

# 2025年普通高中学业水平选择性考试(江苏卷)

## 化学

本试卷满分 100 分，考试时间 75 分钟。

可能用到的相对原子质量：

H—1 C—12 O—16 S—32 Cl—35.5 K—39

Fe—56 Zn—65 As—75 Cd—112 Ce—140

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. 大气中的氮是取之不尽的天然资源。下列工业生产中以氮气作反应物的是


- A. 工业合成氨      B. 湿法炼铜      C. 高炉炼铁      D. 接触法制硫酸

2. 科学家通过核反应  ${}_0^1\text{n} + {}_3^6\text{Li} \rightarrow {}_1^3\text{H} + {}_2^4\text{He}$  发现氚( ${}_1^3\text{H}$ )。下列说法正确的是




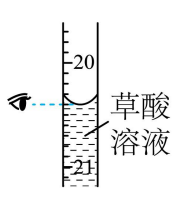
A.  ${}_0^1\text{n}$  表示一个质子

B.  ${}_3^6\text{Li}$  的基态原子核外电子排布式为  $1s^1 2s^2$

C.  ${}_1^3\text{H}$  与  ${}_1^2\text{H}$  互为同位素

D.  ${}_2^4\text{He}$  的原子结构示意图为 

3. 用  $0.05000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  草酸( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) 溶液滴定未知浓度的 NaOH 溶液。下列实验操作规范的是

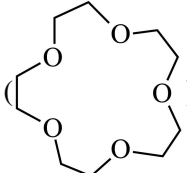
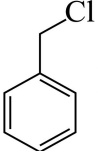
|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|  |  |  |  |
| A. 配制草酸溶液   | B. 润洗滴定管  | C. 滴定   | D. 读数  |

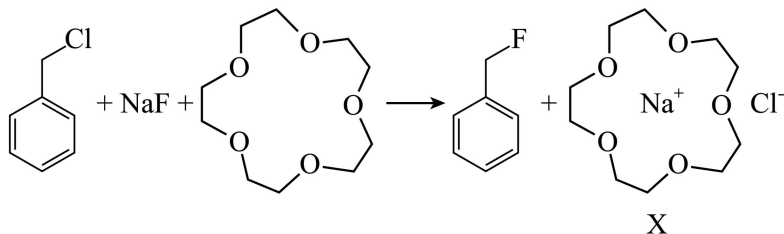
A. A

B. B

C. C

D. D

4. 在溶有 15-冠-5 () 的有机溶剂中, 苄氯() 与 NaF 发生反应:



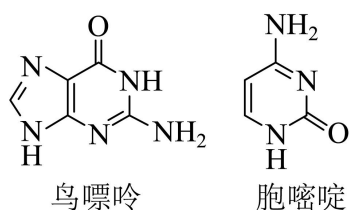
下列说法正确的是

- A. 苄氯是非极性分子  
B. 电负性:  $\chi(\text{F}) < \chi(\text{Cl})$   
C. 离子半径:  $r(\text{F}^-) > r(\text{Na}^+)$   
D. X 中 15-冠-5 与  $\text{Na}^+$  间存在离子键

阅读材料, 完成下列小题:

中国对人类科学进步与技术发展贡献卓著。黑火药(主要成分:  $\text{KNO}_3$ 、S 和 C)是中国古代四大发明之一。侯德榜发明的“联合制碱法”将合成氨法与氨碱法联合, 突破了国外制碱技术封锁。我国科学家在世界上首次人工合成结晶牛胰岛素; 采用有机合成与酶促合成相结合的方法, 人工合成了酵母丙氨酸转移核糖核酸。徐光宪提出的稀土串级萃取理论使我国稀土提取技术取得重大进步。屠呦呦等采用低温、乙醚冷浸提取的青蒿素( $\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_5$ , 含  $-\text{O}-\text{O}-$ ) 在治疗疟疾中起到重要作用。闵恩泽研制新型催化剂解决了重油裂解难题。

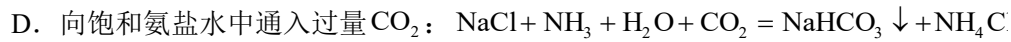
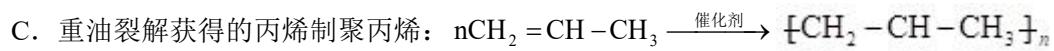
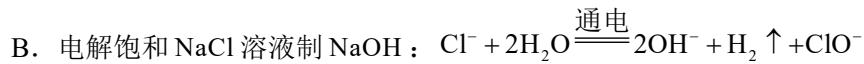
5. 下列说法正确的是



- A. 硫黄有  $\text{S}_2$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{S}_4$  等多种同素异形体  
B. 高温下青蒿素分子结构稳定  
C.  $\text{NH}_3$  分子中  $\text{H}-\text{N}-\text{H}$  键角大于  $\text{CH}_4$  分子中  $\text{H}-\text{C}-\text{H}$  键角  
D. 题图所示的碱基鸟嘌呤与胞嘧啶通过氢键互补配对

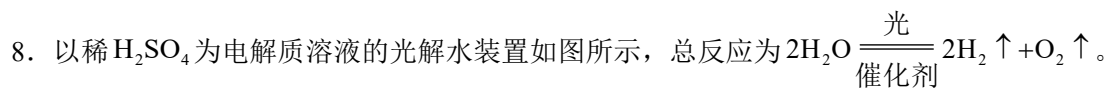
6. 下列化学反应表示正确的是

- A. 黑火药爆炸:  $2\text{KNO}_3 + \text{C} + 3\text{S} = \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{N}_2 \uparrow + 3\text{SO}_2 \uparrow$

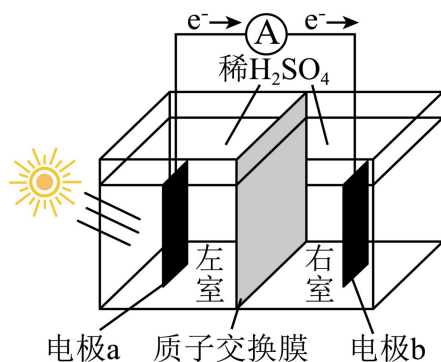


7. 下列物质组成或性质与分离提纯方法对应关系正确的是

- 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.  $\text{CCl}_4$  难溶于水、比水易溶解  $\text{I}_2$ , 可用  $\text{CCl}_4$  萃取碘水中的  $\text{I}_2$
- D. 不同的烃密度不同, 可通过分馏从石油中获得汽油、柴油

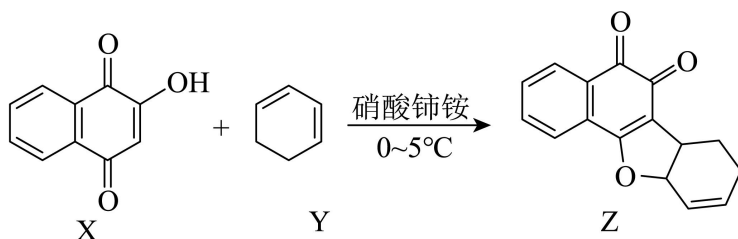


下列说法正确的是



- A. 电极 a 上发生氧化反应生成  $\text{O}_2$
- B.  $\text{H}^+$  通过质子交换膜从右室移向左室
- C. 光解前后,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液的 pH 不变
- D. 外电路每通过  $0.01\text{mol}$  电子, 电极 b 上产生  $0.01\text{molH}_2$

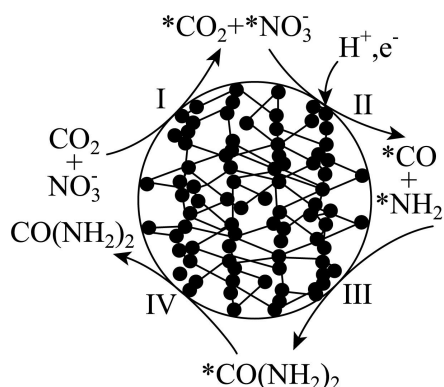
9. 化合物 Z 是一种具有生理活性的多环咪喃类化合物, 部分合成路线如下:



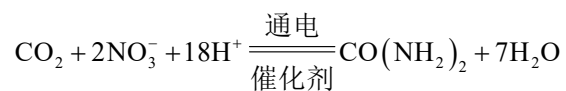
下列说法正确的是

- A. 1molX 最多能和 4molH<sub>2</sub> 发生加成反应
- B. Y 分子中 sp<sup>3</sup> 和 sp<sup>2</sup> 杂化的碳原子数目比为 1:2
- C. Z 分子中所有碳原子均在同一个平面上
- D. Z 不能使 Br<sub>2</sub> 的 CCl<sub>4</sub> 溶液褪色

10. CO<sub>2</sub> 与 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 通过电催化反应生成 CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>, 可能的反应机理如图所示(图中吸附在催化剂表面的物种用“\*”标注)。下列说法正确的是



