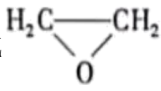




C. 沸点:  $\text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{O}$

D. 碱性:  $\text{Al}(\text{OH})_3 > \text{KOH}$

催化剂能改变化学反应速率而不改变反应的焓变, 常见催化剂有金属及其氧化物、酸和碱等。催化反应广泛存在, 如豆科植物固氮、石墨制金刚石、 $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  制  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  (二甲醚)、 $\text{V}_2\text{O}_5$  催化氧化  $\text{SO}_2$  等。催化剂有选择性, 如  $\text{C}_2\text{H}_4$  与  $\text{O}_2$  反应用  $\text{Ag}$  催化生成  (环氧乙烷)、用  $\text{CuCl}_2 / \text{PdCl}_2$  催化生成  $\text{CH}_3\text{CHO}$ 。催化作用能消除污染和影响环境, 如汽车尾气处理、废水中  $\text{NO}_3^-$  电催化生成  $\text{N}_2$ 、氯自由基催化  $\text{O}_3$  分解形成臭氧空洞。我国在石油催化领域领先世界, 高效、经济、绿色是未来催化剂研究的发展方向。完成下列小题。

5. 下列说法正确的是

- A. 豆科植物固氮过程中, 固氮酶能提高该反应的活化能
- B.  $\text{C}_2\text{H}_4$  与  $\text{O}_2$  反应中,  $\text{Ag}$  催化能提高生成  $\text{CH}_3\text{CHO}$  的选择性
- C.  $\text{H}_2\text{O}_2$  制  $\text{O}_2$  反应中,  $\text{MnO}_2$  能加快化学反应速率
- D.  $\text{SO}_2$  与  $\text{O}_2$  反应中,  $\text{V}_2\text{O}_5$  能减小该反应的焓变

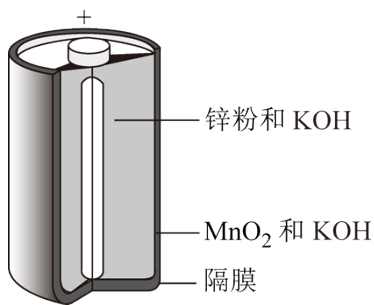
6. 下列化学反应表示正确的是

- A. 汽车尾气处理:  $2\text{NO} + 4\text{CO} \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{N}_2 + 4\text{CO}_2$
- B.  $\text{NO}_3^-$  电催化为  $\text{N}_2$  的阳极反应:  $2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{e}^- = \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$
- C. 硝酸工业中  $\text{NH}_3$  的氧化反应:  $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow[\Delta]{\text{催化剂}} 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- D.  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  催化制二甲醚:  $2\text{CO}_2 + 6\text{H}_2 \xrightarrow[\text{高温、高压}]{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{OCH}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

7. 下列有关反应描述正确的是

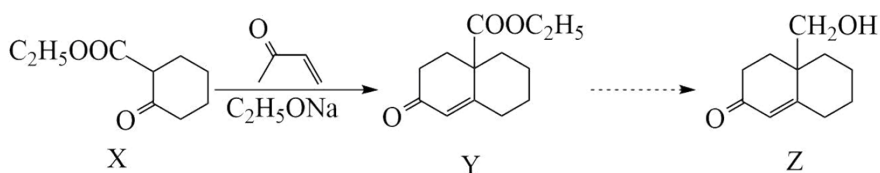
- A.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  催化氧化为  $\text{CH}_3\text{CHO}$ ,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  断裂 C-O 键
- B. 氟氯烃破坏臭氧层, 氟氯烃产生的氯自由基改变  $\text{O}_3$  分解的历程
- C. 丁烷催化裂化为乙烷和乙烯, 丁烷断裂  $\sigma$  键和  $\pi$  键
- D. 石墨转化为金刚石, 碳原子轨道的杂化类型由  $\text{sp}^3$  转变为  $\text{sp}^2$

8. 碱性锌锰电池的总反应为  $\text{Zn} + 2\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{ZnO} + 2\text{MnOOH}$ , 电池构造示意图如图所示。下列有关说法正确的是



- A. 电池工作时， $\text{MnO}_2$  发生氧化反应
- B. 电池工作时， $\text{OH}^-$  通过隔膜向正极移动
- C. 环境温度过低，不利于电池放电
- D. 反应中每生成  $1\text{mol MnOOH}$ ，转移电子数为  $2 \times 6.02 \times 10^{23}$

