】C

【详解】A. Z 中含有氨基，可以和水分子形成氢键，则在水中的溶解性：X < Z，A 错误；

B. Y 和 Z 中含有氨基，具有碱性，可以和盐酸反应，X 不和盐酸反应，B 错误；

C. Y 中含有氨基，可以发生取代反应，含有苯环可以和  $\text{H}_2$  发生加成反应，含有硝基，可以发生还原反应生成氨基，C 正确；

D. 手性碳原子是指与四个各不相同原子或基团相连的碳原子，Z 与足量  $\text{H}_2$  加成产物分子为



故选 C。

10. 下列物质结构与性质或性质与用途具有对应关系的是

- A.  $\text{NH}_3$  易形成分子间氢键，故  $\text{NH}_3$  的稳定性大于  $\text{PH}_3$

B. 石墨呈层状结构，层内以共价键结合，石墨可用作导电材料

C. 铁比铜金属性强，可用  $\text{FeCl}_3$  溶液制作印刷电路板

D. 聚乳酸具有生物相容性和可降解性，可用作手术缝合线

【答案】D

【详解】A.  $\text{NH}_3$  的稳定性高于  $\text{PH}_3$  是由于 N 的电负性比 P 更大，N-H 键键能比 P-H 键键能大，而非因为氢键；氢键影响物理性质如沸点等，A 错误；

B. 石墨呈层状结构，石墨导电性源于层内离域电子的自由移动，而非共价键本身，层内共价键描述正确但导电原因错误，B 错误；

C.  $\text{FeCl}_3$  用于腐蚀铜是因  $\text{Fe}^{3+}$  的氧化性强于  $\text{Cu}^{2+}$ ，与金属活动性顺序无直接因果关系，C 错误；

D. 聚乳酸的结构简式： $\left[ \text{O}-\underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{H}}{\text{C}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} \right]_n$ ，因含酯基结构可水解降解，且生物相容性好，

结构与用途对应正确，D 正确；

比故选 D。

11. 探究  $\text{NaClO}$  与  $\text{KI}$  溶液反应的实验如下：

实验I：向 10 mL  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{KI}$  溶液滴加 5 滴饱和  $\text{NaClO}$  溶液，溶液变为棕黄色，再滴加淀粉溶液，溶液变蓝。

实验II：向 10 mL 饱和  $\text{NaClO}$  溶液滴加 5 滴  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{KI}$  溶液，溶液变为黄绿色，再滴加淀粉溶液，溶液不变蓝，久置后，溶液黄绿色消失。

实验III：向 10 mL 含少量淀粉溶液的饱和  $\text{NaClO}$  溶液中滴加  $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{KI}$  溶液至过量。溶液先变为黄绿色，后颜色不断加深，同时溶液局部变蓝但很快褪去。继续滴加  $\text{KI}$  溶液，蓝色褪去速度变慢，最终溶液变为蓝色，且不再褪色。

已知：部分微粒在水溶液中的颜色： $\text{IO}^-$  (黄绿色)、 $\text{IO}_3^-$  (无色)。下列说法正确的是

A. 实验I中反应的离子方程式： $2\text{I}^- + \text{ClO}^- + 2\text{H}^+ = \text{I}_2 + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

B. 实验II中最初的主要还原产物为  $\text{Cl}_2$

C. 实验III“局部蓝色褪去”的原因可能是  $\text{I}_2$  被  $\text{ClO}^-$  氧化为  $\text{IO}^-$  或  $\text{IO}_3^-$

D. 由以上实验推断：较高浓度的  $\text{NaClO}$  溶液与  $\text{KI}$  溶液反应易生成  $\text{I}_2$

【答案】C

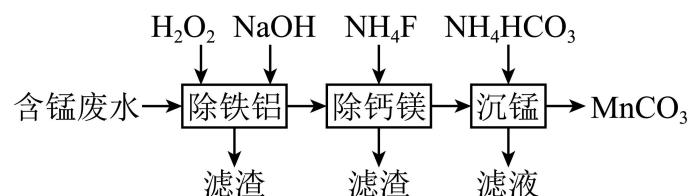
【详解】A. 实验I中 NaClO 溶液呈碱性, 反应式中的  $H^+$  不合理, 正确反应应为  $ClO^- + 2I^- + H_2O = I_2 + Cl^- + 2OH^-$ , A 错误;

B. 实验II中黄绿色为  $IO^-$  的颜色,  $ClO^-$  的还原产物是  $Cl^-$  而非  $Cl_2$ , B 错误;

C. 实验III中  $I_2$  被过量  $ClO^-$  进一步氧化为  $IO^-$  (黄绿色) 或  $IO_3^-$  (无色), 导致蓝色褪去, C 正确;

D. 实验II和III表明高浓度 NaClO 更易将  $I^-$  氧化为高价态产物 (如  $IO^-$ ), 而非  $I_2$ , D 错误; 故选 C。

12. 室温下, 以硫酸法生产钛白粉产生的含锰废水(主要金属离子为  $Mn^{2+}$ 、 $Fe^{2+}$ 、 $Al^{3+}$ , 还含有少量  $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ ) 为原料, 生产  $MnCO_3$  的过程如下:



已知:  $25^\circ C$  时,  $K_{a1}(H_2CO_3) = 4.5 \times 10^{-7}$ ,  $K_{a2}(H_2CO_3) = 4.7 \times 10^{-11}$ ,  $K_a(HF) = 3.5 \times 10^{-4}$ 。“沉锰”过程控制溶液  $pH = 7$ 。下列说法正确的是

A. 浓度均为  $0.1 mol \cdot L^{-1}$   $NH_4HCO_3$  和  $NH_4F$  溶液的  $NH_4^+$  的浓度:  $NH_4HCO_3 > NH_4F$

B. “除钙镁”过程所得滤液中:  $\frac{c(Ca^{2+})}{c(Mn^{2+})} > \frac{K_{sp}(CaF_2)}{K_{sp}(MnF_2)}$

C. “沉锰”时发生反应:  $Mn^{2+} + HCO_3^- = MnCO_3 \downarrow + H^+$

D. “沉锰”所得滤液中:  $c(NH_4^+) = c(HCO_3^-) + 2c(CO_3^{2-}) + c(F^-)$

【答案】B

【分析】含锰废水经过除铁铝时, 铁亚铁离子被氧化成铁离子, 铁离子和铝离子转化为氢氧化物沉淀, 经过除钙镁时, 钙离子和镁离子转化为氟化钙和氟化镁沉淀, 溶液中的锰离子在沉锰时转化为碳酸锰沉淀, 后经洗涤干燥得到纯净的碳酸锰。

【详解】A.  $NH_4HCO_3$  溶液中,  $HCO_3^-$  的水解会促进  $NH_4^+$  的水解;  $NH_4F$  溶液中,  $F^-$  的水解也会促进  $NH_4^+$  的水解。但  $HCO_3^-$  水解程度更大, 对  $NH_4^+$  水解的促进作用更强, 所以等浓度

的  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  和  $\text{NH}_4\text{F}$  溶液中,  $\text{NH}_4^+$  的浓度:  $\text{NH}_4\text{HCO}_3 < \text{NH}_4\text{F}$ , A 错误。

B. 除钙镁过程中的滤液中,  $c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{F}^-) = K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2)$ ,  $c(\text{Mn}^{2+}) \cdot c^2(\text{F}^-) < K_{\text{sp}}(\text{MnF}_2)$ , 所

以“除钙镁”过程所得的滤液中  $\frac{c(\text{Ca}^{2+})}{c(\text{Mn}^{2+})} > \frac{\frac{K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2)}{c^2(\text{F}^-)}}{\frac{K_{\text{sp}}(\text{MnF}_2)}{c^2(\text{F}^-)}} = \frac{K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2)}{K_{\text{sp}}(\text{MnF}_2)}$ , B 正确;

C. 氢离子存在时, 不能存在大量  $\text{MnCO}_3$ , 离子方程式为

$\text{Mn}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{MnCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , C 错误;

D. 沉锰所得滤液呈中性, 溶液中还有  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 、 $\text{NaF}$  等, 所以该溶液中还存在阳离子  $\text{Na}^+$ ,

故电荷守恒  $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{F}^-)$  不成立, D 错误;

故选 B。

13. 利用  $\text{CaS}$  循环再生可将燃煤尾气中的  $\text{SO}_2$  转化生产单质硫, 涉及的主要反应如下:

反应I:  $\text{CaS}(\text{s}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{S}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$

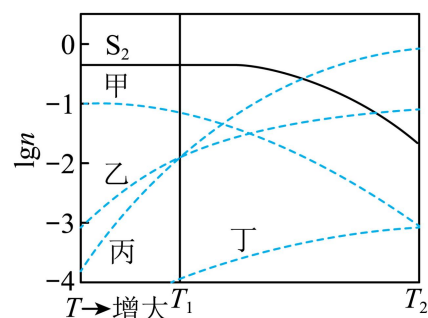
反应II:  $\text{CaSO}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CaS}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_2$

反应III:  $\text{SO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_3$

恒容条件下, 按 1 mol  $\text{CaS}$ , 1 mol  $\text{SO}_2$  和 0.1 mol  $\text{H}_2$  投料反应。平衡体系中, 各气态物种

的  $\lg n$  随温度的变化关系如题图所示,  $n$  为气态物种物质的量的值。

已知: 图示温度范围内反应II平衡常数  $K = 10^8$  基本不变。下列说法正确的是



A. 甲线所示物种为  $\text{H}_2\text{O}$

B. 反应I的焓变  $\Delta H_1 > 0$

C. 温度为  $T_1$ , 体系达平衡时, 若丁线所示物种为  $a$  mol, 则  $\text{CaS}$  为  $(75a + 0.5)$  mol

D. 温度为  $T_2$ ，体系达平衡后，压缩容器体积  $S_2$  产率增大。与压缩前相比，重新达平衡

时， $\frac{c(\text{H}_2\text{S})}{c(\text{H}_2)}$  减小

【答案】C

【分析】根据图示温度范围内反应II平衡常数  $K = \frac{c^4(\text{H}_2\text{O})}{c^4(\text{H}_2)} = 10^8$  基本不变， $\frac{c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{H}_2)} = 100$ ，

