

江苏南京市、盐城市 2026 届高三年级下学期第一次模拟考试 化学试题

学校:_____ 姓名:_____ 班级:_____ 考号:_____

一、单选题

1. 氦气是一种战略资源,我国在氦气提纯技术上取得关键突破。下列与氦同族的元素是

- A. H B. Ne C. N D. O

【答案】B

【分析】氦元素位于元素周期表的 0 族,属于稀有气体元素,同族元素均为稀有气体。

【详解】A. H (氢) 位于第 IA 族, A 不符合题意;

B. Ne (氖) 是 0 族稀有气体元素,与氦同族, B 符合题意;

C. N (氮) 位于第 VA 族, C 不符合题意;

D. O (氧) 位于第 VIA 族, D 不符合题意;

故选 B。

2. 植物体内合成乙烯的反应为 $2 \begin{array}{c} \text{NH}_2 \\ \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \\ \text{COOH} \end{array} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{酶}} 2\text{C}_2\text{H}_4 + 2\text{HCN} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。下列说法正确的是

- A. 基态 C 原子的电子排布式为 $2p^4$ B. HCN 的结构式为 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$
C. 干冰为共价晶体 D. H_2O 的空间构型为直线形

【答案】B

【详解】A. 碳元素的原子序数为 6,基态 C 原子的电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^2$, A 错误;

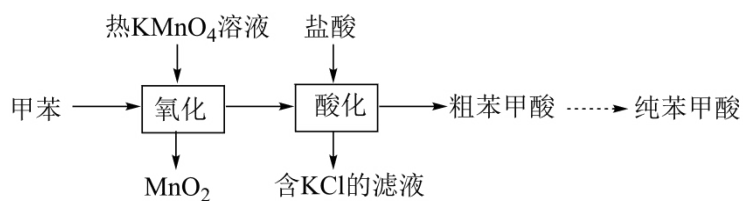
B. 氢氰酸分子中碳原子的杂化方式为 sp 杂化,分子的空间构型为直线形,结构式为 $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$, B 正确;

C. 干冰是熔沸点低的分子晶体, C 错误;

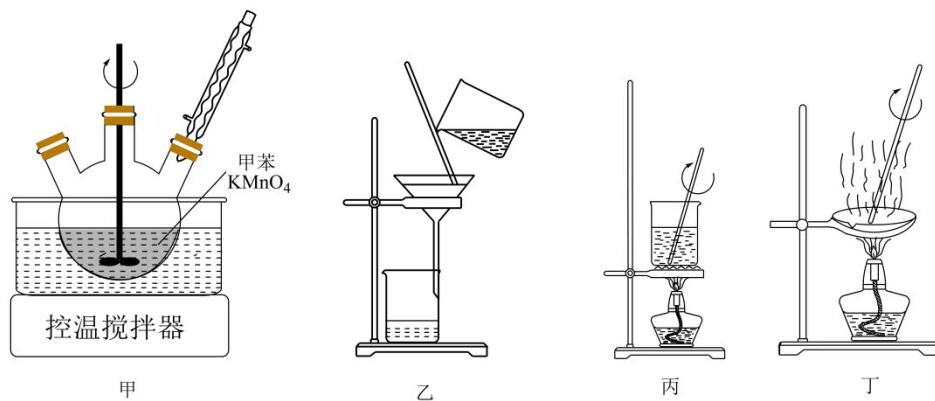
D. 水分子中氧原子的价层电子对数为: $2 + \frac{1}{2} \times (6 - 2 \times 1) = 4$,孤对电子对数为 2,分子的空间构型为 V 形, D 错误;

故选 B。

3. 苯甲酸在水中的溶解度为 $0.34\text{g}(25^\circ\text{C})$ 、 $2.2\text{g}(75^\circ\text{C})$ 。以甲苯制备苯甲酸的实验流程如下:



下列实验装置不能达到相应实验目的的是



- A. 用装置甲氧化甲苯
B. 用装置乙除去 MnO_2
C. 用装置丙溶解粗苯甲酸
D. 用装置丁蒸发结晶获得纯苯甲酸

【答案】D

【分析】本实验以甲苯为原料，先在热 KMnO_4 溶液中发生氧化反应，将甲苯氧化为苯甲酸钾，同时生成 MnO_2 沉淀；再加入盐酸酸化，将苯甲酸钾转化为苯甲酸，得到粗苯甲酸；最后通过除杂、重结晶等操作提纯得到纯苯甲酸。

【详解】A. 装置甲为三颈烧瓶，配备控温搅拌器、冷凝管，可在水浴加热条件下使甲苯与热 KMnO_4 溶液充分接触、发生氧化反应，冷凝管可回流冷凝甲苯，减少反应物挥发，能达到氧化甲苯的实验目的，A 不符合题意；

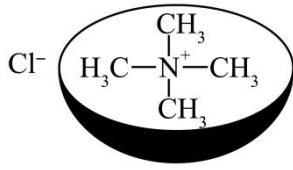
B. MnO_2 是难溶于水的固体，装置乙为过滤装置，可通过过滤操作分离出 MnO_2 固体，得到含苯甲酸钾的滤液，能达到除去 MnO_2 的实验目的，B 不符合题意；

C. 苯甲酸在热水中溶解度较大，装置丙为烧杯加热装置，可在加热条件下溶解粗苯甲酸，为后续重结晶操作做准备，能达到溶解粗苯甲酸的实验目的，C 不符合题意；

D. 苯甲酸的提纯需采用重结晶法：先加热溶解、趁热过滤除去不溶性杂质，再冷却结晶得到苯甲酸晶体，不能用蒸发结晶的方法；且蒸发结晶应在蒸发皿中进行，同时直接蒸发会导致苯甲酸受热分解，也无法除去可溶性杂质，不能达到获得纯苯甲酸的实验目的，D 符合题意；

故答案选 D。

4. 一种杯酚分子可固定 $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+\text{Cl}^-$ 形成如图所示的包合物。下列说法正确的是



- A. 半径: $r(\text{Cl}^-) > r(\text{Cl})$
- B. 第一电离能: $\text{O} > \text{N} > \text{C}$
- C. $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+\text{Cl}^-$ 中不存在离子键
- D. $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+$ 中 $\text{C}-\text{N}-\text{C}$ 的键角比 $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 的小

【答案】A

【详解】A. 氯离子的核外电子数比氯原子多，核外电子之间的斥力增大，运动空间增大，使得半径增大，所以氯离子的离子半径大于氯原子的原子半径，A 正确；

B. 同周期元素，从左到右第一电离能呈增大趋势，氮原子的 2p 轨道为稳定的半充满结构，元素的第一电离能大于相邻元素，则第一电离能由大到小的顺序为： $\text{N} > \text{O} > \text{C}$ ，B 错误；

C. $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+\text{Cl}^-$ 中的氯离子和 $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+$ 离子形成离子键，C 错误；

D. $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+$ 离子中氮原子形成 4 个 σ 键，孤对电子对数为 0， $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 分子中氮原子形成 3 个 σ 键，孤对电子对数为 1，孤对电子对数越多，孤对电子对成键电子对的斥力越大，键角越小，所以 $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+$ 中 $\text{C}-\text{N}-\text{C}$ 的键角比 $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 的大，D 错误；

