

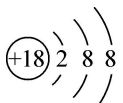
可能用到的相对原子质量: H—1 C—12 O—16 Se—79 I—127

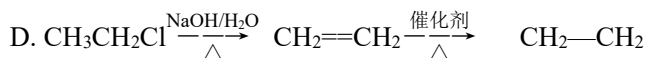
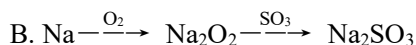
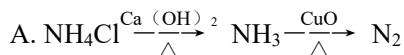
一、单项选择题: 本题共 13 小题, 每小题 3 分, 共 39 分。每小题只有一个选项最符合题意。

1. 制造机器人所使用的芯片的主要成分为()

- A. 合金 B. 二氧化硅 C. 硅 D. 石墨

2. 向石灰氮(CaCN_2)中加水并通入 H_2S 气体, 反应生成硫脲 $[(\text{NH}_2)_2\text{CS}]$, 硫脲在 $150\text{ }^\circ\text{C}$ 时部分异构化为 NH_4SCN 。下列说法正确的是()

- A. Ca^{2+} 的结构示意图:  B. H_2S 是由极性键构成的极性分子
- C. SCN^- 中碳原子采取 sp^2 杂化 D. $1\text{ mol } (\text{NH}_2)_2\text{CS}$ 中含有 $8\text{ mol } \sigma$ 键
3. 在指定条件下, 下列选项所示的物质间转化能实现的是()



4. 硫酸亚铁铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2]$ 可用于治疗贫血。下列说法正确的是()

- A. Fe 位于周期表中第 3 周期 B. 原子半径: $r(\text{O}) > r(\text{S})$
- C. 基态 Fe^{2+} 未成对电子数为 4 D. 电负性: $\chi(\text{N}) > \chi(\text{O})$

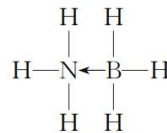
阅读下列材料, 完成 5~7 题。

第 IIIA 族元素形成的化合物应用广泛。硼酸(H_3BO_3)是一种一元弱酸。硼酸三甲酯与氯气反应可制取 BCl_3 : $\text{B}(\text{OCH}_3)_3 + 6\text{Cl}_2 \xrightarrow{65\text{ }^\circ\text{C}} \text{BCl}_3 + 3\text{CO} + 9\text{HCl}$ 。 $\text{B}(\text{OCH}_3)_3$ 和 BCl_3 均易水解, 沸点分别为 $68\text{ }^\circ\text{C}$ 和 $12.5\text{ }^\circ\text{C}$ 。氮化镓是具有优异光电性能的第三代半导体材料, 熔点约为 $1500\text{ }^\circ\text{C}$, 可通过 $\text{Ga}(\text{CH}_3)_3$ 与 NH_3 高温反应制得。

5. 下列说法正确的是()

A. Ga 基态核外电子排布式: $[\text{Ar}]4s^24p^1$

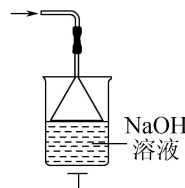
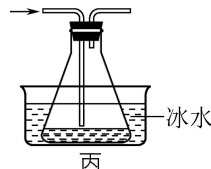
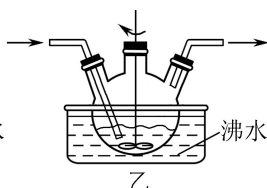
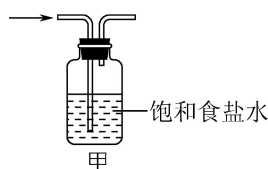
B. NH_3BH_3 的结构式:



C. 氮化镓属于分子晶体

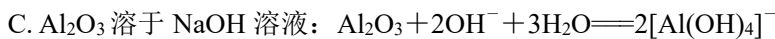
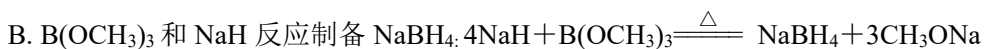
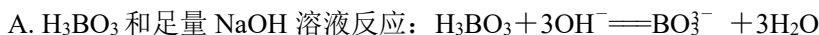
D. BCl_3 分子中键角为 120 °