9. 化合物 Z 是一种药物的重要中间体，部分合成路线如下：



下列说法正确的是

- A. X 分子中所有碳原子共平面
- B.  $1\text{mol Y}$  最多能与  $1\text{mol H}_2$  发生加成反应
- C. Z 不能与  $\text{Br}_2$  的  $\text{CCl}_4$  溶液反应
- D. Y、Z 均能使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色

10. 在给定条件下，下列制备过程涉及的物质转化均可实现的是

- A. HCl 制备： $\text{NaCl}$  溶液  $\xrightarrow{\text{电解}}$   $\text{H}_2$  和  $\text{Cl}_2$   $\xrightarrow{\text{点燃}}$   $\text{HCl}$
- B. 金属 Mg 制备： $\text{Mg}(\text{OH})_2$   $\xrightarrow{\text{盐酸}}$   $\text{MgCl}_2$  溶液  $\xrightarrow{\text{电解}}$   $\text{Mg}$
- C. 纯碱工业： $\text{NaCl}$  溶液  $\xrightarrow{\text{CO}_2}$   $\text{NaHCO}_3$   $\xrightarrow{\Delta}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- D. 硫酸工业： $\text{FeS}_2$   $\xrightarrow[\text{高温}]{\text{O}_2}$   $\text{SO}_2$   $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$

11. 室温下，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	用 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{NaOH}$ 溶液分别中和等体积的 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液和 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液， $\text{H}_2\text{SO}_4$ 消耗的 $\text{NaOH}$ 溶液	酸性： $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{CH}_3\text{COOH}$

	多	
B	向 2mL $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{S}$ 溶液中滴加几滴溴水, 振荡, 产生淡黄色沉淀	氧化性: $\text{Br}_2 > \text{S}$
C	向 2mL 浓度均为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{CaCl}_2$ 和 $\text{BaCl}_2$ 混合溶液中滴加少量 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液, 振荡, 产生白色沉淀	溶度积常数: $\text{CaCO}_3 > \text{BaCO}_3$
D	用 pH 试纸分别测定 $\text{CH}_3\text{COONa}$ 溶液和 $\text{NaNO}_2$ 溶液 pH, $\text{CH}_3\text{COONa}$ 溶液 pH 大	结合 $\text{H}^+$ 能力: $\text{CH}_3\text{COO}^- > \text{NO}_2^-$

A. A

B. B

C. C

D. D

12. 室温下, 通过下列实验探究  $\text{SO}_2$  的性质。已知  $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 1.3 \times 10^{-2}$ ,

$K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 6.2 \times 10^{-8}$ 。

实验 1: 将  $\text{SO}_2$  气体通入水中, 测得溶液  $\text{pH} = 3$ 。

实验 2: 将  $\text{SO}_2$  气体通入  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{NaOH}$  溶液中, 当溶液  $\text{pH} = 4$  时停止通气。

实验 3: 将  $\text{SO}_2$  气体通入  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液中, 当溶液恰好褪色时停止通气。

下列说法正确的是

A. 实验 1 所得溶液中:  $c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{H}^+)$

B. 实验 2 所得溶液中:  $c(\text{SO}_3^{2-}) > c(\text{HSO}_3^-)$

C. 实验 2 所得溶液经蒸干、灼烧制得  $\text{NaHSO}_3$  固体

D. 实验 3 所得溶液中:  $c(\text{SO}_4^{2-}) > c(\text{Mn}^{2+})$

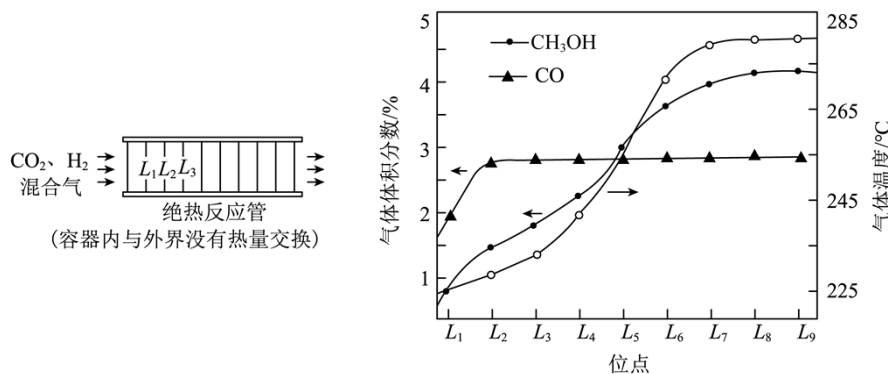
13. 二氧化碳加氢制甲醇的过程中的主要反应(忽略其他副反应)为:

