

可能用到的相对原子质量: H—1 C—12 N—14 O—16 S—32 Cu—64 Pd—106

一、单项选择题: 本题共 13 小题, 每小题 3 分, 共 39 分。每小题只有一个选项最符合题意。

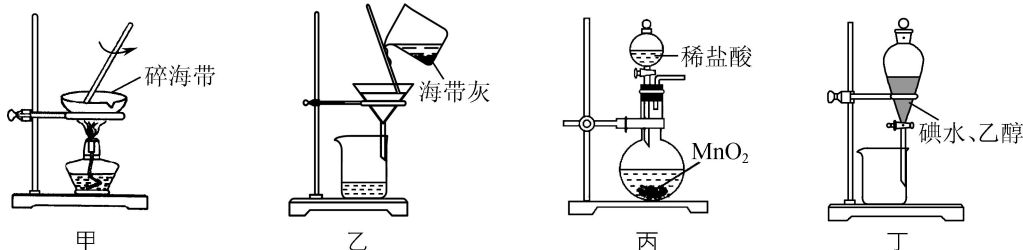
1. 《中国制造 2025》对制造业提出了更高要求。下列材料的主要成分属于合金的是()

- A. 石墨烯 B. 氮化硅 C. 玻璃钢 D. 不锈钢

2. 三氟化氮(NF_3)可用以下反应制备: $4\text{NH}_3 + 3\text{F}_2 = \text{NF}_3 + 3\text{NH}_4\text{F}$ 。下列说法正确的是()

- A. NH_3 中含有 $\text{N}-\text{H}\sigma$ 键 B. F_2 的电子式为 $\text{F}:\text{F}$
C. NF_3 的空间构型为平面三角形 D. NH_4F 中仅含离子键

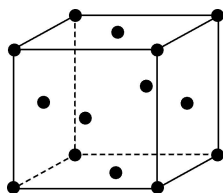
3. 实验室进行海带提碘实验。下列相关原理、装置及操作正确的是()



- A. 用装置甲灼烧碎海带 B. 用装置乙过滤海带灰的浸泡液
C. 用装置丙制备用于氧化浸泡液中 I^- 的 Cl_2 D. 用装置丁萃取获得的 I_2
4. 元素 N、P、As 位于周期表中 VA 族。下列说法正确的是()
A. 第一电离能: $I_1(\text{N}) > I_1(\text{P}) > I_1(\text{As})$ B. 原子半径: $r(\text{N}) > r(\text{P}) > r(\text{As})$
C. 酸性: $\text{H}_3\text{AsO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{HNO}_3$ D. 白磷(P_4)晶体属于共价晶体

阅读下列材料, 完成 5~7 题。

人类文明的演进历程与金属及其化合物的发展应用紧密相连。纳米铁粉可用于处理酸性含氮废水(主要含 NO_3^-); 铁制品经碱性发蓝工艺处理可提升其耐腐蚀性: 用碱性 NaNO_2 溶液浸泡, 在表面形成 Fe_3O_4 的同时有 NH_3 逸出; 铝—空气电池具有较高的比能量, 在碱性电解质溶液中发生反应 $4\text{Al} + 3\text{O}_2 + 4\text{KOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$; TiCl_4 热水解可获得 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 沉淀, 焙烧后获得的 TiO_2 颜色细腻, 性质稳定, 可用作白色颜料。



5. 下列说法正确的是()

- A. NO_3^- 被还原为 NH_3 后, 键角将变大
B. Fe_3O_4 中基态 $\text{Fe}(\text{II})$ 的价层电子排布式为 3d^5
C. Al 晶胞(见右图)中, 每个 Al 周围紧邻 12 个 Al
D. $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 中 OH^- 、 K^+ 作为配体与 Al^{3+} 形成配位键

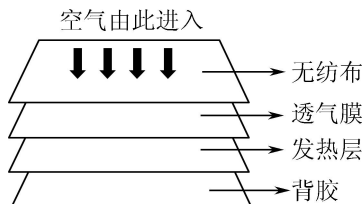
6. 下列物质性质与用途具有对应关系的是()