6. 下列制取 BCl_3 的部分实验装置能达到实验目的的是()



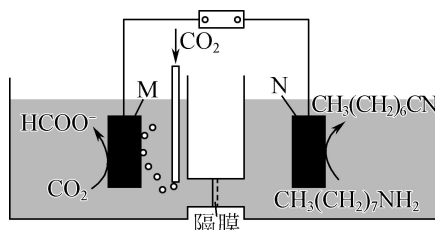
- A. 用装置甲干燥 Cl_2 B. 用装置乙制取 BCl_3
C. 用装置丙收集 BCl_3 D. 用装置丁吸收所有尾气

7. 下列化学反应表示不正确的是()



8. 对于反应 $4\text{NH}_3(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{催化剂}} 4\text{NO}(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$; $\Delta H < 0$ 。下列说法正确的是()

- A. 该反应 $\Delta S < 0$
B. 使用催化剂能降低反应的焓变
C. 其他条件不变, 增大 $\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{O}_2)}$ 可提高 NH_3 的平衡转化率
D. 1 mol N—H 断裂的同时有 1 mol O—H 断裂说明反应到达该条件下的平衡状态



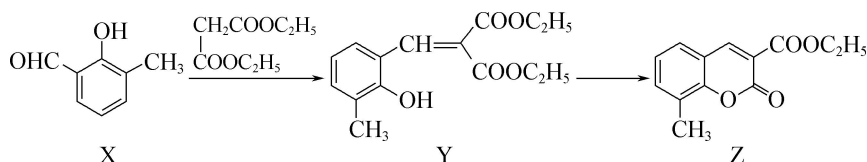
9. 一种以 NaOH 为介质电催化还原 CO_2 的工作原理如图所示。下列说法正确的是()

- A. 电解池工作时, OH^- 由右室通过隔膜向左室移动
B. M 为电解池的阳极
C. N 电极上发生的反应为 $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{NH}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CN} + 4\text{H}_2\text{O}$
D. 电路中通过 2 mol e^- 时, 理论上 1 mol CO_2 被还原

10. 室温下, 下列实验探究方案能达到探究目的的是()

选项	探究方案	探究目的
A	向含酚酞的 Na_2CO_3 溶液中加入少量 BaCl_2 固体, 观察溶液颜色变化	Na_2CO_3 溶液中存在水解平衡
B	向 95% 的乙醇溶液中加入足量 Na , 观察是否有气体生成	Na 能与乙醇发生置换反应
C	向 2 mL FeSO_4 溶液中滴加酚酞试液, 观察溶液颜色变化	Fe^{2+} 能发生水解
D	向电石中滴加饱和食盐水, 将产生的气体通入高锰酸钾溶液, 观察现象	乙炔具有还原性

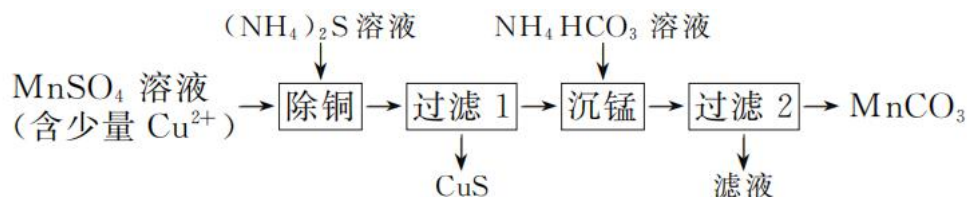
11. 化合物 Z 是一种药物合成中间体, 其合成路线如下:



下列说法正确的是()

- A. X 与足量 H_2 加成后的产物中有 1 个手性碳原子
 B. 可用银氨溶液检验 Y 中是否含有 X
 C. $Y \rightarrow Z$ 有 H_2O 生成
 D. 1 mol Z 与足量 NaOH 溶液反应, 最多消耗 2 mol NaOH

12. 室温下, 用含少量 Cu^{2+} 的 $MnSO_4$ 溶液制备 $MnCO_3$ 的过程如下:

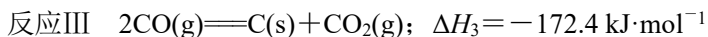
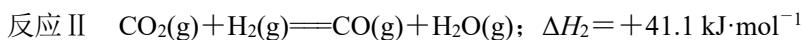
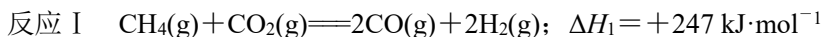


注: “沉锰”时 $n(NH_4HCO_3) : n(Mn^{2+}) = 2.5 : 1$, 控制溶液 $pH=7$ 。

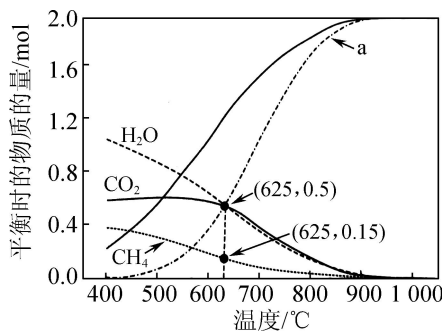
下列说法正确的是()

- A. NH_4HCO_3 溶液中: $c(NH_4^+) = c(HCO_3^-) + c(CO_3^{2-}) + c(H_2CO_3)$
 B. “过滤 1”所得滤液中: $\frac{c(Cu^{2+})}{c(Mn^{2+})} > \frac{K_{sp}(CuS)}{K_{sp}(MnS)}$
 C. “沉锰”时发生反应: $Mn^{2+} + HCO_3^- \rightleftharpoons MnCO_3 \downarrow + H^+$
 D. “过滤 2”所得滤液中: $c(NH_4^+) = c(HCO_3^-) + 2c(CO_3^{2-}) + c(HS^-) + 2c(S^{2-})$

13. CH_4 和 CO_2 重整制氢体系中主要发生下列反应:



在密闭容器中, $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 $n_{\text{始}}(CH_4) = n_{\text{始}}(CO_2) = 1 \text{ mol}$ 时, 若仅考虑上述反应, 平衡时各



气态物质的物质的量随温度的变化如图所示。下列说法不正确的是()

- A. 曲线 a 表示平衡时 CO 的物质的量随温度的变化
 B. 625 °C 时, 反应 II 的平衡常数 $K = \frac{5}{17}$
 C. 500~600 °C, 随着温度升高, 容器中积碳减少
 D. 1 000 °C 下, 增大压强, 平衡体系中 $\frac{n(CO)}{n(H_2)}$ 不变

二、非选择题: 共 4 题, 共 61 分。

14. (17 分)以酸泥(主要含无定形 Se、HgSe 和少量 Ag_2Se)为原料制备灰硒(Se_6)的流程如下:

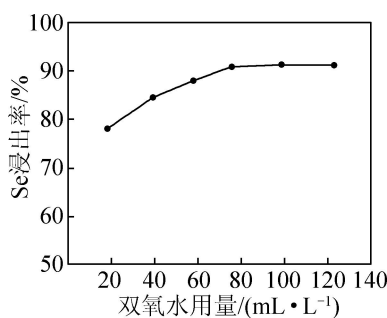
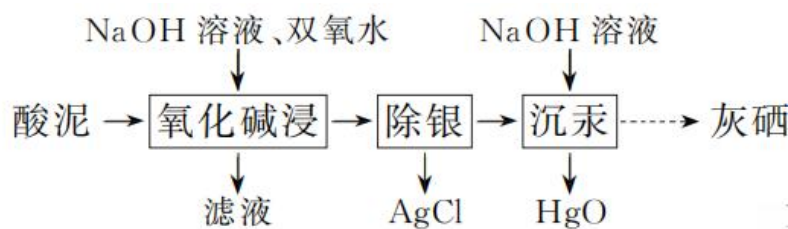


图 1

已知: $K_{a1}(\text{H}_2\text{SeO}_3)=3 \times 10^{-3}$, $K_{a2}(\text{H}_2\text{SeO}_3)=5 \times 10^{-8}$ 。

(1) “氧化碱浸”中无定形 Se 被氧化为 SeO_3^{2-} 的离子方程式为_____;