①  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1 = 41.2\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

②  $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) \quad \Delta H_2$

$225^\circ\text{C}$ 、 $8 \times 10^6 \text{Pa}$  下, 将一定比例  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2$  混合气匀速通过装有催化剂的绝热反应管。装置及  $L_1$ 、

$L_2$ 、 $L_3$ ...位点处(相邻位点距离相同)的气体温度、CO 和  $\text{CH}_3\text{OH}$  的体积分数如图所示。下列说法正确的是



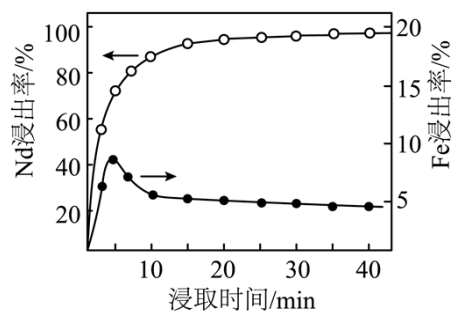
- A.  $L_4$  处与  $L_5$  处反应①的平衡常数  $K$  相等
- B. 反应②的焓变  $\Delta H_2 > 0$
- C.  $L_6$  处的  $\text{H}_2\text{O}$  的体积分数大于  $L_5$  处
- D. 混合气从起始到通过  $L_1$  处,  $\text{CO}$  的生成速率小于  $\text{CH}_3\text{OH}$  的生成速率

二、非选择题：共 4 题，共 61 分。

14. 回收磁性合金钕铁硼( $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ )可制备半导体材料铁酸钕和光学材料氧化钕。

(1) 钕铁硼在空气中焙烧转化为  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  等(忽略硼的化合物), 用  $0.4\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  盐酸酸浸后过滤得到  $\text{NdCl}_3$  溶液和含铁滤渣。Nd、Fe 浸出率( $\frac{\text{浸出液中某元素的物质的量}}{\text{某元素的总物质的量}} \times 100\%$ )随浸取时间变化如图

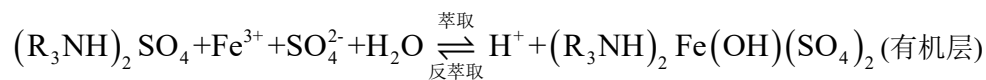
所示。

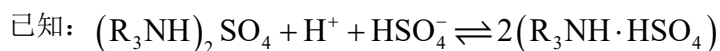


- ①含铁滤渣的主要成分为\_\_\_\_\_ (填化学式)。
- ②浸出初期 Fe 浸出率先上升后下降的原因是\_\_\_\_\_。

(2) 含铁滤渣用硫酸溶解, 经萃取、反萃取提纯后, 用于制备铁酸钕。

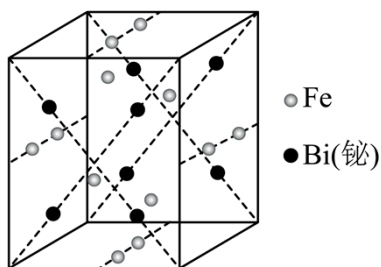
①用含有机胺( $\text{R}_3\text{N}$ )的有机溶剂作为萃取剂提纯一定浓度的  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  溶液, 原理为:





其他条件不变, 水层初始 pH 在 0.2~0.8 范围内, 随水层 pH 增大, 有机层中 Fe 元素含量迅速增多的原因是\_\_\_\_\_。

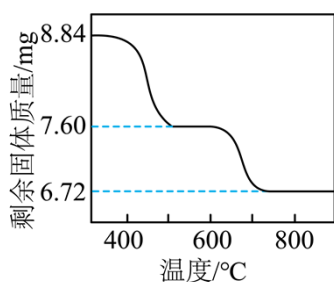
②反萃取后,  $Fe_2(SO_4)_3$  经转化可得到铁酸铋。铁酸铋晶胞如图所示(图中有 4 个 Fe 原子位于晶胞体对角线上, O 原子未画出), 其中原子数目比  $N(Fe):N(Bi) =$  \_\_\_\_\_。