$\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{H}_2$  对应曲线的变化趋势相同， $\lg n$  的差值为 2，判断丁为  $\text{H}_2$ ，乙为  $\text{H}_2\text{O}$ ，随着温度升高， $\text{H}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$  的物质的量均增大，根据 H 原子守恒，则  $\text{H}_2\text{S}$  的物质的量减少，甲为  $\text{H}_2\text{S}$ ，丙为  $\text{SO}_2$ 。

【详解】A. 根据分析可知，“甲”对应的物种是  $\text{H}_2\text{S}$ ，故 A 错误；

B. 图可见，曲线  $S_2$  随 T 升高时其  $\lg n$  反而减小，说明升温使反应I中生成  $S_2$  的平衡转向反应物一侧，即升温不利于  $S_2$  生成；可判断反应I为放热反应，故  $\Delta H_1 < 0$ ，故 B 错误；

C. 温度为  $T_1$ ，体系达平衡时，若丁线所示物种为  $\text{H}_2$ ，物质的量为 a mol，则  $\text{H}_2\text{O}$  的物质的量为 100a mol， $n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{SO}_2) = 100a \text{ mol}$ ，根据 O 原子守恒，

$2 \times n(\text{SO}_2) + n(\text{H}_2\text{O}) + 4 \times n(\text{CaSO}_4) = 2 \text{ mol}$ ， $2 \times 100a + 100a + n(\text{CaSO}_4) = 2 \text{ mol}$ ， $n(\text{CaSO}_4) = (0.5 - 75a) \text{ mol}$ ，

根据 Ca 原子守恒， $n(\text{CaS}) + n(\text{CaSO}_4) = 1 \text{ mol}$ ， $n(\text{CaS}) = (75a + 0.5) \text{ mol}$ ，故 C 正确；

D. 反应 I + 反应 II - 反应 III  $\times 2$  可得  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{S}_2(\text{g})$ ，平衡常数

$K = \frac{c^2(\text{H}_2) \times c(\text{S}_2)}{c^2(\text{H}_2\text{S})} = \left[ \frac{c(\text{H}_2)}{c(\text{H}_2\text{S})} \right]^2 \times c(\text{S}_2)$ ，压缩体积增大压强， $c(\text{S}_2)$  增大，K 不变， $\frac{c(\text{H}_2)}{c(\text{H}_2\text{S})}$  减小，

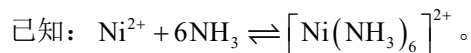
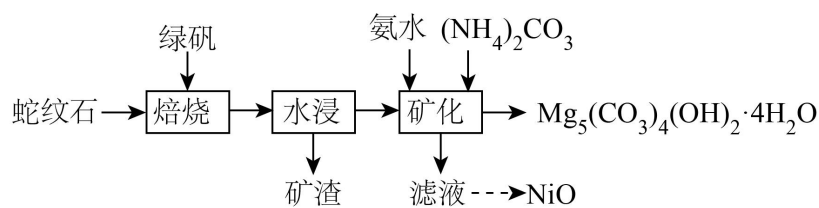
$\frac{c(\text{H}_2\text{S})}{c(\text{H}_2)}$  增大，故 D 错误；

答案选 C。

## 二、解答题

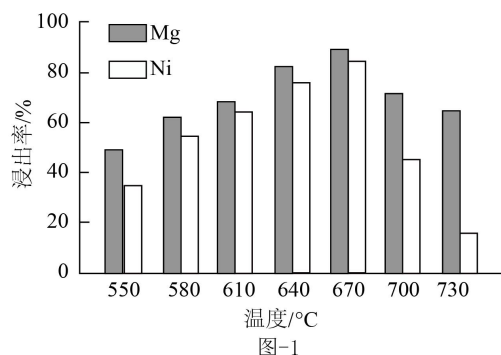
14. 利用蛇纹石[主要含  $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  和少量 Ni、Fe 化合物等]制备

$\text{Mg}_5(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  的工业生产流程如下。



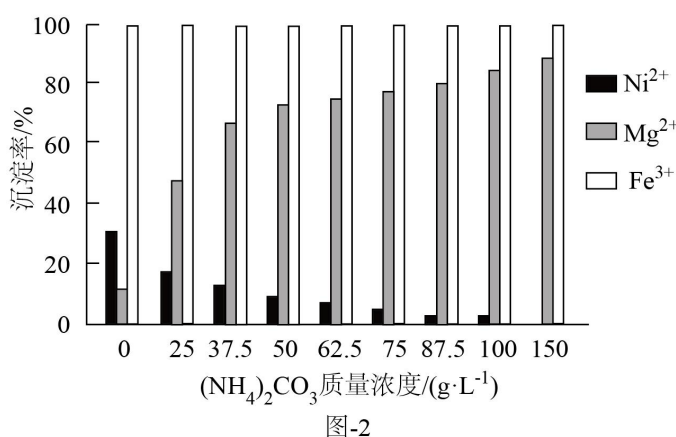
(1)“焙烧”时，绿矾( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )在高温下分解得到红棕色固体和气体产物  $\text{SO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  和 \_\_\_\_\_。  $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  与  $\text{SO}_3$  反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_。