其他条件不变时, Se 浸出率随双氧水用量变化如图 1 所示, 当双氧水用量从 $80 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 增加到 $120 \text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 溶液中并未检测到 H_2O_2 残留, 其原因是_____。

(2) “除银”时向滤渣中加入 NaClO 溶液和盐酸, Ag_2Se 、 HgSe 被氧化为 H_2SeO_3 。

① “除银”过程中的加料方式为_____。

② 写出 Ag_2Se 发生反应的化学方程式: _____。

(3) “沉汞”过程中, 溶液 $\text{pH}=7$ 时存在的主要阴离子有_____。

(4) 通过如下步骤测定灰硒产品中 Se 的质量分数:

步骤 1: 准确称取 0.1600 g 灰硒产品, 加入足量硝酸充分反应后生成 H_2SeO_3 溶液, 配成 100.00 mL 溶液;

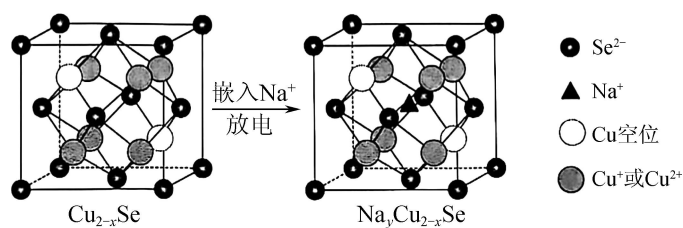
步骤 2: 取 25.00 mL 溶液于锥形瓶中, 加入过量的硫酸酸化的 KI 溶液, 充分反应;

步骤 3: 以淀粉作指示剂, 用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定至终点, 消耗 20.00 mL $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液。

已知: $\text{H}_2\text{SeO}_3 + 4\text{I}^- + 4\text{H}^+ = \text{Se} \downarrow + 2\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$; $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ 。

计算灰硒产品中 Se 的质量分数(写出计算过程)。

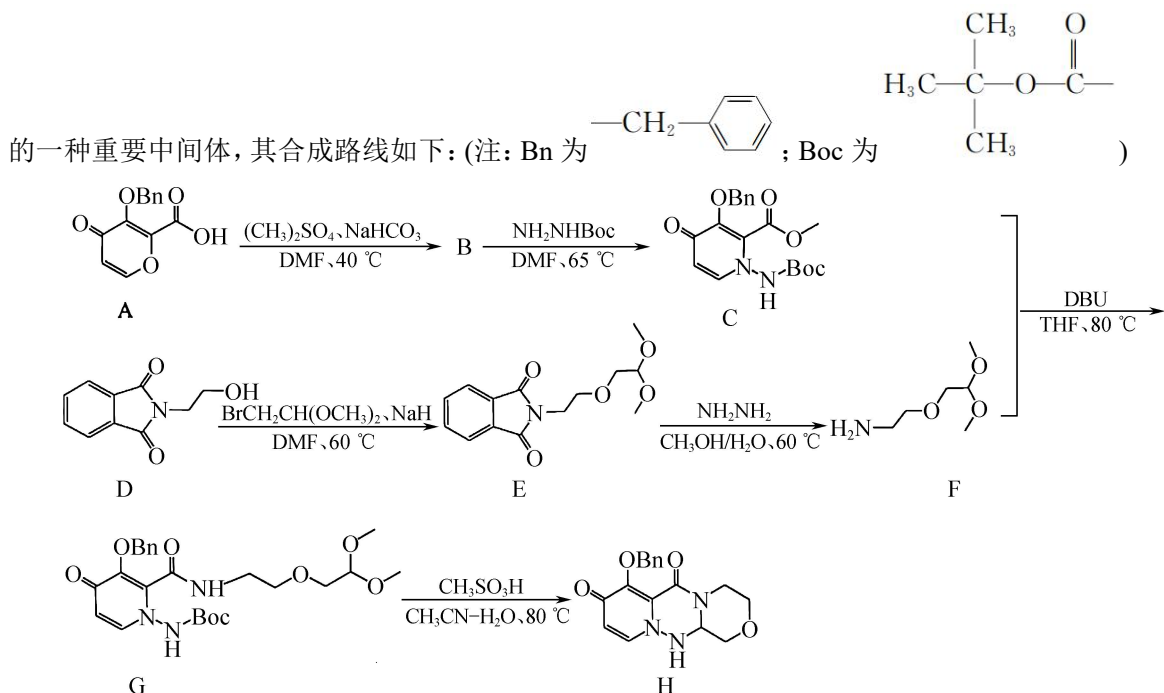
(5) Cu_{2-x}Se 是一种钠离子电池的正极材料, 放电过程中晶胞变化如图 2 所示。



