

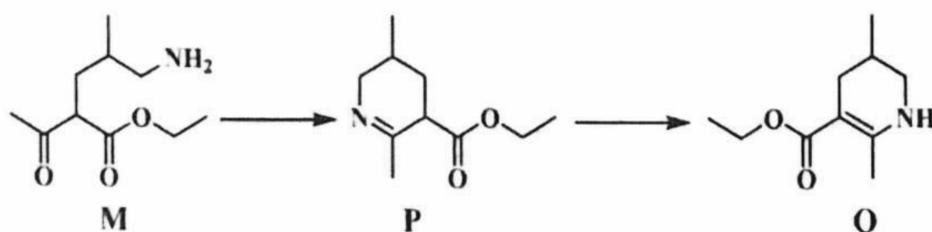
高三化学试题

本试卷共 8 页，满分 100 分，考试时间 75 分钟。

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 Na 23 P 31

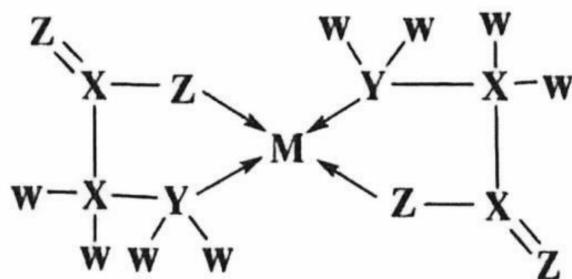
一、选择题（本题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项符合题目要求）

- 我国研究团队制备了一种氮化硼限域纳米石墨烯催化剂，实现乙炔高效转化为氯乙烯，助力聚氯乙烯环保高效生产。下列说法错误的是
 - 氮化硼含有共价键
 - 石墨烯属于无机非金属材料
 - 氯乙烯属于烃
 - 用氯乙烯制备聚氯乙烯的原子利用率为 100%
- 某物质 Q 的合成路线如下，下列说法错误的是

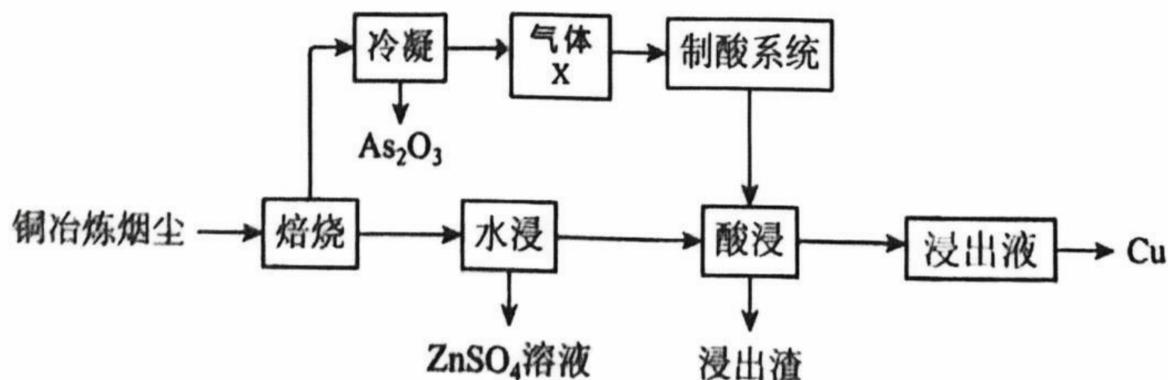


- M 能与盐酸、氢氧化钠溶液反应
 - M→P 的过程中只涉及加成反应
 - P 中存在 2 个手性碳原子
 - 可以用红外光谱法鉴别 P 和 Q
- 某营养添加剂的结构如图所示。W、X、Y、Z 是原子序数依次增大的短周期元素，且 X、Y、Z 同周期，金属单质 M 为紫红色。下列说法正确的是

- 键角： $XZ_2 < YZ_2$
- 氢化物的沸点： $Z > Y > X$
- 第一电离能： $M < X < Z < Y$
- 碱性： $YW_3 > W_3XYW_2$

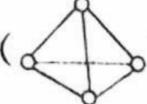


- 一种从铜冶炼烟尘（主要含 S、As₂O₃ 及 Cu、Zn、Pb 的硫酸盐）中高效回收砷、铜、锌和铅的绿色工艺，部分流程如下。下列说法错误的是



已知：① As_2O_3 沸点 $460\text{ }^\circ\text{C}$ ；② 分解温度： CuO $1100\text{ }^\circ\text{C}$ ， CuSO_4 $560\text{ }^\circ\text{C}$ ， ZnSO_4 $680\text{ }^\circ\text{C}$ ， PbSO_4 高于 $1000\text{ }^\circ\text{C}$ 。

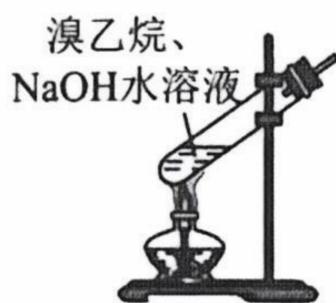
- A. “焙烧”温度可为 $500\text{ }^\circ\text{C}$
- B. 气体 X 含 SO_2
- C. “水浸”、“酸浸”后均需过滤
- D. “酸浸”使 Cu、Pb 元素分离

5. 白磷 () 在过量热的浓碱中发生反应

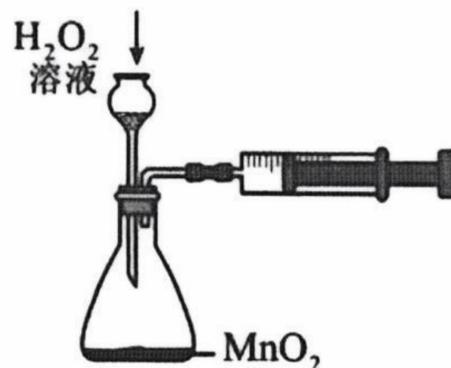
$\text{P}_4 + 3\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{PH}_3 \uparrow + 3\text{KH}_2\text{PO}_2$ 。 N_A 表示阿伏加德罗常数的值。下列说法错误的是

- A. $1\text{ mol H}_2\text{O}$ 中含有质子的数目为 $10 N_A$
- B. $1\text{ mol H}_3\text{PO}_2$ 能电离出 H^+ 的数目为 $3 N_A$
- C. 每消耗 62 g P_4 断裂 P—P 键的数目 $3 N_A$
- D. 生成 1 mol PH_3 ，转移电子的数目为 $3 N_A$

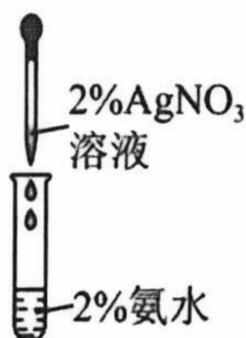
6. 下列实验操作或方法正确的是



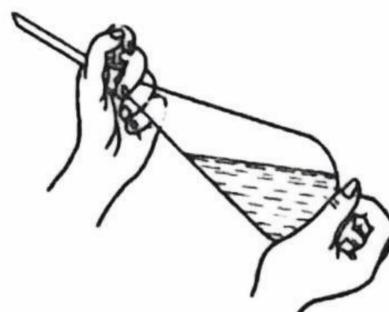
A. 制备乙烯



B. 测定 H_2O_2 分解速率



C. 制备银氨溶液

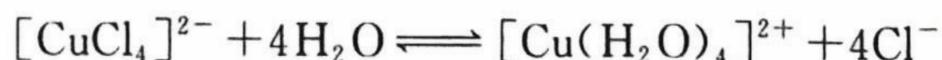


D. 振荡放气

7. 下列有关离子方程式错误的是

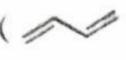
A. 侯氏制碱法： $2\text{Na}^+ + 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$