故选 A。

阅读下列材料，完成以下 3 个小题：

化工产业为我国经济发展提供重要支撑。“侯氏制碱法”实现了 Na_2CO_3 与 NH_4Cl 联产，成为全球纯碱生产的标杆工艺；氯碱工业采用阳离子交换膜电解技术提高了产品纯度和生产安全性；光伏级多晶硅的生产通过技术改良将硅纯度提高至 99.9999%，降低能耗，彻底打破国外技术垄断；煤制烯烃技术以甲醇为原料，在催化剂作用下制备乙烯、丙烯，缓解对石油的依赖；以乳酸(2-羟基丙酸)为原料经缩聚反应规模化合成可降解塑料聚乳酸，有效减轻白色污染。

5. 下列说法不正确的是

- A. 乙烯与丙烯互为同系物
- B. 1 mol 晶体硅(结构与金刚石相似)中含 2mol Si-Si 键
- C. 甲醇转化为乙烯, 碳原子轨道的杂化类型由 sp^3 变为 sp^2
- D. NaHCO_3 溶解度小于 Na_2CO_3 , 与 HCO_3^- 间存在氢键有关
6. 下列方程式表示正确的是
- A. 纯碱溶液显碱性的原因: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + 2\text{OH}^-$
- B. 电解饱和食盐水制烧碱: $2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2 \uparrow + \text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow$
- C. 由石英砂制粗硅: $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$
- D. 由乳酸制聚乳酸: $n \text{ CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{COOH} \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} \text{H} \left[\text{O}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} \right]_n \text{OH}$

7. 下列物质的性质与用途对应关系正确的是
- A. 氯化铵易分解, 可用作氮肥
- B. 高纯硅熔点高, 可用作太阳能电池板
- C. 甲醇易溶于水, 可用作燃料电池的燃料
- D. 聚乳酸能水解, 可用作可降解塑料

【答案】5. C 6. C 7. D

【解析】5. A. 乙烯与丙烯都是单烯烃, 互为同系物, A 正确;

B. 晶体硅中, 每个硅原子与 4 个硅原子形成 4 个硅硅键, 硅硅键为 2 个硅原子所共有, 则每个硅原子形成的硅硅键数目为: $4 \times \frac{1}{2} = 2$, 则 1 mol 晶体硅含有硅硅键的物质的量为 2 mol, B 正确;

C. 甲醇分子中饱和碳原子的杂化方式为 sp^3 杂化, 乙烯分子中双键碳原子的杂化方式为 sp^2 杂化, 则甲醇转化为乙烯时, 碳原子轨道的杂化类型由 sp^3 杂化变为 sp^2 杂化, C 错误;

D. 碳酸氢钠的溶解度小于碳酸钠是因为碳酸氢根离子间能氢键所致, D 正确;

故选 C;

6. A. 纯碱溶液显碱性是因为碳酸钠是强碱弱酸盐, 在溶液中分步水解使溶液呈碱性, 水

解以一级水解为主，反应的离子方程式为： $\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ ，A 错误；

B. 电解饱和食盐水制烧碱发生的反应为饱和食水电解生成氢氧化钠、氢气和氯气，反应的离子方程式为： $2\text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^- + \text{Cl}_2 \uparrow$ ，B 错误；

C. 由石英砂制粗硅的反应为二氧化硅与碳高温条件下反应生成硅和一氧化碳，反应的化学方程式为： $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$ ，C 正确；

D. 由乳酸制聚乳酸的反应为催化剂作用下乳酸发生缩聚反应生成聚乳酸和水，反应的化学方程式为： $n \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{COOH} \\ | \\ \text{OH} \end{array} \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} \text{H} \left[\text{O}-\text{CH} \begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{C} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \right]_n \text{OH} + (n-1)\text{H}_2\text{O}$ ，D 错误；

故选 C；

7. A. 氯化铵可用作氮肥是因为氯化铵中含有的铵根离子可以提供农作物所需的氮元素，与氯化铵受热易分解无关，A 错误；

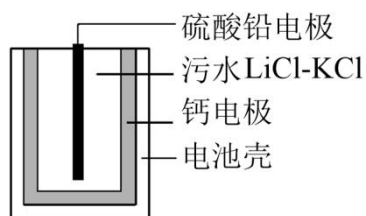
B. 高纯硅可用作太阳能电池板是因为单晶硅是性能优良的半导体材料，与高纯硅的熔点高无关，B 错误；

C. 甲醇可用作燃料电池的燃料是因为甲醇具有还原性，易失去电子发生氧化反应被氧化，与易溶于水无关，C 错误；

D. 聚乳酸可用作可降解塑料是因为聚乳酸能发生水解反应生成乳酸，D 正确；

故选 D。

8. 一种热激活电池的构造示意图如图所示，无水 $\text{LiCl}-\text{KCl}$ 混合物一旦受热熔融，即可按反应 $\text{PbSO}_4 + 2\text{LiCl} + \text{Ca} = \text{CaCl}_2 + \text{Li}_2\text{SO}_4 + \text{Pb}$ 输出电能。



下列说法正确的是

A. 负极的电极反应： $\text{Ca} - 2\text{e}^- = \text{Ca}^{2+}$

B. 放电过程中， Li^+ 向钙电极移动

C. 正极反应物为 LiCl

D. 常温下, 在正、负极之间连上电流表, 指针发生偏转

【答案】A

【分析】根据总反应 $\text{PbSO}_4 + 2\text{LiCl} + \text{Ca} = \text{CaCl}_2 + \text{Li}_2\text{SO}_4 + \text{Pb}$, Ca 从 0 价升高为 +2 价, 失电子, 作负极, 电极反应式 $\text{Ca} - 2\text{e}^- = \text{Ca}^{2+}$; PbSO_4 中 Pb 从 +2 价降低为 0 价, 得电子, 硫酸铅电极为正极, 电极反应式为 $\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^- = \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$, 据此分析。

【详解】A. 由分析知, Ca 为负极, Ca 失电子生成 Ca^{2+} , 电极反应 $\text{Ca} - 2\text{e}^- = \text{Ca}^{2+}$, 书写正确, A 正确;

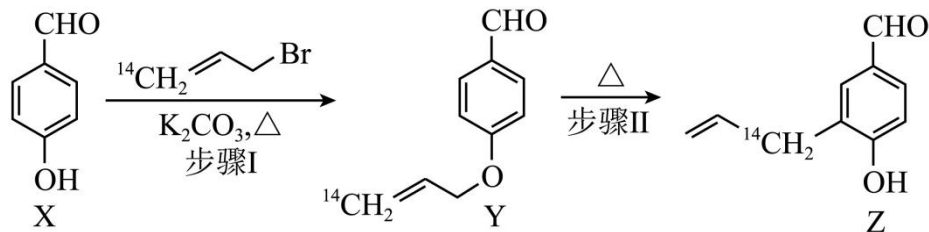
B. 原电池放电时, 阳离子向正极移动, 钙电极为负极, 因此 Li^+ 向硫酸铅 (正极) 移动, B 错误;

C. 正极是 PbSO_4 得电子发生还原反应, 反应物为 PbSO_4 , 不是 LiCl , C 错误;

D. 该电池需要受热熔融后才能电离出自由移动的离子导电, 常温下电解质为固态, 没有自由移动离子, 不能形成闭合回路, 电流表指针不偏转, D 错误;

故选 A。

9. 化合物 Z 是合成一种天然产物的重要中间体, 其合成路线如下:



