

江苏省南京市 2026 届高三上学期学情调研化学试题

学校:_____ 姓名:_____ 班级:_____ 考号:_____

一、单选题

1. NaCl 是工业文明进程中不可或缺的资源。下列生产中不以 NaCl 为直接原料的是

- A. 工业制玻璃 B. 氯碱工业 C. 电冶金制钠 D. 侯氏制碱

【答案】 A

【详解】 A. 工业制玻璃的原料为纯碱、石灰石和二氧化硅, A 符合题意;

B. 氯碱工业的原料为饱和氯化钠溶液, B 不符合题意;

C. 电解熔融氯化钠制备金属钠, C 不符合题意;

D. 侯氏制碱法的原料为饱和氯化钠、氨气和二氧化碳, D 不符合题意;

故选 A。

2. 反应 $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCl} + \text{HClO}$ 可用于水体消毒。下列说法正确的是

A. H_2O 的空间结构为四面体形

B. HCl 属于非极性分子

C. HClO 的结构式为 H-Cl-O

D. 基态 Cl 原子未成对电子数为 1

【答案】 D

【详解】 A. H_2O 中 O 为 sp^3 杂化, 存在 2 对孤对电子, 空间结构为 V 形, A 错误;

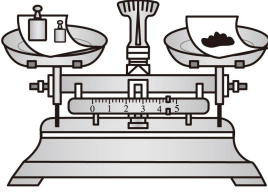
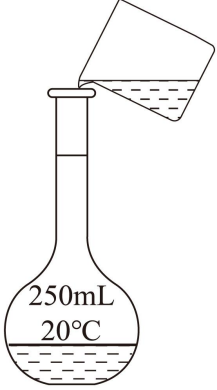
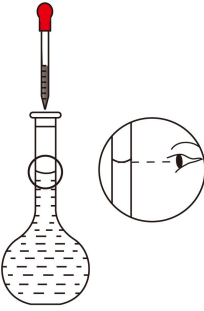
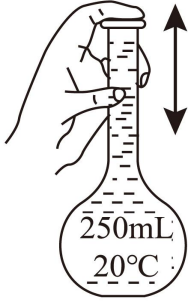
B. HCl 属于极性分子, B 错误;

C. HClO 的结构式为 H-O-Cl, C 错误;

D. 基态 Cl 原子电子排布式为 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$, 未成对电子数为 1, D 正确;

故选 D。

3. 用 Na_2CO_3 固体配制 250 mL $0.0500 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 溶液。下列实验操作规范的是

	
A. 称量 Na_2CO_3 固体	B. 转移 Na_2CO_3 溶液
	
C. 定容	D. 摇匀

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】C

【详解】A. 称量碳酸钠固体，应该左物右码，A 错误；

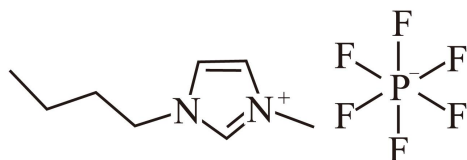
B. 转移溶液时，需要使用玻璃棒引流，B 错误；

C. 定容时，胶头滴管不能伸入容量瓶中，视线与凹液面最低处水平，C 正确；

D. 摇匀时，要盖上塞子并上下颠倒摇匀，D 错误；

故选 C。

4. 大多数离子液体含有体积很大的阴、阳离子，如图所示。下列说法不正确的是

A. 第一电离能: $I_1(\text{P}) > I_1(\text{F})$ B. 电负性: $\chi(\text{N}) > \chi(\text{P})$ C. 原子半径: $r(\text{C}) > r(\text{F})$

D. 该物质中存在离子键

【答案】A

【详解】A. 同周期主族元素从左到右，第一电离能有增大趋势，同主族元素从上往下，第一电离能减小，则第一电离能： $I_1(\text{P}) < I_1(\text{Cl}) < I_1(\text{F})$ ，A 错误；

B. 同主族元素从上往下，电负性依次减小，则电负性： $\chi(\text{N}) > \chi(\text{P})$ ，B 正确；

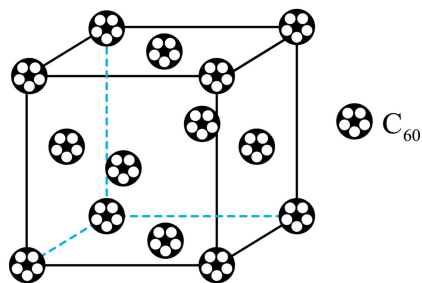
C. 同周期主族元素从左到右，原子半径依次减小，则原子半径： $r(\text{C}) > r(\text{F})$ ，C 正确；

D. 该离子液体含有体积很大的阴、阳离子，存在离子键，D 正确；

故选 A。

阅读下列材料，完成下列题：

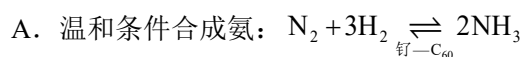
氮气资源丰富，其资源化利用是现代能源和化工的重要基础。厦门大学团队开发的钪-C₆₀ 催化剂实现温和条件合成氨；中科大团队利用等离子体放电技术以空气和水为原料，在一定条件下电合成羟胺(NH₂OH)并获得 O₂。氮气是一种环境友好气体，上交大团队发明的绿色氨燃料发动机技术，解决氢储运成本高等问题；中科院团队以叠氮化钾(KN₃)为原料制备出的高能立方氮 [N(s, 立方氮)]，能进一步分解为更稳定的氮气，让高能量密度材料发展迈上新台阶。

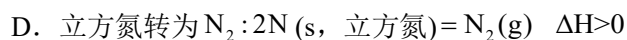
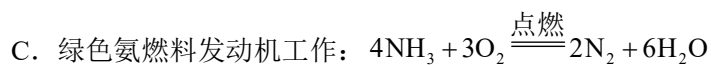
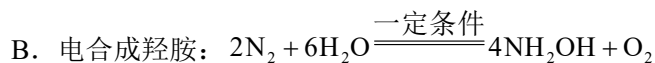


5. 下列说法正确的是

- A. 石墨烯、碳纳米管都是碳的同位素
- B. C₆₀ 晶胞如题图所示，每个 C₆₀ 分子的配位数为 6
- C. NH₂OH 与 H₂O 可形成氢键
- D. KN₃ 中 N 元素的平均化合价为-1 价