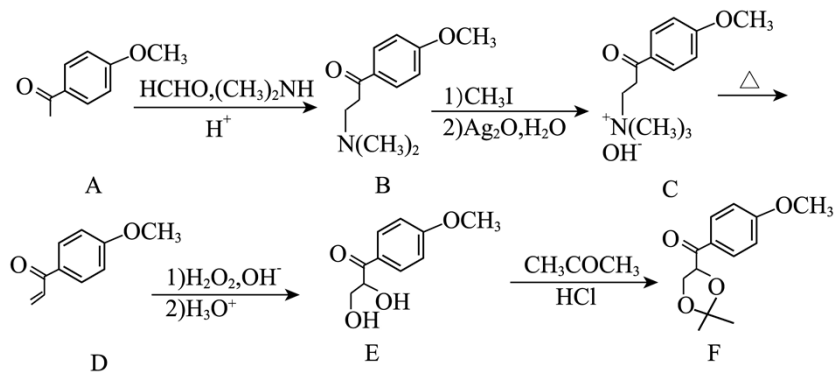
(3) 净化后的  $NdCl_3$  溶液通过沉铈、焙烧得到  $Nd_2O_3$ 。

①向  $NdCl_3$  溶液中加入  $(NH_4)_2CO_3$  溶液,  $Nd^{3+}$  可转化为  $Nd(OH)CO_3$  沉淀。该反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

②将 8.84mg  $Nd(OH)CO_3$  (摩尔质量为  $221g \cdot mol^{-1}$ ) 在氮气氛围中焙烧, 剩余固体质量随温度变化曲线如图所示。550~600°C 时, 所得固体产物可表示为  $Nd_aO_b(CO_3)_c$ , 通过以上实验数据确定该产物中  $n(Nd^{3+}):n(CO_3^{2-})$  的比值\_\_\_\_\_ (写出计算过程)。



15. F 是合成含松柏基化合物的中间体, 其合成路线如下:



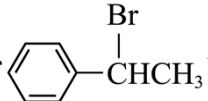
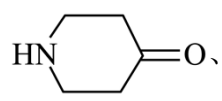
(1) A 分子中的含氧官能团名称为醚键和\_\_\_\_\_。

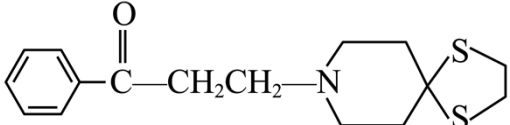
(2) A → B 中有副产物 C<sub>15</sub>H<sub>24</sub>N<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 生成, 该副产物的结构简式为\_\_\_\_\_。

(3) C → D 的反应类型为\_\_\_\_\_; C 转化为 D 时还生成 H<sub>2</sub>O 和\_\_\_\_\_ (填结构简式)。

(4) 写出同时满足下列条件的 F 的一种芳香族同分异构体的结构简式: \_\_\_\_\_。

碱性条件下水解后酸化, 生成 X、Y 和 Z 三种有机产物。X 分子中含有一个手性碳原子; Y 和 Z 分子中均有 2 种不同化学环境的氢原子, Y 能与 FeCl<sub>3</sub> 溶液发生显色反应, Z 不能被银氨溶液氧化。

(5) 已知: HSCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>SH 与 HOCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH 性质相似。写出以 、、

HSCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>SH 和 HCHO 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)

16. 贵金属银应用广泛。Ag 与稀 HNO<sub>3</sub> 制得 AgNO<sub>3</sub>, 常用于循环处理高氯废水。

(1) 沉淀 Cl<sup>-</sup>。在高氯水样中加入 K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 使 CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 浓度约为 5 × 10<sup>-3</sup> mol · L<sup>-1</sup>, 当滴加 AgNO<sub>3</sub> 溶液至开始产生 Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 沉淀(忽略滴加过程的体积增加), 此时溶液中 Cl<sup>-</sup> 浓度约为\_\_\_\_\_ mol · L<sup>-1</sup>。[已知:

K<sub>sp</sub>(AgCl) = 1.8 × 10<sup>-10</sup>, K<sub>sp</sub>(Ag<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>) = 2.0 × 10<sup>-12</sup>]

(2) 还原 AgCl。在 AgCl 沉淀中埋入铁圈并压实, 加入足量 0.5 mol · L<sup>-1</sup> 盐酸后静置, 充分反应得到 Ag。

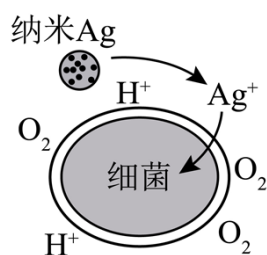
①铁将 AgCl 转化为单质 Ag 的化学方程式为\_\_\_\_\_。

②不与铁圈直接接触的 AgCl 也能转化为 Ag 的原因是\_\_\_\_\_。

③为判断 AgCl 是否完全转化, 补充完整实验方案: 取出铁圈, 搅拌均匀, 取少量混合物过滤,

\_\_\_\_\_ [实验中必须使用的试剂和设备: 稀 HNO<sub>3</sub>、AgNO<sub>3</sub> 溶液, 通风设备]