下列说法正确的是

A. 1 mol X 最多能与 3 mol H_2 发生加成反应

B. Y 存在顺反异构体

C. X、Z 可用 FeCl_3 溶液鉴别

D. 用  取代 $^{14}\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{Br}$, 则步骤 II 的产物为 

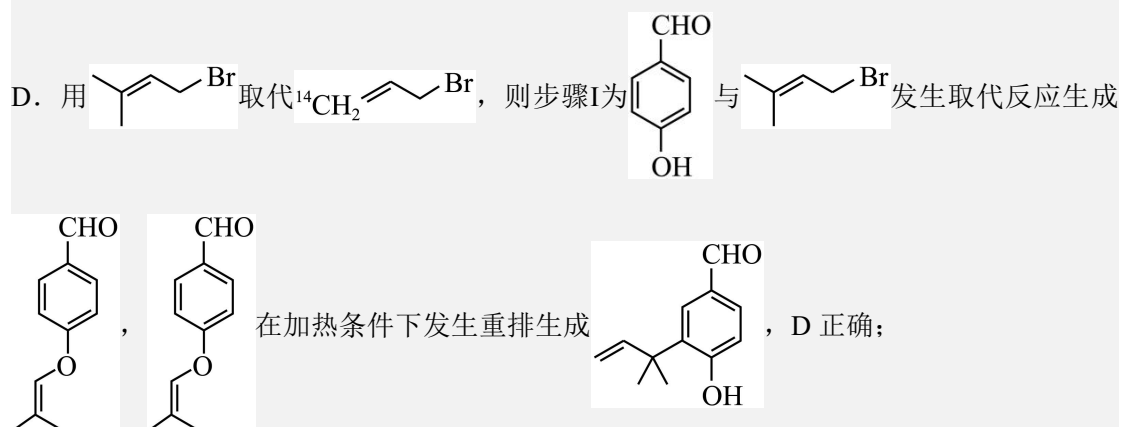
【答案】D

【详解】A. X 分子中含有苯环和醛基, 苯环可与 3 mol H_2 加成, 醛基可与 1 mol H_2 加成,

因此 1 mol X 最多能与 4 mol H₂ 发生加成反应，A 错误；

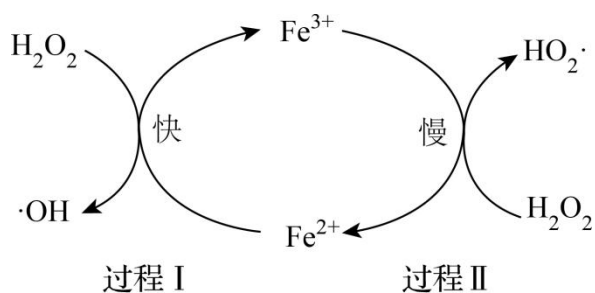
B. 顺反异构体的形成条件是：碳碳双键两端的每个碳原子都连接 2 个不同的原子或基团；Y 的结构中，双键的一个碳原子连接了 2 个 H 原子（¹⁴CH₂=），不满足顺反异构的条件，因此 Y 不存在顺反异构体，B 错误；

C. X 和 Z 分子中均含有酚羟基，遇 FeCl₃ 溶液均会发生显色反应，因此无法用 FeCl₃ 溶液鉴别二者，C 错误；



故答案选 D。

10. Fenton 试剂(含 Fe²⁺ 和 H₂O₂ 的水溶液)产生的羟基自由基(·OH)能有效氧化去除水中的有机污染物，·OH 的产生机理如图所示。下列说法不正确的是



- A. 过程 I 和过程 II 都有非极性共价键断裂
- B. 过程 II 的反应方程式： $\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Fe}^{2+} + \text{HO}_2\cdot + \text{H}^+$
- C. 过程 I 的活化能小于过程 II 的活化能
- D. 用 Fe³⁺ 代替 Fe²⁺，也能形成类似 Fenton 试剂的体系

【答案】A

【详解】A. H₂O₂ 结构为 H-O-O-H，其中 O-O 为非极性共价键，O-H 为极性共价键；

过程I中 H_2O_2 断裂O—O非极性键生成 $\cdot\text{OH}$ ，存在非极性键断裂；但过程II中 H_2O_2 仅断裂O—H极性键生成 $\text{HO}_2\cdot$ 和 H^+ ，O—O非极性键未断裂，因此不是两个过程都有非极性共价键断裂，A错误；

B. 根据反应机理，过程II是 Fe^{3+} 与 H_2O_2 反应生成 Fe^{2+} 、 $\text{HO}_2\cdot$ 和 H^+ ，给出的方程式满足原子守恒、电荷守恒，B正确；

C. 反应速率越快，活化能越低，过程I是快反应、过程II是慢反应，因此过程I的活化能小于过程II的活化能，C正确；

D. 若用 Fe^{3+} 代替 Fe^{2+} ， Fe^{3+} 先和 H_2O_2 发生过程II生成 Fe^{2+} ，生成的 Fe^{2+} 再继续发生过程I产生 $\cdot\text{OH}$ ，循环反应可以持续产生羟基自由基，因此能形成类似Fenton试剂的体系，D正确；

故选A。

11. 探究含银化合物性质的实验如下：

步骤I向洁净的试管中加入2mL2% AgNO_3 溶液，边振荡边逐滴滴入2%氨水至沉淀恰好溶解，制得银氨溶液，将所得溶液分为两等份。

步骤II向一份银氨溶液中滴加2滴 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaI溶液，产生黄色沉淀。

步骤III向另一份银氨溶液中滴加2滴 $0.1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NaCl溶液，无明显现象；继续加入稀硝酸，产生白色沉淀。

下列说法正确的是

- A. 步骤I产生的沉淀为 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$
- B. 步骤II产生黄色沉淀的反应为 $\text{Ag}^+ + \text{I}^- = \text{AgI} \downarrow$
- C. 步骤III产生白色沉淀是由于 H^+ 结合 NH_3 ，促进 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 解离出 Ag^+ ，生成 AgCl
- D. 由步骤II和步骤III，可得到： $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) < K_{\text{sp}}(\text{AgI})$

【答案】C

【详解】A. 步骤I中，滴加氨水初期先生成 AgOH 沉淀，沉淀恰好溶解后才得到含 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ 的银氨溶液，因此步骤I产生的沉淀不是 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ ，A错误；

B. 银氨溶液中银元素主要以配离子 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 形式存在，几乎没有游离 Ag^+ ，生成黄色沉

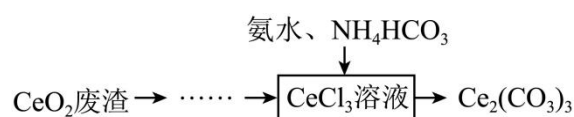
淀的反应为 $[Ag(NH_3)_2]^+ + I^- = AgI \downarrow + 2NH_3$ ，B 错误；

C. 配离子存在解离平衡： $[Ag(NH_3)_2]^+ \rightleftharpoons Ag^+ + 2NH_3$ ，加入稀硝酸后， H^+ 与 NH_3 结合为 NH_4^+ ，使平衡正向移动， Ag^+ 浓度增大，与 Cl^- 结合生成 $AgCl$ 白色沉淀，C 正确；

D. 相同条件下， I^- 可直接从银氨溶液中生成 AgI 沉淀，而 Cl^- 不能直接沉淀，说明 AgI 溶解度更小，故 $K_{sp}(AgCl) > K_{sp}(AgI)$ ，D 错误。

故选 C。

12. 室温下，用 CeO_2 废渣制备 $Ce_2(CO_3)_3$ 的部分实验过程如下：



已知： $K_{a1}(H_2CO_3) = 4.5 \times 10^{-7}$ ， $K_{a2}(H_2CO_3) = 4.7 \times 10^{-11}$ ， $K_b(NH_3 \cdot H_2O) = 1.8 \times 10^{-5}$ 。

下列说法正确的是

A. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} NH_4HCO_3$ 溶液中： $c(NH_3 \cdot H_2O) + 2c(CO_3^{2-}) + c(OH^-) = c(H^+) + c(H_2CO_3)$

B. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} NH_4HCO_3$ 溶液中： $c(NH_4^+) > c(HCO_3^-)$



D. $Ce_2(CO_3)_3$ 沉淀完全后的滤液中： $c(Ce^{3+}) \cdot c(CO_3^{2-}) = K_{sp}[Ce_2(CO_3)_3]$

【答案】B

【详解】A. 对 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} NH_4HCO_3$ 溶液，电荷守恒为

$$c(NH_4^+) + c(H^+) = c(HCO_3^-) + 2c(CO_3^{2-}) + c(OH^-)$$

$$c(NH_4^+) + c(NH_3 \cdot H_2O) = c(HCO_3^-) + c(CO_3^{2-}) + c(H_2CO_3)$$

将物料守恒变形代入电荷守恒，最终得到 $c(NH_3 \cdot H_2O) + c(CO_3^{2-}) + c(OH^-) = c(H^+) + c(H_2CO_3)$ ，A 错误；

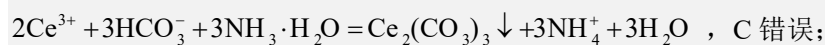
B. NH_4^+ 的水解常数 $K_h(NH_4^+) = \frac{K_w}{K_b(NH_3 \cdot H_2O)} \approx 5.6 \times 10^{-10}$ ； HCO_3^- 的水解常数

$$K_h(HCO_3^-) = \frac{K_w}{K_{a1}(H_2CO_3)} \approx 2.2 \times 10^{-8}$$

，且 HCO_3^- 还存在微弱电离（ $K_{a2} = 4.7 \times 10^{-11}$ ），由于 HCO_3^- 的水解（及电离）消耗程度远大于 NH_4^+ 的水解消耗，因此溶液中 $c(NH_4^+) > c(HCO_3^-)$ ，

B 正确；

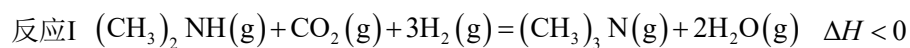
C. 反应体系中有氨水存在, 溶液呈碱性, 碱性条件下 HCO_3^- 不会大量分解生成 CO_2 , 且 Ce^{3+} 与 HCO_3^- 双水解的正确离子方程式为



D. $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ 的溶度积表达式为 $K_{sp}[\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3] = c^2(\text{Ce}^{3+}) \cdot c^3(\text{CO}_3^{2-})$, 因此 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$ 沉淀完全后的滤液中应满足 $c^2(\text{Ce}^{3+}) \cdot c^3(\text{CO}_3^{2-}) = K_{sp}[\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3]$, D 错误;

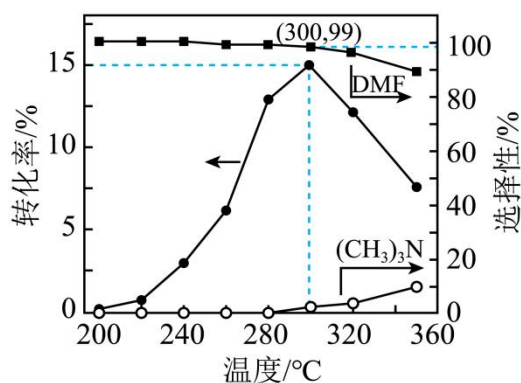
故答案选 B。

13. DMF $[\text{HCON}(\text{CH}_3)_2]$ 是良好的有机溶剂。二氧化碳加氢耦合 DMA $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}]$ 制 DMF 的主要反应(忽略其他副反应)为:



3MPa 下, 将 $n_{\text{始}}(\text{DMA}):n_{\text{始}}(\text{CO}_2):n_{\text{始}}(\text{H}_2) = 0.2:1:3$ 的混合气匀速通过装有催化剂的反应管,

DMA 的转化率、DMF 或 $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 的选择性随温度变化如图所示。



$$\text{DMF 的选择性} = \frac{n_{\text{生成}}(\text{DMF})}{n_{\text{生成}}(\text{DMF}) + n_{\text{生成}}[(\text{CH}_3)_3\text{N}]} \times 100\%。$$

下列说法不正确的是

- A. DMF 的平衡选择性随温度升高而增大
- B. 300°C 时, CO_2 的转化率为 3%
- C. 其他条件不变, 在 240~ 350°C 范围, 出口处 DMF 的量随温度升高而不断减小
- D. 高效合成 DMF, 需研发低温下 DMA 转化率高和 DMF 选择性高的催化剂

【答案】C

【详解】A. 反应II为吸热反应，温度升高，平衡正向移动， $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 转化为DMF的量增加；反应I为放热反应，升温使反应I平衡逆向移动， $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 生成量减少，因此，DMF的平衡选择性随温度升高而增大，A正确；

B. 初始投料比 $n_{\text{始}}(\text{DMA}):n_{\text{始}}(\text{CO}_2):n_{\text{始}}(\text{H}_2)=0.2:1:3$ ， CO_2 是过量反应物； 300°C 时DMA转化率为15%，根据反应I， CO_2 的消耗量等于DMA的消耗量，因此 CO_2 的转化率为：

$$\alpha(\text{CO}_2)=\frac{0.2\times 15\%}{1}\times 100\%=3\%，\text{B正确；}$$

C. 由图像可知， $240^\circ\text{C}\sim 300^\circ\text{C}$ 时DMA转化率快速上升（反应I正向进行， $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 生成量大幅增加），同时DMF选择性维持高位，因此DMF的生成量随温度升高而增大；

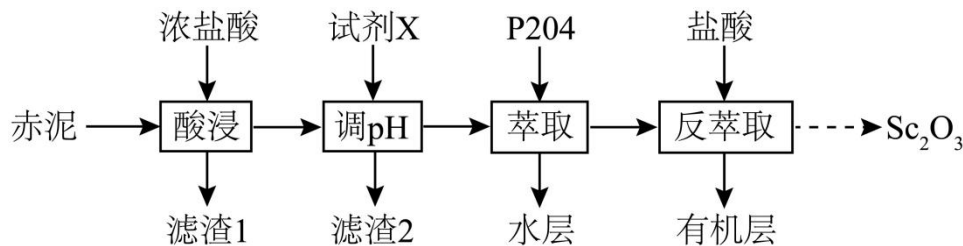
$300^\circ\text{C}\sim 350^\circ\text{C}$ 时DMA转化率下降，但DMF选择性下降，DMF生成量减小，C错误；

D. 降低温度，反应I（放热）正向移动，DMA转化率升高，反应II（吸热）逆向移动，DMF选择性降低，因此需研发能在低温下同时提高DMA转化率和DMF选择性的催化剂，实现高效合成，D正确；

故答案选C。

二、解答题

14. 由“赤泥”(含 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 SiO_2 及少量 Sc_2O_3)制备 Sc_2O_3 的过程如下：



已知：①P204在酸性条件下萃取金属离子的顺序为： $\text{Fe}^{3+} > \text{Sc}^{3+} > \text{Al}^{3+} > \text{Fe}^{2+}$ 。

② Sc^{3+} 可与 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 结合生成 $[\text{Sc}(\text{C}_2\text{O}_4)_n]^{3-2n}$ 配离子($n=1、2、3$)。