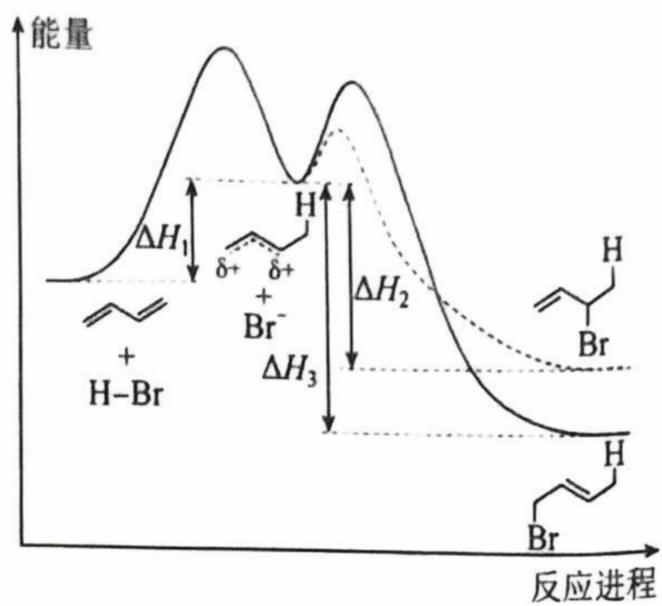
B. 加水稀释 CuCl_2 浓溶液，溶液由绿色变为蓝色：



C. 泡沫灭火器工作原理： $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$

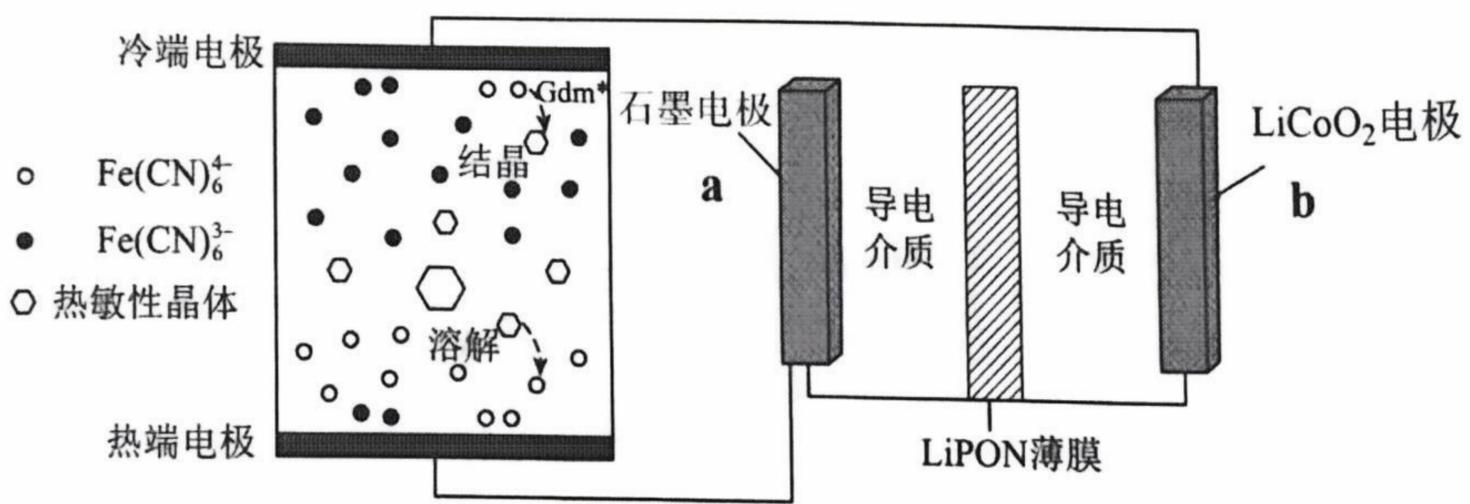
D. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液与稀硫酸反应： $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \text{S} \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

8. 1,3-丁二烯 () 与 HBr 按照 1:1 发生加成反应得到两种产物。能量变化与反应进程的关系如图所示。下列说法正确的是



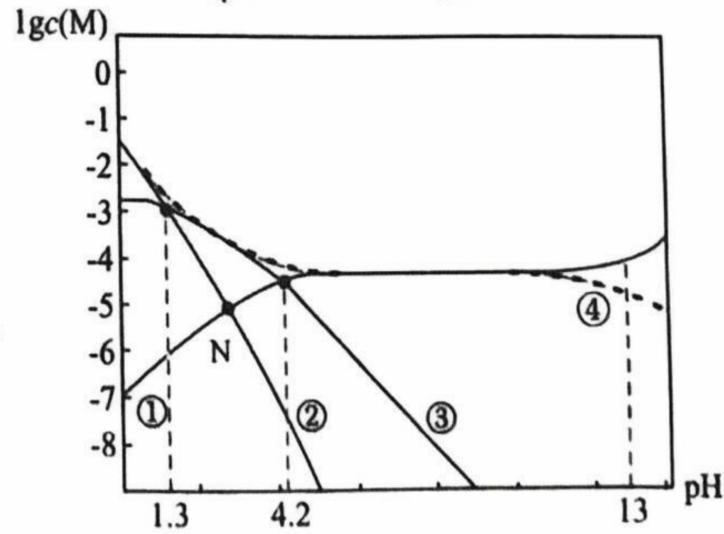
- A. 1,3-丁二烯中 σ 键与 π 键个数之比为 3:2
- B. 增大 $c(\text{Br}^-)$, 可以提高整体反应的速率
- C. 1,4-加成产物比 1,2-加成产物稳定
- D. 1,3-丁二烯与 HBr 发生 1,2-加成的反应热为 $\Delta H_1 - \Delta H_2$

9. 一种新型电池以胍离子 (Gdm^+) 选择性地诱导 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 在冷端结晶, 通过重力沉降在热端溶解, 打破 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} - e^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 平衡, 实现热能转化为电能。用该电池给锂离子电池充电, 充电时电池反应为: $6\text{C} + \text{LiCoO}_2 \rightleftharpoons \text{Li}_x\text{C}_6 + \text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$ 。下列说法正确的是



- A. 冷端电极为负极
- B. 新型电池可以改为冷端在下, 热端在上
- C. 充电时, Li^+ 移向 b 极
- D. 理论上电路中转移 $x \text{ mol}$ 电子, b 极生成 $1 \text{ mol Li}_{1-x}\text{CoO}_2$

10. 常温下, 在含有足量草酸钙的体系中, 加 HCl 或 NaOH 调节 pH, 溶液中各微粒浓度的对数 $\lg c(\text{M})$ 与 pH 关系如图所示 (M 代表 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、 HC_2O_4^- 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 、 Ca^{2+}), 已知 $K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 10^{-8.62}$ 、 $K_{\text{sp}}[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 10^{-5.6}$ 。下列有关说法错误的是

