

机密★启用前

## 河南省 2025 年普通高中学业水平选择性考试

### 化学




注意事项:

- 1.答卷前,考生务必将自己的姓名、考生号等填写在试卷、答题卡上。
- 2.回答选择题时,选出每小题答案后,用 2B 铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。回答非选择题时,将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
- 3.考试结束后,将本试卷和答题卡一并交回。

可能用到的相对原子质量: H1 Li7 Cl35.5 Fe56 Br80

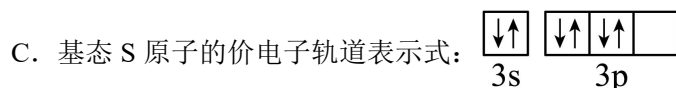
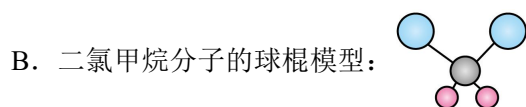
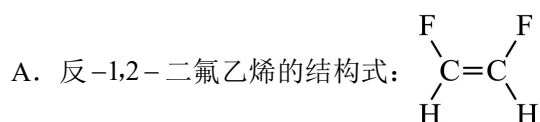
一、选择题:本题共 14 小题,每小题 3 分,共 42 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求。

1. 活字印刷术极大地促进了世界文化的交流,推动了人类文明的进步。下列“活字”字坯的主要成分为硅酸盐的是

			
A. 泥活字	B. 木活字	C. 铜活字	D. 铅活字





A. A                      B. B                      C. C                      D. D

2. 下列化学用语或图示正确的是



D. 用电子式表示CsCl的形成过程： $\text{Cs}^{\times} + \cdot\ddot{\text{Cl}}: \longrightarrow \text{Cs}:\ddot{\text{Cl}}:$

3. 下列图示中，实验操作或方法符合规范的是

			
A. 溶解氯化钠固体	B. 量取 20.00mL 草酸溶液	C. 收集二氧化碳气体	D. 观察钠与水的反应

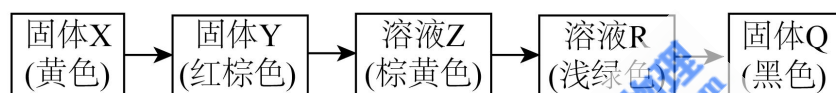
A. A

B. B

C. C

D. D

4. X 是自然界中一种常见矿物的主要成分，可以通过如图所示的四步反应转化为 Q(略去部分参与反应的物质和反应条件)。已知 X 和 Q 的组成元素相同。



下列说法错误的是

- A. Y 常用作油漆、涂料等的红色颜料      B. 溶液 Z 加热煮沸后颜色会发生变化  
 C. R  $\rightarrow$  Q 反应需要在强酸性条件下进行      D. Q 可以通过单质间化合反应制备

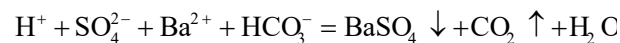
5. 对于下列过程中发生的化学反应，相应离子方程式正确的是

A. 磷酸二氢钠水解： $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{OH}^-$

B. 用稀盐酸浸泡氧化银： $\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{H}^+ = 2\text{Ag}^+ + \text{H}_2\text{O}$

C. 向次氯酸钠溶液中加入碘化氢溶液： $\text{ClO}^- + \text{H}^+ = \text{HClO}$

D. 向硫酸氢钠溶液中滴加少量碳酸氢钡溶液：



6. 我国科研人员合成了一种深紫外双折射晶体材料，其由原子序数依次增大的五种短周期元素 Q、W、X、Y 和 Z 组成。基态 X 原子的 s 轨道中电子总数比 p 轨道中电子数多 1，X 所在族的族序数等于 Q 的质子数，基态 Y 和 Z 原子的原子核外均只有 1 个未成对电子，且二者核电荷数之和为 Q 的 4 倍。下列说法正确的是

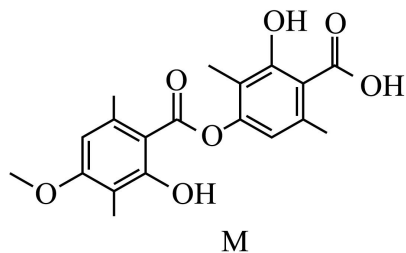
A.  $\text{QY}_3$  为极性分子

B. ZY 为共价晶体

C. 原子半径： $\text{W} > \text{Z}$

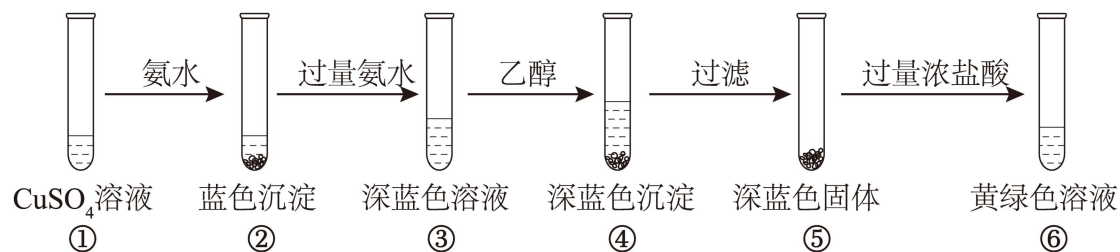
D. 1 个  $\text{X}_2$  分子中有 2 个  $\pi$  键

7. 化合物 M 是从红树林真菌代谢物中分离得到的一种天然产物，其结构如图所示。下列有关 M 的说法正确的是



- A. 分子中所有的原子可能共平面
- B.  $1\text{mol M}$  最多能消耗  $4\text{mol NaOH}$
- C. 既能发生取代反应，又能发生加成反应
- D. 能形成分子间氢键，但不能形成分子内氢键