(2)焙烧温度与  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$  的浸出率关系如题图-1 所示。焙烧温度超过  $670^\circ\text{C}$  时，镁、镍“水浸”时浸出率下降的原因为 \_\_\_\_\_。



(3)“矿化”时， $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$  的沉淀率随  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  质量浓度的变化关系如题图-2 所示。

$\text{Ni}^{2+}$  的沉淀率随  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  质量浓度增大而逐渐降低的原因是 \_\_\_\_\_。



(4)“矿化”后的滤液中，镍以  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  形式存在， $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  为正八面体构型(如题图-3 所示)，则  $[\text{Ni}(\text{CO})_2(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  的结构有 \_\_\_\_\_ 种，画出其中的一种结构 \_\_\_\_\_ (CO 中碳原子为配位原子)。

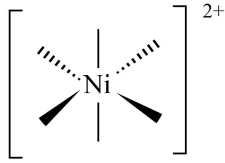


图-3

(5)由滤液得到的 NiO 的晶胞如题图-4 所示，晶胞中距离  $\text{Ni}^{2+}$  最近的  $\text{O}^{2-}$  的个数为

\_\_\_\_\_。

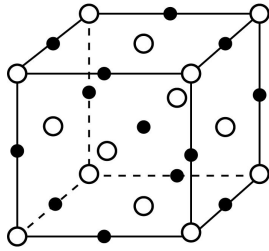
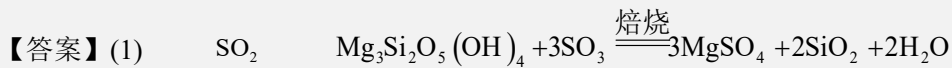
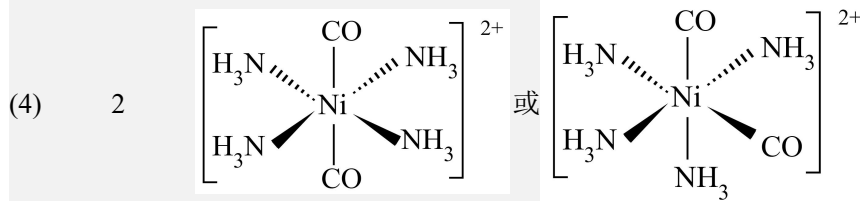


图-4



(2)温度过高时，绿矾会快速分解，未与蛇纹石反应充分就逸出，导致浸出率下降

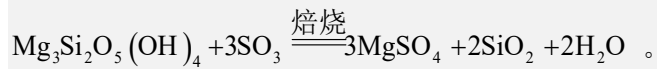
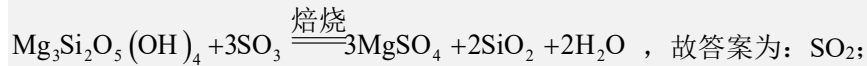
(3)随  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  的质量浓度增大， $\text{NH}_4^+$  浓度增大， $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  逆向移动， $\text{NH}_3$  浓度增大，导致  $\text{Ni}^{2+} + 6\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  正向移动， $\text{Ni}^{2+}$  的沉淀率减小



(5)6

【分析】利用蛇纹石[主要含  $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  和少量 Ni、Fe 化合物等]制备  $\text{Mg}_5(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ，蛇纹石加入绿矾焙烧，生成硫酸镁， $\text{SiO}_2$ ，水浸过滤除去  $\text{SiO}_2$ ，硫酸镁加入氨水、碳酸铵矿化，生成  $\text{Mg}_5(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ，过滤得到  $\text{Mg}_5(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ，滤液含 Ni，最终生成 NiO，据此解答。

【详解】(1)“焙烧”时，绿矾( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )在高温下分解得到红棕色固体( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )和气体产物  $\text{SO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{SO}_2$ ； $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$  与  $\text{SO}_3$  反应的化学方程式为

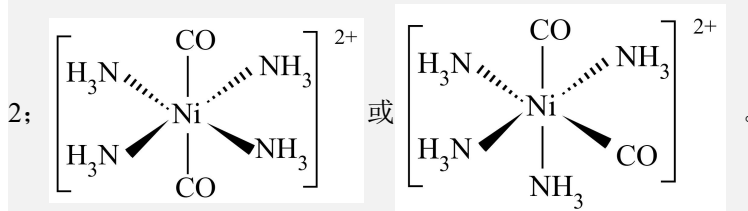
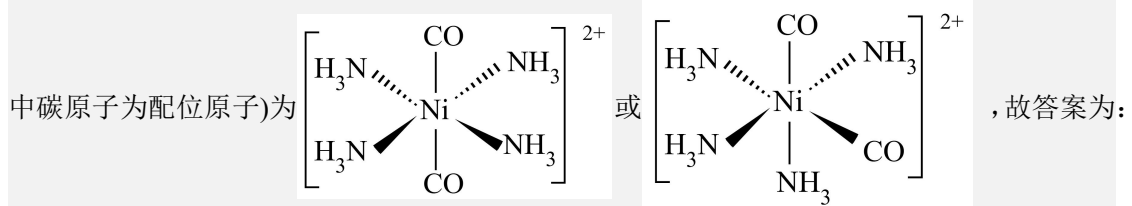