- A. Fe_3O_4 有磁性, 可用作金属抗腐蚀层 B. TiO_2 有两性, 可用作白色颜料
C. Al_2O_3 熔点高, 可用于电解冶炼 Al D. Al 易钝化, 可用于储运浓硝酸

7. 下列化学反应表示正确的是()

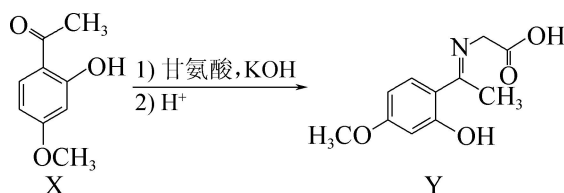
- A. 纳米铁粉处理酸性含 NO_3^- 的废水: $\text{Fe} + \text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 4\text{OH}^-$
 B. 铁的发蓝处理: $9\text{Fe} + 4\text{NO}_2^- + 8\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{NH}_3 \uparrow + 4\text{OH}^-$
 C. 铝—空气电池(碱性电解液)放电时的正极反应式: $\text{Al} + 4\text{OH}^- - 3\text{e}^- \rightleftharpoons [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
 D. TiCl_4 热水解获得 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$: $\text{TiCl}_4 + x\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O} \downarrow + 4\text{HCl}$

8. 暖贴是一种便捷的自发热保暖产品,具有发热快、持续时间久等优点。它主要由铁粉、活性炭、食盐、水等成分组成,如右图所示。下列有关说法不正确的是()



- A. 暖贴生效时,将化学能转化为热能
 B. 水与食盐、活性炭共同作用可加快铁粉的腐蚀速率
 C. 正极反应式为 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$
 D. 透气膜的透氧速率可控制暖贴的发热时间和温度

9. 丹皮酚具有显著的药理活性,其中间体 Y 可由 X 与甘氨酸反应获得。下列说法正确的是()



- A. X 分子中所有原子共平面
 B. X 能与甲醛发生缩聚反应
 C. 1 mol Y 最多能与 5 mol H_2 发生加成反应
 D. X、Y 均不能使酸性 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()

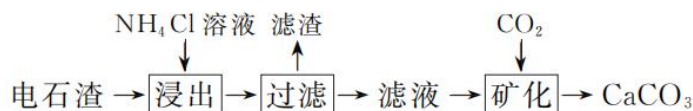
- A. 工业制硝酸: $\text{NH}_3 \xrightarrow[\text{催化剂, } \Delta]{\text{O}_2} \text{NO}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{HNO}_3$
 B. 工业制硫酸: $\text{S} \xrightarrow[\Delta]{\text{O}_2} \text{SO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SO}_4$
 C. 工业制漂白粉: $\text{CaO} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{Cl}_2} \text{Ca}(\text{ClO})_2$
 D. 工业制金属镁: $\text{Mg}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{HCl}} \text{MgCl}_2 \text{ 溶液} \xrightarrow{\text{通电}} \text{Mg}$

11. 室温下,下列实验操作及现象能得出相应结论的是()

选项	实验操作及现象	结论
A	向甲、乙两支试管中分别加入 5 mL $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CH}_3\text{COONa}$ 溶液,微热甲试管,测得溶液 pH 比乙大	加热使 CH_3COO^- 的水解程度增大
B	向 CuSO_4 溶液中通入 H_2S 气体,出现黑色沉淀	酸性: $\text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{SO}_4$

C	向饱和 Na_2CO_3 溶液中加入少量 BaSO_4 粉末，充分反应后过滤，向洗净的沉淀中加稀盐酸，有气泡产生	$K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) > K_{\text{sp}}(\text{BaCO}_3)$
D	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 与浓硫酸 170°C 共热，制得气体通入溴水，溶液褪色	该气体为乙烯

12. 利用电石渣[主要成分为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$]和 NH_4Cl 溶液吸收 CO_2 并制备碳酸钙的工艺流程如下：