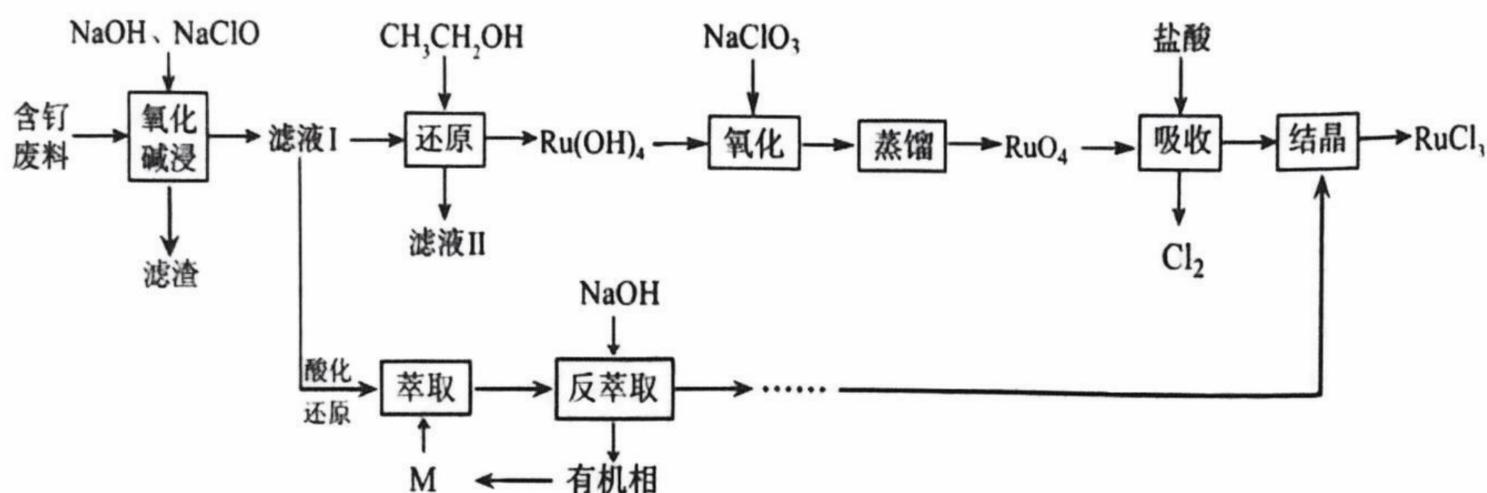


- A. ④表示 Ca^{2+} 的浓度变化
- B. K_{a2} 的数量级为 10^{-5}
- C. N 点时, $2c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{H}^+) > c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + 2c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{OH}^-)$
- D. $\text{pH} = 13$ 时, 有 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 沉淀生成

② 有关报道维生素 C 可以有效降低食品中 NaNO_2 含量。为探究真实性，小组成员进行如下实验（维生素 C 不干扰该实验吸光度的测定）。

实验方案	实验数据	实验结论
取 _____ mL 样品溶液，加入少量 _____ 充分反应，再加入显色剂，定容至 25 mL，测得吸光度为 A_2 。	A_1 _____ A_2 (填 “>” “<” 或 “=”)。	维生素 C 可以有效降低 NaNO_2 的含量。

12. (16 分) 钌 (Ru) 为稀有元素，广泛应用于电子、航空航天、化工等领域。某含钌的废渣主要成分为 Ru、Pb、 SiO_2 ，从中回收 RuCl_3 的工艺流程如下：



已知：① RuO_4 的沸点为 $40\text{ }^\circ\text{C}$ ，易挥发，微溶于水，易分解；

② $25\text{ }^\circ\text{C}$ 时， $K_{\text{sp}}[\text{Ru}(\text{OH})_3]=1.0\times 10^{-36}$ 。

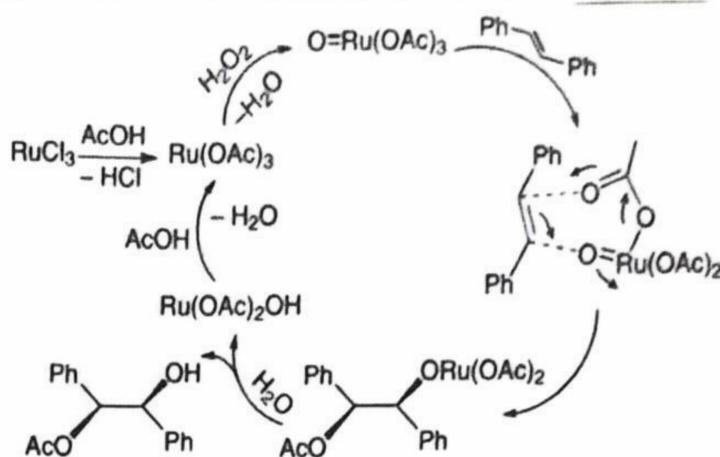
回答下列问题：

- “氧化碱浸”生成的溶质主要成分为 Na_2RuO_4 、 $\text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$ 、 NaCl 和 _____。
- “还原”时氧化产物为乙醛，该反应的离子方程式为 _____。
- “蒸馏”时控制温度为 $80\text{ }^\circ\text{C}$ ， RuO_4 回收率较高。温度过低或过高时，回收率低的原因是 _____。
- 有机萃取剂 M 萃取 $[\text{RuCl}_6]^{2-}$ 的反应为：

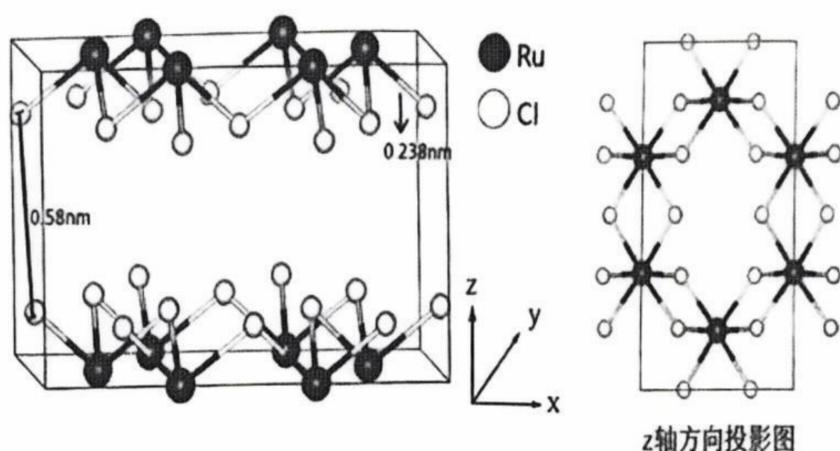
$$[\text{RuCl}_6]^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{M}(\text{有机相}) \rightleftharpoons (\text{MH})_2[\text{RuCl}_6](\text{有机相})$$
 从平衡移动原理角度解释反萃取时，加入 NaOH 的作用 _____。
- “吸收”时发生反应的化学方程式为 _____。
- “结晶”后的母液中仍残留少量 Ru^{3+} ，某小组设计方案测残留量。当调节 $\text{pH} = a$ 时，开始出现沉淀（溶液体积保持不变）。母液中 $c(\text{Ru}^{3+}) =$ _____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ （用含 a 的式子表示）。

(7) RuCl_3 在有机合成中有重要应用，其参与某有机物合成的路线如图所示（AcOH 代表乙酸，Ph 代表苯基），下列说法正确的是_____。（填标号）

- a. Ru 的价态没有变化
 b. AcOH 为中间产物
 c. $\text{Ph}-\text{CH}=\text{CH}-\text{Ph}$ 存在顺反异构
 d. 过程中存在极性键和非极性键的断裂与形成