8. 某同学设计以下实验，探究简单配合物的形成和转化。



下列说法错误的是

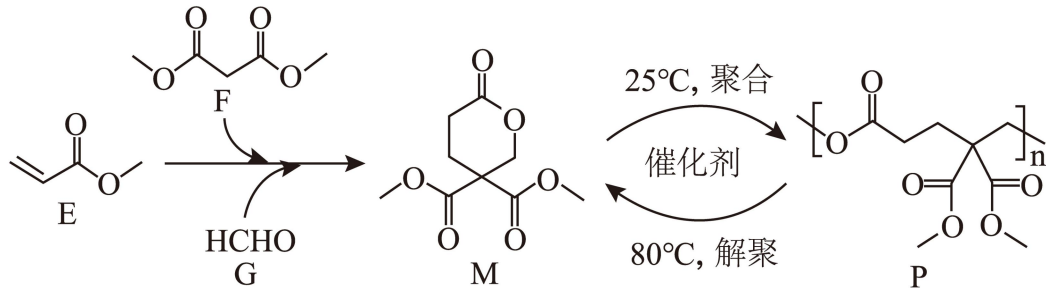
- A. ②中沉淀与④中沉淀不是同一种物质
- B. ③中现象说明配体与  $\text{Cu}^{2+}$  的结合能力： $\text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O}$
- C. ④中深蓝色物质在乙醇中的溶解度比在水中小
- D. 若向⑤中加入稀硫酸，同样可以得到黄绿色溶液

9. 自旋交叉化合物在分子开关、信息存储等方面具有潜在的应用价值。某自旋交叉化合物的结构及在氯气气氛下的热重曲线分别如图 1 和图 2 所示。该化合物的相对分子质量

$$M_r = 870 + 32x \quad (x \text{ 为整数})。$$



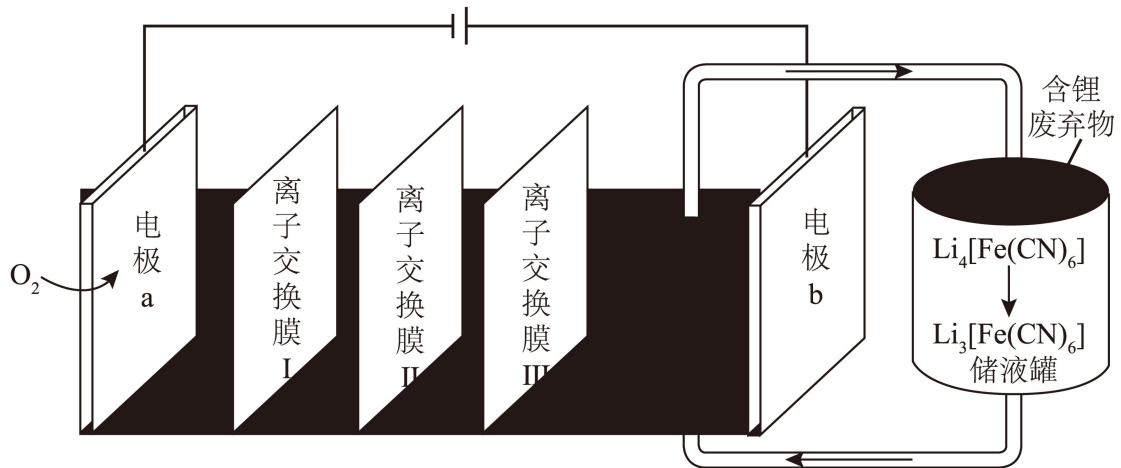
11. 可持续高分子材料在纺织、生物医用等领域具有广阔的应用前景。一种在温和条件下制备高性能可持续聚酯 P 的路线如图所示。



下列说法错误的是

- A. E 能使溴的四氯化碳溶液褪色
- B. 由 E、F 和 G 合成 M 时, 有  $HCOOH$  生成
- C. P 在碱性条件下能够发生水解反应而降解
- D. P 解聚生成 M 的过程中, 存在 C-O 键的断裂与形成

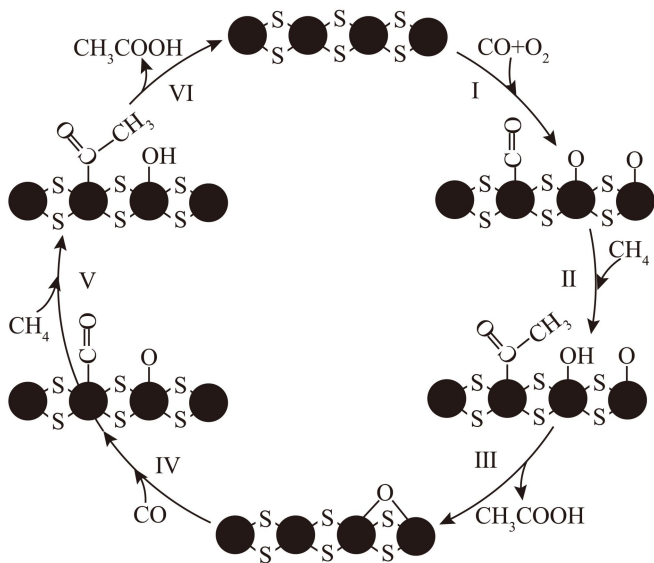
12. 一种液流电解池在工作时可以实现海水淡化, 并以  $LiCl$  形式回收含锂废弃物中的锂元素, 其工作原理如图所示。



下列说法正确的是

- A. II 为阳离子交换膜
- B. 电极 a 附近溶液的 pH 减小
- C. 电极 b 上发生的电极反应式为  $[Fe(CN)_6]^{4-} + e^- = [Fe(CN)_6]^{3-}$
- D. 若海水用  $NaCl$  溶液模拟, 则每脱除 58.5g  $NaCl$ , 理论上可回收 1mol  $LiCl$

13. 在  $MoS_2$  负载的 Rh-Fe 催化剂作用下,  $CH_4$  可在室温下高效转化为  $CH_3COOH$ , 其可能的反应机理如图所示。



下列说法错误的是

- A. 该反应的原子利用率为100%
- B. 每消耗1mol O<sub>2</sub> 可生成1mol CH<sub>3</sub>COOH
- C. 反应过程中，Rh 和 Fe 的化合价均发生变化
- D. 若以 CD<sub>4</sub> 为原料，用 H<sub>2</sub>O 吸收产物可得到 CD<sub>3</sub>COOH