6. 下列化学反应表示不正确的是





7. 下列有关说法正确的是

A. 钪- C_{60} 催化剂通过降低反应的焓变实现温和合成氨

B. 电合成 NH_2OH 过程中可能存在少量副产物 H_2

C. 氢储运成本高的主要原因为 H_2 易还原金属容器

D. KN_3 制备固态的高能立方氮属于氮的固定

【答案】5. C 6. D 7. B

【解析】5. A. 石墨烯、碳纳米管都是碳元素形成的不同种单质，互为同素异形体，A 错误；

B. 由晶胞结构可知，晶胞中位于顶点的 C_{60} 与位于面心的 C_{60} 的距离最近，则 C_{60} 的配位数为 12，B 错误；

C. 羟胺分子中的氨基和羟基都能与水分子形成分子间氢键，C 正确；

D. 叠氮化钾中钾元素的化合价为 +1 价，由化合价代数和为 0 可知，化合物中氮元素平均化合价为 $-\frac{1}{3}$ 价，D 错误；

故选 C。

6. A. 由题给信息可知，温和条件合成氨反应为钪- C_{60} 催化剂作用下氮气和氢气反应生成氨气，反应的化学方程式为 $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons{\text{钪}-\text{C}_{60}} 2\text{NH}_3$ ，A 正确；

B. 由题给信息可知，电合成羟胺的反应为催化剂作用下氮气与水反应生成羟胺和氧气，反应的化学方程式为 $2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{一定条件}} 4\text{NH}_2\text{OH} + \text{O}_2$ ，B 正确；

C. 绿色氨燃料发动机工作时发生的反应为氨气在氧气中燃烧生成氮气和水，反应的化学方

程式为 $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ，C 正确；

D. 由题给信息可知，高能立方氮的能量高于氮气，则立方氮转为转化为氮气的反应是反应物总能量高于生成物的总能量的放热反应，反应的焓变小于 0，D 错误；

故选 D；

7. A. 钌- C_{60} 催化剂能降低反应的活化能，但不能改变反应的焓变，A 错误；

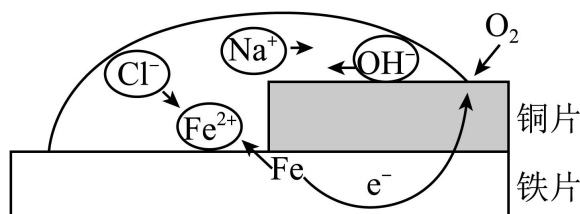
B. 电合成羟胺时，水分子可能在阴极得到电子发生还原反应生成氢气，B 正确；

C. 氢储运成本高的主要原因为氢气的密度小，需要的高压、低温条件下难以实现，与氢气的还原性无关，C 错误；

D. 叠氮化钾制备固态的高能立方氮的反应是化合态的氮转化为游离态的氮，不属于氮的固定，D 错误；

故选 B。

8. 探究铁的电化学腐蚀实验如下：向饱和 NaCl 溶液中加入 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液(能与 Fe^{2+} 形成蓝色沉淀)和酚酞，将铜片紧密覆盖在铁片上，向金属片交界处滴加 1 滴上述混合溶液，可能的原理如题图所示。下列说法正确的是



A. 铁片上发生还原反应，出现蓝色沉淀

B. 铜片上的溶液变为红色，电极反应式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$

C. 用锌片代替铜片，保持其它操作不变，观察到的现象相同

D. 用盐酸代替 NaCl 溶液，保持其它操作不变，观察到的现象相同

【答案】B

【分析】该装置为吸氧腐蚀，装置中铁发生吸氧腐蚀，铁片为负极，负极上铁失电子生成亚铁离子，亚铁离子与 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 反应生成蓝色沉淀，铜片为正极，正极上氧气得电子生成氢氧根离子。

【详解】A. 铁电极为负极，铁失电子生成亚铁离子，发生氧化反应，电极反应为 $\text{Fe} - 2\text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$ ，A 错误；

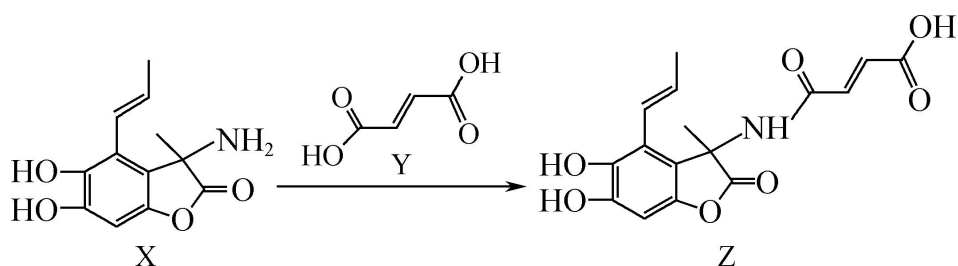
B. 铜片为正极，正极上氧气得电子生成氢氧根离子，电极反应为 $O_2+4e^-+2H_2O=4OH^-$ ，酚酞遇碱变红，B 正确；

C. 用锌片代替铜片，锌片为负极，Zn 失电子生成 Zn^{2+} ，发生氧化反应，电极反应为 $Zn-2e^-=Zn^{2+}$ ，无亚铁离子生成，不能生成蓝色沉淀，现象不同，C 错误；

D. 用盐酸代替 NaCl 溶液，保持其它操作不变，铜片仍为正极，正极上是氢离子得电子生成氢气，与 NaCl 溶液做电解质溶液时的现象不同，D 错误；

故选 B。

9. 化合物 Z 具有广谱抗菌活性，可利用 X 和 Y 反应获得：



下列说法不正确的是

- A. X 分子中所有碳原子共平面
- B. X 分子中含有 1 个手性碳原子
- C. Y 能使酸性高锰酸钾溶液褪色
- D. 酸性条件下 Z 的水解产物均能发生聚合反应

【答案】A

【详解】A. 与 $-NH_2$ 相连的 C 原子为四面体结构，则所有 C 原子不可能共面，A 不正确；

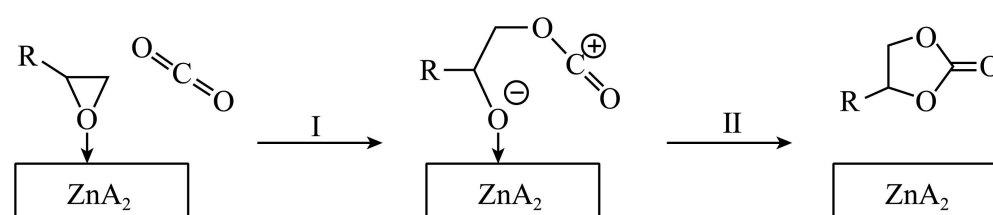
B. X 中与 $-NH_2$ 连接的 C 原子周围连接四个不同的原子或原子团，存在一个手性碳原子，B 正确；