- A. 过程II和过程III都有极性共价键形成
- B. 过程II中 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 发生了氧化反应
- C. 电催化 CO<sub>2</sub> 与 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 生成 CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> 的反应方程式:



- D. 常温常压、无催化剂条件下, CO<sub>2</sub> 与 NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O 反应可生产 CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>

11. 探究含铜化合物性质的实验如下:

步骤I 取一定量 5%CuSO<sub>4</sub> 溶液, 加入适量浓氨水, 产生蓝色沉淀。

步骤II 将沉淀分成两等份, 分别加入相同体积的浓氨水、稀盐酸, 沉淀均完全溶解, 溶液

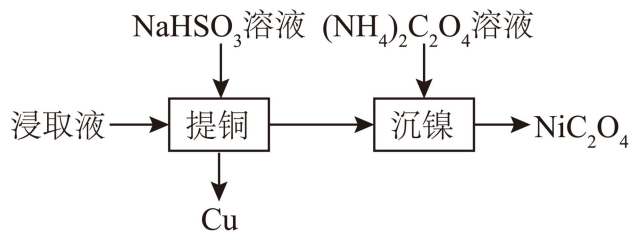
分别呈现深蓝色、蓝色。

步骤Ⅲ 向步骤Ⅱ所得的深蓝色溶液中插入一根打磨过的铁钉，无明显现象；继续加入稀盐酸，振荡后静置，产生少量气泡，铁钉表面出现红色物质。

下列说法正确的是

- A. 步骤Ⅰ产生的蓝色沉淀为  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$
- B. 步骤Ⅱ的两份溶液中： $c_{\text{深蓝色}}(\text{Cu}^{2+}) < c_{\text{蓝色}}(\text{Cu}^{2+})$
- C. 步骤Ⅲ中无明显现象是由于铁钉遇深蓝色溶液迅速钝化
- D. 步骤Ⅲ中产生气体、析出红色物质的反应为  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{Fe}^{2+} + 4\text{NH}_3 \uparrow$

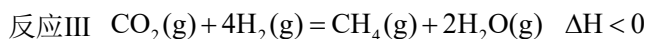
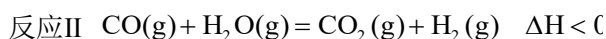
12. 室温下，有色金属冶炼废渣(含 Cu、Ni、Si 等的氧化物)用过量的较浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液酸浸后，提取铜和镍的过程如下所示。



已知： $K_a(\text{HSO}_4^-) = 1.2 \times 10^{-2}$ ,  $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 1.2 \times 10^{-2}$ ,  $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 6.0 \times 10^{-8}$ 。下列说法正确的是

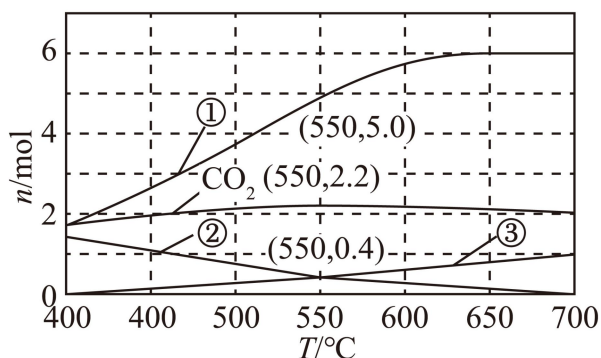
- A. 较浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液中： $c(\text{H}^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$
- B.  $\text{NaHSO}_3$  溶液中： $2\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{SO}_3$  的平衡常数  $K = 5.0 \times 10^{-6}$
- C.  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液中： $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{H}^+)$
- D. “提铜”和“沉镍”后的两份滤液中： $c_{\text{提铜}}(\text{Na}^+) = c_{\text{沉镍}}(\text{Na}^+)$

13. 甘油( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ )水蒸气重整获得  $\text{H}_2$  过程中的主要反应：



$1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  条件下， $1 \text{ mol C}_3\text{H}_8\text{O}_3$  和  $9 \text{ mol H}_2\text{O}$  发生上述反应达平衡状态时，体系中

CO、H<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>和CH<sub>4</sub>的物质的量随温度变化的理论计算结果如图所示。下列说法正确的是

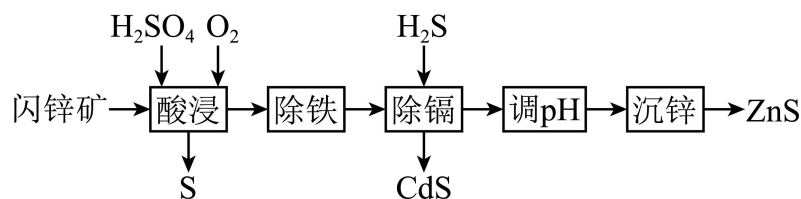


- A. 550°C时，H<sub>2</sub>O的平衡转化率为20%
- B. 550°C反应达平衡状态时， $n(\text{CO}_2):n(\text{CO})=11:25$
- C. 其他条件不变，在400~550°C范围，平衡时H<sub>2</sub>O的物质的量随温度升高而增大
- D. 其他条件不变，加压有利于增大平衡时H<sub>2</sub>的物质的量

## 二、非选择题：共4题，共61分。

14. ZnS可用于制备光学材料和回收砷。

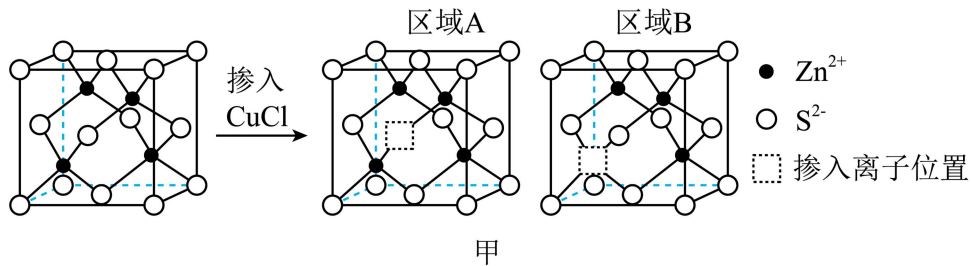
(1)制备ZnS。由闪锌矿[含ZnS、FeS及少量硫化镉(CdS)等]制备ZnS的过程如下：



已知： $K_{sp}(\text{ZnS})=1.6\times 10^{-24}$ ， $K_{sp}(\text{CdS})=8.0\times 10^{-27}$ ， $K_{a1}(\text{H}_2\text{S})=1.0\times 10^{-7}$ ， $K_{a2}(\text{H}_2\text{S})=1.2\times 10^{-13}$ 。

当离子浓度小于 $1.0\times 10^{-5}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时，认为离子沉淀完全。

- ①酸浸时通入O<sub>2</sub>可提高Zn<sup>2+</sup>浸出率的原因是\_\_\_\_\_。
- ②通入H<sub>2</sub>S除镉。通过计算判断当溶液pH=0、 $c(\text{H}_2\text{S})=0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时，Cd<sup>2+</sup>是否沉淀完全(写出计算过程)。
- ③沉锌前调节溶液的pH至4~5，加入的氧化物为\_\_\_\_\_ (填化学式)。
- (2)制备光学材料。如图甲所示，ZnS晶体中掺入少量CuCl后，会出现能量不同的“正电”区域、“负电”区域，光照下发出特定波长的光。

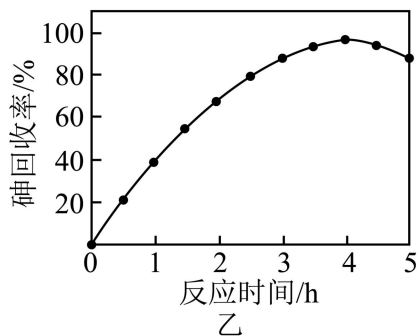


区域 A “”中的离子为\_\_\_\_\_ (填离子符号), 区域 B 带\_\_\_\_\_ (填“正电”或“负电”)。

(3)回收砷。用 ZnS 去除酸性废液中的三价砷[As(III)], 并回收生成的  $\text{As}_2\text{S}_3$  沉淀。

已知: 溶液中 As(III) 主要以弱酸  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  形式存在,  $\text{As}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}_3\text{AsO}_3 + 3\text{H}_2\text{S}$ 。