14. 乙二胺(H<sub>2</sub>NCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>，简称为 Y)可结合 H<sup>+</sup> 转化为 [H<sub>2</sub>NCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>NH<sub>3</sub>]<sup>+</sup> (简称为 HY<sup>+</sup>) [H<sub>3</sub>NCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>NH<sub>3</sub>]<sup>2+</sup> (简称为 H<sub>2</sub>Y<sup>2+</sup>)。Ag<sup>+</sup> 与 Y 可形成 [AgY]<sup>+</sup> 和 [AgY<sub>2</sub>]<sup>+</sup> 两种配离子。室温下向 AgNO<sub>3</sub> 溶液中加入 Y，通过调节混合溶液的 pH 改变 Y 的浓度，从而调控不同配离子的浓度(忽略体积变化)。混合溶液中 Ag<sup>+</sup> 和 Y 的初始浓度分别为 1.00×10<sup>-3</sup>mol·L<sup>-1</sup> 和 1.15×10<sup>-2</sup>mol·L<sup>-1</sup>。-lg [c(M)/(mol·L<sup>-1</sup>)] 与 -lg [c(Y)/(mol·L<sup>-1</sup>)] 的变化关系如图 1 所示(其中 M 代表 Ag<sup>+</sup>、[AgY]<sup>+</sup> 或 [AgY<sub>2</sub>]<sup>+</sup>)，分布系数 δ(N) 与 pH 的变化关系如图 2 所示(其中 N 代表 Y、HY<sup>+</sup> 或 H<sub>2</sub>Y<sup>2+</sup>)。比如 δ(H<sub>2</sub>Y<sup>2+</sup>) =  $\frac{c(\text{H}_2\text{Y}^{2+})}{c(\text{Y})+c(\text{HY}^+)+c(\text{H}_2\text{Y}^{2+})}$ 。

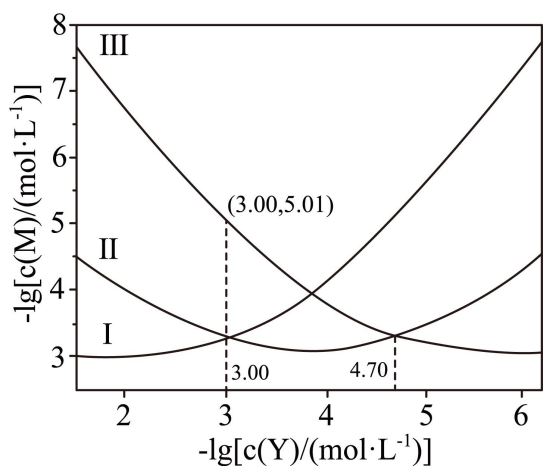


图1

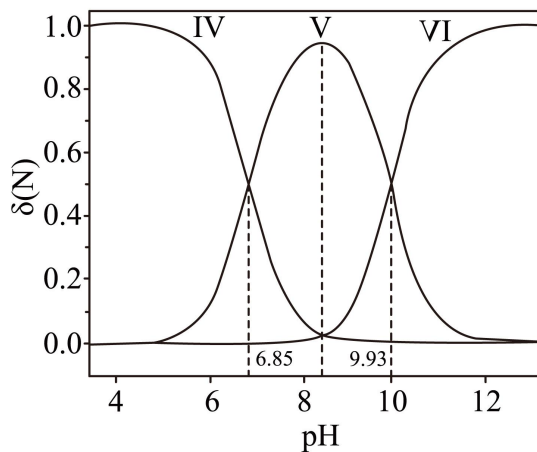


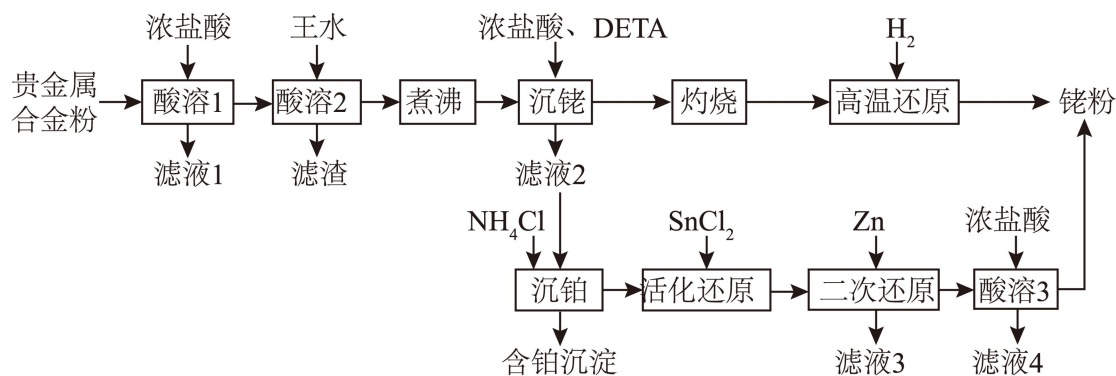
图2

下列说法错误的是

- A. 曲线 I 对应的离子是  $[\text{AgY}_2]^+$
- B.  $\delta(\text{HY}^+)$  最大时对应的  $\text{pH}=8.39$
- C. 反应  $\text{Ag}^+ + \text{Y} \rightleftharpoons [\text{AgY}]^+$  的平衡常数  $K_1=10^{4.70}$
- D.  $-\lg[c(\text{Y})/(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})]=3.00$  时,  $c(\text{HY}^+) > c(\text{H}_2\text{Y}^{2+}) > c(\text{Y})$

二、非选择题：本题共 4 小题，共 58 分。

15. 一种从预处理得到的贵金属合金粉[主要成分为 Fe、Rh(铑)、Pt, 含有少量  $\text{SiO}_2$ ]中尽可能回收铑的工艺流程如下：



回答下列问题：

- (1)“酸溶 1”的目的是\_\_\_\_\_。
- (2)已知“酸溶 2”中 Rh 转化为  $\text{H}_3[\text{RhCl}_6]$ , 则生成该物质的化学方程式为\_\_\_\_\_；“滤渣”的主要成分是\_\_\_\_\_ (填化学式)。
- (3)“沉铑”中得到的沉淀经“灼烧”后分解成铑单质, 但夹杂少量  $\text{Rh}_2\text{O}_3$  和  $\text{RhCl}_3$ , 则“高温还

原”中发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

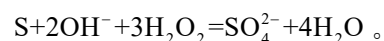
(4)若“活化还原”在室温下进行， $\text{SnCl}_2$  初始浓度为  $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，为避免生成  $\text{Sn(OH)}_2$  沉淀，溶液适宜的 pH 为\_\_\_\_\_ (填标号) [已知  $\text{Sn(OH)}_2$  的  $K_{\text{sp}} = 5.5 \times 10^{-28}$  ]。