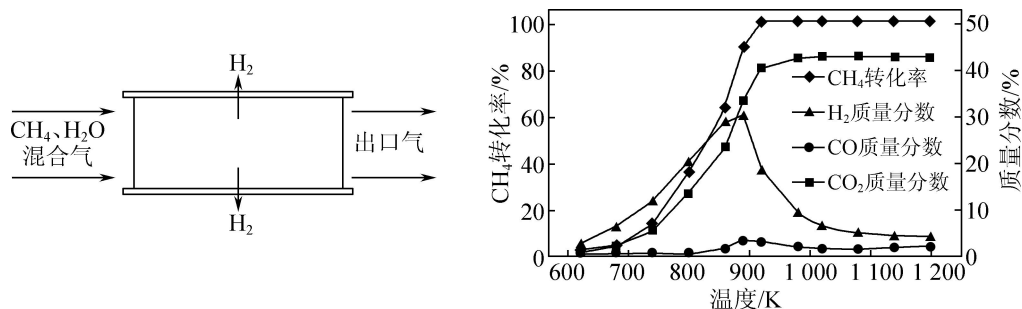
已知：常温下， $K_{\text{sp}}[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 4.7 \times 10^{-6}$ 。下列说法正确的是()

- A. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NH}_4\text{Cl}$ 溶液中： $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{NH}_4^+)$
 B. “滤液”中水的电离程度比 NH_4Cl 溶液的小
 C. 若“滤液” $\text{pH} = 12$ ，则 $c(\text{Ca}^{2+}) > 4.7 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
 D. “矿化”过程发生的反应为 $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

13. $\text{CH}_4/\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 重整制氢过程中的主要反应(忽略其他副反应)如下：

- ① $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ ； $\Delta H_1 = +206 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 ② $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ ； $\Delta H_2 = -41 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

一定温度、压强下，将 $n(\text{CH}_4) : n(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 3$ 的混合气匀速通过装有催化剂的透氢膜反应管，透氢膜用于分离 H_2 且透过 H_2 的速率随温度升高而增大。装置及 CH_4 转化率、出口气中 CO 、 CO_2 和 H_2 的质量分数随温度变化如图所示。

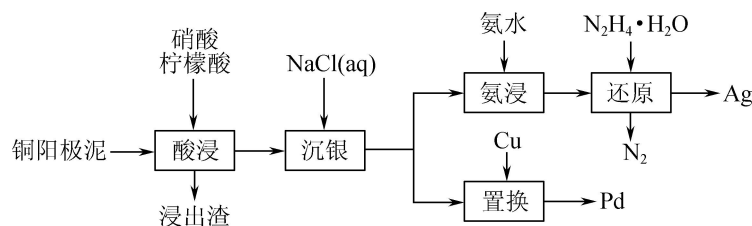


下列说法不正确的是()

- A. 反应 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H = +165 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
 B. 适量添加 CaO 可提高 H_2 的平衡产率
 C. 800 K 时，产氢速率大于透氢速率
 D. 该装置理想工作温度约为 900 K

二、非选择题：本题共 4 小题，共 61 分。

14. (15 分)从铜阳极泥(含 Cu 、 Ag 、 Au 、 Pd 等)中回收贵金属的工艺流程如下：



(1) “酸浸” (已知柠檬酸化学式为 $\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ ，是一种三元弱酸)。

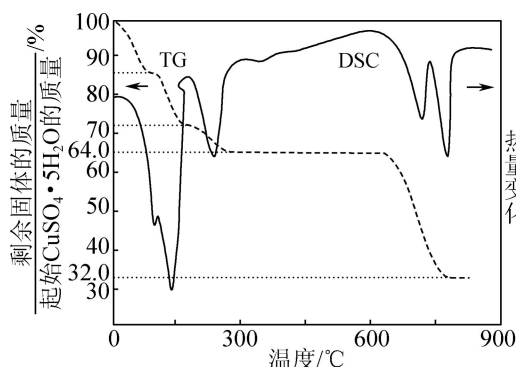
① 只用稀硝酸也可氧化浸出 Pd 生成 Pd^{2+} 和 NO，反应的离子方程式为_____。