(1)酸浸。一定条件下，钪的单次浸取率最高为49.4%。不改变条件，为充分浸出Sc，可采取的措施为_____。

(2)调pH。向酸浸液中加入适量试剂X调节 $\text{pH}=1.5$ ，试剂X为_____ (填“Fe”、“ Fe_2O_3 ”或“ FeCO_3 ”)。

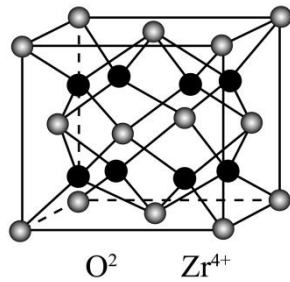
(3)经萃取、反萃取后得到 ScCl_3 溶液，再通过沉钪、焙烧制得 Sc_2O_3 。

①向 ScCl_3 溶液中加入 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ， Sc^{3+} 转化为 $\text{Sc}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 沉淀。当 $\frac{n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{n(\text{Sc}^{3+})}$ 大于1.5时， Sc^{3+} 的沉淀率会显著下降，原因是_____。

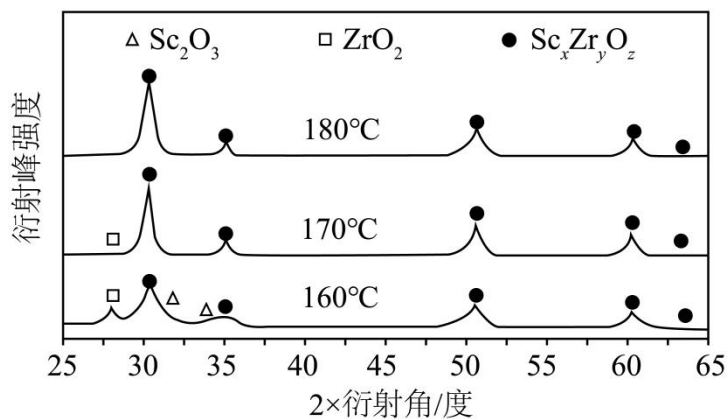
② $\text{Sc}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 在空气中煅烧生成 Sc_2O_3 的化学方程式为_____。

(4)向 ZrO_2 中掺杂 Sc_2O_3 可制备固体电解质 $\text{Sc}_x\text{Zr}_y\text{O}_z$ 。

① ZrO_2 的晶胞结构如图所示， Zr^{4+} 的配位数为_____； ZrO_2 中部分 Zr^{4+} 的位置被 Sc^{3+} 占据，得到 $\text{Sc}_x\text{Zr}_y\text{O}_z$ ，同时产生 O^{2-} 空位。若 $x:y=2:23$ ，则 $\text{Sc}_x\text{Zr}_y\text{O}_z$ 中 O^{2-} 的空缺率为_____ (写出计算过程， O^{2-} 的空缺率 $=\frac{\text{O}^{2-}\text{空位数}}{\text{O}^{2-}\text{空位数}+\text{实际O}^{2-}\text{数}} \times 100\%$)。



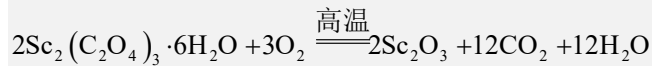
②水热法制备 $\text{Sc}_x\text{Zr}_y\text{O}_z$ 。不同温度下测得产品的X射线衍射图(X射线衍射用于判断某晶态物质是否存在，不同晶态物质出现衍射峰的衍射角不同)如图所示，则最佳的制备温度为_____。



【答案】(1)对滤渣1进行多次浸取

(2)Fe

(3) 过量的 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 与 Sc^{3+} 结合生成 $[\text{Sc}(\text{C}_2\text{O}_4)_n]^{3-2n}$



(4) 8 2% 180°C

【分析】由题给流程可知，向赤泥中加入浓盐酸酸浸，将金属元素转化为金属氯化物，二氧化硅不反应，过滤得到含有二氧化硅的滤渣 1 和酸浸液；向酸浸液中加入铁，将溶液中的铁离子转化为亚铁离子，并调节溶液 pH 为 1.5，过滤得到滤渣 2 和滤液；向滤液中加入萃取剂 P2O4 萃取、分液得到水层和含有钪离子的有机相；向有机相中加入盐酸反萃取、分液得到三氯化钪溶液和 P2O4 有机层；向三氯化钪溶液中加入草酸，将溶液中钪离子转化为六水草酸钪沉淀，过滤得到滤液和六水草酸钪；六水草酸钪在空气中煅烧得到三氧化二钪。

【详解】(1) 一定条件下，钪的单次酸浸的浸取率最高为 49.4%说明三氧化二钪不能与浓盐酸充分反应，过滤得到的滤渣 1 中含有未反应的三氧化二钪，所以在不改变条件的前提下，应对滤渣 1 进行多次酸浸浸取，使三氧化二钪充分反应，提高钪元素的浸出率；

(2) 由分析可知，加入铁的目的是将溶液中的铁离子转化为亚铁离子，并调节溶液 pH 为 1.5，防止萃取剂 P2O4 萃取溶液中的铁离子，降低钪元素的萃取率；

(3) ①由题给信息可知，过量的草酸会与溶液中的钪离子生成配离子 $[\text{Sc}(\text{C}_2\text{O}_4)_n]^{3-2n}$ ，所以当溶液中 $\frac{n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)}{n(\text{Sc}^{3+})}$ 大于 1.5 时，钪离子的沉淀率会显著下降；

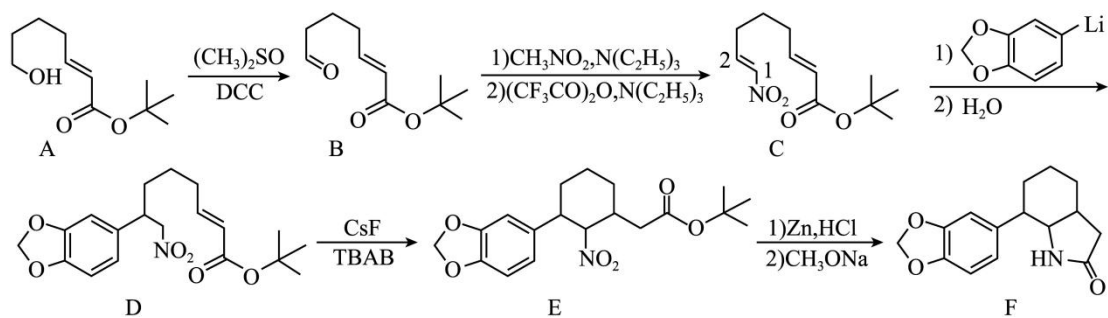
②由分析可知，生成三氧化二钪的反应为六水草酸钪在空气中煅烧三氧化二钪、二氧化碳和水，反应的化学方程式为： $2\text{Sc}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Sc}_2\text{O}_3 + 12\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ ；

(4) ①由晶胞结构可知，氧离子位于 Zr^{4+} 离子形成的四面体空隙中，则氧离子的配位数为 4，由化学式可知， Zr^{4+} 离子的配位数为 8；化合物呈电中性，满足： $3x + 4y = 2z$ ，已知 $x : y = 2 : 23$ ，设 $x = 2, y = 23$ ，代入得： $z = \frac{3 \times 2 + 4 \times 23}{2} = 49$ ，总阳离子数为 $x + y = 25$ ，若无 O 空位，O 总数应为 $2 \times 25 = 50$ ，因此 O^{2-} 空位数 = $50 - 49 = 1$ ，空缺率

$$= \frac{\text{O}^{2-}\text{空位数}}{\text{O}^{2-}\text{空位数} + \text{实际O}^{2-}\text{数}} \times 100\% = \frac{1}{1 + 49} \times 100\% = 2\%；$$

②由图可知，温度为 180°C 时，产品 $\text{Sc}_x\text{Zr}_y\text{O}_z$ 中不存在三氧化二钪和二氧化锆杂质，所以水热法制备 $\text{Sc}_x\text{Zr}_y\text{O}_z$ 的最佳的制备温度为 180°C。