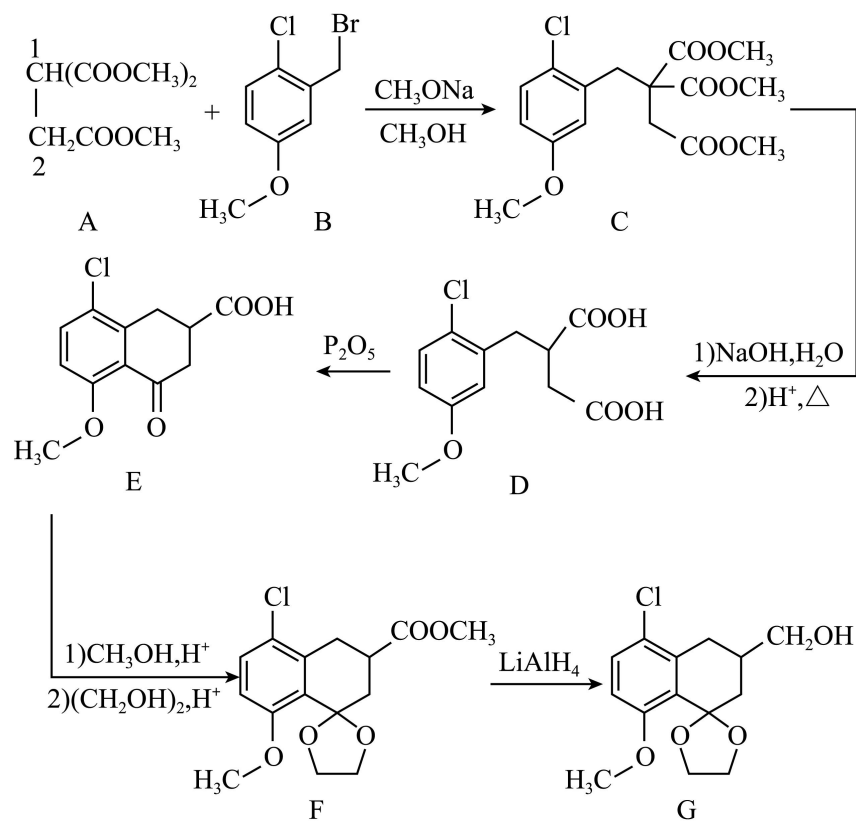
$60^\circ\text{C}$  时, 按  $n(\text{S}):n(\text{As}) = 7:1$  向酸性废液中加入 ZnS, 砷回收率随反应时间的变化如图乙所示。



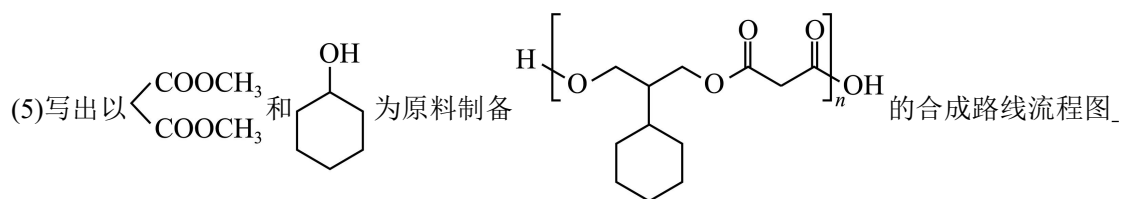
①写出 ZnS 与  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  反应生成  $\text{As}_2\text{S}_3$  的离子方程式: \_\_\_\_\_。

②反应 4h 后, 砷回收率下降的原因有\_\_\_\_\_。

15. G 是一种四环素类药物合成中间体, 其合成路线如下:



- (1) A 分子中，与 2 号碳相比，1 号碳的 C—H 键极性相对 \_\_\_\_\_ (填“较大”或“较小”)。
- (2) D → E 会产生与 E 互为同分异构体且含五元环的副产物，其结构简式为 \_\_\_\_\_。
- (3) E 分子中含氧官能团名称为醚键、羰基和 \_\_\_\_\_，F 分子中手性碳原子数目为 \_\_\_\_\_。
- (4) 写出同时满足下列条件的 G 的一种同分异构体的结构简式： \_\_\_\_\_。
- ① 含有 3 种不同化学环境的氢原子；② 碱性条件下水解后酸化，生成 X 和 Y 两种有机产物， $n(X):n(Y)=2:1$ ，X 的相对分子质量为 60，Y 含苯环且能与  $\text{FeCl}_3$  溶液发生显色反应。



(无机试剂和两碳以下的有机试剂任用，合成路线示例见本题题干)。

16. 海洋出水铁质文物表面有凝结物，研究其形成原理和脱氯方法对保护文物意义重大。

(1) 文物出水清淤后，须尽快浸泡在稀  $\text{NaOH}$  或  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中进行现场保护。

① 玻璃中的  $\text{SiO}_2$  能与  $\text{NaOH}$  反应生成 \_\_\_\_\_ (填化学式)，故不能使用带磨口玻璃塞的试剂瓶盛放  $\text{NaOH}$  溶液。

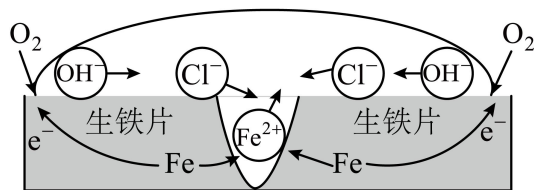
② 文物浸泡在碱性溶液中比暴露在空气中能减缓吸氧腐蚀，其原因有 \_\_\_\_\_。

(2)文物表面凝结物种类受文物材质和海洋环境等因素的影响。

①无氧环境中，文物中的Fe与海水中的 $\text{SO}_4^{2-}$ 在细菌作用下形成FeS等含铁凝结物。写出Fe与 $\text{SO}_4^{2-}$ 反应生成FeS和 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的离子方程式：\_\_\_\_\_。

②有氧环境中，海水中的铁质文物表面形成 $\text{FeOOH}$ 等凝结物。

(i)铁在盐水中腐蚀的可能原理如图所示。依据原理设计如下实验：向NaCl溶液中加入 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液(能与 $\text{Fe}^{2+}$ 形成蓝色沉淀)和酚酞，将混合液滴到生铁片上。预测该实验的现象为\_\_\_\_\_。



(ii)铁的氢氧化物吸附某些阳离子形成带正电的胶粒，是凝结物富集 $\text{Cl}^-$ 的可能原因。该胶粒的形成过程中，参与的主要阳离子有\_\_\_\_\_ (填离子符号)。

(3)为比较含氯 $\text{FeOOH}$ 在NaOH溶液与蒸馏水中浸泡的脱氯效果，请补充实验方案：取一定量含氯 $\text{FeOOH}$ 模拟样品，将其分为两等份，\_\_\_\_\_，比较滴加 $\text{AgNO}_3$ 溶液体积

[ $K_{sp}(\text{AgCl})=1.8 \times 10^{-10}$ 。实验须遵循节约试剂用量的原则，必须使用的试剂：蒸馏水、

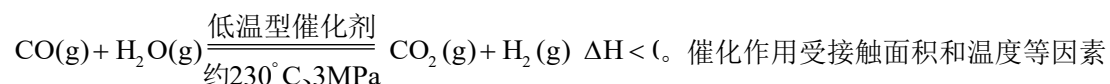
$0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液、 $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{HNO}_3$ 溶液、 $0.05\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{AgNO}_3$ 溶液]。

17. 合成气( $\text{CO}$ 和 $\text{H}_2$ )是重要的工业原料气。

(1)合成气制备甲醇： $\text{CO}(\text{g})+2\text{H}_2(\text{g})=\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 。 $\text{CO}$ 的结构式为 $\text{C}\equiv\text{O}$ ，估算该反应的 $\Delta H$ 需要\_\_\_\_\_ (填数字)种化学键的键能数据。

(2)合成气经“变换”“脱碳”获得纯 $\text{H}_2$ 。

①合成气变换。向绝热反应器中通入 $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$ 和过量的 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ：

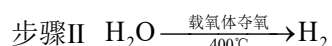
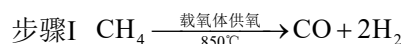


影响， $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的比热容较大。 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 过量能有效防止催化剂活性下降，其原因有\_\_\_\_\_。

②脱碳在钢制吸收塔中进行，吸收液成分：质量分数30%的 $\text{K}_2\text{CO}_3$ 吸收剂、 $\text{K}_2\text{CrO}_4$ (Cr正

价有 +3、+6) 缓蚀剂等。K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液浓度偏高会堵塞设备，导致堵塞的物质是\_\_\_\_\_ (填化学式)。K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 减缓设备腐蚀的原理是\_\_\_\_\_。

(3) 研究 CH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>O(g) 与不同配比的铁铈载氧体 [  $\frac{x}{2}$  Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · (1-x) CeO<sub>2</sub>, 0 ≤ x ≤ 1, Ce 是活泼金属，正价有 +3、+4 ] 反应，气体分步制备原理示意如图甲所示。相同条件下，先后以一定流速通入固定体积的 CH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>O(g)，依次发生的主要反应：