(2) 焙烧温度超过 670°C 时, 镁、镍“水浸”时浸出率下降的原因为温度过高时, 绿矾会快速分解, 未与蛇纹石反应充分就逸出, 导致浸出率下降, 故答案为: 温度过高时, 绿矾会快速分解, 未与蛇纹石反应充分就逸出, 导致浸出率下降。

(3) “矿化”时,  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$  的沉淀率随  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  质量浓度的变化关系如图-2 所示。 $\text{Ni}^{2+}$  的沉淀率随  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  质量浓度增大而逐渐降低的原因是, 故答案为: 随  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  的质量浓度增大,  $\text{NH}_4^+$  浓度增大,  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$  逆向移动,  $\text{NH}_3$  浓度增大, 导致  $\text{Ni}^{2+} + 6\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$  正向移动,  $\text{Ni}^{2+}$  的沉淀率减小。

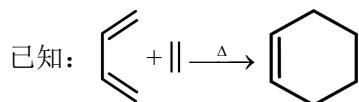
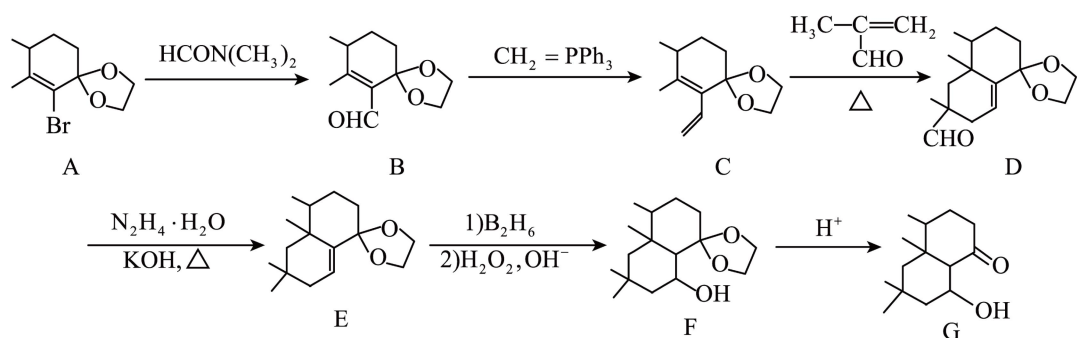
(4)

$[\text{Ni}(\text{CO})_2(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  的结构中, CO 可位于平面的相邻和相对 2 种位置, 其中的一种结构(CO



(5) 无论以面心还是体心的离子为基准, 晶胞中距离  $\text{Ni}^{2+}$  最近的  $\text{O}^{2-}$  的个数为 6, 故答案为: 6。

15. 化合物 G 是合成新型止咳药物的中间体, 一种合成路线如下:



(1) D 中含氧官能团的名称为\_\_\_\_\_。

(2) A→B 的反应类型为\_\_\_\_\_。

(3) C→D 的副产物分子式为  $C_{16}H_{24}O_3$ ，其结构简式为\_\_\_\_\_。

(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：\_\_\_\_\_。

①能与  $FeCl_3$  溶液发生显色反应；

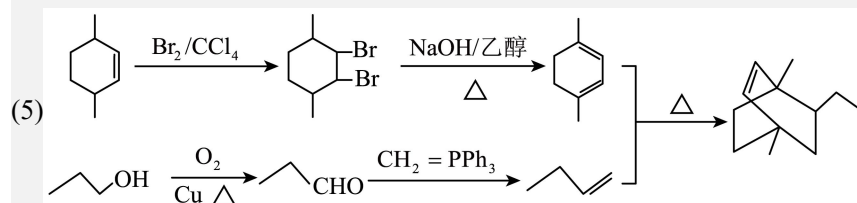
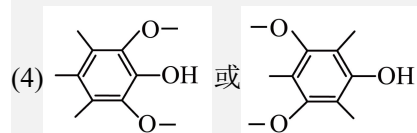
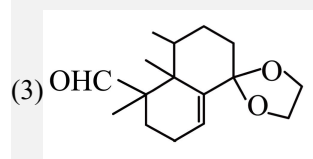
②分子中不同化学环境的氢原子个数比是 6:6:3:1。

(5) 写出以 、 $CH_3CH_2CH_2OH$  和  $CH_2=PPh_3$  为原料合成 的合成路线流程图

(无机试剂和有机溶剂任用，合成路线流程图示意图示例见本题题干)\_\_\_\_\_。

【答案】(1)醚键、醛基

(2)取代反应



【分析】A 中得 Br 被醛基取代生成 B，B 经反应转化为烯烃结构的化合物 C，C 中的烯烃

结构与醛基结合，生成含双醛基的化合物 D，D 发生消去反应（脱去小分子），形成不饱和键，生成化合物 E，E 先与硼烷发生加成反应，再经氧化，将不饱和键转化为羟基，生成含羟基的化合物 F，在 H<sup>+</sup>催化下，发生分子内的结构重排，最终生成目标中间体 G。