① 1 mol Cu_{2-x}Se 转化为 $\text{Na}_x\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$ 时转移电子的物质的量为_____mol。

② $\text{Na}_x\text{Cu}_{2-x}\text{Se}$ 中 Cu^+ 与 Cu^{2+} 的个数比为_____。

15. (14 分) 玛巴洛沙韦片是一种治疗甲型或乙型流感病毒的特效药, H 是合成玛巴洛沙韦



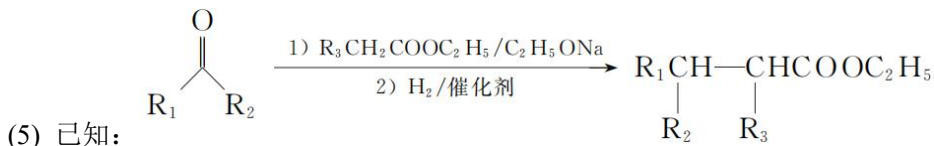
(1) A 分子中含氧官能团有羧基、醚键和_____。

(2) 写出 B 的结构简式:_____。

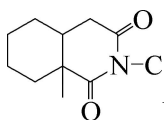
(3) $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 中还生成另一种有机物 X, X 分子中除苯环外还含有一个六元环。写出 X 的结构简式:_____。

(4) D 的一种同分异构体同时满足下列条件, 写出该同分异构体的结构简式:_____。

分子中含有手性碳原子; 在酸性条件下水解生成两种产物, 其中一种能与 FeCl_3 发生显色反应, 且有 2 种不同环境的氢原子。



设计以 、 CH_3COOH 、 $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 、 $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$ 为原料制备



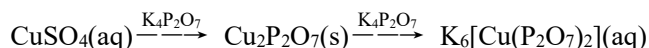
$\text{H}_2\text{CH}_2\text{OOCCH}_3$ 的合成路线图(无机试剂和有机溶剂任用, 合成路线示例见本题题干)。

16. (13 分)焦磷酸铜盐、柠檬酸铜盐是工业常用的铜电镀液。

(1) 以酸性 CuSO_4 溶液作电镀液时, 镀铜效果不佳。原因: ① 溶液中的 SO_4^{2-} 和电解过程中产生的少量 Cu^+ 影响镀层光亮度; ② _____。

(2) 控制铜电镀液 pH 在 8~8.5 之间, 采用电解法可得到均匀光亮的铜镀层。

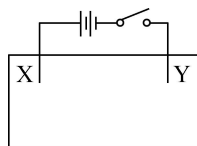
① 配制 $\text{K}_6[\text{Cu}(\text{P}_2\text{O}_7)_2]$ 溶液过程中主要发生如下转化:



具体操作: 向含 0.1 mol CuSO_4 的溶液中加入含 _____ mol $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 溶液, 过滤, _____, 再加入计算量的 $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 至沉淀溶解。

② 上述配制的 $\text{K}_6[\text{Cu}(\text{P}_2\text{O}_7)_2]$ 溶液中可能会存在少量 Cu^+ 。需向溶液中加入 H_2O_2 充分反应, 再加入柠檬酸晶体。加入柠檬酸晶体的目的是_____。

(3) 在塑料件上镀铜时需要首先对塑料件进行预处理, 使其表面覆盖一层铜膜。涉及反应: $\text{HCHO} + \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{OH}^- = \text{HCOO}^- + \text{Cu} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。补充完整在塑料件上镀铜的实验方案: 向装有塑料片的烧杯中加入 CuSO_4 溶液, _____, 将预处理后的塑料片从烧杯中取出并洗净后, 将待镀塑料片 _____, 通电一段时间。