C. Y 中有碳碳双键，能使酸性高锰酸钾溶液褪色，C 正确；

D. Z 含有酰胺基，水解产物中都有碳碳双键，都能发生加聚反应，D 正确；

答案选 A。

10. 固体 ZnA_2 可以催化 CO_2 与环氧乙烷的衍生物转化为环状碳酸酯，可能的机理如下：



下列说法正确的是

- A. CO_2 中的 C 提供孤电子对与 Zn^{2+} 配位
- B. 过程 I、II 中都有 C-O σ 键的断裂
- C. 可用 ^{18}O 标记 CO_2 探究过程 I 的机理
- D. 反应后通过分液操作回收 ZnA_2

【答案】C

【详解】A. CO_2 中的氧原子中有孤电子对，O 提供孤电子对与 Zn^{2+} 配位，A 错误；

B. 由流程，过程 I 有 C-O σ 键的断裂，形成新的碳氧键，而 II 中为图中负电荷氧和正电荷碳结合形成碳氧键成环，没有 C-O σ 键的断裂，B 错误；

C. 二氧化碳、环氧乙烷的衍生物中都存在氧原子，可用 ^{18}O 标记 CO_2 探究过程 I 的机理，从而确定反应中的断键、成键位置，C 正确；

D. ZnA_2 为固体，则反应后可以通过过滤操作回收 ZnA_2 ，D 错误；

故选 C。

11. 根据下列实验过程及现象，能验证相应实验结论的是

选项	实验过程及现象	实验结论
A	向盛有苯酚饱和溶液的试管中滴加几滴溴水，无沉淀产生	苯酚不能与 Br_2 反应
B	将两支盛有 2 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的试管分别置于冷、热水浴中，再同时加入 3 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液，热水浴中的试管先出现浑浊	升高温度可加快化学反应速率
C	向盛有 4 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4$ 溶液的试管中滴加 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水，直至得到深蓝色透明溶液，再加入 8 mL 95% 乙醇，并用玻璃棒摩擦试管壁，出现深蓝	增大溶剂极性可降低溶质溶解度

	色晶体	
D	向试管中加入 1-溴丁烷和 20%KOH 溶液，加热，冷却后再滴加 AgNO ₃ 溶液，出现难溶物	1-溴丁烷中含溴原子

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】B

【详解】A. 向盛有苯酚饱和溶液的试管中滴加几滴溴水，充分振荡后无白色沉淀，可能是因为苯酚过量，生成的 2, 4, 6-三溴苯酚溶解在过量的苯酚中，从而观察不到白色沉淀，不能说明苯酚不与溴水反应，A 错误；

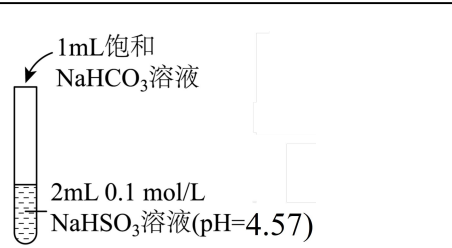
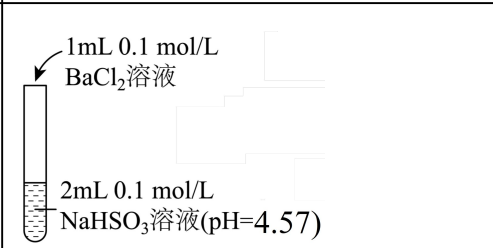
B. 将两支盛有 2 mL 0.1 mol·L⁻¹Na₂S₂O₃ 溶液的试管分别置于冷、热水浴中，再同时加入 3 mL 0.5 mol·L⁻¹H₂SO₄ 溶液，热水浴中的试管先出现浑浊，说明热水浴中反应速率更快，则升高温度可加快化学反应速率，B 正确；

C. 该实验中加入乙醇的目的是降低溶液的极性，从而减小溶质溶解度，使其析出，C 错误；

D. 向试管中加入 1-溴丁烷和 20%KOH 溶液，加热，冷却后应该先加入稀硝酸中和 KOH，再滴加 AgNO₃ 溶液，出现难溶物，才能说明 1-溴丁烷中含溴原子，D 错误；

故选 B。

12. 某兴趣小组通过实验 I: 向 2mL 0.1mol/L NaHSO₃ 溶液(pH=4.57)中加入 1mL 饱和 NaHCO₃ 溶液。实验 II: 向 2mL 0.1mol/L NaHSO₃ 溶液(pH=4.57)中加入 1mL 0.1mol/L BaCl₂ 溶液。探究 NaHSO₃ 溶液的性质。

实验 I	实验 II
 <p>1mL 饱和 NaHCO₃ 溶液</p> <p>2mL 0.1 mol/L NaHSO₃ 溶液(pH=4.57)</p>	 <p>1mL 0.1 mol/L BaCl₂ 溶液</p> <p>2mL 0.1 mol/L NaHSO₃ 溶液(pH=4.57)</p>

已知: $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3)=1.4\times 10^{-2}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3)=6.0\times 10^{-8}$, $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3)=4.5\times 10^{-7}$,

$K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3)=4.7\times 10^{-11}$, $K_{sp}(\text{BaSO}_3)=5.0\times 10^{-10}$ 。

下列说法正确的是

- A. NaHSO_3 溶液中: $c(\text{SO}_3^{2-}) < c(\text{H}_2\text{SO}_3)$
- B. NaHCO_3 溶液中: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-)$
- C. II 中产生白色沉淀, 说明混合液中 $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_3^{2-}) < 5.0 \times 10^{-10}$
- D. I 中溶液的 pH 增大, II 中溶液的 pH 减小

【答案】D

【详解】A. 因为 $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 1.4 \times 10^{-2}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 6.0 \times 10^{-8}$, HSO_3^- 水解常数为:

$$\frac{10^{-14}}{1.4 \times 10^{-2}} = 7.1 \times 10^{-13}, \text{ 电离程度大于水解程度, 则 } c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{H}_2\text{SO}_3), \text{ A 错误;}$$

B. NaHCO_3 溶液中的电荷守恒: $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$, B 错误;

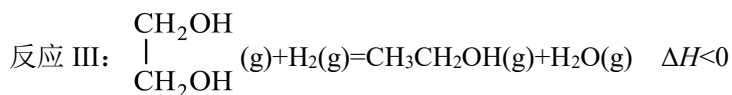
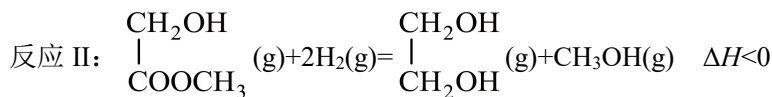
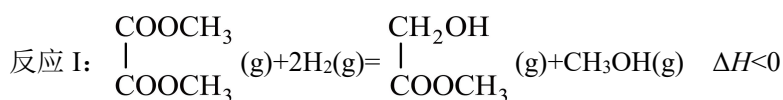
C. II 中产生白色沉淀, 说明混合液中 $c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_3^{2-}) > 5.0 \times 10^{-10}$, 即浓度熵大于