(3) Ag 的抗菌性能。纳米 Ag 表面能产生 Ag<sup>+</sup> 杀死细菌(如图所示), 其抗菌性能受溶解氧浓度影响。

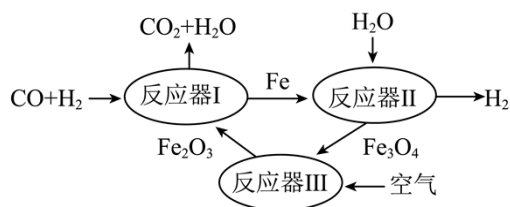


①纳米 Ag 溶解产生  $\text{Ag}^+$  的离子方程式为\_\_\_\_\_。

②实验表明溶解氧浓度过高，纳米 Ag 的抗菌性能下降，主要原因是\_\_\_\_\_。

17. 氢能是理想清洁能源，氢能产业链由制氢、储氢和用氢组成。

(1) 利用铁及其氧化物循环制氢，原理如图所示。反应器 I 中化合价发生改变的元素有\_\_\_\_\_；含 CO 和  $\text{H}_2$  各 1mol 的混合气体通过该方法制氢，理论上可获得\_\_\_\_\_ mol  $\text{H}_2$ 。

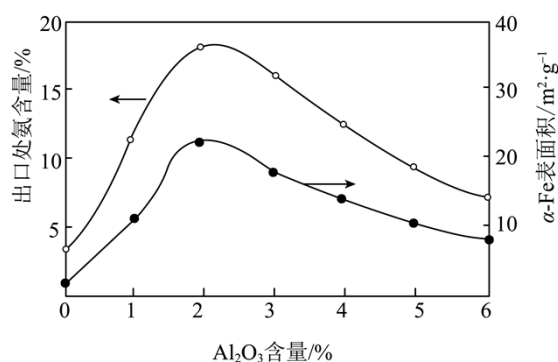


(2) 一定条件下，将氮气和氢气按  $n(\text{N}_2):n(\text{H}_2)=1:3$  混合匀速通入合成塔，发生反应

$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \xrightleftharpoons[\text{高温、高压}]{\alpha\text{-Fe}/\text{Al}_2\text{O}_3} 2\text{NH}_3$ 。海绵状的  $\alpha\text{-Fe}$  作催化剂，多孔  $\text{Al}_2\text{O}_3$  作为  $\alpha\text{-Fe}$  的“骨架”和气体吸附剂。

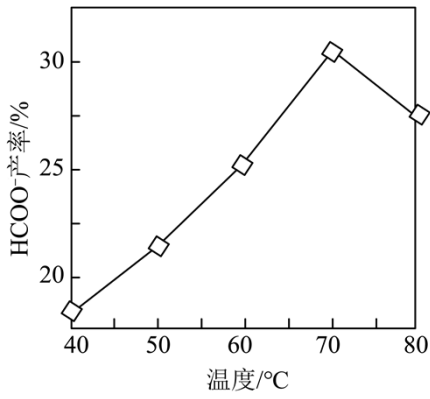
①  $\text{H}_2$  中含有 CO 会使催化剂中毒。  $\text{CH}_3\text{COO}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]$  和氨水的混合溶液能吸收 CO 生成  $\text{CH}_3\text{COO}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}]$  溶液，该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

②  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量与  $\alpha\text{-Fe}$  表面积、出口处氨含量关系如图所示。  $\text{Al}_2\text{O}_3$  含量大于 2%，出口处氨含量下降的原因是\_\_\_\_\_。



(3) 反应  $\text{H}_2 + \text{HCO}_3^- \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} \text{HCOO}^- + \text{H}_2\text{O}$  可用于储氢。

①密闭容器中，其他条件不变，向含有催化剂的  $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaHCO}_3$  溶液中通入  $\text{H}_2$ ，  $\text{HCOO}^-$  产率随温度变化如图所示。温度高于  $70^\circ\text{C}$ ，  $\text{HCOO}^-$  产率下降的可能原因是\_\_\_\_\_。



②使用含氨基物质(化学式为CN-NH<sub>2</sub>, CN是一种碳衍生材料)联合Pd-Au催化剂储氢,可能机理如图所示。氨基能将HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>控制在催化剂表面,其原理是\_\_\_\_\_；用重氢气(D<sub>2</sub>)代替H<sub>2</sub>,通过检测是否存在\_\_\_\_\_ (填化学式)确认反应过程中的加氢方式。