A. 2.0    B. 4.0    C. 6.0

(5)“活化还原”中， $\text{SnCl}_2$  必须过量，其与 Rh (III) 反应可生成  $[\text{Rh}(\text{SnCl}_3)_5]^{4+}$ ，提升了 Rh 的还原速率，该配离子中 Rh 的化合价为\_\_\_\_\_；反应中同时生成  $[\text{SnCl}_6]^{2-}$ ，Rh (III) 以  $[\text{RhCl}_6]^{3-}$  计，则理论上  $\text{SnCl}_2$  和 Rh (III) 反应的物质的量之比为\_\_\_\_\_。

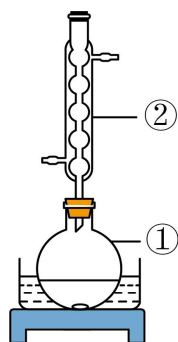
(6)“酸溶 3”的目的是\_\_\_\_\_。

16. 某研究小组设计了如下实验测定某药用硫黄中硫的含量，其中硫转化的总反应为



主要实验步骤如下：

I. 如图所示，准确称取  $m\text{g}$  细粉状药用硫黄于①中，并准确加入  $V_1\text{mL}$  KOH 乙醇溶液(过量)，加入适量蒸馏水，搅拌，加热回流。待样品完全溶解后，蒸馏除去乙醇。



II. 室温下向①中加入适量蒸馏水，搅拌下缓慢滴加足量 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液，加热至  $100^\circ\text{C}$ ，保持 20min，冷却至室温。

III. 将①中溶液全部转移至锥形瓶中，加入 2 滴甲基橙指示剂，用  $c\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$  HCl 标准溶液滴定至终点，消耗 HCl 溶液体积为  $V_2\text{mL}$ 。

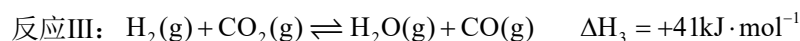
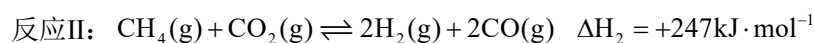
IV. 不加入硫黄，重复步骤 I、II、III 做空白实验，消耗 HCl 标准溶液体积为  $V_3\text{mL}$ 。计算样品中硫的质量分数。

V. 平行测定三次，计算硫含量的平均值。

回答下列问题：

- (1)仪器①的名称是：\_\_\_\_\_；②的名称是\_\_\_\_\_。
- (2)步骤I中，乙醇的作用是\_\_\_\_\_。
- (3)步骤I中，样品完全溶解后，必须蒸馏除去乙醇的原因是\_\_\_\_\_。
- (4)步骤II中不宜采用水浴加热的原因是\_\_\_\_\_。步骤II结束后，若要检验反应后溶液中的 $\text{SO}_4^{2-}$ ，实验操作是\_\_\_\_\_。
- (5)步III中，判断滴定达到终点的现象为\_\_\_\_\_。
- (6)单次样品测定中硫的质量分数可表示为\_\_\_\_\_ (写出计算式)。

17.  $\text{CaCO}_3$ 的热分解与 $\text{Ni}_x\text{P}_y$ 催化的 $\text{CH}_4$ 重整结合，可生产高纯度合成气( $\text{H}_2 + \text{CO}$ )，实现碳资源的二次利用。主要反应如下：



回答下列问题：

- (1)Ca 位于元素周期表中\_\_\_\_\_区；基态 $\text{Ni}^{2+}$ 的价电子排布式为\_\_\_\_\_。
- (2)水分子的VSEPR模型与其空间结构模型不同，原因是\_\_\_\_\_。
- (3) $\text{Ni}_x\text{P}$ 的晶胞如图1所示(晶胞参数 $a = b \neq c, \alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$ )，该物质的化学式为\_\_\_\_\_。

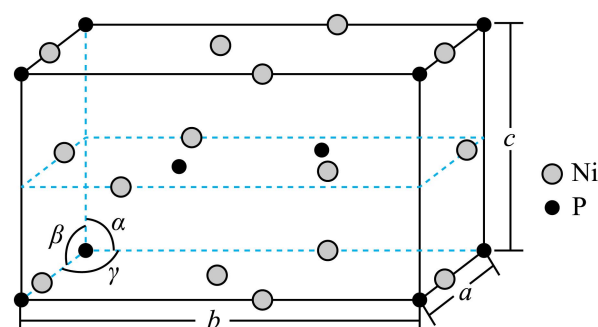


图1

- (4)恒压条件下， $\text{CH}_4$ 重整反应可以促进 $\text{CaCO}_3$ 分解，原因是\_\_\_\_\_。
- (5)在温度分别为 $T_1$ 、 $T_2$ 和 $T_3$ 下， $\text{CH}_4$ 的平衡转化率与压强的关系如图2所示，反应温度最高的是\_\_\_\_\_ (填“ $T_1$ ”“ $T_2$ ”或“ $T_3$ ”)，原因是\_\_\_\_\_。