15. 化合物 F 是合成一种生物碱的中间体，其合成路线如下：



(1) A 分子中含氧官能团的名称为_____。

(2) C 分子中 1 号碳的电子云密度比 2 号碳的_____ (填“大”或“小”)。

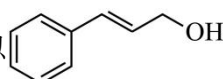
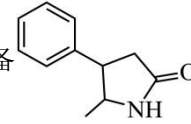
(3) D \rightarrow E 的反应类型为_____。

(4) E 转化为 F 时还生成另一有机产物，其结构简式为_____。

(5) 写出同时满足下列条件的 F 的一种同分异构体的结构简式：_____。

① 含两个苯环，有 5 种不同化学环境的氢原子，其红外光谱图显示不含 N-O 键；

② 在 Cu 催化加热下与 O_2 反应，所得有机产物能被银氨溶液氧化。

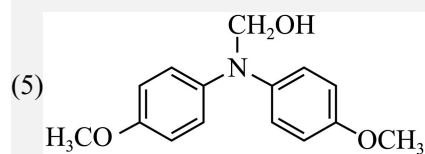
(6) 写出以 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$ 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 为原料制备  的合成路线流程图_____ (无机试剂、有机溶剂和题干中的有机试剂任用，合成路线示例见本题题干)。

【答案】(1) 羟基、酯基

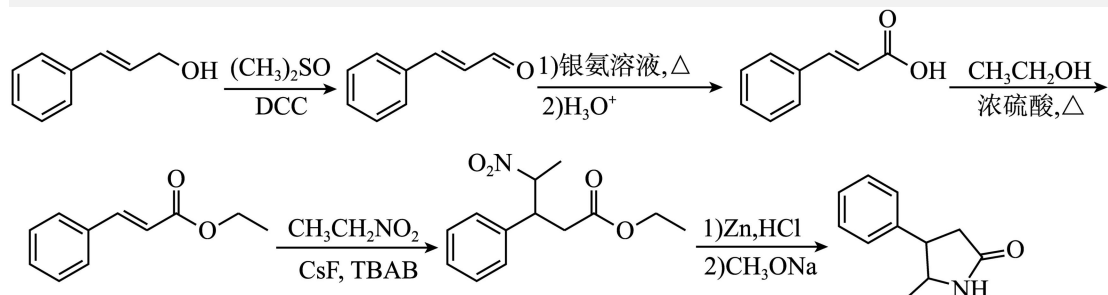
(2) 大

(3) 加成反应

(4) $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$



(6)



【分析】A 在 $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$ 、DCC 条件下发生氧化反应，使羟基转化为醛基，生成 B；B 发生反应转化为含硝基的 C；C 再发生反应生成 D；D 经 CsF、TBAB 作用发生环化得到 E；E 经多步反应最终得到生物碱中间体 F；整个流程通过羟基保护、氧化还原、环化、加成等反应逐步构建复杂骨架。

【详解】(1) 根据 A 的结构简式，分子中含有羟基和酯基两种含氧官能团。

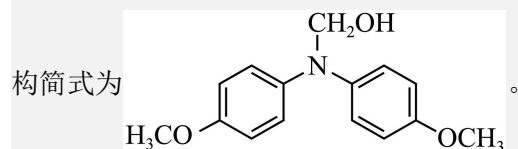
(2) 硝基是强吸电子基团，使与其相连的 2 号碳电子云密度降低，故 1 号碳的电子云密度相对更大。

(3) 从结构变化看，D 经 CsF、TBAB 作用生成六元环结构，碳碳双键转化为单键，该反应类型为加成反应。

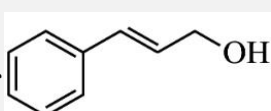
(4) E 在 Zn, HCl 条件下发生还原反应（硝基转化为氨基），再在 CH_3ONa 的作用下发生分子内脱水，生成的副产物为 $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ 。

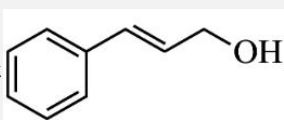
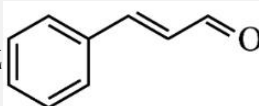
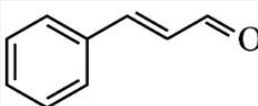
(5)

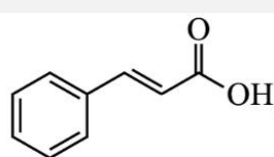
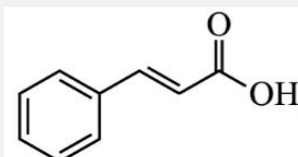
根据条件：①含两个苯环，有 5 种不同化学环境的氢原子，不含 N-O 键；②在 Cu 催化下与 O_2 反应，产物能被银氨溶液氧化（含可氧化为醛基的结构，即 $-\text{CH}_2\text{OH}$ ），符合条件的结构简式为

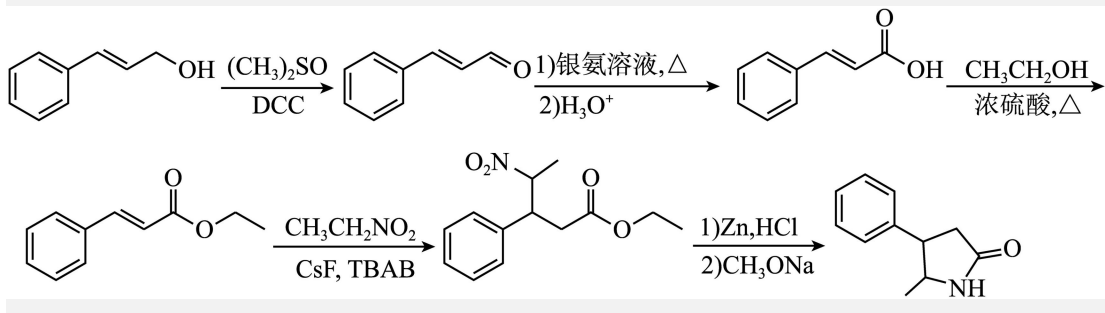
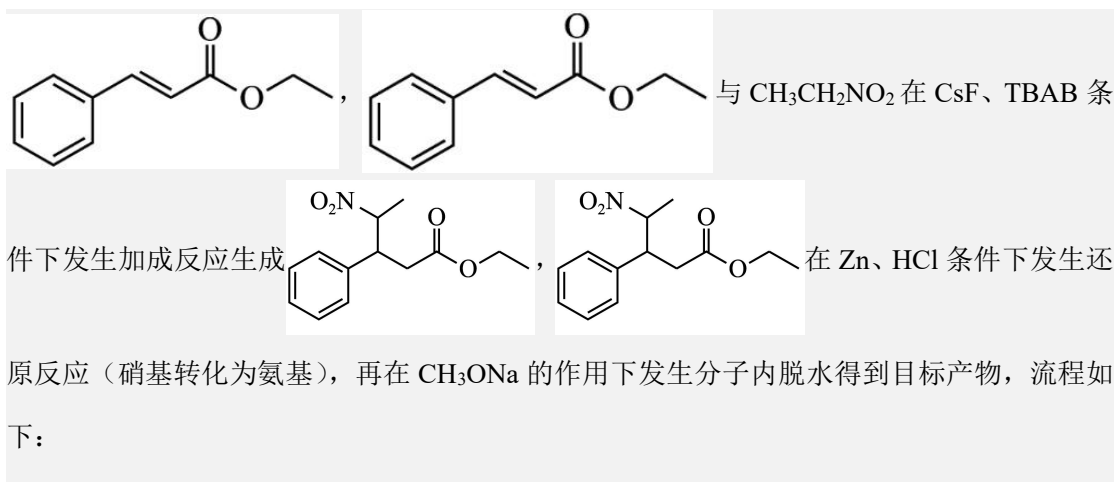