$K_{sp}(\text{BaSO}_3)$, C 错误;

D. I 中: 向显酸性的亚硫酸氢钠溶液中加入显碱性的碳酸氢钠溶液, 会使溶液中的氢离子浓度减小, pH 增大; II 中 $\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+$, 亚硫酸根结合钡离子生成亚硫酸钡沉淀, 平衡正移, 氢离子浓度增大, 溶液的 pH 减小, D 正确;

故选 D。

13. 由乙二酸二甲酯($\begin{array}{c} \text{COOCH}_3 \\ | \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$, 简称“DMO”)催化合成乙二醇, 发生 3 个连续反应:

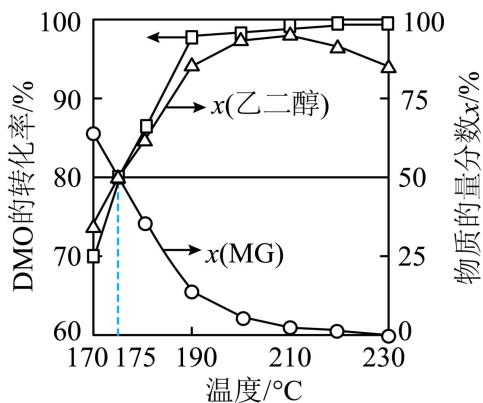


在一定条件下, DMO 与 H_2 以一定投料比发生上述反应, 出口处检测到 DMO 的实际转化率

及 $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\ | \\ \text{COOCH}_3 \end{array}$ (简称“MG”)、乙二醇占各主要产物的物质的量分数 x [如

$$x(\text{MG}) = \frac{n_{\text{生成}}(\text{MG})}{n_{\text{生成}}(\text{MG}) + n_{\text{生成}}(\text{乙二醇}) + n_{\text{生成}}(\text{乙醇})}$$

随温度的变化曲线如题图所示。下列说法正



- 确的是
- A. 初始加入 1 mol DMO, 175°C 时生成 1.2 mol CH₃OH
- B. 温度高于 210°C, x(乙二醇) 随温度升高而降低的主要原因是反应 II 的平衡逆向移动
- C. 在 170~230°C 范围, 出口处 $\frac{n_{\text{生成}}(\text{甲醇})}{n_{\text{生成}}(\text{乙二醇})} < 2$
- D. 延长原料与催化剂的接触时间可提高 DMO 的平衡转化率

【答案】 A

【详解】 A. 反应 I: 1 mol DMO 反应生成 1 mol CH₃OH 和 1 mol MG; 反应 II: 1 mol MG 反应生成 1 mol CH₃OH 和 1 mol 乙二醇。由图像可知, 175°C 时 DMO 转化率为 80%, 且 MG 的物质的量分数 x(MG)=50%。设初始 DMO 为 1 mol, DMO 转化了 0.8 mol, 生成 0.8 mol MG (反应 I)。设其中有 y mol MG 参与反应 II, 则剩余 MG 为 0.8-y mol, 生成的乙二醇为 y mol。

根据 x(MG)=50%, 即 $\frac{0.8-y}{(0.8-y)+y} = 0.5$, 解得 y = 0.4。则生成的 CH₃OH 总量为反应 I 的 0.8 mol

和反应 II 的 0.4 mol, 则生成的 CH₃OH 总量为 1.2 mol, A 正确;

B. 图示中的物质的量分数和转化率不是平衡时的量, 温度高于 210°C 时, 升高温度乙二醇的生成量减少, 但是 DMO 的实际转化率升高, 说明导致 x(乙二醇) 随温度升高而降低的主要原因是反应 III 正向移动造成的, B 错误;

C. 根据反应计量关系: 反应 I: 1 mol DMO 生成 1 mol CH₃OH; 反应 II: 1 mol MG 生成 1 mol CH₃OH; 生成 1 mol 乙二醇, 需要经过反应 I 和反应 II, 共生成 2 mol CH₃OH。此外, 反应 III 还会消耗乙二醇生成乙醇, 进一步减少乙二醇的量, 同时不生成甲醇。因此, 甲醇的物

质的量与乙二醇的物质的量之比大于 2, 即 $\frac{n_{\text{生成(甲醇)}}}{n_{\text{生成(乙二醇)}}} > 2$, C 错误;

D. 延长原料与催化剂的接触时间, 只能加快反应速率, 使反应更快达到平衡, 但平衡转化率由温度、压强等因素决定, 不会因接触时间延长而改变, D 错误;

故答案选 A。

二、解答题

14. MnO_2 可用于制造电池, 从锌阳极泥(主要成分为 MnO_2 、 PbO_2 、 PbO) 中可回收 MnO_2 。

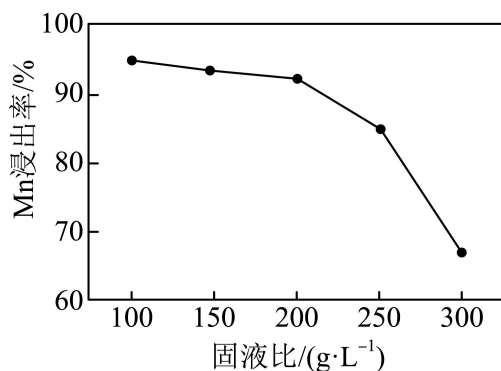
(1) 酸浸。将一定质量硫脲 $[\text{CS}(\text{NH}_2)_2]$ 溶于 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸溶液中制得酸浸液, 将一定量锌阳极泥与酸浸液反应一段时间后过滤, 得到酸浸渣和滤液。

① 硫脲俗称硫代尿素, 分子中 C 的杂化方式为 _____。写出硫脲参与反应生成 MnSO_4 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的离子方程式: _____。

② 已知 PbO_2 氧化性强于 MnO_2 。酸浸渣主要成分为 _____ (填化学式)。

③ 控制锌阳极泥质量不变, 反应相同时间, 测得固液比 $[\frac{m(\text{锌阳极泥})}{V(\text{酸浸液})}]$ 对 Mn 浸出率的影响

如题图所示, 不同固液比条件下硫酸、硫脲均过量。Mn 浸出率随固液比增大而下降的原因是 _____。



(2) 电解。取一定体积滤液, 以石墨片作阴、阳极, 电解获得 MnO_2 。

① 写出阳极的电极反应式: _____。

② 电解效率 $[\eta(\text{X}) = \frac{n(\text{生成X所用电子})}{n(\text{通过电极电子})} \times 100\%]$ 是衡量电解过程中能量转换和物质产出效率