② 添加柠檬酸可提高 Pd 的浸出率，除因为形成 $[\text{Pd}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)]^-$ 外，还有_____。

③ HNO_3 和柠檬酸协同浸出 Pd 时， HNO_3 浓度过大使 Pd 浸出率降低的原因是_____。

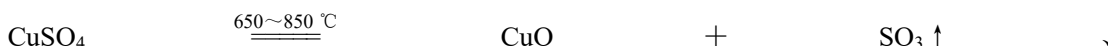
(2) “沉银”时 $[\text{Ag}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)]^{2-}$ 转化为 AgCl 。 $[\text{Ag}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7)]^{2-}$ 中与 Ag^+ 配位的原子为_____。

(3) “氨浸”时反应为 $\text{AgCl}(\text{s}) + 2\text{NH}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ 。该反应的平衡常数数值为_____。 { 已知： $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$ ；反应 $\text{Ag}^+(\text{aq}) + 2\text{NH}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+(\text{aq})$ 的平衡常数 $K = 1.1 \times 10^7$ }

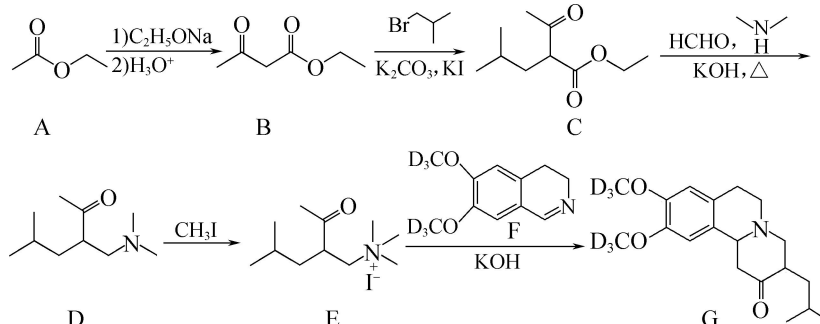


(4) “还原”在碱性条件下进行。理论上获得的 $n(\text{Ag}) : n(\text{N}_2) =$ _____。

(5) “置换”后的滤液可制备 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 晶体，该晶体分解的 TG 曲线(热重)及 DSC 曲线(热量变化)如右图所示。DSC 曲线上 $650 \sim 850^\circ\text{C}$ 有两个吸热峰，可能发生的吸热反应为



15. (15 分) 氘代丁苯那嗪(G)可用于治疗成人迟发性运动障碍，其合成路线如下：



(1) B 分子中的官能团名称为羰基和_____。

(2) $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 的反应类型为_____。

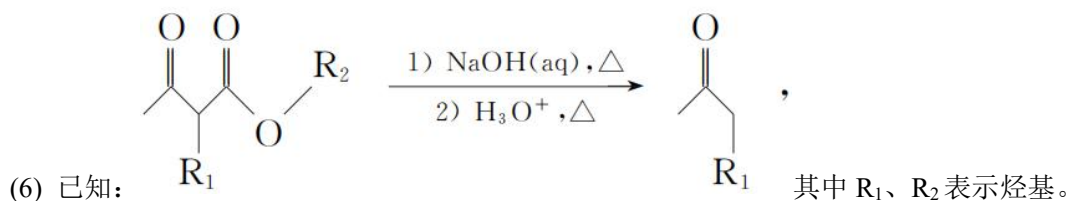
(3) $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 中有副产物 $\text{C}_{13}\text{H}_{28}\text{N}_2\text{O}$ 生成，该副产物一种可能的结构简式为_____。

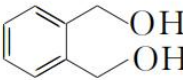
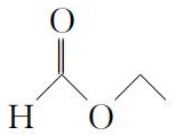
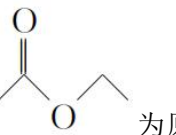
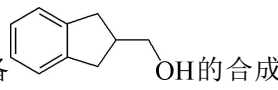
(4) E 转化为 G 时，还生成一种胺类化合物，其结构简式为_____。