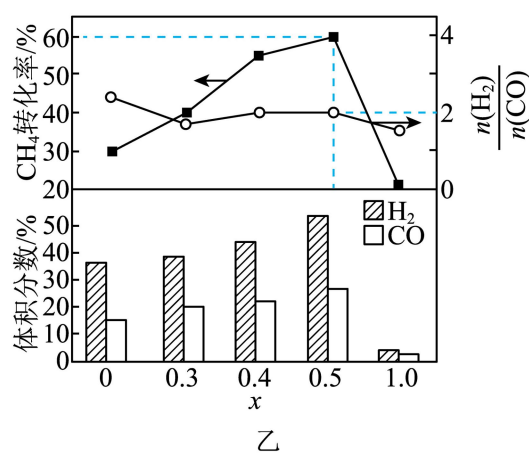
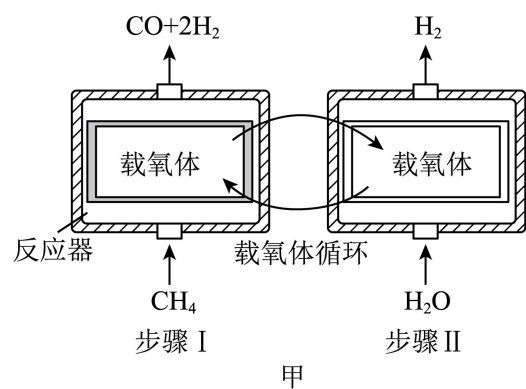


① 步骤 I 中，产物气体积分数、CH<sub>4</sub> 转化率、 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$  与 x 的关系如图乙所示。x = 0 时， $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$

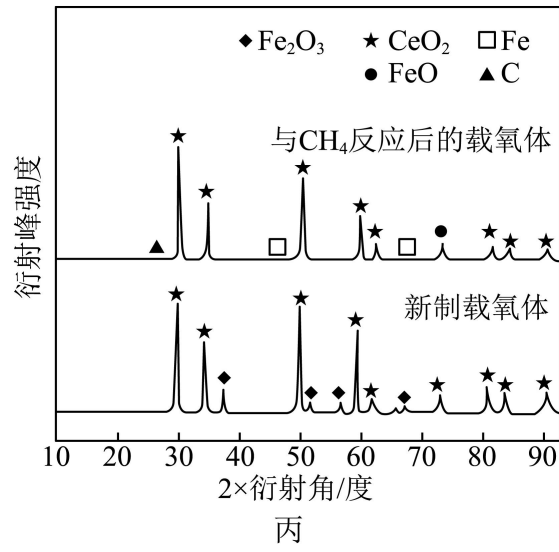
大于理论值 2 的可能原因有\_\_\_\_\_；x = 0.5 时，通入标准状况下 300 mL 的 CH<sub>4</sub> 至反应结束，

CO 的选择性 =  $\frac{n_{\text{生成}}(\text{CO})}{n_{\text{转化}}(\text{CH}_4)} \times 100\% = 80\%$ ，则生成标准状况下 CO 和 H<sub>2</sub> 的总体积为\_\_\_\_\_

mL。



② x = 0.5 时，新制载氧体、与 CH<sub>4</sub> 反应后的载氧体的 X 射线衍射谱图如图丙所示 (X 射线衍射用于判断某晶态物质是否存在，不同晶态物质出现衍射峰的衍射角不同)。步骤 II 中，能与 H<sub>2</sub>O(g) 反应的物质有\_\_\_\_\_ (填化学式)。



③结合图示综合分析，步骤I中Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的作用、气体分步制备的价值：\_\_\_\_\_。



1. A

【详解】A. 工业合成氨的反应为  $\text{N}_2$  和  $\text{H}_2$  反应生成  $\text{NH}_3$ , 氮气是直接反应物, A 正确;

B. 湿法炼铜通过 Fe 置换  $\text{CuSO}_4$  中的 Cu, 反应不涉及氮气, B 错误;

C. 高炉炼铁中氮气作为空气成分进入高炉, 但未参与还原铁矿石的主要反应, C 错误;

D. 接触法制硫酸涉及硫或硫化物的氧化, 氮气未参与反应, D 错误;

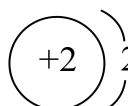
故选 A。

2. C

【详解】A.  ${}^1_0\text{n}$  质量数为 1, 质子数为 0, 中子数为 1, 因此其表示一个中子, A 错误;

B.  ${}^6_3\text{Li}$  的基态原子核外电子排布式为  $1s^2 2s^1$ , B 错误;

C. 质子数相同而中子数不同的同一元素的不同原子互称为同位素,  ${}^3_1\text{H}$  与  ${}^2_1\text{H}$  质子数相同、中子数不同, 二者互为同位素, C 正确;

D.  ${}^4_2\text{He}$  原子核外只有 2 个电子, 原子结构示意图为 , D 错误。

故选 C。

3. D

【详解】A. 定容时需要用玻璃棒引流, A 错误;

B. 润洗滴定管时应取少量标准液于滴定管中, 倾斜着转动滴定管进行润洗, B 错误;

C. 滴定时, 应手持锥形瓶上端轻轻地摇动锥形瓶, 不能手持锥形瓶底端摇动, C 错误;

D. 读数时, 眼睛平视滴定管凹液面最低点, D 正确;

答案选 D。

4. C

【详解】A. 苯氯分子含有饱和 C 原子, 且饱和碳原子连有三种不同的基团, 分子空间结构不对称, 故苯氯为极性分子, A 错误;

B. 同主族元素从上到下电负性逐渐减小, 故电负性:  $\chi(\text{F}) > \chi(\text{Cl})$ , B 错误;

C. 电子层结构相同时, 离子半径随原子序数增大而减小, 故离子半径:  $r(\text{F}^-) > r(\text{Na}^+)$ , C 正确;

D. 15-冠-5 是分子, 与阳离子  $\text{Na}^+$  之间不存在离子键, 二者通过非共价键形成超分子, D 错误;

故选 C。

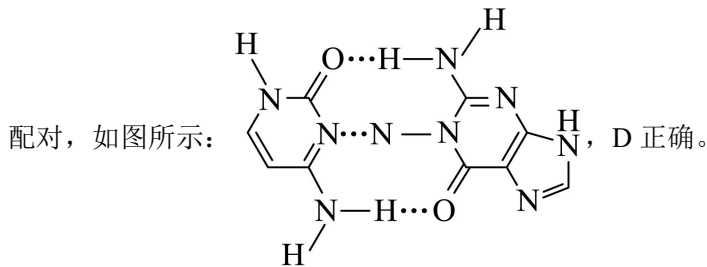
5. D 6. D 7. C

【解析】5. A. 同素异形体是同种元素形成的不同单质间的互称， $S^{2-}$  是离子不是单质，A 错误；

B. 根据信息可知青蒿素中含有  $-O-O-$ ，类比双氧水的分子结构可知其不稳定，高温条件下易分解，B 错误；

C.  $NH_3$  中心原子 N 原子价层电子对数为  $3 + \frac{1}{2} \times (5 - 1 \times 3) = 4$ ，采用  $sp^3$  杂化，孤电子对数为 1， $CH_4$  中心原子 C 原子价层电子对数为  $4 + \frac{1}{2} \times (4 - 1 \times 4) = 4$ ，采用  $sp^3$  杂化，孤电子对数为 0，中心原子杂化方式相同时，孤电子对数越多，孤电子对对成键电子对的排斥力越大，键角越小，则  $NH_3$  分子中  $H-N-H$  键角小于  $CH_4$  分子中  $H-C-H$  键角，C 错误；

D. 鸟嘌呤、胞嘧啶中含有  $-NH-$ 、 $-NH_2$ 、O 原子、N 原子，可形成氢键，从而实现互补



故选 D。

6. A. 黑火药爆炸时， $KNO_3$ 、C 和 S 反应生成  $K_2S$ 、 $N_2$  和  $CO_2$ ，该反应的化学方程式为

$2KNO_3 + 3C + S = K_2S + N_2 \uparrow + 3CO_2 \uparrow$ ，A 错误；

B. 电解饱和 NaCl 溶液生成  $Cl_2$ 、 $H_2$  和 NaOH，该反应的离子方程式为

$2Cl^- + 2H_2O \xrightarrow{\text{通电}} H_2 \uparrow + Cl_2 \uparrow + 2OH^-$ ，B 错误；

C. 丙烯生成聚丙烯的反应为  $n \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3} \xrightarrow{\text{催化剂}} [-\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} -]_n$ ，C 错误；

D. 向饱和氨盐水中通入过量  $CO_2$  生成  $NH_4Cl$  和溶解度较小的  $NaHCO_3$ ， $NaHCO_3$  结晶析出，

D 正确。

故选 D。

7. 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，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，B 错误；

C.  $\text{I}_2$ 在 $\text{CCl}_4$ 中的溶解度大于在水中的溶解度，且 $\text{CCl}_4$ 与水不互溶，故可用 $\text{CCl}_4$ 萃取碘水中的 $\text{I}_2$ ，C 正确；

D. 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，D 错误。故选 C。

8. A

【分析】光解过程中，电极 a 上电子流出，发生氧化反应，a 为负极，电极反应式为：

$2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ ；电极 b 上电子流入，发生还原反应，b 为正极，电极反应式为：

$2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2 \uparrow$ 。

【详解】A. 根据分析，电极 a 为负极，发生氧化反应，电极反应式为： $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$ ，生成物有 $\text{O}_2$ ，A 正确；