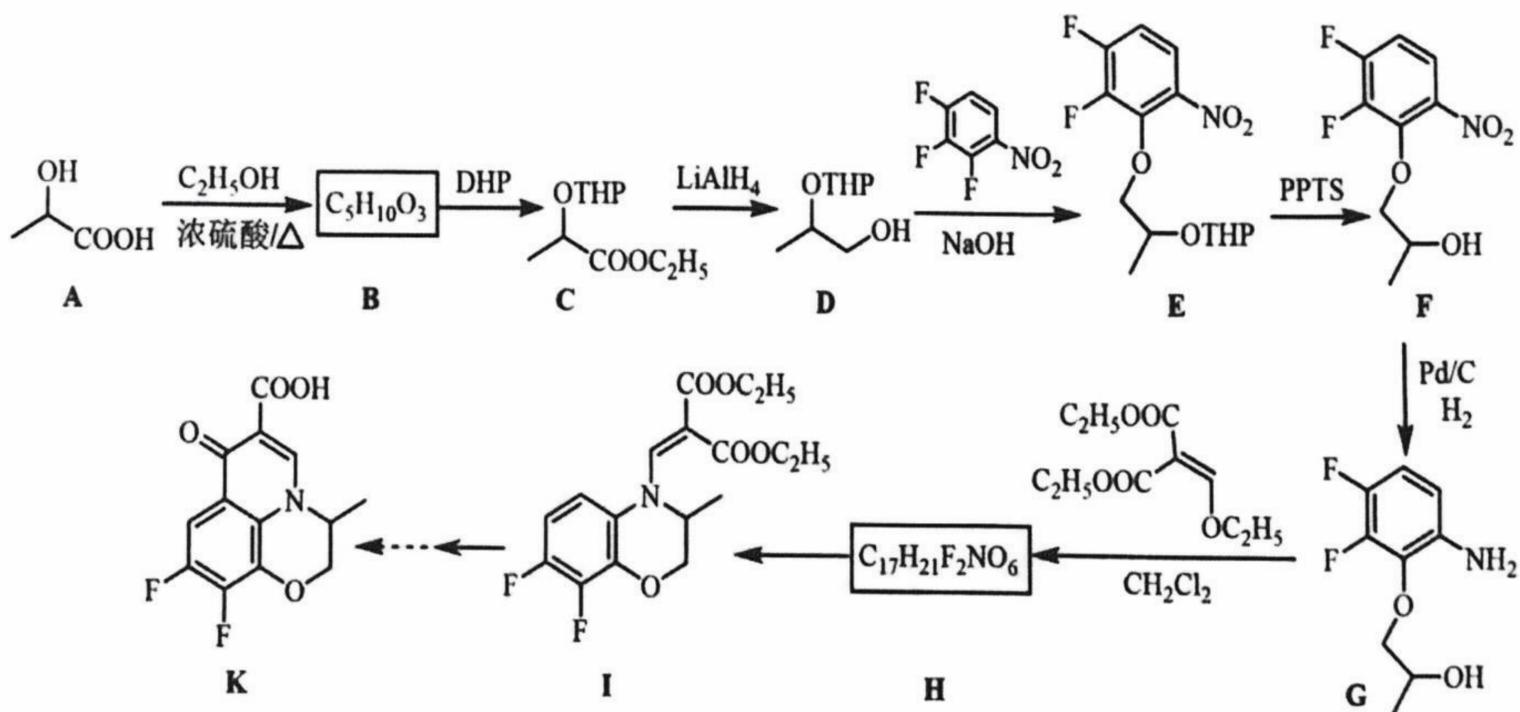


(8) $\alpha\text{-RuCl}_3$ 的晶胞结构如图所示。

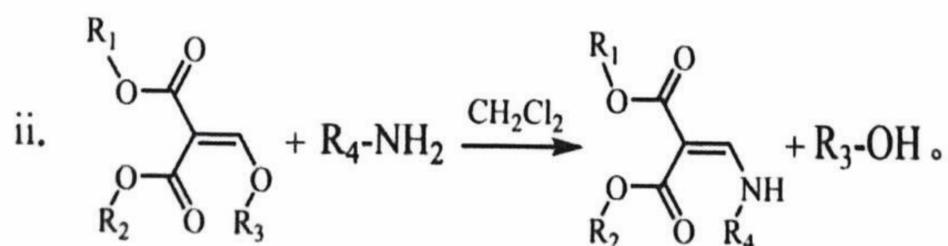


- ① 晶体中与一个 Ru 紧邻的 Cl 有_____个。
 ② 晶体中微粒间作用力有_____。（填标号）
 a. 离子键 b. 非极性共价键 c. 配位键 d. 范德华力

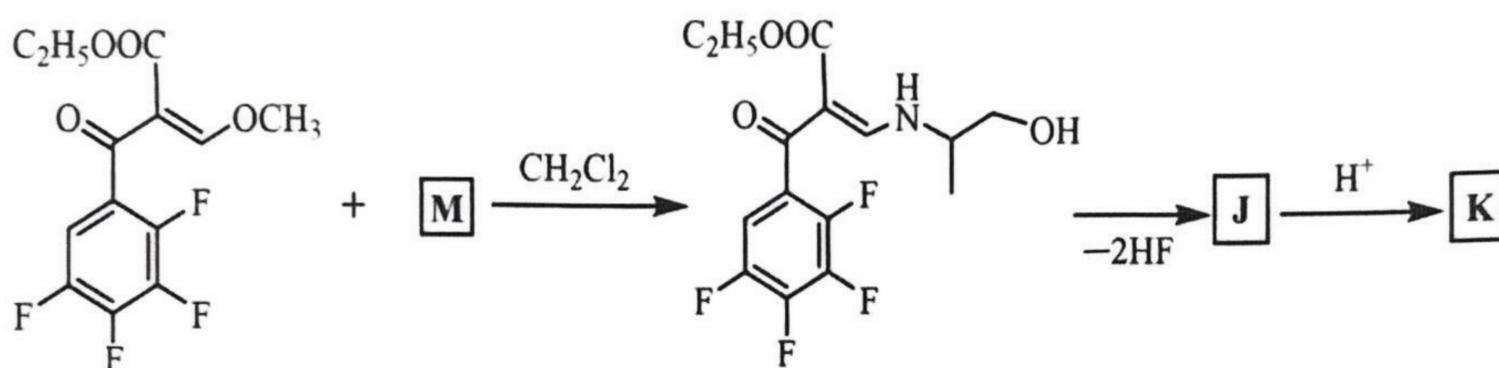
13. (13 分) 左氧氟沙星是一种具有广谱抗菌作用的药物，其前体 K 的合成路线如下：



i. $\text{R-OH} \xrightarrow{\text{DHP}} \text{R-OTHP} \xrightarrow{\text{PPTS}} \text{R-OH}$ (其中 DHP、PPTS 是有机试剂缩写)；

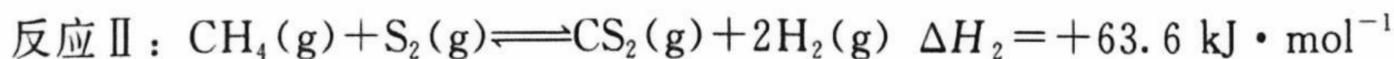
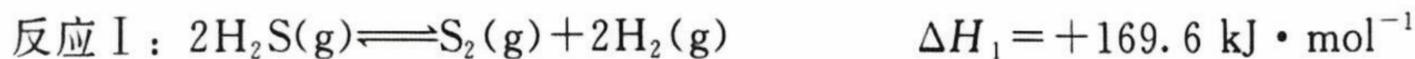


- (1) A 中的官能团名称为_____。
- (2) B → C 的目的是_____。
- (3) LiAlH_4 中 AlH_4^- 的空间构型是_____。
- (4) F → G 的反应类型是_____。
- (5) H → I 的化学反应方程式是_____。
- (6) X 为 G 的同分异构体, 同时满足下列条件的 X 有_____种 (不考虑立体异构)。
- ① 含 $-\text{CH}_2\text{NH}_2$;
- ② 能与 FeCl_3 溶液发生显色反应;
- ③ 核磁共振氢谱有 4 组峰, 且峰面积之比为 1 : 2 : 2 : 6。
- (7) K 的另一种制备途径如下:



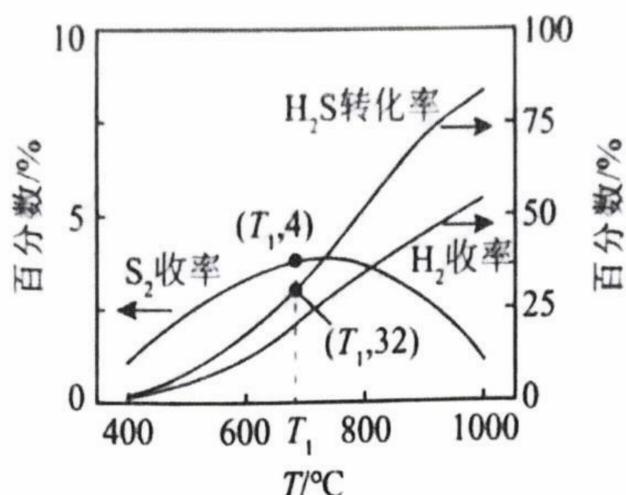
写出 M、J 的结构简式_____、_____。

14. (16 分) 氢能是一种“零碳”资源与绿色能源, 利用 H_2S 和 CH_4 可重整制氢, 涉及反应如下:



- (1) 基态硫原子的核外电子排布式为_____。
- (2) 重整制氢的总反应 III:
- $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g})$ 的 $\Delta H_3 =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。
- (3) 在恒温、恒容密闭容器通入 2 mol $\text{S}_2(\text{g})$ 和 1 mol $\text{CH}_4(\text{g})$ 发生反应 II。
- ① 当 CS_2 的体积分数为 10% 时, CH_4 的转化率为_____ % (保留三位有效数字)。
- ② 判断该反应达到平衡状态的标志是_____。(填标号)
- a. 混合气体密度不再改变
- b. 气体平均摩尔质量不再改变
- c. CH_4 与 S_2 体积分数之比不再改变
- d. CS_2 、 H_2 的物质的量之比为 1 : 2

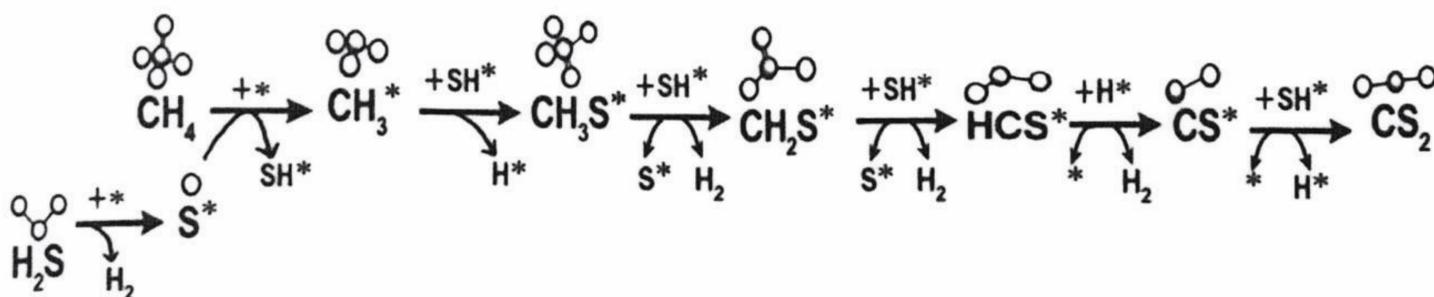
- (4) 恒压 100 kPa 下，按组成 $n(\text{H}_2\text{S}) : n(\text{CH}_4) : n(\text{Ar}) = 1 : 1 : 4.7$ 通入混合气体，测得平衡状态下 H_2 、 S_2 的收率和 H_2S 的转化率随温度的变化曲线如下图所示。



已知： H_2 的收率 = $\frac{n(\text{H}_2 \text{ 中的氢原子})}{n(\text{投料中的氢原子})} \times 100\%$

S_2 的收率 = $\frac{n(\text{S}_2 \text{ 中的硫原子})}{n(\text{投料中的硫原子})} \times 100\%$

- ① 计算 T_1 温度下 H_2 的收率 = _____，此时反应 I 的 $K_p =$ _____ kPa (列出计算式即可，用平衡分压代替平衡浓度，平衡分压 = 总压 \times 体积分数)。
- ② 其他条件不变，不通入 Ar， H_2S 转化率 _____ (填“增大”“减小”或“不变”)，原因是 _____。
- (5) 某研究小组通过实验，成功追踪到 $\text{CH}_4/\text{H}_2\text{S}$ 在 $\text{MoS}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 催化剂表面的协同转化路径如图所示，“*”表示催化剂表面的活性中心：



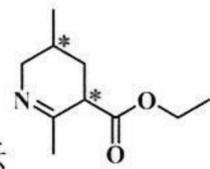
- ① 上述机理中， H_2S “吸附”过程为 $\text{H}_2\text{S} + * \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{S}^*$ ， CS_2 “脱附”过程的方程式是 _____。
- ② 研究揭示了 CH_3S^* 中间体的形成是促进 CS_2 生成的决速步骤，总反应的速率方程可近似表示为 $v = k \cdot p(\text{CH}_4) \cdot \theta$ (其中 k 为速率常数， θ 表示催化剂空位率)，若 H_2S 的分压过大，总反应速率 _____ (填“增大”“减小”或“不变”)。

2025-2026 学年（上）期末高中教学质量检测（化学试题解析）

一、选择题

1. C【解析】B项，石墨烯为碳单质，属于无机非金属材料；C项，氯乙烯含有氯元素，不属于烃；D项，反应类型为加聚反应，无其它物质生成。

2. B【解析】A项，M中含酯基能与氢氧化钠溶液、盐酸反应，氨基能与盐酸反应；B项，M中氨基与



羰基先发生加成反应，再发生消去反应，构建了碳氮双键；C项，P中手性碳原子如图所示；

D项，红外光谱是利用有机物分子中不同基团在红外光辐射下的特征吸收频率不同来分析分子结构。P中存在碳氮双键，Q中存在碳碳双键，基团不同，红外吸收峰不同，故可以用红外光谱法鉴别P和Q。

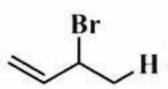
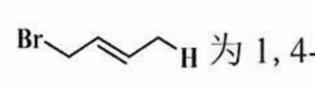
3. C【解析】根据结构式中各元素的成键数目判断，W为H元素，X为C元素，不是Si元素，Si难以形成硅氧双键，Y为N元素，Z为O元素；M为Cu元素。A项，CO₂中碳原子为sp杂化，键角等于180°，NO₂中氮原子为sp²杂化，键角小于180°；B项，三种元素都存在两种以上氢化物，无法判断；D项，-CH₃为推电子基，CH₃NH₂中N原子的电子云密度大于NH₃中N原子的电子云密度，碱性更强。

4. A【解析】铜冶炼烟尘“焙烧”将S转化为SO₂，与沸点较低的As₂O₃一起蒸出。As₂O₃在“冷凝”后分离，SO₂进入“制酸系统”制备硫酸，则气体X含SO₂。“水浸”后，分离出的水溶液溶质仅含ZnSO₄，无CuSO₄，说明“焙烧”时CuSO₄被分解生成不溶于水的CuO，而ZnSO₄未分解，A项，“焙烧”温度应介于560~680℃。“水浸”过滤后，CuO与未分解的PbSO₄进入“酸浸”，PbSO₄不溶于硫酸，CuO与硫酸反应转化成CuSO₄，过滤，使Cu、Pb元素分离，浸出渣为PbSO₄，浸出液溶质主要为CuSO₄，CuSO₄经电解或置换法转化为Cu。