(5) 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：_____。

能发生水解反应，生成 X、Y 两种有机产物。X 分子中氘(D)原子与氕(H)原子的个数比

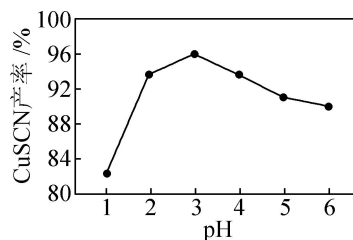
为 1:6; Y 分子中不同化学环境的氢原子个数比是 2:2:2:1:1, 能被银氨溶液氧化。



写出以 、、 为原料制备  的合成路线流程图(无机试剂和有机溶剂任用, 少量有机试剂可参照题目合成路线中的使用, 合成路线示例见本题题干)。

16. (16 分)含硫化合物在材料加工、实验室分析中有重要应用。

(1) CuSCN 材料可应用于太阳能电池。向脱硫废液(主要成分为 KSCN 和 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$)中加入 CuSO_4 溶液回收 CuSCN。



① CuSO_4 与 KSCN、 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 反应生成 CuSCN 沉淀和 $\text{K}_2\text{S}_4\text{O}_6$ 的化学方程式为_____。

② 控制 CuSO_4 溶液的 pH, CuSCN 产率如图所示。pH<3 时, 产率随 pH 减小而降低的原因是_____。

(2) $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 常用于织物漂白。测定 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 样品溶液的浓度: 量取 25.00 mL 该溶液于锥形瓶中, 加入 30.00 mL $0.2000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeSO}_4$ 溶液。待充分反应后, 用 $0.01000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KMnO}_4$ 标准溶液滴定过量的 FeSO_4 , 平行滴定 3 次, 平均消耗 KMnO_4 标准溶液 22.80 mL。实验过程中的反应如下: $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} \rightleftharpoons 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$ 。

① 取用 30.00 mL $0.2000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeSO}_4$ 溶液时应选用的仪器是_____ (填字母)。

- A. 25 mL 量筒 B. 50 mL 量筒
C. 25 mL 酸式滴定管 D. 50 mL 酸式滴定管

② 计算 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 样品溶液的物质的量浓度(写出计算过程)。

(3) 电解 CuSO_4 溶液可用于测定阿伏加德罗常数(N_A), 计算公式为 $N_A = \frac{I \times t \times M(\text{Cu})}{2 \times e \times \Delta m}$ 。

I 为电解电流, t 为电解时间, e 取 $1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$, Δm 为铜电极减少的质量, $M(\text{Cu})$ 为铜的摩尔质量。

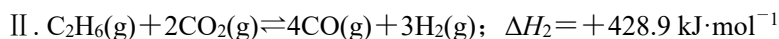
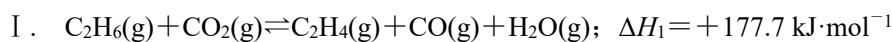
① 请补充完整实验方案：_____。

重复上述操作 2~3 次，按公式进行数据处理。[实验中必须使用的试剂和仪器：纯铜片、铂丝、CuSO₄ 溶液、秒表、分析天平、直流电源(本实验过程中电流恒为 1 A)]

② 本实验中不采用铂电极增加的质量来测定 N_A ，其原因是_____。

17. (15 分) 乙烯是常用化工原料，其制备、利用和转化具有重要意义。

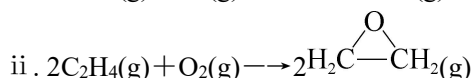
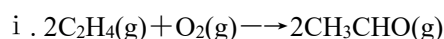
(1) 二氧化碳氧化乙烷制备乙烯，主要发生如下反应：