{实验中须使用的试剂和设备: NaOH 溶液、 HCHO 溶液, $\text{K}_6[\text{Cu}(\text{P}_2\text{O}_7)_2]$ 溶液、 Cu 片; 右图所示电解池}

17. (17 分) CO_2 捕集包括 CO_2 的吸收和解吸两个过程。利用捕集的 CO_2 合成碳酸二甲酯有助于实现碳中和。

(1) $\text{DEA}[(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_2\text{NH}]$ 是一种 CO_2 捕集剂。室温下, 将 CO_2 体积分数为 15%(其余为 N_2) 的混合气以一定流速通过装有一定量 DEA 溶液的捕集器(N_2 不被吸收), 被吸收后的混合气在出口处通过 CO_2 含量检测装置, 直至捕集剂吸收 CO_2 达到饱和。将吸收 CO_2 饱和后的捕集器在 120°C 下充分加热, 实现 CO_2 解吸和捕集剂的再生。 DEA 吸收 CO_2 的过程如图 1 所示。



图 1

① 能说明 DEA 吸收 CO_2 达到饱和的依据是_____。

② 写出 CO_2 解吸时发生反应的离子方程式: _____。

③ 衡量不同捕集剂的优劣, 不仅需要比较捕集剂的成本、对环境的影响及单位物质的量的捕集剂吸收 CO_2 的快慢和多少外, 还需要进行比较的因素为 _____

_____。

(2) 反应 $\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) \rightleftharpoons (\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO}(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 可用于合成碳酸二甲酯。

① 该反应的平衡常数($\text{p}K = -\lg K$)与温度的关系如图 2 所示。为提高原料的平衡转化率,可采取的措施有_____。(写两条)

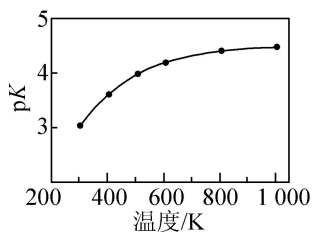


图 2

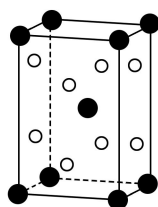


图 3

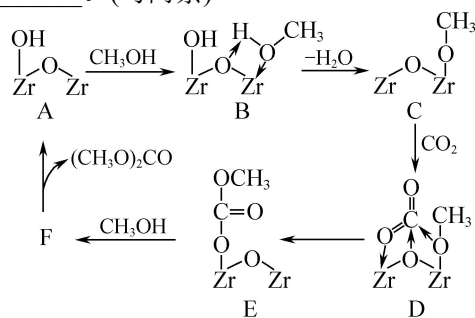
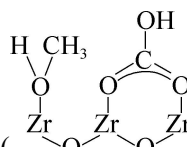


图 4

② ZrO_2 可作为合成反应的催化剂。

(i) 一种 ZrO_2 的晶胞结构如图 3 所示, 该 ZrO_2 晶体中与 O^{2-} 距离最近且相等的 Zr^{4+} 的数目为_____。

(ii) ZrO_2 催化合成碳酸二甲酯的可能反应机理如图 4 所示, Zr^{4+} 是催化过程中的关键活性位点。则 F 的结构式为_____。



(iii) 在 $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 的过程中还可能生成一种中间体 M($\text{Zr}-\text{O}-\text{C}(\text{OH})(\text{OCH}_3)-\text{O}-\text{Zr}$), 该中间体与 D 中的基团存在明显差异, 可用_____ (分析方法) 检验是否有 M 存在。

③ $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO}(\text{l})$ 与 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ 的混合物经过初馏除去副产物后可得到含 70% CH_3OH 和 30% $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO}$ 的共沸物。请补充完整从共沸物中分离出 $(\text{CH}_3\text{O})_2\text{CO}$ 的操作: 将共沸物加热气化通入_____。

化学参考答案及评分标准

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

14. (17 分)