B. 原电池中阳离子向正极移动，电极 a 上生成 $\text{H}^+$ ，电极 b 上消耗 $\text{H}^+$ ， $\text{H}^+$ 通过质子交换膜从左室移向右室，B 错误；

C. 在探究溶液浓度变化时，不仅要关注溶质的变化，也要关注溶剂的变化，在光解总反应是电解水， $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液中 $\text{H}_2\text{O}$ 减少， $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液浓度增大，pH 减小，C 错误；

D. 生成 $1\text{molH}_2$ ，转移 $2\text{mol}$ 电子，外电路通过 $0.01\text{mol}$ 电子时，电极 b 上生成 $0.005\text{molH}_2$ ，D 错误；

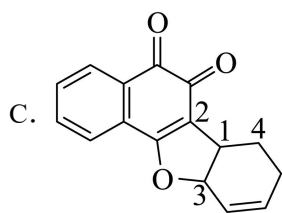
答案选 A。

9. B

【详解】A. X 中不饱和键均可以与 $\text{H}_2$ 发生加成反应， $1\text{molX}$ 中苯环与 $3\text{molH}_2$ 发生加成反应、碳碳双键与 $1\text{molH}_2$ 发生加成反应、酮羰基与 $2\text{molH}_2$ 发生加成反应，则 $1\text{molX}$ 最多能和 $6\text{molH}_2$ 发生加成反应，A 错误；

B. 饱和碳原子采用 $\text{sp}^3$ 杂化，碳碳双键的碳原子采用 $\text{sp}^2$ 杂化，1 个 Y 分子中，采用 $\text{sp}^3$ 杂

化的碳原子有 2 个，采用  $sp^2$  杂化的碳原子有 4 个，数目比为 1:2，B 正确；



中 1 号碳原子为饱和碳原子，与 2、3、4 号碳原子直接相连，这 4 个

碳原子不可能全部共面，C 错误；

D. Z 分子中含有碳碳双键，能使  $Br_2$  的  $CCl_4$  溶液褪色，D 错误；

答案选 B。

10. A

【详解】A. 过程II为： $*CO_2$  和  $*NO_3^-$  在酸性条件下被还原为  $*CO$  和  $*NH_2$  的反应，生成了 N—H 等极性共价键；过程III为  $*CO$  与  $*NH_2$  生成  $*CO(NH_2)_2$  的反应，生成了 C—N 极性共价键，A 正确；

B. 过程II是得电子的还原反应，N 元素的化合价由 +5 降为 -2，C 元素的化合价由 +4 降为 +2，B 错误；

C. 所给离子方程式电荷不守恒，根据反应机理图可知，过程II需要外界提供电子，则正确的反应方程式为  $CO_2 + 2NO_3^- + 18H^+ + 16e^- \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{通电}} CO(NH_2)_2 + 7H_2O$ ，C 错误；

D. 常温常压、无催化剂条件下， $CO_2$  与  $NH_3 \cdot H_2O$  反应生成  $(NH_4)_2CO_3$  或  $NH_4HCO_3$ ，D 错误；

故选 A。

11. B

【详解】A. 步骤I中产生的蓝色沉淀是  $Cu(OH)_2$ ，而非  $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 。因为适量浓氨水与  $CuSO_4$  溶液反应首先生成  $Cu(OH)_2$  沉淀，过量氨水才会溶解沉淀形成络合物，A 错误；

B. 步骤II中，深蓝色溶液（加入浓氨水）中的  $Cu^{2+}$  因形成  $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$  络离子而浓度降低，而蓝色溶液（加入稀盐酸）中  $Cu^{2+}$  可以自由移动，浓度较高。因此  $c_{\text{深蓝色}}(Cu^{2+}) < c_{\text{蓝色}}(Cu^{2+})$ ，B 正确；

C. 步骤III中无明显现象并非因铁钉钝化。铁在碱性溶液中不易钝化，且后续加入盐酸后有反应发生，说明铁未钝化。真正原因是络合物中  $Cu^{2+}$  浓度过低，无法被 Fe 置换，C 错误；

D. 步骤III中加入盐酸后， $H^+$  与  $NH_3$  结合生成  $NH_4^+$ ，导致配合物释放  $Cu^{2+}$ ，随后 Fe 与  $H^+$

反应生成  $H_2$  (气泡), 并与  $Cu^{2+}$  发生置换反应生成  $Cu$ , D 的反应式未体现  $H^+$  的作用, 与实际反应原理不符, D 错误;

故选 B。

12. B

【分析】有色金属冶炼废渣(含  $Cu$ 、 $Ni$ 、 $Si$  等的氧化物)用过量的较浓  $H_2SO_4$  溶液酸浸后, 浸取液主要含有  $CuSO_4$ 、 $NiSO_4$ , 加入  $NaHSO_3$  溶液提铜, 滤液加入  $(NH_4)_2C_2O_4$  溶液沉镍得到  $NiC_2O_4$ 。

【详解】A. 若  $H_2SO_4$  两步均完全电离, 则溶液中存在电荷守恒:  $c(H^+) = 2c(SO_4^{2-}) + c(OH^-)$ , 但根据题给信息  $K_a(HSO_4^-) = 1.2 \times 10^{-2}$  知, 在较浓的  $H_2SO_4$  溶液中  $H_2SO_4$  仅第一步电离完全, 电离出大量的  $H^+$  会抑制第二步电离, 第二步电离不完全, 溶液中存在  $HSO_4^-$ , 因此电荷守恒应表示为  $c(H^+) = c(HSO_4^-) + 2c(SO_4^{2-}) + c(OH^-)$ , A 错误;

B. 该反应的平衡常数

$$K = \frac{c(H_2SO_3) \cdot c(SO_3^{2-})}{c^2(HSO_3^-)} = \frac{c(H_2SO_3)}{c(H^+) \cdot c(HSO_3^-)} \cdot \frac{c(H^+) \cdot c(SO_3^{2-})}{c(HSO_3^-)} = \frac{K_{a2}(H_2SO_3)}{K_{a1}(H_2SO_3)} = \frac{6.0 \times 10^{-8}}{1.2 \times 10^{-2}} = 5.0 \times 10^{-6}$$

, B 正确;

C.  $NH_4^+$  得到 1 个  $OH^-$  生成  $NH_3 \cdot H_2O$ ,  $C_2O_4^{2-}$  得 1 个  $H^+$  生成  $HC_2O_4^-$  得 2 个  $H^+$  生成  $H_2C_2O_4$ , 水电离出的  $H^+$  与  $OH^-$  浓度相等, 即  $c_{水}(H^+) = c_{水}(OH^-)$ , 则溶液中存在质子守恒

$$: c_{水}(OH^-) = c(NH_3 \cdot H_2O) + c(OH^-) = 2c(H_2C_2O_4) + c(HC_2O_4^-) + c(H^+) = c_{水}(H^+), C 错误;$$

D. 考虑过程中溶液的少量损耗(吸附在沉淀表面被过滤除去),  $n_{提铜}(Na^+) > n_{沉镍}(Na^+)$ , 同时“沉镍”过程中加入了  $(NH_4)_2C_2O_4$  溶液, 溶液体积增加, 因此  $c_{提铜}(Na^+) > c_{沉镍}(Na^+)$ , D 错误;

故选 B。

13. A

【分析】 $550^\circ C$  时, 曲线①物质的量是  $5 mol$ , 根据原子守恒,  $n(C) = 3 mol$ , 则其不可能是含碳微粒, 故曲线①表示  $H_2$ , 升高温度, 反应 I 平衡正移, 反应 II 平衡逆向移动,  $CO$  物质的量

增大，则曲线③代表 CO，温度升高，反应III逆向移动，CH<sub>4</sub>物质的量降低，则曲线②代表 CH<sub>4</sub>，据此解答。

【详解】A. 550℃时，n(H<sub>2</sub>)=5mol，n(CO<sub>2</sub>)=2.2mol，n(CH<sub>4</sub>)=n(CO)=0.4mol，根据C原子守恒，可得n(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>)= $\frac{n(C)-n(CO_2)-n(CO)-n(CH_4)}{3}=0$ ，根据O原子守恒，可得n(H<sub>2</sub>O)= $\frac{n(O)-2n(CO_2)-n(CO)-3n(C_3H_8O_3)}{1}=7.2mol$ （也可利用H原子守恒计算，结果相同），则α(H<sub>2</sub>O)= $\frac{9mol-7.2mol}{9mol} \times 100\% = 20\%$ ，A正确；