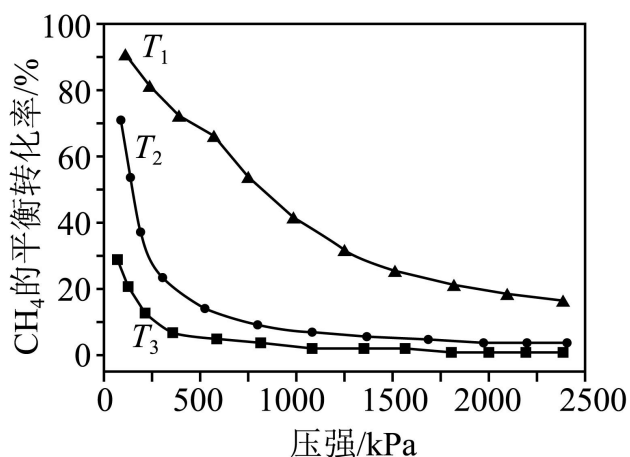
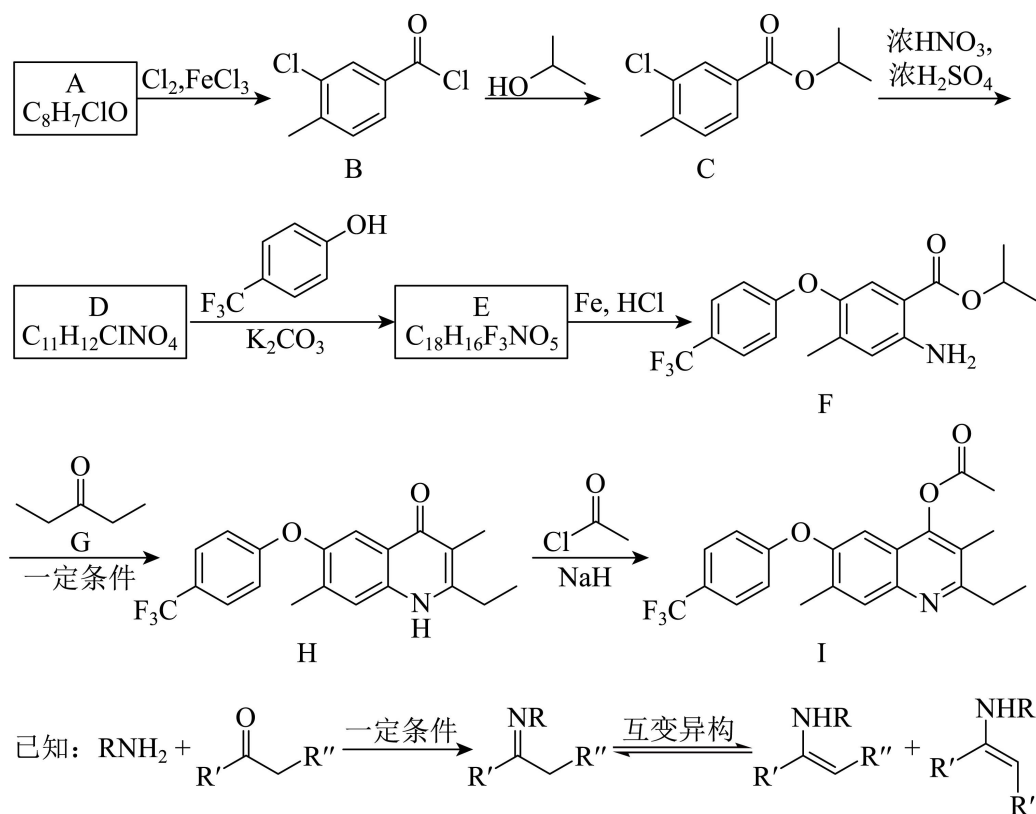


图2

(6)一定温度、100kPa 下，向体系中加入1.0 mol CaCO<sub>3</sub>和1.0 mol CH<sub>4</sub>，假设此条件下其他副反应可忽略，恒压反应至平衡时，体系中CaCO<sub>3</sub>转化率为80%，CH<sub>4</sub>转化率为60%，CO物质的量为1.3mol，反应III的平衡常数K<sub>p</sub>=\_\_\_\_\_ (保留小数点后一位)，此时原位CO<sub>2</sub>利用率为\_\_\_\_\_。

$$\text{已知：原位 CO}_2 \text{ 利用率} = \frac{[n_{\text{CaCO}_3}(\text{初始}) - n_{\text{CaCO}_3}(\text{平衡}) - n_{\text{CO}_2}(\text{平衡})]}{n_{\text{CaCO}_3}(\text{初始})} \times 100\%$$

18. 化合物 I 具有杀虫和杀真菌活性，以下为其合成路线之一(部分反应条件已简化)。



回答下列问题：

(1) I 中含氧官能团的名称是\_\_\_\_\_。

(2) A 的结构简式为\_\_\_\_\_。

(3) 由 B 生成 C 的化学方程式为\_\_\_\_\_。反应时，在加热搅拌下向液体 B 中滴加异丙醇；若改为向异丙醇中滴加 B 则会导致更多副产物的生成，副产物可能的结构简式为\_\_\_\_\_ (写出一种即可)。

(4) 由 D 生成 E 的反应类型为\_\_\_\_\_。

(5) 由 F 生成 H 的反应中可能生成中间体 J，已知 J 的分子式为  $C_{23}H_{26}F_3NO_3$ ，则 J 的结构简式为\_\_\_\_\_ (写出一种即可)。

(6) G 的同分异构体中，含有碳氧双键的还有\_\_\_\_\_种 (不考虑立体异构)；其中，能发生银镜反应，且核磁共振氢谱显示为两组峰的同分异构体的结构简式为\_\_\_\_\_。



1. A

【详解】A. 泥活字的主要材料是粘土，粘土的主要成分是硅酸盐，A 正确；

B. 木活字主要成分是纤维素，B 错误；

C. 铜活字是铜合金，主要成分是铜，C 错误；

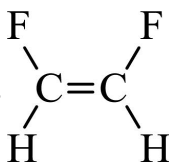
D. 铅活字主要成分是铅，D 错误；

故选 A。

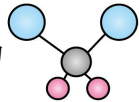
2. B

【详解】

A. 顺式结构中，两个相同的原子或基团位于双键的同一侧；而反式结构中，两个相同的原子或基团分别位于双键的两侧，所以



为顺-1,2-二氟乙烯，A 错误；

B. 二氯甲烷中含有两根碳氢键和两根碳氯键，键长不一样，球棍模型为 ，B 正确；

C. 基态 S 原子的价电子排布式为  $3s^23p^4$ ，轨道表示式： $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline 3s & & 3p & \\ \hline \end{array}$ ，C 错误；

D. 氯化铯为离子化合物，用电子式表示 CsCl 的形成过程： $\text{Cs}^{\times} + \cdot\ddot{\text{Cl}}: \longrightarrow \text{Cs}^+ [\times\ddot{\text{Cl}}:]^-$ ，D 错误；