的关键指标。电解前期 $\eta(\text{MnO}_2)$ 较低, 其可能原因是 _____。电解后获得 3 g 含

95.7% MnO_2 的阳极产物，若电解过程中共转移 0.1 mol 电子，则 $\eta(\text{MnO}_2)=$ _____。

(写出计算过程)

【答案】(1) sp^2 $\text{CS}(\text{NH}_2)_2 + 4\text{MnO}_2 + 8\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{NH}_4^+ + 4\text{Mn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

PbSO_4 消耗等量 MnO_2 时，固液比越大，酸浸液浓度下降越快，平均反应速率越慢

(2) $\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$ 硫脲被氧化生成 S， H_2O 放电产生 O_2

66%

【分析】 MnO_2 可用于制造电池，从锌阳极泥(主要成分为 MnO_2 、 PbO_2 、 PbO)中可回收 MnO_2 。第一步酸浸，加入硫脲作还原剂，将+4 价 Mn、Pb 还原为+2，Mn 元素形成 MnSO_4 进入溶液中，Pb 元素形成 PbSO_4 沉淀，形成酸浸渣；第二步，电解 MnSO_4 溶液， Mn^{2+} 在阳极发生氧化反应，生成 MnO_2 ，还涉及到离子放电顺序和电极方程的计算。

【详解】(1) ①硫脲俗称硫代尿素，分子中 C 形成 3 个 σ 键、1 个 π 键，无孤电子对，杂化方式为 sp^2 。硫脲参与反应生成 MnSO_4 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 时， MnO_2 具有氧化性，在酸性条件下，二氧化锰被还原为二价锰离子、硫元素被氧化为+6 价硫酸根离子，结合电子守恒和原子守恒，离子方程式为： $\text{CS}(\text{NH}_2)_2 + 4\text{MnO}_2 + 8\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{NH}_4^+ + 4\text{Mn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

②已知 PbO_2 氧化性强于 MnO_2 ，则铅元素先于锰元素被还原为 Pb^{2+} ，反应中二氧化锰被还原为 MnSO_4 ，则 PbO_2 也被还原为 PbSO_4 沉淀，故酸浸渣主要成分为 PbSO_4 。

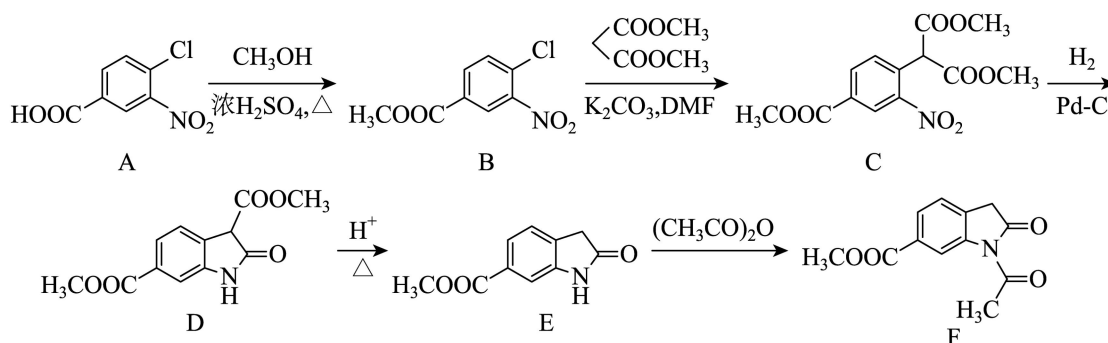
③消耗等量 MnO_2 时，固液比越大，酸浸液浓度下降越快，平均反应速率越慢，导致 Mn 浸出率随固液比增大而下降。

(2) ①以石墨片作阴、阳极，电解获得 MnO_2 ，则阳极的电极反应为锰离子失去电子被氧化为二氧化锰，电极反应式为： $\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} - 2\text{e}^- = \text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$ 。

②电解前期硫脲被氧化生成 S 和水放电产生 O_2 会导致 $\eta(\text{MnO}_2)$ 较低；电解后获得 3 g 含 95.7% MnO_2 的阳极产物，二氧化锰的物质的量为 $\frac{3 \text{ g} \times 95.7\%}{87 \text{ g/mol}} = 0.033 \text{ mol}$ ，生成二氧化锰需电子 $0.033 \text{ mol} \times 2 = 0.066 \text{ mol}$ ，若电解过程中共转移 0.1 mol 电子，则

$$\eta(\text{MnO}_2) = \frac{0.066\text{mol}}{0.1\text{mol}} \times 100\% = 66\%$$

15. 化合物 F 是合成血管激酶抑制剂的中间体，其合成路线如下：



(1) A 在水中的溶解度比 B 的 _____ (填“大”或“小”)。

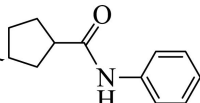
(2) B → C 的反应类型为 _____，C 分子中含氧官能团名称为硝基、_____。

(3) C → D 的反应需经历 C → M → D 的过程，中间体 M 的分子式为 $\text{C}_{13}\text{H}_{15}\text{NO}_6$ 。M 的结构简式为 _____。

(4) 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能使 Br_2 的 CCl_4 溶液褪色；

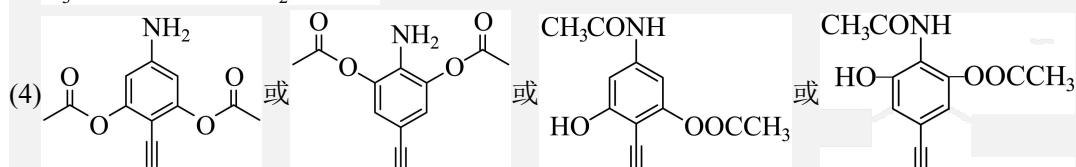
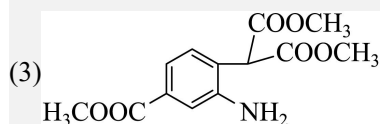
②碱性条件下水解后酸化，生成 X 和 Y 两种有机产物， $n(\text{X}) : n(\text{Y}) = 1 : 2$ ，X 能与 FeCl_3 溶液发生显色反应且苯环上的一取代产物只有一种，Y 的相对分子质量为 60。