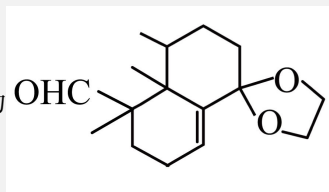
【详解】(1) 观察 D 的结构，其含有的含氧官能团为醚键和醛基；

(2) A 的结构含 Br 和 HCON(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>，B 的结构中 Br 被 OHC-取代，因此反应类型为取代反应；

(3)

C→D 是炔烃 HC≡C-CH<sub>3</sub> 与醛基的加成反应，主产物是炔基与一个醛基加成；副产物是炔基

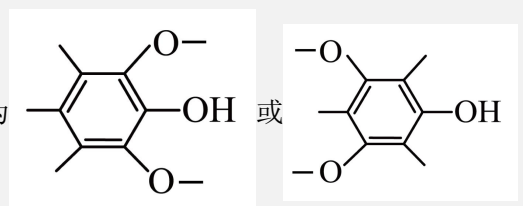
与另一个醛基加成（结合分子式 C<sub>16</sub>H<sub>22</sub>O<sub>3</sub>），结构简式为



(4)

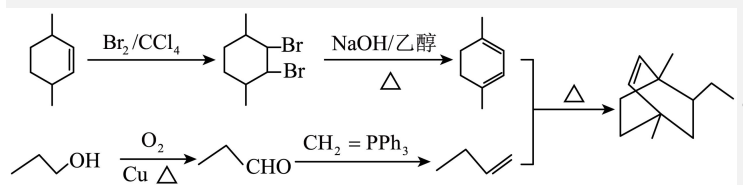
能与 FeCl<sub>3</sub> 显紫色→含酚羟基；氢原子化学环境比 6:3:1→结构高度对称（如 2 个甲氧基、

1 个酚羟基，且对称分布）。符合条件的结构为



(5)

以原料为基础，步骤如下：原料与 Br<sub>2</sub>/CCl<sub>4</sub> 加成得二溴代物；二溴代物经 NaOH/乙醇消去得炔烃；CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH 经 O<sub>2</sub>/Cu 氧化得丙醛；丙醛与 CH<sub>2</sub>=PPh<sub>3</sub> 反应得烯烃；炔烃再与烯烃加成得目标产物，合成路线可表示为



16. 含放射性碘(I<sup>-</sup>)废水的排放会引起人体甲状腺疾病。

(1) 检验含碘废水是否含 I<sub>2</sub> 的操作是\_\_\_\_\_。

(2) 实验室用 CuCl 粉末处理含碘(I<sup>-</sup>)废水生成 CuI，实验过程如下：

实验开始前通一段时间的 N<sub>2</sub>，然后再加入一定量的 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 溶液后，再加入 CuCl 悬浊液。

加入 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 溶液的目的之一是还原 CuCl 被 O<sub>2</sub> 氧化产生的 Cu<sup>2+</sup>，写出 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 与 Cu<sup>2+</sup> 反应

生成 CuI 的离子方程式：\_\_\_\_\_；加入 Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> 溶液的另一目的是\_\_\_\_\_。

(3)测定含碘废水中 I<sup>-</sup> 的含量并回收 I<sub>2</sub>。

①准确量取 50.00 mL 含碘废水，加入 20 mL CCl<sub>4</sub> 萃取分液后，向萃取后的水溶液中加入适量乙酸酸化并加入指示剂，用 0.025 mol·L<sup>-1</sup> AgNO<sub>3</sub> 溶液滴定至终点，消耗 AgNO<sub>3</sub> 溶液 22.00 mL，则含碘废水中 I<sup>-</sup> 的质量浓度为\_\_\_\_\_ g·L<sup>-1</sup> (写出计算过程)。若测定结果比实际 I<sup>-</sup> 含量高，可能的原因为\_\_\_\_\_。(假设其它物质不与 AgNO<sub>3</sub> 反应)

②补充完整从含碘废水中回收 I<sub>2</sub> 的实验：向含碘废水中\_\_\_\_\_，低温干燥，将固体放入烧杯中加热，得到粗碘。(须用到的试剂：稀 HNO<sub>3</sub>，活性炭，NaOH 溶液，空气)

【答案】(1)取少量废水于试管中，滴加少量淀粉溶液，若不变蓝，则无 I<sub>2</sub>

(2)  $2\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{I}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CuI} \downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$  除去溶液中残留的 O<sub>2</sub>，防止 I<sup>-</sup> 被 O<sub>2</sub> 氧化

(3)  $n(\text{AgNO}_3) = 0.025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 5.5 \times 10^{-4} \text{ mol}$ ,

$n(\text{I}^-) = n(\text{AgNO}_3) = 5.5 \times 10^{-4} \text{ mol}$ ， $m(\text{I}^-) = 5.5 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 127 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 6.985 \times 10^{-2} \text{ g}$ ，I<sup>-</sup> 的质量浓度 =  $\frac{6.985 \times 10^{-2} \text{ g}}{0.05 \text{ L}} = 1.397 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  未萃取完的 I<sub>2</sub> 或其它含碘微粒转化为 I<sup>-</sup>，增加