故选 B。

3. B

【详解】A. 溶解氯化钠固体应该在烧杯中进行，为了加快溶解，可用玻璃棒搅拌，不能在试管中溶解，A 错误；

B. 滴定管能精确到两位小数，量取 20.00mL 草酸溶液，要选择酸式滴定管，实验操作符合规范，B 正确；

C. 收集二氧化碳可用向上排空气法，但不能用瓶塞塞紧集气瓶，这样空气排不出去，而且易发生爆炸，C 错误；

D. 钠与水的反应比较剧烈，而且产生的氢氧化钠有腐蚀性，不能把眼睛凑上去观察，D 错误；

故选 B。

4. C

【分析】X 是自然界中一种常见矿物的主要成分，根据溶液 Z、R、Q 的颜色可知 X 中含有铁元素，根据固体颜色可知 X 是  $\text{FeS}_2$ ，Y 是  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ，溶液中 Z 含有  $\text{Fe}^{3+}$ 、溶液 R 中含有  $\text{Fe}^{2+}$ ，Q 是  $\text{FeS}$ 。

【详解】A.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  可用作油漆、涂料等的红色颜料，A 正确；

B. 含有  $\text{Fe}^{3+}$  的溶液加热转化为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体，溶液颜色发生变化，B 正确；

C.  $\text{FeS}$  可溶于酸，所以  $\text{R} \rightarrow \text{Q}$  反应不能在酸性溶液中进行，C 错误；

D. 在加热条件下 Fe 和 S 化合生成  $\text{FeS}$ ，D 正确；

答案选 C。

5. A

【详解】A. 磷酸二氢钠水解产生  $\text{OH}^-$ ，离子方程式为  $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{OH}^-$ ，A 正确；

B. 用稀盐酸浸泡氧化银生成  $\text{AgCl}$  沉淀，离子方程式为  $\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- = 2\text{AgCl} + \text{H}_2\text{O}$ ，B 错误；

C. 向次氯酸钠溶液中加入碘化氢溶液发生氧化还原反应，离子方程式为  $\text{ClO}^- + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ = \text{I}_2 + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ ，C 错误；

D. 向硫酸氢钠溶液中滴加少量碳酸氢钡溶液，反应的离子方程式为

$2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{CO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ，D 错误；

答案选 A。

6. D

【分析】Q、W、X、Y 和 Z 为原子序最依次增大的短周期元素，基态 X 原子的 s 轨道中电子总数比 P 轨道中电子数多 1，X 是 N；X 所在族的族序数等于 Q 的质子数，Q 是 B，所以 W 是 C；基态 Y 和 Z 原子的原子核外均只有 1 个未成对电子，且二者核电荷数之和为 Q 的 4 倍，即质子数之和为 20，所以 Y 是 F，Z 是 Na。

【详解】A.  $\text{BF}_3$  为平面正三角形结构，结构对称，属于非极性分子，A 错误；

B.  $\text{NaF}$  是离子晶体，B 错误；

C. 同周期自左向右原子半径逐渐减小，同主族从上到下原子半径逐渐增大，则原子半径  $\text{C} < \text{Li} < \text{Na}$ ，C 错误；

D.  $\text{N}_2$  分子中含有三键，所以含有 2 个  $\pi$  键，D 正确；

答案选 D。

7. C

【详解】A. 该分子中存在 $-\text{CH}_3$ ，因此不可能所有原子共面，故 A 项错误；

B. 该分子中能与 NaOH 反应的官能团为 2 个酚羟基、酯基(1 个普通酯基、1 个酚酯基)、1 个羧基，除酚羟基形成的酯基外，其余官能团消耗 NaOH 的比例均为 1: 1，因此 1mol M 最多能消耗 5mol NaOH，故 B 项错误；

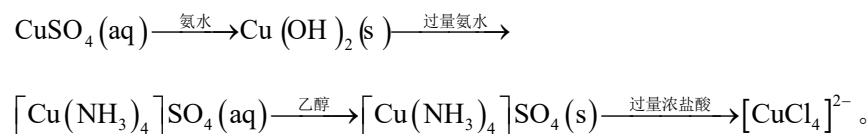
C. M 中存在羟基、羧基等，能够发生取代反应，存在苯环结构，因此能发生加成反应，故 C 项正确；

D. M 中存在羟基、羧基，能形成分子间氢键，由于存在羟基与羧基相邻的结构，因此也能形成分子内氢键，故 D 项错误；

综上所述，说法正确的是 C 项。

8. D

【分析】该实验过程中，相关物质转化如下：



【详解】A. ②中沉淀为 $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$ ，④中沉淀为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4(\text{s})$ ，二者不是同一物质，故 A 项说法正确；

B. ③中含有的溶质为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ， $\text{Cu}^{2+}$ 与 $\text{NH}_3$ 中 N 原子形成配位键，而未与 $\text{H}_2\text{O}$ 中 O 形成配位键，说明配体结合能力： $\text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O}$ ，故 B 项说法正确；

C.  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 为离子化合物，属于强极性物质，乙醇属于极性相对低的有机物，向 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 的水溶液中加入乙醇，扩大了溶质与溶剂的极性差，使得 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 在水溶液中析出，即 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 在乙醇中的溶解度小于在水中，故 C 项说法正确；

D. 由于⑥中溶液呈黄绿色是由于含有 $[\text{CuCl}_4]^{2-}$ ，因此向⑤中加入稀硫酸无法得到黄绿色溶液，故 D 项说法错误；

综上所述，说法错误的是 D 项。

9. A

【详解】A. 该化合物在氦气的气氛中加热，先失去 $\text{CH}_3\text{OH}$ ，若 $x=1$ ， $\text{CH}_3\text{OH}$ 的质量分数

为  $\frac{32}{870+32} \times 100\% \approx 3.5\%$ ，结合图像可知，该化合物中  $x=1$ ，故 A 项说法正确；

B. 同周期元素从左到右，第一电离能呈增大趋势，但 N 原子 2p 轨道为半充满稳定结构，第一电离能：N>O>C，故 B 项说法错误；

C. 该化合物中，配离子与  $\text{NO}_3^-$  之间为离子键，故 C 项说法错误；

D. 该化合物中，根据 O、N 原子成键数可知，O-Fe 为共价键，N-Fe 为配位键，配位数为与中心原子或离子键合的原子总数，因此配位数为 6，配体为与中心原子或离子形成配位键的分子或离子个数，因此配体个数为 2，故 D 项说法错误；

综上所述，说法正确的为 A 项。

10. C

【详解】A. 由图可知，生成物能量高，总反应为吸热反应，A 错误；

B. 平衡常数只和温度有关，与催化剂无关，B 错误；

C. 由图可知，丙烷被催化剂 a 吸附后能量更低，则被催化剂 a 吸附后得到的吸附态更稳定，C 正确；

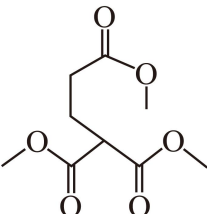
D. 活化能高的反应速率慢，是反应的决速步骤，故决速步骤为  $^*\text{CH}_3\text{CHCH}_3 \rightarrow ^*\text{CH}_3\text{CHCH}_2 + ^*\text{H}$  或  $^*\text{CH}_3\text{CHCH}_3 + ^*\text{H} \rightarrow ^*\text{CH}_3\text{CHCH}_2 + 2^*\text{H}$ ，D 错误；