B. 550℃时，n(CO<sub>2</sub>)=2.2mol，n(CO)=0.4mol，则n(CO<sub>2</sub>):n(CO)=11:2，B错误；

C. 400~550℃范围，随温度升高，反应II、III平衡均逆向移动，n(CO<sub>2</sub>)增大，说明反应III逆向移动程度更大，则H<sub>2</sub>O的物质的量减小，C错误；

D. 增大压强，反应I平衡逆向移动，反应II平衡不移动，反应III平衡正向移动，H<sub>2</sub>的物质的量减小，D错误；

故选A。

14. (1) 氧化S<sup>2-</sup>生成S，促进酸浸反应正向进行 否。pH=0时，c(H<sup>+</sup>)=1mol·L<sup>-1</sup>

$$c(S^{2-}) = \frac{K_{a1}(H_2S) \cdot K_{a2}(H_2S) \cdot c(H_2S)}{c^2(H^+)} = \frac{1.0 \times 10^{-7} \times 1.2 \times 10^{-13} \times 10^{-2}}{1^2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 1.2 \times 10^{-22} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$c(Cd^{2+}) = \frac{K_{sp}(CdS)}{c(S^{2-})} = \frac{8.0 \times 10^{-27}}{1.2 \times 10^{-22}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 6.67 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} > 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$
，则Cd<sup>2+</sup>未沉淀完全

ZnO

(2) Cl<sup>-</sup> 负电

(3) 2H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub>+3ZnS+6H<sup>+</sup>=As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>+3Zn<sup>2+</sup>+6H<sub>2</sub>O 随着反应的进行，溶液pH增大，

溶液中H<sub>2</sub>S浓度减小，促进As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>+6H<sub>2</sub>O⇌2H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub>+3H<sub>2</sub>S平衡正向移动，As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>重新溶解，砷回收率下降

【分析】闪锌矿中含ZnS、FeS、CdS等，加入H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、O<sub>2</sub>酸浸后，ZnS、FeS、CdS分别转化为Zn<sup>2+</sup>、Fe<sup>3+</sup>、Cd<sup>2+</sup>，硫元素转化为硫单质，经过除铁、除镉除去Fe<sup>3+</sup>与Cd<sup>2+</sup>，调pH、

沉锌后获得 ZnS，据此解答。

【详解】(1) ①酸浸时，若不通入 O<sub>2</sub>，会发生反应： $ZnS + H_2SO_4 \rightleftharpoons ZnSO_4 + H_2S$ ，通入 O<sub>2</sub> 可以氧化 S<sup>2-</sup> 生成 S，促进酸浸反应正向进行，提高 Zn<sup>2+</sup> 浸出率；

②通入 H<sub>2</sub>S 除镉，当溶液 pH=0、c(H<sub>2</sub>S)=0.01mol·L<sup>-1</sup> 时，c(H<sup>+</sup>)=1mol·L<sup>-1</sup>，又因为

$$K_{a1}(H_2S)=1.0 \times 10^{-7}, K_{a2}(H_2S)=1.2 \times 10^{-13},$$

$$K_{a1}(H_2S) \times K_{a2}(H_2S) = \frac{c(H^+) \times c(HS^-)}{c(H_2S)} \times \frac{c(H^+) \times c(S^{2-})}{c(HS^-)} = \frac{c^2(H^+) \times c(S^{2-})}{c(H_2S)}, \text{ 则}$$

$$c(S^{2-}) = \frac{1 \times 10^{-7} \times 1.2 \times 10^{-13} \times 0.01}{1^2} \text{ mol/L} = 1.2 \times 10^{-22} \text{ mol/L}, \text{ 则此时}$$

$$c(Cd^{2+}) = \frac{K_{sp}(CdS)}{c(S^{2-})} = \frac{8.0 \times 10^{-27}}{1.2 \times 10^{-22}} \text{ mol/L} = 6.6 \times 10^{-5} \text{ mol/L}, \text{ 此时 } Cd^{2+} \text{ 的浓度大于 } 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1},$$

离子沉淀不完全。

③由②知，除镉时溶液酸性较强，故应在不引入新杂质的同时消耗溶液中的 H<sup>+</sup>，加入的氧化物为 ZnO。

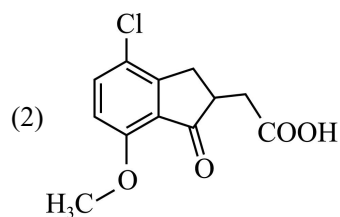
(2) 晶胞掺杂过程中，应由半径相近的微粒进行替换，则区域 A 中，由 Cl<sup>-</sup> 替换 S<sup>2-</sup>，区域 B 中，由 Cu<sup>+</sup> 替换 Zn<sup>2+</sup>；按照均摊法，区域 B 中含 Zn<sup>2+</sup>：3 个、Cu<sup>+</sup>：1 个、S<sup>2-</sup>： $8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$  个，(+2)×3+(+1)×1+(-2)×4=-1，则区域 B 带负电。

(3) ①根据质量守恒、电荷守恒和题给信息“酸性废液”，ZnS 与 H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub> 反应除了生成 As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 外还有锌离子，写出反应的离子方程式为： $2H_3AsO_3 + 3ZnS + 6H^+ = As_2S_3 + 3Zn^{2+} + 6H_2O$ 。

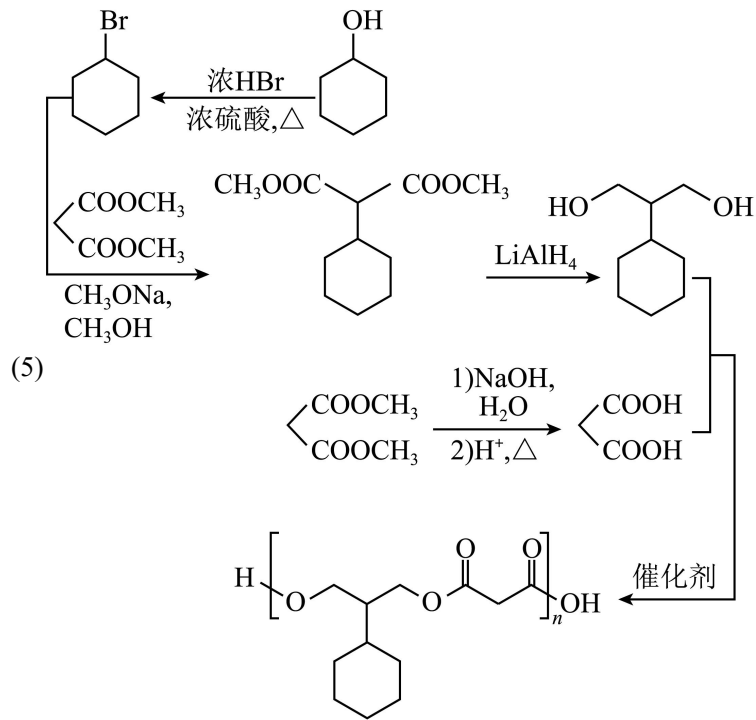
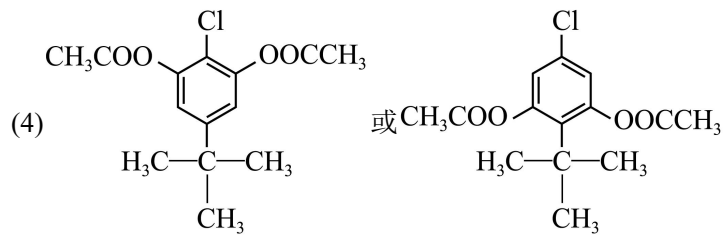
②随着反应的进行，溶液 pH 增大，溶液中 H<sub>2</sub>S 浓度减小，促进

$As_2S_3 + 6H_2O \rightleftharpoons 2H_3AsO_3 + 3H_2S$  平衡正向移动，As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> 重新溶解，砷回收率下降，所以反应 4h 后，砷回收率下降。