① 若起始加入 CO_2 和 C_2H_6 的物质的量分别为 $n_0(\text{CO}_2)$ 、 $n_0(\text{C}_2\text{H}_6)$ ，仅考虑上述反应，达到平衡时体系中所有含碳物质 $n(\text{X})$ 与起始物质之间存在的等量关系为 $n_0(\text{CO}_2) + 2n_0(\text{C}_2\text{H}_6) =$ _____ (X 用具体物质化学式表示)。

② 实际投料比采用 $\frac{n_{\text{起始}}(\text{CO}_2)}{n_{\text{起始}}(\text{C}_2\text{H}_6)} = 2:1$ ，而不采用 3:1 的原因是_____。

(2) 乙烯催化氧化制乙醛和环氧乙烷($\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2$), 发生以下反应:



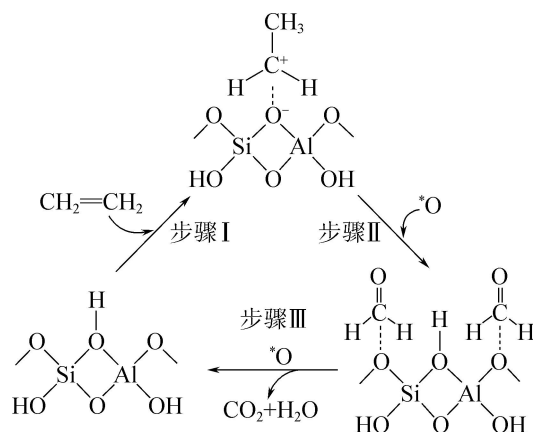
常压下，将一定比例 C_2H_4 、 O_2 混合气体匀速通过装有 Ag/MnO₂ 催化剂的反应器，不同温度下测得的相关数据见下表[乙醛选择性 = $\frac{n_{\text{生成}}(\text{乙醛})}{n_{\text{生成}}(\text{乙醛}) + n_{\text{生成}}(\text{环氧乙烷})} \times 100\%$]:

温度/℃	90	110	130	150
乙烯转化率/%	8	13	29	60
乙醛选择性/%	78	70	65	57

① 90~150 °C 范围内，乙醛产率随温度升高而_____ (填“增大”“减小”或“不变”)。

② 90 ~ 150 °C 范围内，乙醛选择性随温度升高而降低的原因是_____。

③ 150 °C 时，控制反应温度和时间不变，能提高环氧乙烷选择性的措施是_____。



(3) 在果蔬储存和运输中，一种 C_2H_4 转化反应的部分机理如右图所示(*O 表示活性氧)。

H

|

O

/ \

Si

Al

研究表明，催化剂表面酸性强的桥羟基($\text{Si}-\text{O}-\text{Al}$)是催化氧化的活性位点，而酸性弱的硅羟基($\text{Si}-\text{OH}$)和铝羟基($\text{Al}-\text{OH}$)则不显示催化活性。

① 从键的极性角度，分析桥羟基酸性更强的原因是_____。

② 生成的 H_2O 吸附在催化剂表面使催化活性下降，其原理是

_____。

化学参考答案及评分标准

1. D 2. A 3. B 4. A 5. C 6. D 7. B 8. C 9. B 10. C 11. A 12. B 13. D

14. (15 分)

(1) ① $3\text{Pd} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Pd}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ (2 分)② 增大 $c(\text{H}^+)$, 加快了 HNO_3 氧化 Pd 的速率 (2 分)③ HNO_3 氧化柠檬酸, 使柠檬酸浓度下降 (2 分)

(2) O (2 分)

(3) 1.98×10^{-3} (3 分)