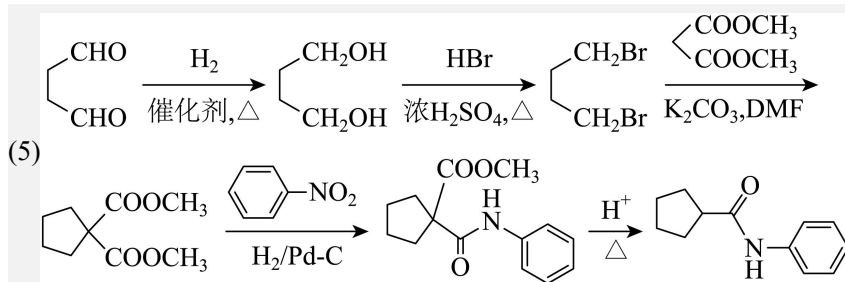
(5) 写出以 $\text{OHC-CH}_2\text{-CHO}$ 、 $\text{CH}_2=\text{CHCOOCH}_3$ 和 NO_2 为原料制备  的合成路线流程图

_____ (无机试剂和有机溶剂任用，合成路线示例见本题题干)。

【答案】(1)大

(2) 取代反应 酯基





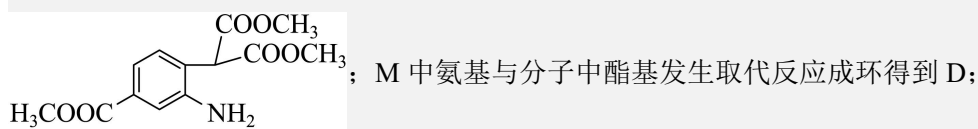
【分析】由流程，A 发生酯化反应生成 B，B 发生取代反应生成 C，C 和氢气转化为 D，D 在酸性、加热条件下生成 E，E 中氨基发生取代生成 F；

【详解】(1) A 中亲水性羧基转化为 B 中憎水性酯基，则 A 在水中的溶解度比 B 的大；

(2) B 中氯原子被取代引入新的支链，发生取代反应生成 C，故为取代反应；由结构，C 分子中含氧官能团名称为硝基、酯基；

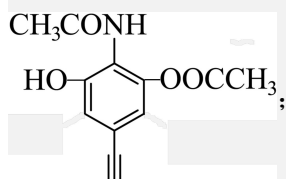
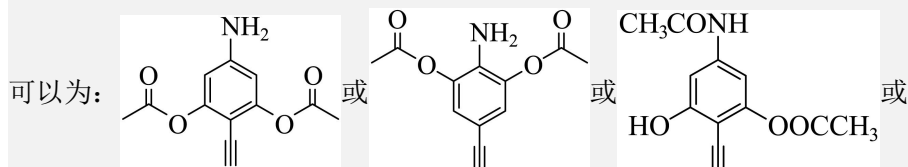
(3)

C → D 的反应需经历 C → M → D 的过程，中间体 M 的分子式为 $C_{13}H_{15}NO_6$ ，结合 M 化学式、C 和 D 结构，则 M 为 C 中硝基被还原为氨基得到，M 的结构简式为



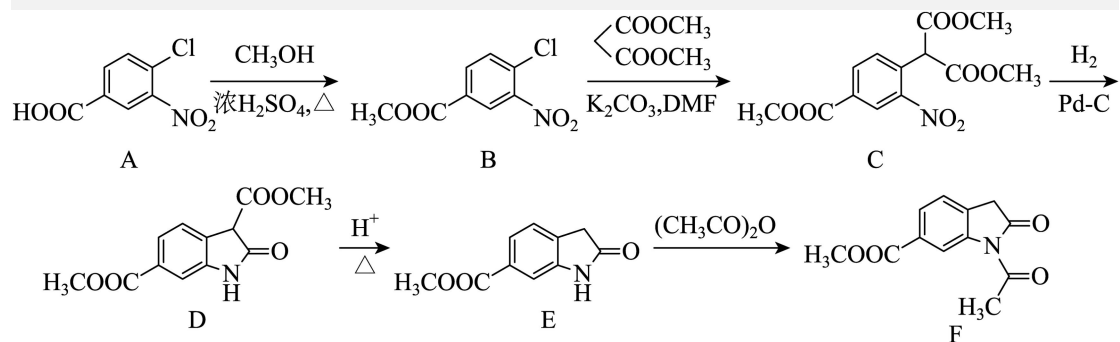
(4)

F 除苯环外，含 6 个碳、4 个氧、1 个氮、4 个不饱和度，同时满足下列条件的 F 的一种同分异构体：①能使 Br_2 的 CCl_4 溶液褪色，则含碳碳不饱和键；②碱性条件下水解后酸化，生成 X 和 Y 两种有机产物， $n(X) : n(Y) = 1 : 2$ ，X 能与 $FeCl_3$ 溶液发生显色反应且苯环上的一取代产物只有一种，则同分异构体中应含 2 个酯基或一个酯基一个酰胺基，其水解酸化后生成的 X 中应该含 2 个酚羟基，Y 为羧酸，那么 X 中应含氨基和碳碳不饱和键，Y 的相对分子质量为 60，则 Y 为乙酸，那么 X 中苯环含对位的氨基和 2 个碳形成的碳碳叁键支链，故



(5)

$\begin{matrix} \text{CHO} \\ | \\ \text{---} \\ | \\ \text{CHO} \end{matrix}$ 被还原为 $\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ，羟基发生取代反应引入溴原子得到 $\text{CH}_2\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$ ，再发生 B 生成的 C 的反应原理，和 $\begin{matrix} \text{COOCH}_3 \\ | \\ \text{---} \\ | \\ \text{COOCH}_3 \end{matrix}$ 生成 $\begin{matrix} \text{COOCH}_3 \\ | \\ \text{---} \\ | \\ \text{COOCH}_3 \end{matrix}$ ，和硝基苯生成 $\begin{matrix} \text{COOCH}_3 \\ | \\ \text{---} \\ | \\ \text{N} \\ | \\ \text{H} \\ | \\ \text{O} \end{matrix}$ ，酸化得到产物 $\begin{matrix} \text{---} \\ | \\ \text{N} \\ | \\ \text{H} \\ | \\ \text{O} \end{matrix}$ ，故流程为：