5. B【解析】B项，由题干中KOH过量且产物为KH₂PO₂可知，H₃PO₂为一元酸；C项，1 mol P₄含6 mol P—P键，62 g P₄为0.5 mol，则P—P键数目为3 N_A；D项，P₄反应生成PH₃，P从0价降为-3价，生成1 mol PH₃转移电子数目为3 N_A。

6. D【解析】A项，溴乙烷在碱的水溶液中发生取代反应，生成乙醇；B项，产生的气体从长颈漏斗逸出，无法测量；C项，应将氨水滴入AgNO₃溶液。

7. A【解析】A项，侯氏制碱法利用特定温度下NaHCO₃在氨盐水体系中溶解度相对较小的原理，使其优先结晶析出。正确的离子方程式为：Na⁺ + NH₃ + CO₂ + H₂O = NaHCO₃↓ + NH₄⁺。

8. C【解析】A项，σ键与π键个数比为9:2；B项，第一步反应活化能大，为决速步骤，Br⁻参与第二步反应，增大c(Br⁻)，只能提高第二步反应速率；C项，为1,2-加成产物，为1,4-

加成产物，1,4-加成产物能量比1,2-加成产物低，更稳定；D项，根据盖斯定律，1,2-加成的反应热为ΔH₁ + ΔH₂。

9. D 【解析】A、D 项，充电时，b 极电极反应为： $\text{LiCoO}_2 - xe^- \rightleftharpoons \text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + x\text{Li}^+$ ，发生氧化反应，故 b 极为阳极，则冷端电极为正极。理论上，电路中转移 $x \text{ mol } e^-$ 时，b 极生成 $1 \text{ mol } \text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$ ；B 项，新型电池工作原理为 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 通过胍离子的诱导，在冷端结晶析出，导致冷端溶液中 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 浓度减小， $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} - e^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 平衡逆移。同时晶体通过重力沉降，自发转移到热端溶解，使热端溶液中 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 浓度增大， $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} - e^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 平衡正移。冷热端持续产生 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 浓度差，维持电池的持续发电。如调换位置，冷端在下，产生的晶体无法自发转移至热端溶解，则溶液中 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 浓度不断减少，电池无法持续放电；C 项，充电时， Li^+ 移向 a 极（阴极）。

10. D 【解析】 CaC_2O_4 体系中存在下列平衡： $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}(\text{aq})$ 、 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{OH}^-$ 、 $\text{HC}_2\text{O}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{OH}^-$ 。pH 为 6~8， $c(\text{Ca}^{2+}) \approx c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ ，曲线①与④重合。加入 HCl，随着 pH 减小，平衡正移，体系中微粒浓度： $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 增大， HC_2O_4^- 先增大后减小， $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 减小， Ca^{2+} 增大。故各曲线分别表示① $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 、② $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、③ HC_2O_4^- 、④ Ca^{2+} ；B 项，当 $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 时，草酸的 $K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)} = c(\text{H}^+)$ ，对应图中曲线①③交点的 pH = 4.2， $K_{a2} = 10^{-4.2}$ ，则 K_{a2} 的数量级为 10^{-5} ；C 项，N 点溶液酸性较强，应是 CaC_2O_4 中加入了 HCl，根据电荷守恒式： $2c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{H}^+) = c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-)$ ，同时 N 点处， $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ ，则 $2c(\text{Ca}^{2+}) + c(\text{H}^+) > c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + 2c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{OH}^-)$ ；D 项，方法一：若碱性较强， $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 几乎不水解， $c(\text{Ca}^{2+}) \approx c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = \sqrt{K_{sp}(\text{CaC}_2\text{O}_4)} = \sqrt{10^{-8.62}} = 10^{-4.31} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，当 pH = 13 时， $c(\text{OH}^-) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，此时 $c(\text{Ca}^{2+}) < 10^{-4.31} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $Q_c[\text{Ca}(\text{OH})_2] < 10^{-4.31} \times (10^{-1})^2 = 10^{-6.31} < K_{sp}[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 10^{-5.6}$ ，无 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 沉淀析出；方法二：读图分析，pH = 13 时， $c(\text{Ca}^{2+}) < 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $Q_c[\text{Ca}(\text{OH})_2] < 10^{-4} \times (10^{-1})^2 = 10^{-6} < K_{sp}[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 10^{-5.6}$ ，无 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 沉淀析出。

二、非选择题

11. (15 分)

(1) CO_2 、 H_2O 、 NO_2 (写两个即可，2 分)

(2) $g \rightarrow h \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f$ (c d 顺序可互换，2 分)

(3) $3\text{MnO}_4^- + 5\text{NO} + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 3\text{Mn}^{2+} + 5\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O}$ (2 分)

(4) 100 mL 容量瓶、胶头滴管 (2 分) 偏小 (1 分)

(5) 1 (1 分)

(6) ① $\frac{(A_1 - 0.01)}{0.4553a} \times 100\%$ (2 分) ② 1 (1 分) 维生素 C (1 分) > (1 分)

【解析】

(1) 空气中的 CO_2 、 H_2O 会和 Na_2O_2 反应生成 Na_2CO_3 、 NaOH 、 O_2 ；装置 B 中残留的 O_2 与 NO 反应生成 NO_2 ， NO_2 会和 Na_2O_2 反应，导致产品纯度降低。

(2) Cu 和 HNO₃ 反应制取 NO 混有挥发出来的 HNO₃，需用水除去，接装置 C 用于干燥 NO，得到纯净 NO 通入装置 B 与 Na₂O₂ 反应，后接装置 C 防止 E 中水蒸气进入 B，最后用盛有酸性 KMnO₄ 的烧杯吸收未反应的 NO，防止污染空气。

(4) 未洗涤烧杯和玻璃棒，溶质没有全部转移到容量瓶中，会导致所配溶液浓度偏小。

(5) 方法一：直接取一组数据代入函数计算；方法二：观察两组数据，如加入 NaNO₂ 质量为 0.2 μg 和 0.4 μg 时，可发现 NaNO₂ 质量增大到原来的 2 倍，A-0.01 大约也增大到 2 倍，故 n=1。

(6) ① 1 mL 样品溶液中含样品总质量 $m_{(总)} = a \mu\text{g}$ ，测得对应吸光度为 A_1 ，代入 $y = 0.4553x + 0.01$ 标准曲线函数可得纯 NaNO₂ 质量为 $\frac{(A_1 - 0.01)}{0.4553} \mu\text{g}$ ，则 NaNO₂ 纯度 = $\frac{m(\text{纯NaNO}_2)}{m(\text{总})} \times 100\% = \frac{(A_1 - 0.01)}{0.4553a} \times 100\%$ 。

② 控制单一变量，选取与第①题相同体积的样品溶液 1 mL，加入维生素 C，定容至 25 mL，若维生素 C 与 NaNO₂ 反应，NaNO₂ 含量会减少，吸光度降低。

12. (16 分)

(1) Na₂SiO₃ (1 分)

(2) $\text{RuO}_4^{2-} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ru}(\text{OH})_4\downarrow + \text{CH}_3\text{CHO} + 2\text{OH}^-$ (2 分)

(3) 低于 80 °C，蒸馏速率慢；高于 80 °C，RuO₄ 分解 (2 分)

(4) 中和 H⁺，平衡逆向移动，使 Ru 元素从有机相进入水相，实现 Ru 的回收与萃取剂再生 (2 分)

(5) $2\text{RuO}_4 + 16\text{HCl} \rightleftharpoons 2\text{RuCl}_3 + 5\text{Cl}_2\uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ (2 分)

(6) 10^{6-3a} (2 分)

(7) c (2 分)

(8) ① 6 (1 分) ② c d (2 分)