(1) $\text{Se} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O}_2 = 3\text{H}_2 + \text{SeO}_3^{2-}$ (2 分) H_2O_2 被 SeO_3^{2-} 还原(2 分)(2) ① 向滤渣中先加入 NaClO 溶液再加入盐酸(2 分)② $\text{Ag}_2\text{Se} + 3\text{NaClO} + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{SeO}_3 + 2\text{AgCl} + 3\text{NaCl}$ (2 分)(3) SeO_3^{2-} 、 HSeO_3^- 、 Cl^- (2 分)(4) $\text{Se} \sim \text{H}_2\text{SeO}_3 \sim 2\text{I}_2 \sim 4\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

25. 00 mL 溶液中:

$$n(\text{Se}) = \frac{1}{4} n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \frac{1}{4} \times 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 20.00 \text{ mL} \times 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{mL}^{-1} = 5.000 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

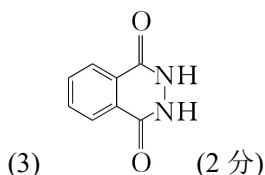
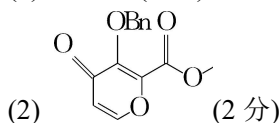
$$\text{产品中 Se 的质量分数 } w(\text{Se}) = \frac{5.000 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 79 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times \frac{100.00 \text{ mL}}{25.00 \text{ mL}}}{0.1600 \text{ g}} \times 100\% =$$

98.75%(3 分)

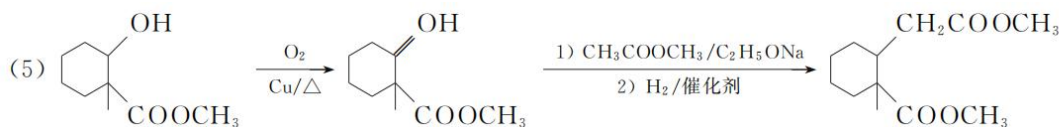
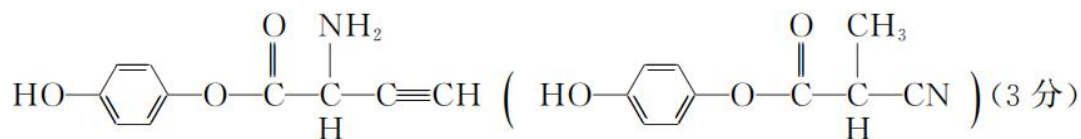
(5) ① 0.25(2 分) ② 5 : 1(2 分)

15. (14 分)

(1) 酮羰基(2 分)



(4)



16. (13 分)

(1) H^+ 与 Cu^{2+} 在阴极竞争放电生成 H_2 , 不利于 Cu 在镀件表面析出(2 分)

(2) ① 0.05(2 分)

用蒸馏水洗涤沉淀至最后一次洗涤液中加入 BaCl_2 溶液无沉淀(2 分)

② 调节电镀液的 pH；将氧化生成的 Cu^{2+} 转化为柠檬酸铜盐(2 分)

(3) 边搅拌边加入 NaOH 溶液至过量，再加入一定量的甲醛溶液，充分反应(2 分)
与图示电解池中 Y 极相连，将铜片与 X 极相连，加入 $\text{K}_6[\text{Cu}(\text{P}_2\text{O}_7)_2]$ (3 分)

17. (17 分)

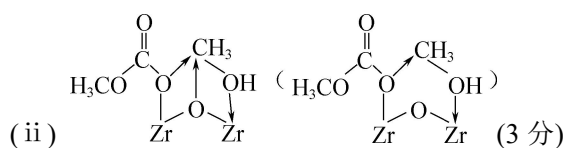
(1) ① 出口处气体中 CO_2 体积分数为 15%(2 分)

② $(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_2\text{NCOO}^- + (\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_2\text{NH}_2^+ \xrightarrow{120^\circ\text{C}} 2(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_2\text{NH} + \text{CO}_2 \uparrow$ (2 分)

③ 捕集剂解吸 CO_2 的效率(释放 CO_2 的速率和程度)(2 分)

(2) ① 适当降温、加压，从体系中分离出 H_2O (2 分)

② (i) 4(2 分)



(iii) 红外光谱法(2 分)

③ 一定量的 H_2O 中，搅拌、静置后分离出上层有机层(2 分)