故选 C。

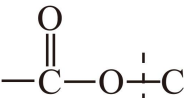
11. B

【详解】A. E 含有碳碳双键，能使溴的四氯化碳溶液褪色，A 正确；

B. 由氧原子守恒推断，产物不是甲酸，由反应原理推断，E 与 F 发生碳碳双键的加成反应

生成 ，再与甲醛发生加成反应，再脱去 1 分子  $\text{CH}_3\text{OH}$  可生成 M，B 错误；

C. P 中含有酯基，在碱性条件下，酯基会水解，导致高分子化合物降解，C 正确；

D. P 解聚生成 M 的过程中，存在酯基中  碳氧键的断裂，形成 M 过程中存在

C-O 键的生成，D 正确；

故选 B。

12. D

【分析】由图可知，左侧为阴极，电极反应为  $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$ ，右侧为阳极，电极反应为  $[Fe(CN)_6]^{4-} - e^- = [Fe(CN)_6]^{3-}$ ，在膜I和膜II间加入海水，钠离子透过膜I进入阴极区得到氢氧化钠，氯离子透过膜II进入膜II与膜III之间，锂离子透过膜III进入膜II与膜III之间，在此处得到 LiCl，则膜I为阳膜，膜II为阴膜，膜III为阳膜，据此解答。

【详解】A. 由分析可知，膜II为阴膜，A 错误

B. a 电极的反应为  $O_2 + 4e^- + 2H_2O = 4OH^-$ ，pH 变大，B 错误；

C. 由分析可知，电极 b 的反应为  $[Fe(CN)_6]^{4-} - e^- = [Fe(CN)_6]^{3-}$ ，C 错误；

D. 每脱除 58.5gNaCl，转移电子数为 1mol，有 1molLi<sup>+</sup>和 1molCl<sup>-</sup>分别透离子交换膜III、膜II，可得到 1molLiCl，D 正确；

故选 D。

13. B

【分析】由反应历程可知，总反应为  $2CO + 2CH_4 + O_2 = 2CH_3COOH$ ，据此解答。

【详解】A. 该反应为化合反应，原子利用率为 100%，A 正确；

B. 由分析可知，每消耗 1mol O<sub>2</sub> 可生成 2mol CH<sub>3</sub>COOH，B 错误；

C. 由反应历程可知，催化剂 Rh-Fe 有连接 4 个 S 原子和 2 个 S 原子的，这两种类型的原子成键数目均会发生改变，所以 Rh 和 Fe 的化合价均发生变化，C 正确；

D. 若以 CD<sub>4</sub> 为原料，有反应历程可知，会生成 CD<sub>3</sub>COOD，用 H<sub>2</sub>O 吸收产物时，其存在电离平衡： $CD_3COOD \rightleftharpoons CD_3COO^- + D^+$ ，CD<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> 结合水电离出的 H<sup>+</sup> 可得到 CD<sub>3</sub>COOH，

D 正确；

故选 B。

14. D

【分析】Ag<sup>+</sup> 与 Y 可形成 [AgY]<sup>+</sup> 和 [AgY<sub>2</sub>]<sup>+</sup> 两种配离子，发生的反应为  $Ag^+ + Y \rightleftharpoons [AgY]^+$ 、 $[AgY]^+ + Y \rightleftharpoons [AgY_2]^+$ ，故随着 Y 浓度的变大，Ag<sup>+</sup> 浓度变小，[AgY]<sup>+</sup> 先增大后减小，[AgY<sub>2</sub>]<sup>+</sup> 增大，则从图像上(从右向左表示 Y 浓度的变大)可以看出，曲线I表示 [AgY<sub>2</sub>]<sup>+</sup> 浓度，II表示浓度 [AgY]<sup>+</sup> 浓度，III表示 Ag<sup>+</sup> 浓度；同理，调节溶液 pH，当酸性较强时，H<sub>2</sub>Y<sup>2+</sup> 浓度大，

当碱性较强时，Y 的浓度大，故曲线IV表示  $H_2Y^{2+}$  浓度，曲线V表示  $HY^+$  浓度，曲线VI表示 Y 浓度，据此解题。

【详解】A. 由分析可知，曲线I表示  $[AgY_2]^+$ ，A 正确；

B. 由题意可知，Y 可以视为二元弱碱，第一次电离方程式为： $Y + H_2O \rightleftharpoons HY^+ + OH^-$ ，

$$K_{b1} = \frac{c(HY^+)c(OH^-)}{c(Y)}, \text{ 当 } c(HY^+) = c(Y) \text{ 时, } c(H^+) = 10^{-9.93}, c(OH^-) = 10^{-4.07}, \text{ 则 } K_{b1} = 10^{-4.07},$$

同理  $K_{b2} = 10^{-7.15}$ ，

$$K_{b1} \times K_{b2} = \frac{c(HY^+)c(OH^-)}{c(Y)} \times \frac{c(H_2Y^+)c(OH^-)}{c(HY^+)} = \frac{c(H_2Y^+)c^2(OH^-)}{c(Y)} = 10^{-11.22}, \text{ 由图像可知,}$$

当  $\delta(H_2Y^{2+}) = \delta(Y)$  时， $\delta(HY^+)$  最大，则  $c(OH^-) = 10^{-5.61}$ ， $pOH = 5.61$ ， $pH = 8.39$ ，B 正确；

C. 反应  $Ag^+ + Y \rightleftharpoons [AgY]^+$  的平衡常数  $K = \frac{c[AgY]^+}{c(Ag^+)c(Y)}$ ，由图可知，当  $c(Y) = 10^{-4.70}$  时，

$$c[AgY]^+ = c(Ag^+), \text{ 则 } K = \frac{1}{10^{-4.70}} = 10^{4.70}, \text{ C 正确；}$$