【解析】

(1) 废渣中主要成分为 Ru、Pb、SiO₂，SiO₂ 与 NaOH 反应生成 Na₂SiO₃，
 $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。

(2) 由 (1) 中信息知 Na₂RuO₄ 可溶，“还原”过程 CH₃CH₂OH 作还原剂，被氧化为 CH₃CHO；RuO₄²⁻ 被还原为 Ru(OH)₄。

(3) 温度变化主要影响蒸馏速率和物质的稳定性。

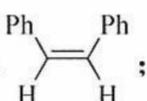
(4) 萃取时 Ru 元素由水相进入有机相，反萃取时加入 NaOH，中和 H⁺，平衡逆向移动，使 Ru 元素由有机相重新进入水相。

(5) “吸收”时，RuO₄ 与盐酸发生反应。

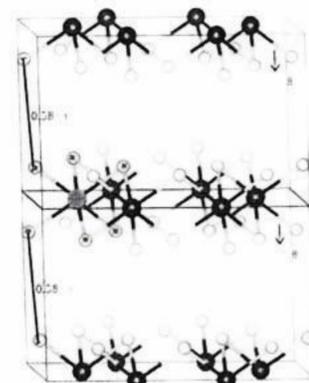
(6) 25 °C 时， $K_{sp}[\text{Ru}(\text{OH})_3] = 1.0 \times 10^{-36}$ ，调节 pH = a， $c(\text{H}^+) = 10^{-a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $c(\text{OH}^-) = 10^{a-14} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，

$$c(\text{Ru}^{3+}) = \frac{K_{sp}[\text{Ru}(\text{OH})_3]}{(10^{-14})^3} = \frac{1.0 \times 10^{-36}}{(10^{-14})^3} = 10^{6-3a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}。$$

(7) 从图中观察钌的相关化合物及转化，如 RuCl_3 中 Ru 的价态为+3， $\text{O}=\text{Ru}(\text{OAc})_3$ 中 Ru 的价态为+5， $\text{Ru}(\text{OAc})_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{O}=\text{Ru}(\text{OAc})_3 + \text{H}_2\text{O}$ 是氧化还原反应，均可判断 Ru 的价态发生变化；AcOH 为反应物；

$\text{Ph}-\text{CH}=\text{CH}-\text{Ph}$ 存在顺式异构体 ；过程中不存在非极性键的形成。

(8) 根据 $\alpha\text{-RuCl}_3$ 晶体呈层状结构分析，层间距大于层内化学键键长，层间存在范德华力；层内每个 Ru 位于由 6 个 Cl（上下各有 3 个 Cl）构成的八面体中心，一个 Ru 紧邻的 Cl 有 6 个，一个 Cl 紧邻的 Ru 有 2 个， Cl^- 的孤对电子对填入 Ru^{3+} 的空轨道，形成配位键。



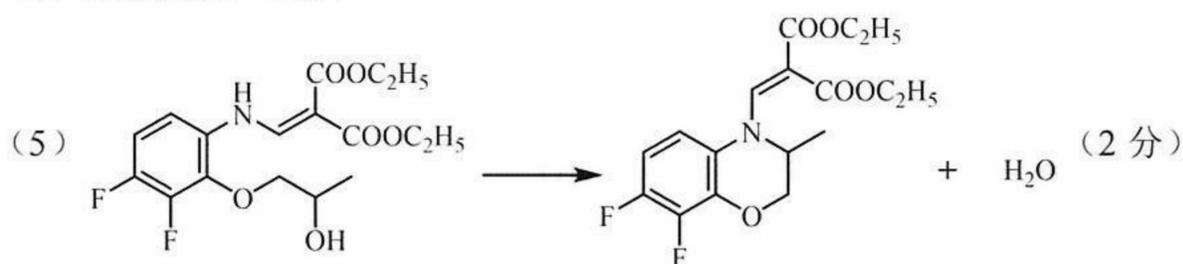
13. (13 分)

(1) 羟基、羧基 (2 分)

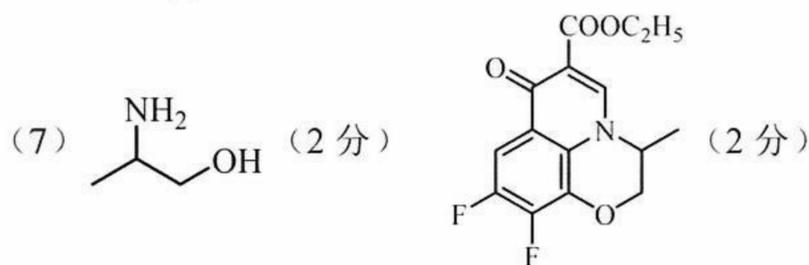
(2) 保护羟基 (1 分)

(3) 正四面体 (1 分)

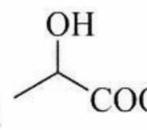
(4) 还原反应 (1 分)

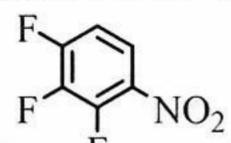


(6) 2 (2 分)



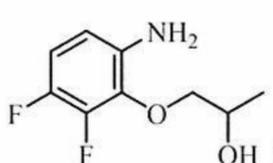
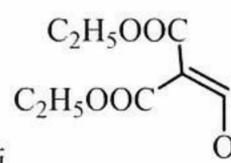
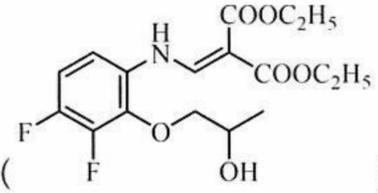
【解析】

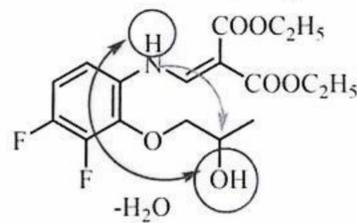
(2) A→B 过程为 $-\text{COOH}$ 与 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 发生酯化反应，产物 B () 中 $-\text{OH}$ 保留，D→E 过程

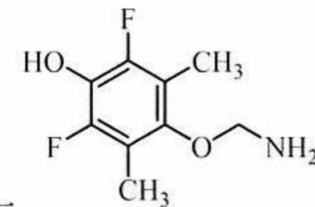
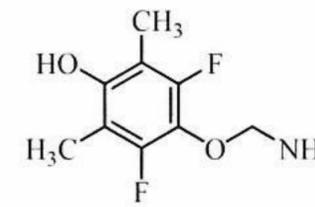
是 D 中 $-\text{OH}$ 与  发生反应，结合信息 i，B→C 的过程保护 B 中的 $-\text{OH}$ ，在 E→F 过程中， $-\text{OH}$ 脱保护。

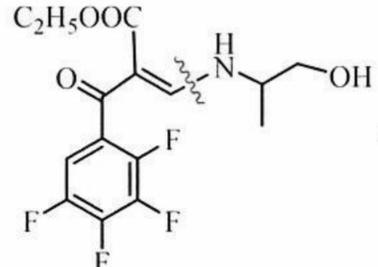
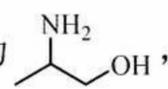
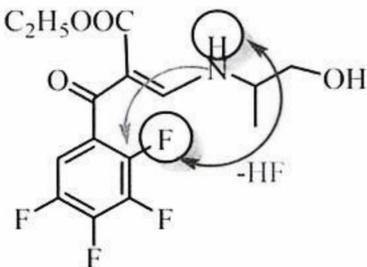
(3) AlH_4^- ，中心原子 Al 采取 sp^3 杂化，无孤电子对，空间构型为正四面体。