(6)

结合题目的流程，以 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NO}_2$ 和 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 为原料制备目标产物，首先

 在 $(\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$ 、DCC 条件下发生氧化反应，使羟基转化为醛基，生成 ， 先被银氨溶液氧化、再酸化得到

， 与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 发生酯化反应得到



16. 水溶液中 Cr 元素主要以 Cr₂O₇²⁻ (橙色)、CrO₄²⁻ (黄色)、Cr³⁺ (绿色) 等形式存在。

(1) Cr(VI) 具有强氧化性，且存在平衡： $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。

① 在试管中加入 2 mL 0.2 mol·L⁻¹ K₂CrO₄ 溶液，滴加 5 滴 6 mol·L⁻¹ NaOH 溶液，溶液黄色加深，然后加入 4 mL 乙醇，充分振荡，溶液不变色。向上述溶液中继续加入 1 mL 6 mol·L⁻¹ H₂SO₄ 溶液，充分振荡后溶液颜色变为_____。

② K₂CrO₄ 可使钢制锅炉内壁发生钝化，从而减缓腐蚀。下列试剂减缓腐蚀的原理与 K₂CrO₄ 相同的是_____ (填字母)。

A. NaNO₂ B. N₂H₄ C. Na₂SO₃

(2) 用 AgNO₃ 标准溶液滴定溶液中的 Cl⁻ 时，可用 K₂CrO₄ 溶液作指示剂。已知：Ag₂CrO₄ 为砖红色沉淀； $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1.2 \times 10^{-12}$ 。

① 理论上达滴定终点时，混合液中 $c(\text{CrO}_4^{2-})$ 不宜超过_____ mol·L⁻¹。

② 滴定时，溶液的 pH 需保持在 6~10。若 pH < 6，则测定结果将_____ (填“偏高”、“偏低”或“无变化”)。

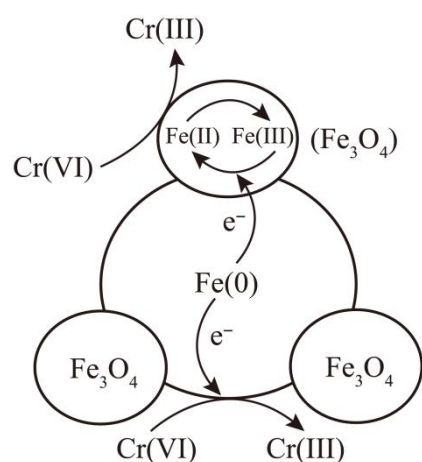
③ 现有颜色相近的两种配合物晶体 [CoCl(NH₃)₅]Cl₂ 和 [CoCl₂(NH₃)₄]Cl。请设计实验方案

进行鉴别：_____ [必须使用的试剂和仪器：蒸馏水、 $0.05\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{AgNO}_3$ 溶液、电子天平、滴定管]。

(3) FeSO_4 、纳米 $\text{Fe}(0)$ 均能有效去除废水中的 $\text{Cr}(\text{VI})$ 。

① 酸性废水中， Fe^{2+} 将 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 还原为低毒性 Cr^{3+} 的离子方程式为_____。

② 纳米 $\text{Fe}(0)$ 颗粒在水中形成胶体后易聚集变大而沉降。用磁性 Fe_3O_4 包覆的纳米 $\text{Fe}(0)$ 去除 $\text{Cr}(\text{VI})$ 的机理如图所示。相同条件下，磁性 Fe_3O_4 包覆的纳米 $\text{Fe}(0)$ 对 $\text{Cr}(\text{VI})$ 的去除率明显高于单独使用纳米 $\text{Fe}(0)$ ，其原因有_____。



【答案】(1) 绿色 A

(2) 6.7×10^{-3} 偏高 用电子天平称取等质量的两种晶体，分别加入蒸馏水至晶体完全溶解，得到待测溶液。用滴定管分别向两种待测溶液中逐滴滴加 $0.05\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{AgNO}_3$ 溶液至不再产生沉淀，记录消耗 AgNO_3 溶液的体积。消耗 AgNO_3 溶液体积较大的为

$[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_2$ ，较小的为 $[\text{CoCl}_2(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}$

(3) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Fe}^{2+} + 14\text{H}^+ = 2\text{Cr}^{3+} + 6\text{Fe}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$ Fe_3O_4 的包覆能防止纳米 $\text{Fe}(0)$ 颗粒聚集，保持了较大的比表面积； Fe_3O_4 能导电(传递电子)，形成 $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{O}_4$ 原电池，加快去除 $\text{Cr}(\text{VI})$ 速率

【详解】(1) ① 加入硫酸后， H^+ 浓度增大，平衡 $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 右移，酸性条件下 $\text{Cr}(\text{VI})$ 被乙醇还原为绿色的 Cr^{3+} ，最终溶液呈绿色。

② 钝化是强氧化剂使钢铁表面生成致密氧化膜， K_2CrO_4 作氧化剂钝化钢铁， NaNO_2 是氧

化剂， N_2H_4 、 Na_2SO_3 均为还原剂，故选 A。

(2) ① 理论上达滴定终点时， Ag^+ 与 Cl^- 恰好完全反应，由 $K_{sp}(AgCl) = c(Ag^+)c(Cl^-)$ 得
 $c(Ag^+) = \sqrt{K_{sp}(AgCl)} mol/L = \sqrt{1.8 \times 10^{-10}} mol \cdot L^{-1}$ ，再由 $K_{sp}(Ag_2CrO_4) = c^2(Ag^+)c(CrO_4^{2-})$ ，
得 $c(CrO_4^{2-}) = \frac{1.2 \times 10^{-12}}{1.8 \times 10^{-10}} mol/L \approx 6.7 \times 10^{-3} mol \cdot L^{-1}$ 。

② $pH < 6$ 时， CrO_4^{2-} 转化为 $Cr_2O_7^{2-}$ ， CrO_4^{2-} 浓度降低，需要更高浓度的 Ag^+ 才能生成砖红色 Ag_2CrO_4 沉淀，终点推迟，消耗 $AgNO_3$ 体积偏大，测定结果偏高。

③ 两种晶体中，只有外界 Cl^- 能电离与 Ag^+ 反应生成 $AgCl$ 沉淀： $1mol [CoCl(NH_3)_5]Cl_2$ 含
 $2mol$ 外界 Cl^- ， $1mol [CoCl_2(NH_3)_4]Cl$ 含 $1mol$ 外界 Cl^- ，相同质量的晶体，前者消耗 $AgNO_3$
溶液的体积约为后者的2倍，可通过滴定鉴别，故实验方案为用电子天平称取等质量的两种
晶体，分别加入蒸馏水至晶体完全溶解，得到待测溶液；用滴定管分别向两种待测溶液中逐
滴滴加 $0.05mol \cdot L^{-1} AgNO_3$ 溶液至不再产生沉淀，记录消耗 $AgNO_3$ 溶液的体积；消耗 $AgNO_3$
溶液体积较大的为 $[CoCl(NH_3)_5]Cl_2$ ，较小的为 $[CoCl_2(NH_3)_4]Cl$ 。

(3) ① 酸性条件下， Fe^{2+} 还原 $Cr_2O_7^{2-}$ ，生成 Cr^{3+} 和 Fe^{3+} ，反应的离子方程式为
 $Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ = 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$ 。