15. (1)较大

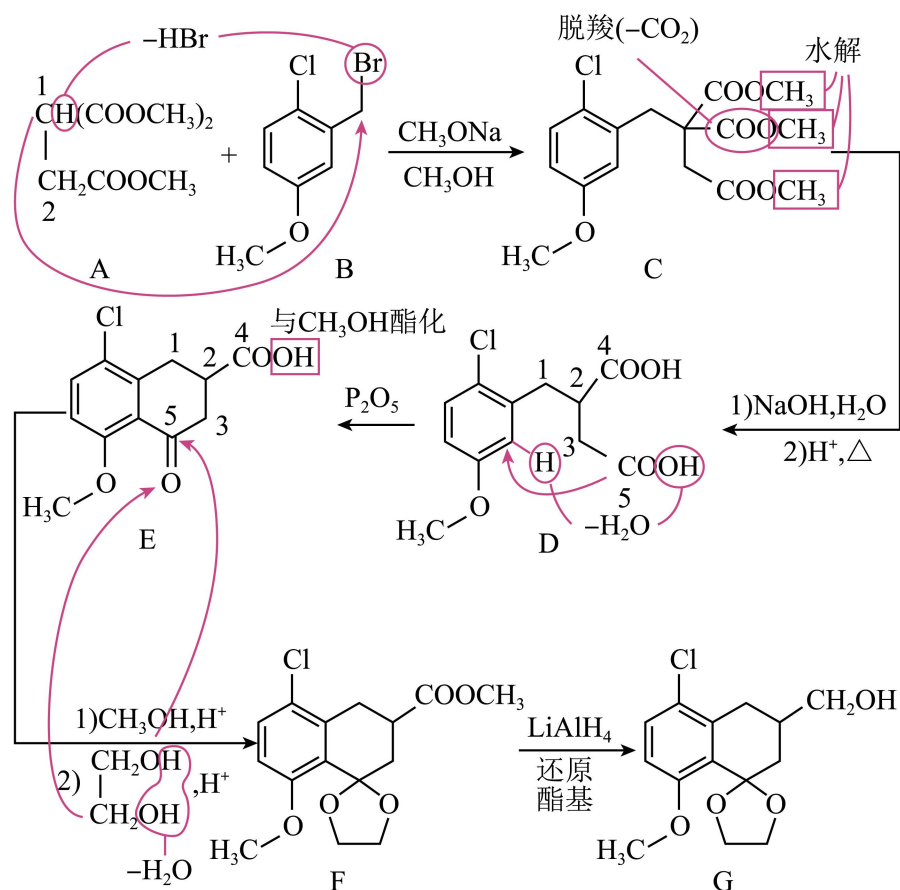


(3) 羧基 1



【分析】

A 与 B 在甲醇钠和甲醇的作用下，脱去溴化氢，生成 C，C 水解并脱去羧基生成 D，D 与五氧化二磷反应成环，生成 E，E 先经过酯化，在和乙二醇反应生成 F，F 被四氢铝锂还原生成 G，详细流程为：

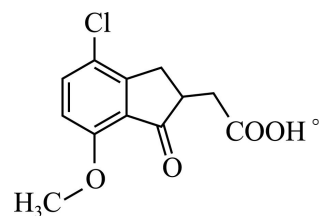


据此解答。

【详解】(1) 1号碳与两个酯基相连，2号碳只与一个酯基相连，酯基具有吸电子效应，使其相连的碳原子上的电子云密度降低，从而增强了C—H键的极性，因此1号碳的C—H键极性相对较大。

(2)

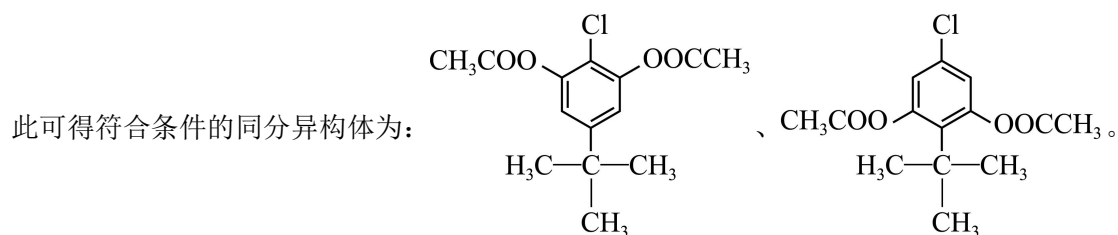
由有机速破可知，D→E的反应是5号羧基与苯环上甲氧基同侧邻位碳上的H原子发生取代反应，而D中的4号羧基也可能发生类似反应，会生成含五元环的副产物



(3) 根据E的结构简式可知其含氧官能团还有羧基。F分子中只有与 $-\text{COOCH}_3$ 直接相连的碳原子是手性碳原子。

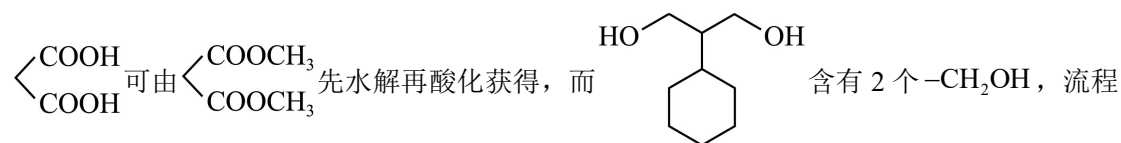
(4)

G 的分子式为  $C_{14}H_{17}O_4Cl$ ，其不饱和度为 6。G 的同分异构体在碱性条件下水解后酸化得到 X 和 Y，且  $n(X):n(Y)=2:1$ ，Y 含苯环且能与  $FeCl_3$  溶液发生显色反应，则 Y 含有酚羟基，因此该同分异构体是 X 与 Y 形成的酯。X 的相对分子质量为 60，据此可知 X 为  $CH_3COOH$ ，因此该同分异构体中含有 2 个  $CH_3COO-$  基团，该基团不饱和度为 1，苯环的不饱和度为 4，不饱和度共为 6，则该同分异构体不含其他不饱和结构。其分子中含有 17 个 H 原子，且 H 原子只有 3 种不同化学环境，说明该分子具有高度对称性，2 个  $CH_3COO-$  在苯环上处于对称位置。如果 Cl 原子连在苯环侧链中的碳原子上，则无论如何安排都不能得到只含有 3 种不同化学环境的 H 原子的结构，所以 Cl 原子连在苯环上。除  $CH_3COO-$  外，其他 11 个 H 原子只有 2 种不同化学环境，则应含有一个只有 1 种化学环境的 H 原子的取代基，该基团只能为  $-C(CH_3)_3$ ，苯环上未被取代的 2 个对称的 H 原子作为第 3 种化学环境的 H 原子，由

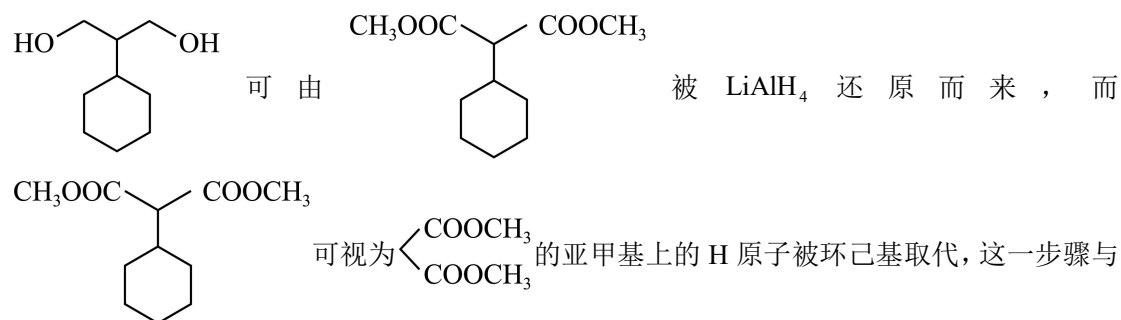


(5)

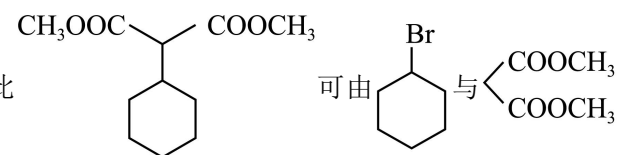
根据目标产物逆向分析，目标产物为聚酯，其单体为  $\begin{matrix} \text{COOH} \\ \text{COOH} \end{matrix}$  和  $\begin{matrix} \text{HO-CH}_2\text{-CH(OH)-CH}_2\text{-OH} \\ \text{Cyclohexyl} \end{matrix}$ ，其中



中物质 G 含有  $-CH_2OH$  结构，该结构是由  $-COOCH_3$  被  $LiAlH_4$  还原而来，则



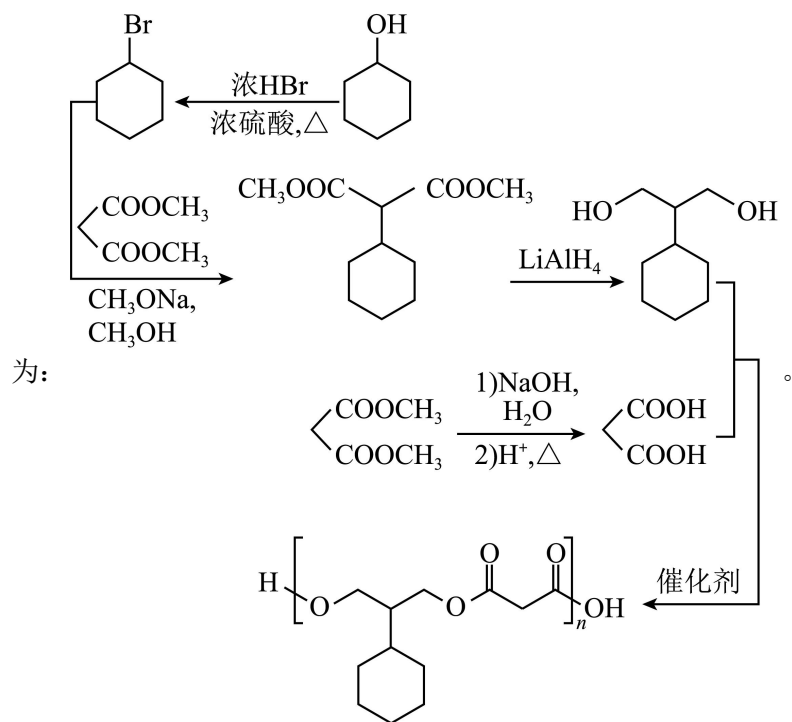
题给流程中  $A + B \rightarrow C$  的反应类似，因此



在  $\text{CH}_3\text{ONa}$  和  $\text{CH}_3\text{OH}$  作用下反应生成，



可由与  $\text{HBr}$  反应制得。具体合成路线



【点睛】有机合成路线设计融入高聚物合成以强化化学与材料科学的联系，命题从单一官能团转化转向多步骤串联反应、跨模块知识整合，主要体现在路线延长、官能团转化复杂化、涉及陌生反应机理等方面。这类题目通过真实情境(如药物合成、高分子材料)建模，促使考生从碎片化知识记忆转向系统性思维构建，掌握逆合成分析、反应条件筛选等核心方法。未来命题将更注重真实科研成果转化，要求考生在陌生信息中提取关键反应机理，体现“证据推理与模型认知”的化学学科核心素养。