(4) F→G 反应条件为 Pd/C 、 H_2 ，可以将 $-\text{NO}_2$ 转化为 $-\text{NH}_2$ ，为还原反应。

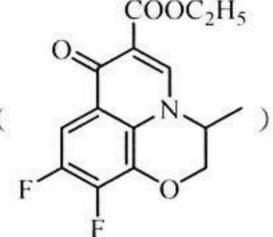
(5) 结合信息 ii, G () 与  反应生成 H ()。

H→I 反应过程如图所示:  先脱去一个 H₂O, 构建 C—N 键, 形成了一个六元环。

(6) 依题意 X 共有  ,  2 种同分异构体。

(7) 根据信息 ii 逆推,  中 C—N 键断裂, M 为  ,  -HF

先脱去一个 HF, 构建 C—N 键, 形成了一个六元环, 生成  ,  再脱去

一个 HF, 构建 C—O 键, 形成六元环, 得到 J ()。

14. (16 分)

(1) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ (1 分)

(2) +233.2 (1 分)

(3) ① 33.3 (2 分) ② bc (2 分)

(4) ① 20% (2 分)

$$\frac{\left(\frac{0.02}{7} \times 100\right) \times \left(\frac{0.6}{7} \times 100\right)^2}{\left(\frac{0.68}{7} \times 100\right)^2} = \frac{\frac{2}{7} \times \left(\frac{0.6}{7}\right)^2}{\left(\frac{0.68}{7}\right)^2} = \frac{\frac{2}{7} \times \left(\frac{60}{7}\right)^2}{\left(\frac{68}{7}\right)^2} = \frac{2 \times 60 \times 60}{7 \times 68 \times 68} = \frac{2 \times 15 \times 15}{7 \times 17 \times 17} = 0.22 \quad (2 \text{ 分})$$

② 减小 (1 分) 反应 I、II、III 均为气体分子数增大的反应, 不通入 Ar, H₂S 和 CH₄ 分压增大, 平衡逆向移动, H₂S 转化率减小 (2 分)

(5) ① $CS^* + SH^* \rightleftharpoons CS_2 + H^* + *$ (2 分) ② 减小 (1 分)

【解析】

(2) 根据盖斯定律, 总反应III=反应I+反应II, 则 $\Delta H_3 = \Delta H_1 + \Delta H_2 = +233.2 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

(3) ① 设 CH_4 转化的物质的量为 $x \text{ mol}$ 。

反应II	S_2	+	CH_4	\rightleftharpoons	CS_2	+	2H_2
始(mol)	2		1		0		0
$\Delta n(\text{mol})$	x		x		x		$2x$
平(mol)	$2-x$		$1-x$		x		$2x$

平衡时, 气体 $n_{\text{总}} = 3+x$, CS_2 的体积分数为10%, 列式得: $\frac{x}{3+x} = 10\%$, $x = 0.333$, CH_4 转化率为33.3%。

② c项, S_2 与 CH_4 体积分数比为 $\frac{2-x}{3+x} : \frac{1-x}{3+x}$, 比值随 x 变化而变化, 比值不再变化达平衡状态;

d项, CH_4 、 S_2 的物质的量之比始终为1:2, 无法判断是否平衡。

(4) ① 设初始 $n(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{CH}_4) = 1 \text{ mol}$, $n(\text{Ar}) = 4.7 \text{ mol}$, 则 $n(\text{投料中的氢原子}) = 6 \text{ mol}$, $n(\text{投料中的硫原子}) = 1 \text{ mol}$ 。由图可知: $n(\text{H}_2\text{S})$ 的转化率为32%, 则反应 $\Delta n(\text{H}_2\text{S}) = 0.32 \text{ mol}$, 平衡时 $n(\text{H}_2\text{S})_{\text{平}} = 0.68 \text{ mol}$;

方法一: 设反应II中 S_2 转化的物质的量为 $x \text{ mol}$, 列出三段式:

	$2\text{H}_2\text{S}$	\rightleftharpoons	S_2	+	2H_2		CH_4	+	S_2	\rightleftharpoons	CS_2	+	2H_2
始(mol)	1		0		0		1		0.16		0		0
$\Delta n(\text{mol})$	0.32		0.16		0.32		x		x		x		$2x$
平(mol)	0.68		0.16		0.32		$1-x$		$0.16-x$		x		$2x$

S_2 收率 = $\frac{2 \times (0.16 - x)}{1} \times 100\% = 0.04$, $x = 0.14 \text{ mol}$ 。平衡时, $n(\text{H}_2\text{S})_{\text{平}} = 0.68 \text{ mol}$; $n(\text{S}_2)_{\text{平}} = 0.02 \text{ mol}$; $n(\text{H}_2)_{\text{平}}$

$= (0.32 + 2 \times 0.14) \text{ mol} = 0.6 \text{ mol}$; $n(\text{CH}_4)_{\text{平}} = (1 - 0.14) \text{ mol} = 0.86 \text{ mol}$; $n(\text{CS}_2)_{\text{平}} = 0.14 \text{ mol}$; $n(\text{Ar})_{\text{平}} = 4.7 \text{ mol}$ 。

方法二: S_2 收率 = $\frac{n(\text{S}_2\text{中的硫原子})}{n(\text{投料中的硫原子})} \times 100\% = \frac{n(\text{S})}{1 \text{ mol}} \times 100\% = 4\%$, 即 $n(\text{S}) = 0.04 \text{ mol}$, $n(\text{S}_2)_{\text{平}} = 0.02 \text{ mol}$ 。

根据S守恒可得: $n(\text{CS}_2)_{\text{平}} = \frac{\Delta n(\text{H}_2\text{S}) - 2n(\text{S}_2)_{\text{平}}}{2} = \frac{0.32 - 2 \times 0.02}{2} \text{ mol} = 0.14 \text{ mol}$

根据C守恒可得: $n(\text{CH}_4)_{\text{平}} = n(\text{CH}_4) - n(\text{CS}_2)_{\text{平}} = (1 - 0.14) \text{ mol} = 0.86 \text{ mol}$

根据H守恒可得: $n(\text{H}_2)_{\text{平}} = \frac{2\Delta n(\text{H}_2\text{S}) + 4\Delta n(\text{CH}_4)}{2} = \frac{2 \times 0.32 + 4 \times 0.14}{2} \text{ mol} = 0.6 \text{ mol}$

方法三: 根据原子守恒列出三段式:

	H_2S	S_2	H_2	CH_4	CS_2	Ar
始(mol)	1	0	0	1	0	4.7
$\Delta n(\text{mol})$	0.32	0.02	0.6	0.14	0.14	0
平(mol)	0.68	0.02	0.6	0.86	0.14	4.7

结合上述分析: $n_{\text{总}} = (0.68 + 0.02 + 0.6 + 0.86 + 0.14 + 4.7) \text{ mol} = 7 \text{ mol}$ 。

恒压100 kPa, T_1 时, H_2 的收率为 $\frac{2 \times 0.6}{6} \times 100\% = 20\%$, $K_p = \frac{p(\text{S}_2) \times p^2(\text{H}_2)}{p^2(\text{H}_2\text{S})} = \frac{\left(\frac{0.02}{7} \times 100\right) \times \left(\frac{0.6}{7} \times 100\right)^2}{\left(\frac{0.68}{7} \times 100\right)^2}$ 。

(5) ① 观察流程中的第一步“吸附” H_2S 过程, “*”表示催化剂表面的活性中心。 CS_2 “脱附”过程为机理中最后一步。

② H_2S 的分压过大, 机理中第一步产生S增加, 催化剂表面被S等物种占据增多, 空位率 θ 下降, θ 下降导致 CH_4 吸附受阻, CH_3S^* 中间体形成少, 根据 $v = k \cdot p(\text{CH}_4) \cdot \theta$, 总反应速率减小。