② 从机理可知： Fe_3O_4 的包覆能防止纳米 $Fe(0)$ 颗粒聚集，保持了较大的比表面积，增大接触
面积；同时 Fe_3O_4 能导电(传递电子)，形成 $Fe-Fe_3O_4$ 原电池，加快去除 $Cr(VI)$ 速率，因此去
除率更高。

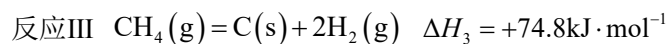
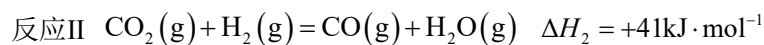
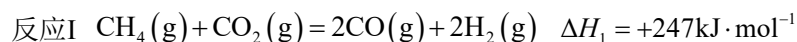
17. CO_2 的捕集与资源化利用具有重要意义。

(1) 乙醇胺($HOCH_2CH_2NH_2$)溶液作为碱性吸收剂，可高效捕集烟气中的 CO_2 。

① 理论上 $1mol HOCH_2CH_2NH_2$ 最多吸收 $0.5mol CO_2$ 。写出 $HOCH_2CH_2NH_2$ 溶液吸收 CO_2 生
成 $HOCH_2CH_2NHCOO^-$ 的离子方程式：_____。

② $HOCH_2CH_2NH_2$ 的沸点为 $170^\circ C$ 。吸收塔内，烟气和吸收剂的温度超过 $50^\circ C$ 会造成 CO_2 的
吸收率降低，可能原因有_____。

(2) $\text{CO}_2 - \text{CH}_4$ 重整制合成气的主要反应如下:



①反应II在_____ (选填“高温”、“低温”或“任意温度”)下可以自发进行。

②250°C、 $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ 下,将一定比例的 CO_2 与 CH_4 混合气匀速通过装有催化剂(活性炭为载体)的反应器。

$\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{CH}_4)}$ 对 CO_2 、 CH_4 的转化率和出口处 $\frac{V(\text{H}_2)}{V(\text{CO})}$ 的影响如图-1所示。

$\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{CH}_4)} > 1$ 时, $\frac{V(\text{H}_2)}{V(\text{CO})}$ 随 $\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{CH}_4)}$ 增大而减小的可能原因有_____。

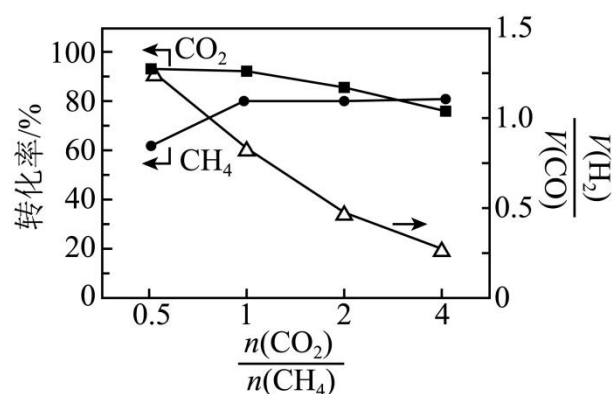


图-1

(3)电解还原法将 CO_2 转化为 C_2H_4 的装置如图-2所示。

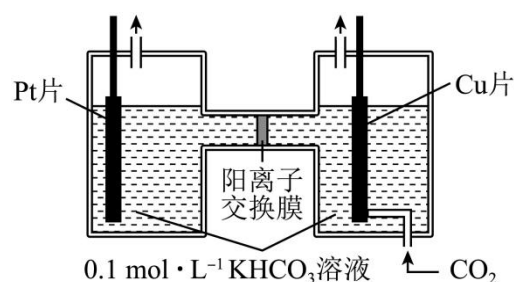


图-2

①写出 CO_2 在阴极转化为 C_2H_4 的电极反应式: _____。

②Cu能有效抑制析氢,对电解还原 CO_2 制 C_2H_4 具有高催化活性。 CO_2 中混有 SO_2 会使Cu催化剂中毒(Cu价态不变),原因是 SO_2 在阴极转化为_____ (填化学式),沉积在Cu表面。

③一种 PFSA 聚合物@Cu 催化剂结构如图-3 所示,其能有效防止 SO₂ 造成的 Cu 催化剂中毒。

-SO₃⁻ 能将 SO₂ 控制在 PFSA 聚合物表面, 其原理是_____。

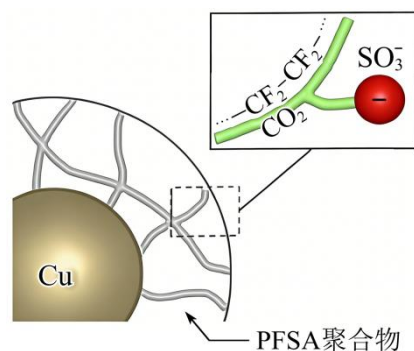
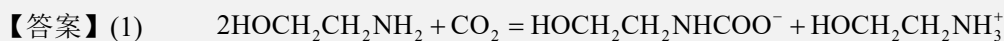
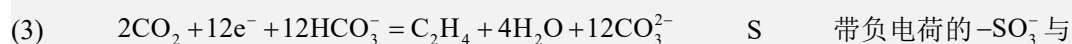


图-3



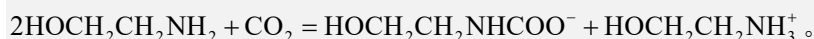
CO₂ 在吸收剂中的溶解度下降; 部分 HOCH₂CH₂NHCOO⁻ 受热分解产生 CO₂

(2) 高温 反应II速率加快; CO₂ 与催化剂中的活性炭反应生成 CO



SO₂ 分子中带部分正电荷的 S 形成较强的静电作用

【详解】(1) ① 根据题意, 1molHOCH₂CH₂NH₂ 最多吸收 0.5molCO₂, 即 2mol 乙醇胺和 1molCO₂ 反应; 氨基显碱性, 1 个氨基结合 CO₂ 生成 HOCH₂CH₂NHCOO⁻, 另一个氨基结合生成的 H⁺ 得到 HOCH₂CH₂NH₃⁺, 离子方程式为



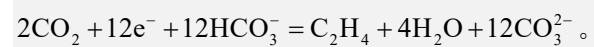
② 温度升高, 气体 CO₂ 溶解度减小, 同时 HOCH₂CH₂NHCOO⁻ 受热易分解产生 CO₂, 因此 CO₂ 吸收率降低。

(2) ① 反应自发进行的条件是 $\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$; 反应II $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$, 因此只有高温下才能满足 $\Delta G < 0$, 自发进行。

② 当 $\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{CH}_4)} > 1$ 时, 反应II速率加快, 消耗产物 H₂, 且过量的 CO₂ 可以与催化剂中活性

炭反应生成更多 CO, 因此 $\frac{V(\text{H}_2)}{V(\text{CO})}$ 随 $\frac{n(\text{CO}_2)}{n(\text{CH}_4)}$ 比值增大而减小。

(3) ① 阴极发生得电子的还原反应， CO_2 中C为+4价，被还原为 C_2H_4 中-2价的C，生成1mol C_2H_4 转移12mol电子，结合电荷、原子守恒配平得到电极反应式为



② SO_2 在阴极被还原，生成固体S单质沉积在Cu表面，占据催化剂活性位点，使催化剂中毒，因此产物为S。

③ $-\text{SO}_3^-$ 本身带负电，与 SO_2 分子中带部分正电荷的S形成较强的静电作用，阻止含硫微粒扩散到内部Cu表面，因此避免Cu中毒。