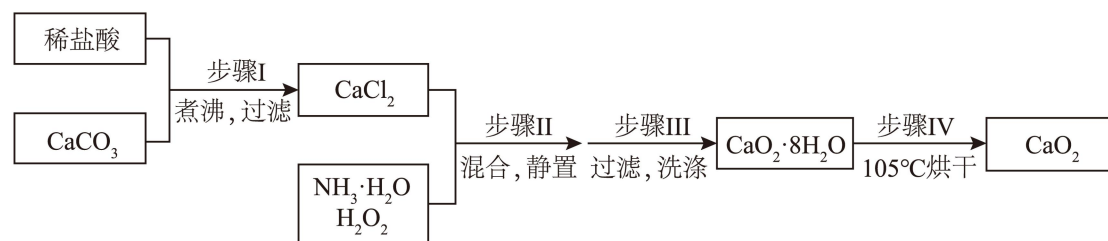


16. 过氧化钙(CaO_2)是一种多功能化工产品，常用作消毒剂、供氧剂。

已知：① $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 微溶于水，能溶于酸，在碱性溶液中能稳定存在；

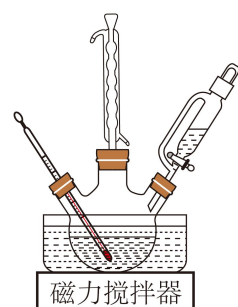
② CaO_2 在室温下稳定，受热易分解成 CaO 和 O_2 。

(1) CaO_2 的制备。实验室由 CaCO_3 制备 CaO_2 的流程如下：



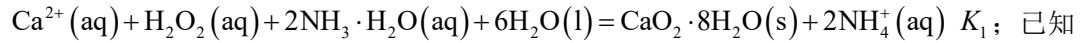
① 步骤I中“煮沸”可除去溶液中的_____ (填化学式)，进而提高 CaO_2 的纯度。

② 步骤I在如题图-1 的装置中完成，

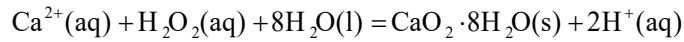


题 图-1

主要发生反应：



25°C下



$K_2 = 2.0 \times 10^{-13}$, $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \times 10^{-5}$ 。计算 25°C 下的 $K_1 =$ _____ (填数值)。滴液

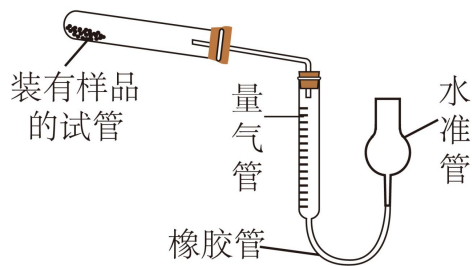
漏斗中应盛有的试剂是 _____ (填序号)。

A. CaCl_2 溶液 B. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 H_2O_2 的混合溶液

③步骤III中用冰水洗涤沉淀，检验洗涤是否完全的方法是 _____。

④步骤IV中需控温 105°C 烘干的原因是 _____。

(2) CaO_2 纯度的测定。采用量气法可测定 CaO_2 的纯度(假设杂质不产生气体)，装置如题图-2 所示(部分装置已省略)。



题 图-2

①在 25°C 和 101 kPa 条件下，气体摩尔体积 V_m _____ (填“>”“<”或“=”) $22.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

②请补充完整实验方案：在 25°C 和 101 kPa 条件下，准确称取 $m \text{ gCaO}_2$ 样品，按题图-2 所示装配好药品和装置，确认气密性良好后， _____，计算气体体积的平均值 V ，代入

公式 $\frac{V}{V_m} \times 2 \times M(\text{CaO}_2)$ 计算样品纯度。(实验中必须使用的仪器：酒精灯)

$$\frac{V}{V_m} \times 2 \times M(\text{CaO}_2) \times 100\%$$

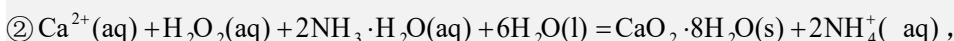
【答案】(1) CO_2 6.48×10^5 A 取少量最后一次洗涤滤液，向其中加入稀硝酸酸化，再滴加少量 AgNO_3 溶液，若无白色沉淀产生，则表明已洗涤干净 温度过低， $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 中的结晶水不能完全脱除，温度过高，会使得 CaO_2 分解生成 CaO 和 O_2

(2) > 调节水准管使两边液面相平，读取量气管内液面刻度数值；点燃酒精灯，加热试管至量气管中液体不再下降；冷却至 25°C，调节水准管使两边液面相平，读取量气管

内液面刻度数值；重复上述操作进行多次实验

【分析】碳酸钙和稀盐酸反应生成氯化钙，加入氨水、过氧化氢反应后静置、过滤、洗涤得到过氧化钙晶体，烘干得到过氧化钙；

【详解】(1) ①步骤 I 中盐酸和碳酸钙生成的二氧化碳会溶于溶液中，“煮沸”可除去溶液中的 CO_2 ，进而提高 CaO_2 的纯度。



$$K_1 = \frac{c^2(\text{NH}_4^+)}{c(\text{Ca}^{2+})c(\text{H}_2\text{O}_2)c^2(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})} = \frac{c^2(\text{H}^+)c^2(\text{NH}_4^+)c^2(\text{OH}^-)}{c(\text{Ca}^{2+})c(\text{H}_2\text{O}_2)c^2(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})c^2(\text{OH}^-)c^2(\text{H}^+)}$$
$$= \frac{K_2 K_b^2}{K_w^2} = \frac{2.0 \times 10^{-13} \times (1.8 \times 10^{-5})^2}{(10^{-14})^2} = 6.48 \times 10^6;$$

将 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 H_2O_2 的混合溶液滴入氯化钙溶液中，钙离子浓度较大，钙离子会和氢氧根离子生成溶解度较小的氢氧化钙沉淀，导致产品不纯，故应将 CaCl_2 溶液滴入 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和

H_2O_2 的混合溶液中，故滴液漏斗中应盛有的试剂是 A. CaCl_2 溶液；

③步骤 III 中检验洗涤是否完全，就是检验最后一次洗涤液中是否含氯离子，故方法是取少量最后一次洗涤滤液，向其中加入稀硝酸酸化，再滴加少量 AgNO_3 溶液，若无白色沉淀产生，则表明已洗涤干净；

④步骤 IV 中烘干使得 $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 失去结晶水得到 CaO_2 ， CaO_2 在室温下稳定，受热易分解成 CaO 和 O_2 ，故需控温 105°C 烘干的原因是温度过低， $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 中的结晶水不能完全脱离，温度过高，会使得 CaO_2 分解生成 CaO 和 O_2 ；

(2) ① 25°C 大于标况的 0°C ，温度升高，气体体积膨胀，则 25°C 和 101 kPa 条件下，气体摩尔体积 $V_m > 22.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