AgNO<sub>3</sub> 用量 加入稀 HNO<sub>3</sub> 氧化 I<sup>-</sup> 为 I<sub>2</sub>，再加入活性炭吸附 I<sub>2</sub>，过滤，用 NaOH 溶液洗脱活性炭上的 I<sub>2</sub>，向洗脱液中通入空气（或加稀 HNO<sub>3</sub> 酸化）使 I<sub>2</sub> 重新析出，过滤得到 I<sub>2</sub> 固体

【详解】(1) 淀粉遇 I<sub>2</sub> 变蓝，利用该性质可检验 I<sub>2</sub> 的存在，则正确的操作是取少量废水于试管中，滴加少量淀粉溶液，若不变蓝，则无 I<sub>2</sub>；

(2) Cu<sup>2+</sup> 被 SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 还原为 CuI，SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 被氧化为 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>，结合原子守恒、电子守恒规律配平离子方程式为： $2\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{I}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CuI} \downarrow + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ ；SO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 具有还原性，可与水中溶解的 O<sub>2</sub> 反应，防止 I<sup>-</sup> 被 O<sub>2</sub> 氧化；

(3)  $n(\text{AgNO}_3) = 0.025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.00 \times 10^{-3} \text{ L} = 5.5 \times 10^{-4} \text{ mol}$ ，

$n(\text{I}^-) = n(\text{AgNO}_3) = 5.5 \times 10^{-4} \text{ mol}$  ,  $m(\text{I}^-) = 5.5 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 127 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 6.985 \times 10^{-2} \text{ g}$  ,  $\text{I}^-$  的质量浓度  $= \frac{6.985 \times 10^{-2} \text{ g}}{0.05 \text{ L}} = 1.397 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  ;

若测定结果比实际  $\text{I}^-$  含量高, 可能的原因为未萃取完的  $\text{I}_2$  或其它含碘微粒转化为  $\text{I}^-$  , 增加  $\text{AgNO}_3$  用量;

利用氧化还原反应实现  $\text{I}^-$  与  $\text{I}_2$  的转化, 结合活性炭吸附和碱溶洗脱分离提纯  $\text{I}_2$  , 即加入稀  $\text{HNO}_3$  氧化  $\text{I}^-$  为  $\text{I}_2$  , 再加入活性炭吸附  $\text{I}_2$  , 过滤, 用  $\text{NaOH}$  溶液洗脱活性炭上的  $\text{I}_2$

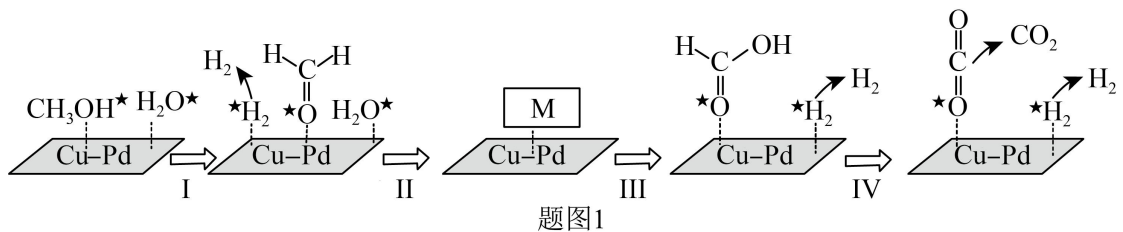
( $3\text{I}_2 + 6\text{NaOH} = 5\text{NaI} + \text{NaIO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$  ) , 向洗脱液中通入空气 (或加稀  $\text{HNO}_3$  酸化) 使  $\text{I}_2$  重新析出, 过滤得到  $\text{I}_2$  固体。

17. 利用  $\text{CO}_2$  气体合成甲醇、二甲醚, 可以减少  $\text{CO}_2$  排放。

(1)  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  可以制取  $\text{CH}_3\text{OH}$  , 在  $300^\circ\text{C}$ 、 $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  催化作用下  $\text{CH}_3\text{OH}$  可以合成  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  , 写出  $\text{CH}_3\text{OH}$  合成  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  的化学反应方程式\_\_\_\_\_。

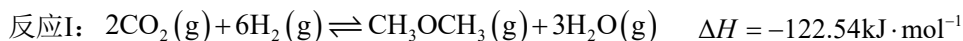
(2)①甲醇重整制氢:  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +49.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  , 已知:  $\text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) = \text{CaCO}_3(\text{s}) \quad \Delta H = -178.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  。向重整反应体系中加入适量  $\text{CaO}$  的优点是\_\_\_\_\_。

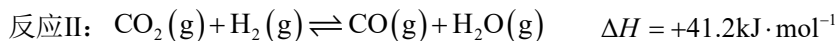
②在  $\text{Cu-Pd}$  合金表面, 甲醇与水蒸气重整反应的机理如题图-1 所示(“★”表示此微粒吸附在催化剂表面,  $\text{M}$  为反应过程的中间产物)。



已知步骤II中碳氧双键与  $\text{H}_2\text{O}$  发生加成反应, 根据元素电负性的变化规律, 推导  $\text{M}$  的结构简式\_\_\_\_\_。若用  $\text{CH}_3\text{OD}$  代替  $\text{CH}_3\text{OH}$  , 则生成氢气的分子式为\_\_\_\_\_。催化剂长时间使用后, 因有积炭而失去活性。为减少积炭, 可采用的方法是\_\_\_\_\_。