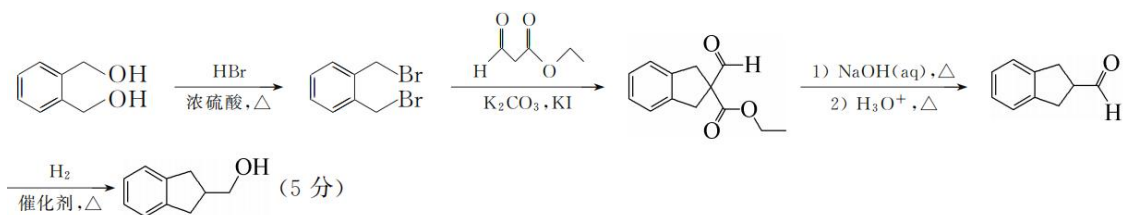
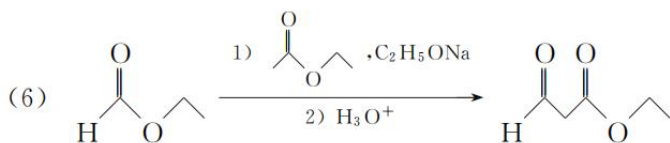
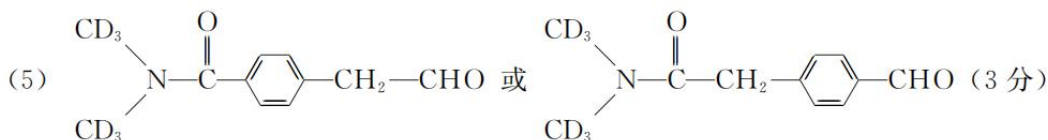
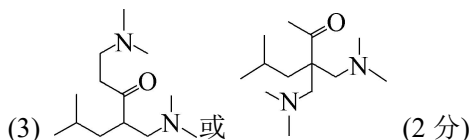
(4) 4 : 1 (2 分)

(5) $2\text{SO}_3 \xrightarrow{650 \sim 850\text{ }^\circ\text{C}} 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$ (2 分)

15. (15 分)

(1) 酯基 (1 分)

(2) 取代反应 (2 分)



16. (16 分)

(1) ① $2\text{CuSO}_4 + 2\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{KSCN} \rightleftharpoons 2\text{CuSCN} \downarrow + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{S}_4\text{O}_6$ (2 分)② $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 与 H^+ 反应, 使 $c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ 下降 (2 分)

(2) ① D (2 分)

② $n_1(\text{Fe}^{2+}) = 5n(\text{MnO}_4^-) = 5 \times 0.010\,00\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 22.80 \times 10^{-3}\text{ L} = 1.140 \times 10^{-3}\text{ mol}$ (1 分)
$$n(\text{S}_2\text{O}_8^{2-}) = \frac{1}{2} n_2(\text{Fe}^{2+}) = \frac{1}{2} \times (0.200\,0\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 30.00 \times 10^{-3}\text{ L} - 1.140 \times 10^{-3}\text{ mol}) =$$

$2.430 \times 10^{-3} \text{ mol}$ (1 分)

$$c[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8] = \frac{2.430 \times 10^{-3} \text{ mol}}{25.00 \times 10^{-3} \text{ L}} = 9.720 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ (1 分)}$$

(3) ① 用分析天平称量纯铜片质量，将纯铜片与直流电源正极相连，铂丝与直流电源负极相连，两电极平行浸入 CuSO_4 溶液中。接通电源同时打开秒表，一段时间后关闭电源并记录时间。取出铜片，用蒸馏水洗涤，晾干，用分析天平称量铜片的质量(5 分)

② 铂电极上析出的铜部分脱落、铂电极上有氢气析出(2 分)

17. (15 分)

(1) ① $n(\text{CO}_2) + 2n(\text{C}_2\text{H}_6) + 2n(\text{C}_2\text{H}_4) + n(\text{CO})$ (2 分)

② 防止更多的 CO_2 将乙烷转为 CO ，使乙烯产率下降(2 分)

(2) ① 增大(2 分)

② 温度升高和催化剂活性变化共同作用，使反应 ii 的速率增幅大于反应 i 的速率增幅(3 分)

③ 使用对反应 ii 选择性更高的催化剂、及时分离环氧乙烷(2 分)

(3) ① 桥羟基中 O 同时受到 Si(IV) 与 Al(III) 吸引，使 O—H 键极性增强(2 分)

② H_2O 结合桥羟基电离出的 H^+ 生成 H_3O^+ (或 H_2O 中氧原子与桥羟基中氢原子形成氢键)(2 分)