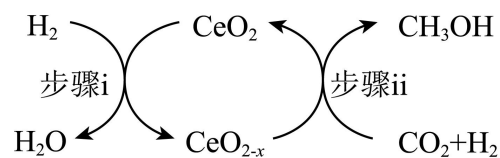
②在读数时，应该确认气密性良好后，调节水准管使两边液面相平，从而避免因为液差而导致的读数误差；故实验方案为：确认气密性良好后，调节水准管使两边液面相平，读取量气管内液面刻度数值；点燃酒精灯，加热试管至量气管中液体不再下降；冷却至 25°C ，调节水准管使两边液面相平，读取量气管内液面刻度数值；重复上述操作进行多次实验，计算气

①温度高于 260°C, CO₂ 平衡转化率随温度升高而上升的原因是_____。

② 260~280°C 时, CO₂ 的实际转化率高于平衡转化率的原因是_____。

③使用不同催化剂时, CO₂ 的转化率和 CH₃OH 的选择性如题图-3 所示, 该条件下 CH₃OH 产率最高的催化剂是_____ (填催化剂序号)。

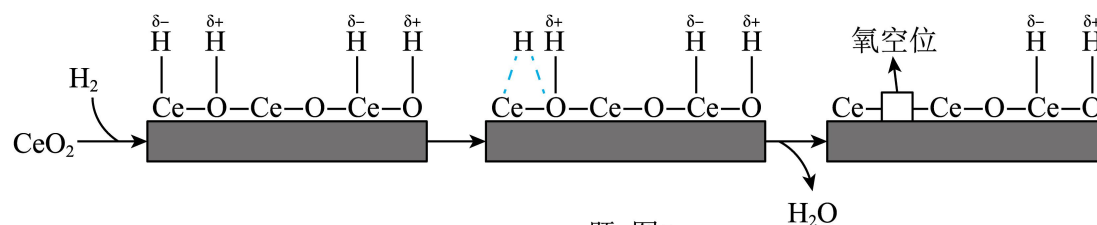
(3) CeO₂ 催化 CO₂ 加氢制 CH₃OH 依次经历步骤 i、ii, 如题图-4 所示:



①Ce 正价有+3 和 +4。x = 0.2 时, 催化剂中 $\frac{n[\text{Ce(IV)}]}{n[\text{Ce(III)}]} = \underline{\hspace{2cm}}$, 写出

$n(\text{CO}_2):n(\text{H}_2) = 1:2$ 参与“步骤 ii”反应的化学方程式: _____。

②步骤 i 中, 先通入 H₂ 活化 CeO₂ 能提高催化剂活性, 部分原理如题图-5 所示。步骤 ii 中, CO₂ 被活化后的催化剂吸附, 进一步被还原为 CH₃OH。结合图示综合分析, 步骤 i 能提高催化剂活性的具体原理为_____。



【答案】 (1) ABCD

(2) 反应 I 的 $\Delta H_1 < 0$, 温度升高正反应进行程度减小, CO₂ 的转化量减小; 反应 II 的 $\Delta H_2 > 0$, 温度升高正反应进行程度增大, CO₂ 的转化量增大; CO₂ 转化量的增大幅度大于减小幅度 分子筛膜从反应体系中不断分离出 H₂O, 使反应 I 正向进行程度增大 E

(3) 1.5 $5\text{CeO}_{1.8} + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH} + 5\text{CeO}_2$ 或

$3\text{CeO}_2 \cdot \text{Ce}_2\text{O}_3 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2 = \text{CH}_3\text{OH} + 5\text{CeO}_2$ 提供氧空位, 促进 CO₂ 的吸附; 将 Ce(IV) 还原为 Ce(III), 为步骤 ii 提供还原剂: 产生强还原性的 H^{δ-}, 促进 CO₂ 被还原

【详解】(1) 要计算反应 I 的焓变 ΔH ，可利用盖斯定律，通过已知反应的焓变来推导；已知反应 I 的方程式为 $\text{CO}_2(\text{g})+3\text{H}_2(\text{g})=\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})+\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \Delta H_1<0$ ； $\text{H}_2(\text{g})$ 燃烧的热反应为 $\text{H}_2(\text{g})+\frac{1}{2}\text{O}_2(\text{g})=\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \Delta H_3$ ，A 选项能提供 H_2 燃烧生成液态水的焓变信息； $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ 的燃烧热反应为 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})+\frac{3}{2}\text{O}_2(\text{g})=\text{CO}_2(\text{g})+2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \Delta H_4$ ，B 选项可提供甲醇液态燃烧的焓变； $\text{H}_2\text{O}(\text{l})=\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \Delta H_5$ ，C 选项能提供液态水转化为气态水的焓变； $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})=\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \Delta H_6$ ，D 选项可提供液态甲醇转化为气态甲醇的焓变；根据盖斯定律，可得反应 I 的焓变 $\Delta H_1=3\Delta H_3-\Delta H_4+\Delta H_5+\Delta H_6$ ，综上所述 ABCD 的数据都需要；故答案为：ABCD。

(2) 当温度高于 260°C 时，反应 I 为放热反应，反应 II 为吸热反应，温度升高，反应 I 逆向移动，反应 II 正向移动，温度高于 260°C 时，反应 II 正向移动的程度大于反应 II 逆向移动的程度，所以 CO_2 平衡转化率随温度升高增大；分子筛膜可以从反应体系中不断分离出 H_2O ，使反应 I 正向进行程度增大； CH_3OH 产率= CO_2 的转化率 $\times\text{CH}_3\text{OH}$ 的选择性，结合各点横纵坐标可知，E 点产率最高。

(3) $x=0.2$ 时，化学式为 $\text{CeO}_{1.8}$ ，Ce 正价有 +3 和 +4，设 1 个分子中，+3 价 Ce 为 a 个，+4 价 Ce 为 b 个，则 $a+b=1$ ，结合正负化合价代数和为零可知 $3a+4b=1.8\times 2=3.6$ ，联立解得， $a=0.4$ ， $b=0.6$ ，则 $\frac{n[\text{Ce}(\text{IV})]}{n[\text{Ce}(\text{III})]}=\frac{b}{a}=1.5$ ； $n(\text{CO}_2):n(\text{H}_2)=1:2$ 时，结合图像可知，步骤 ii 反应的化学方程式为 $5\text{CeO}_{1.8}+\text{CO}_2+2\text{H}_2=\text{CH}_3\text{OH}+5\text{CeO}_2$ 或 $3\text{CeO}_2\cdot\text{Ce}_2\text{O}_3+\text{CO}_2+2\text{H}_2=\text{CH}_3\text{OH}+5\text{CeO}_2$ ；提供氧空位，促进 CO_2 的吸附；将 Ce(IV) 还原为 Ce(III)，为步骤 ii 提供还原剂；产生强还原性的 H^δ ，促进 CO_2 被还原。