16. (1)  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  碱性环境抑制吸氧腐蚀正极反应的进行，反应速率减慢；碱性溶液中， $\text{O}_2$  溶解度较小，减少文物与  $\text{O}_2$  的接触，减缓吸氧腐蚀

(2)  $4\text{Fe} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{细菌}} \text{FeS} + 3\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^-$  滴加混合溶液后，铁片表面将

出现蓝色和红色区域，较长时间后出现黄色斑点  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$

(3) 分别加入等体积(如 5mL)的  $0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$  溶液和蒸馏水至浸没样品，在室温下，搅拌、

浸泡 30min；过滤，各取等量上清液(如 2mL)置于两支小试管中，分别滴加 3mL  $0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{HNO}_3$  溶液酸化，再分别滴加  $0.05\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{AgNO}_3$  溶液；记录每份上清液至出现 AgCl 白色沉淀时消耗的  $\text{AgNO}_3$  溶液体积

【详解】(1) ①  $\text{SiO}_2$  是酸性氧化物，可与 NaOH 溶液发生反应生成硅酸钠和水，化学方程式为  $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

② 吸氧腐蚀时正极反应式为  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$ ，根据化学平衡移动原理，碱性溶液中， $\text{OH}^-$  浓度较大，会抑制  $\text{O}_2$  得电子，使吸氧腐蚀的速率减慢； $\text{O}_2$  在高离子浓度的液体中溶解度较小，碱性溶液比纯水溶解氧的能力低，减少了文物与  $\text{O}_2$  的接触，减缓吸氧腐蚀。

(2) ① 无氧、弱碱性的海水中，Fe 在细菌作用下，被  $\text{SO}_4^{2-}$  氧化为 +2 价的 FeS、 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，根据得失电子守恒、电荷守恒、原子守恒可写出该反应的离子方程式：



② (i) 由题图知，铁片在 NaCl 溶液中发生吸氧腐蚀，开始时，负极反应式为  $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ，正极反应式为  $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$ 。 $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  反应生成  $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  蓝色沉淀，即铁片上会出现蓝色区域；溶液中酚酞遇到  $\text{OH}^-$  变红，铁片上会出现红色区域；由“有氧环境中，海水中的铁质文物表面形成  $\text{FeOOH}$ ”知， $\text{Fe}^{2+}$  在盐水中被  $\text{O}_2$  氧化成黄色的  $\text{FeOOH}$ ，故现象是滴加混合溶液后，铁片表面将出现蓝色和红色区域，较长时间后出现黄色斑点；(ii) 铁片发生吸氧腐蚀，负极区生成  $\text{Fe}^{2+}$ ，被  $\text{O}_2$  进一步氧化为  $\text{Fe}^{3+}$ ，此时体系中的阳离子主要有  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 。

(3) 要检验脱氯效果，应控制样品用量、脱氯时间、取用体积等变量相同，利用  $\text{Ag}^+$  与  $\text{Cl}^-$  的反应进行实验。实验中，首先需要将等量的含氯  $\text{FeOOH}$  模拟样品分别用等体积的 NaOH 溶液与蒸馏水浸泡脱氯，然后过滤，得到上清液，取等体积的两种上清液，先用  $\text{HNO}_3$  溶液酸化，再加入  $\text{AgNO}_3$  溶液，通过比较出现 AgCl 白色沉淀时消耗  $\text{AgNO}_3$  溶液体积的大小，即可比较脱氯效果。

17. (1) 5

(2) 该反应为放热反应，在绝热容器中进行， $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  的比热容较大，则体系温度变化

较小，催化剂活性受温度影响， $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  过量可有效防止催化剂活性下降  $\text{KHCO}_3$

$\text{K}_2\text{CrO}_4$  具有强氧化性，能使设备表面形成一层致密的氧化膜

(3) 当  $x = 0$  时，载氧体为  $\text{CeO}_2$ ，氧化性较强，提供的 O 原子较多，将 CO 氧化为  $\text{CO}_2$ ，

使得 CO 的物质的量减小， $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$  增大 432 C、Fe、FeO 步骤I中  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  作载

氧体供氧，将甲烷转化为 CO 和氢气，避免生成大量积炭导致催化剂失活；采用分步制备，可提高原料利用率，且可以有效消除积碳使催化剂再生，同时步骤I需要的温度较高，步骤II需要的温度较低，分步制备也可节约能源

【详解】(1) 反应的焓变=反应物的总键能-生成物的总键能，计算该反应的  $\Delta H$  需  $\text{C}\equiv\text{O}$ 。

$\text{H}-\text{H}$ 、 $\text{C}-\text{O}$ 、 $\text{C}-\text{H}$ 、 $\text{O}-\text{H}$ ，共 5 种化学键的键能数据。

(2) ①该反应为放热反应，在绝热容器中进行时，若无水的存在，随着反应进行，温度会逐渐升高，由于使用了低温型催化剂，温度过高会导致催化剂的活性下降； $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  的比热容较大，可以吸收大量的热从而使体系温度变化较小，因此， $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  过量可有效防止催化剂活性下降。

②脱碳过程中， $\text{K}_2\text{CO}_3$  溶液会吸收  $\text{CO}_2$ ，发生反应  $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{KHCO}_3$ ，当  $\text{K}_2\text{CO}_3$  溶液浓度偏高时，会生成较多  $\text{KHCO}_3$ ，而  $\text{KHCO}_3$  溶解度相对较小，容易在溶液中达到饱和后结晶析出，从而堵塞设备。 $\text{K}_2\text{CrO}_4$  中的 Cr 元素化合价为 +6，处于最高价态，具有强氧化性，在钢制吸收塔的环境中，它会与铁发生氧化还原反应，使铁表面形成一层由铁的氧化物和铬的氧化物组成的致密氧化膜，这层氧化膜可以将钢铁与腐蚀性介质隔离开，阻止氧气、水和其他腐蚀性物质与钢铁接触，从而减缓腐蚀。

(3) ①当  $x = 0$  时，载氧体中没有  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，只有  $\text{CeO}_2$ ，由于  $\text{CeO}_2$  的氧化性较强，且其提供的 O 原子较多，可以将 CO 氧化为  $\text{CO}_2$ ，使得 CO 的物质的量减小， $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$  增大；由题图

乙可知，当  $x = 0.5$  时， $\text{CH}_4$  转化率为 60%，则  $n_{\text{转化}}(\text{CH}_4) = 300\text{mL} \times 60\% = 180\text{mL}$ ，已知 CO

的选择性 =  $\frac{n_{\text{生成}}(\text{CO})}{n_{\text{转化}}(\text{CH}_4)} \times 100\% = 80\%$ ，则  $n_{\text{生成}}(\text{CO}) = 180\text{mL} \times 80\% = 144\text{mL}$ ，根据图乙中数

据可知，此时产物气中  $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})} = 2$ ，则  $n_{\text{生成}}(\text{H}_2) = 144\text{mL} \times 2 = 288\text{mL}$ ，故生成标准状况下

CO 和  $\text{H}_2$  的总体积为 432mL。

②新制载氧体与  $\text{CH}_4$  反应后新生成的晶态物质，在步骤II中会与  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  反应，使载氧体再生从而继续与  $\text{CH}_4$  反应，因此，在新制载氧体中不存在，而在与  $\text{CH}_4$  反应后的载氧体中含有的晶态物质，会在步骤II中与  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  反应。因此，对比二者 X 射线衍射谱图可知，C、Fe、FeO 在步骤II中均可与  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  反应。

③步骤I中  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  作载氧体供氧，将甲烷转化为 CO 和氢气，可以避免生成大量积炭致催化剂活性降低甚至失活；采用分步制备，可提高原料利用率，且可以有效消除积碳使催化剂再生，同时步骤I需要的温度较高，步骤II需要的温度较低，分步制备也可节约能源。