(3)  $\text{CO}_2$  催化加氢合成二甲醚:

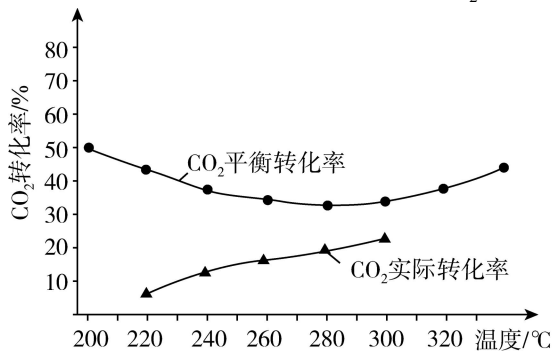




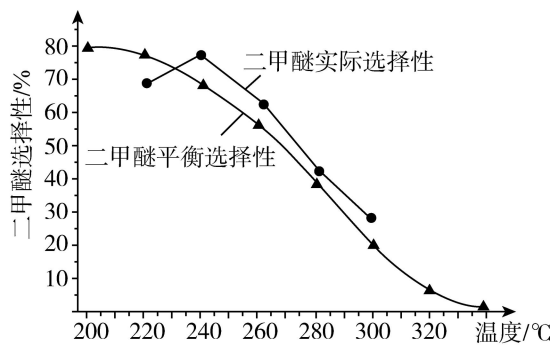
其他条件相同时, 反应一段时间, 反应温度对  $\text{CO}_2$  平衡转化率及  $\text{CO}_2$  实际转化率影响如题图

-2 所示; 反应温度对二甲醚的平衡选择性及二甲醚实际选择性影响如题图-3 所示。(已知:

$$\text{CH}_3\text{OCH}_3 \text{ 的选择性} = \frac{\text{生成二甲醚的CO}_2\text{物质的量}}{\text{反应共消耗CO}_2\text{物质的量}} \times 100\%$$



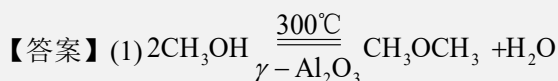
题图2



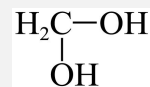
题图3

①题图-2 中, 温度高于  $290^\circ\text{C}$ ,  $\text{CO}_2$  平衡转化率随温度升高而上升的可能原因是\_\_\_\_\_。

②题图-3 中, 在  $240^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$  范围内, 相同温度下, 二甲醚的实际选择性高于平衡选择性, 结合活化能从化学反应速率的角度解释原因: \_\_\_\_\_。



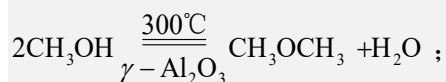
(2) 吸收  $\text{CO}_2$ , 且反应放热, 促进反应正向移动, 提高氢气的产率



$\text{H}_2$  和  $\text{HD}$  适当增加水蒸气的用量

(3) 温度高于  $290^\circ\text{C}$ , 随着温度升高, 平衡时反应II向右进行的程度增大, 反应I向右进行的程度减小, 且前者增大的幅度大于后者减小的程度。使  $\text{CO}_2$  的平衡转化率上升 反应I的活化能比反应II的活化能低, 导致在未达到平衡时, 反应I的速率相对更快, 因此二甲醚的实际选择性高于其平衡值

【详解】(1) 根据原子守恒可知,  $\text{CH}_3\text{OH}$  合成  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  的化学反应方程式为



(2) ①甲醇重整制氢  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +49.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 已知  $\text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) = \text{CaCO}_3(\text{s}) \quad \Delta H = -178.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , 向重整反应体系中加入适量  $\text{CaO}$  的优

点是吸收  $\text{CO}_2$  且反应放热，促进反应正向移动，提高氢气的产率；

②根据元素电负性的变化规律，推导 M 的结构简式为  $\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{HO} & & \text{OH} \end{array}$ ，若用  $\text{CH}_3\text{OD}$  代替  $\text{CH}_3\text{OH}$ ，

则生成氢气的分子式为  $\text{H}_2$  和  $\text{HD}$ ，催化剂长时间使用后，因有积炭而失去活性，为减少积炭，可采用的方法是适当增加水蒸气的用量；

(3) ①图-2 中，温度高于  $290^\circ\text{C}$ ， $\text{CO}_2$  的平衡转化率随温度升高而上升的可能原因是，温度高于  $290^\circ\text{C}$ ，随着温度升高，平衡时反应 II 向右进行的程度增大，反应 I 向右进行的程度减小，且前者增大的幅度大于后者减小的程度，使得  $\text{CO}_2$  的平衡转化率上升；

②图-3 中，在  $240^\circ\text{C}\sim 300^\circ\text{C}$  范围内，相同温度下，二甲醚的实际选择性高于平衡选择性，结合活化能从化学反应速率的角度解释原因是反应 I 的活化能比反应 II 的活化能低，导致在未达到平衡时，反应 I 的速率相对更快，因此二甲醚的实际选择性高于其平衡值。