D.  $-\lg[c(Y)/(mol \cdot L^{-1})] = 3.00$  时， $c(Y) = 10^{-3} mol/L$ ， $c(Ag^+) = 10^{-5.01}$ ， $c[AgY_2]^+ = c[AgY]^+$ ，

由物料守恒可知， $c(Ag^+) + c[AgY_2]^+ + c[AgY]^+ = 1.00 \times 10^{-3} mol/L$ ，则

$c[AgY_2]^+ = c[AgY]^+ = 4.95 \times 10^{-4} mol/L$ ，Y 的初始浓度为  $1.15 \times 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$ ，由物料守恒得

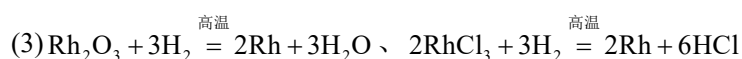
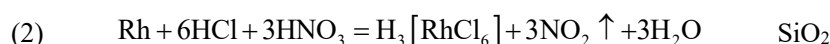
$2c[AgY_2]^+ + c[AgY]^+ + c(Y) + c(HY^+) + c(H_2Y^+) = 1.15 \times 10^{-2} mol/L$ ，代入数据，

$$c(Y) + c(HY^+) + c(H_2Y^+) \approx 0.01 mol/L, \text{ 则 } \delta(Y) = \frac{c(Y)}{c(Y) + c(HY^+) + c(H_2Y^+)} = \frac{10^{-3}}{0.01} = 0.1, \text{ 由图}$$

像可知，pH 在 8.39-9.93 之间，此时  $c(HY^+) > c(Y) > c(H_2Y^{2+})$ ，D 错误；

故选 D。

15. (1)溶解 Fe，使其进入溶液，从而通过过滤实现分离



(4)A

(5) +1 6: 1

(6) 除去滤渣中未反应的 Zn

【分析】贵金属合金粉[主要成分为 Fe、Rh(铑)、Pt, 含有少量 SiO<sub>2</sub>]中尽可能回收铑的工艺流程中, 加入浓盐酸溶解其中 Fe, 过滤后实现分离, 再向滤渣中加入王水(浓盐酸与浓硝酸混合酸)氧化溶解 Rh, Rh 转化为 H<sub>3</sub>[RhCl<sub>6</sub>], Pt 转化为相关可溶物, SiO<sub>2</sub> 不溶, 过滤后进行分离; 煮沸滤液除去盐酸、硝酸, 再加入浓盐酸、DETA 将部分铑元素沉淀, 过滤后, 滤渣进行灼烧分解为 Rh、Rh<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 RhCl<sub>3</sub>, 再用 H<sub>2</sub> 进行高温还原得到铑单质, 向滤液中加入 NH<sub>4</sub>Cl 将铂元素相关化合物转化为沉淀除去, 加入 SnCl<sub>2</sub> 将 Rh(III) 转化为 [Rh(SnCl<sub>3</sub>)<sub>5</sub>]<sup>4+</sup>, 再加入 Zn 进行还原, 生成 Rh, 由于 Zn 过量有剩余, 加入浓盐酸溶解过量的 Zn, 实现 Zn 与 Rh 分离, 过滤获得铑粉, 以此分析解答。

【详解】(1) 原料合金粉主要成分为 Fe、Rh、Pt 和少量 SiO<sub>2</sub>, Fe 易溶于酸(如盐酸或硫酸), 而 Rh 和 Pt 在常温下不易被非氧化性酸溶解, SiO<sub>2</sub> 不溶于酸, 因此“酸溶 1”使用非氧化性酸溶解 Fe 生成可溶性盐, 过滤后 Fe(II) 进入滤液, 剩余滤渣主要为 Rh、Pt 和 SiO<sub>2</sub>, 实现初步分离, 故答案为: 溶解 Fe, 使其进入溶液, 从而通过过滤实现分离。

(2) “酸溶 2”中 Rh 转化为 H<sub>3</sub>[RhCl<sub>6</sub>], Rh 元素化合价由 0 升高至 +3, HNO<sub>3</sub> 中 N 元素化合价由 +5 降低至 +4, 结合化合价升降守恒以及原子守恒可知反应化学方程式为

$$\text{Rh} + 6\text{HCl} + 3\text{HNO}_3 = \text{H}_3[\text{RhCl}_6] + 3\text{NO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$$
; 由上述分析可知该过程中滤渣的主要成分为 SiO<sub>2</sub>。

(3) “高温还原”过程中, Rh<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 和 RhCl<sub>3</sub> 均被 H<sub>2</sub> 还原为 Rh, Rh 元素化合价均由 +3 降低至 0, 根据化合价升降守恒以及原子守恒可知反应方程式为 
$$\text{Rh}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Rh} + 3\text{H}_2\text{O}$$
、

$$2\text{RhCl}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Rh} + 6\text{HCl}$$
。

(4) SnCl<sub>2</sub> 初始浓度为 1.0 × 10<sup>-4</sup> mol · L<sup>-1</sup>, 则溶液中 c(Sn<sup>2+</sup>) = 1.0 × 10<sup>-4</sup> mol · L<sup>-1</sup>, 当恰好生成

Sn(OH)<sub>2</sub> 沉淀时, 
$$c(\text{OH}^-) = \sqrt{\frac{K_{\text{sp}}[\text{Sn}(\text{OH})_2]}{c(\text{Sn}^{2+})}} = \sqrt{\frac{5.5 \times 10^{-28}}{1.0 \times 10^{-4}}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 2.3 \times 10^{-12}$$
,

$$c(\text{H}^+) = \frac{K_{\text{w}}}{c(\text{OH}^-)} = \frac{10^{-14}}{2.3 \times 10^{-12}} \approx 4.3 \times 10^{-3}$$
, 
$$\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+) = -\lg(4.3 \times 10^{-3}) = 3 - 0.6 = 2.4$$
, 因

此为免生成  $\text{Sn}(\text{OH})_2$  沉淀，溶液的  $\text{pH} < 2.4$ ，故答案为 A。

(5) 配离子  $[\text{Rh}(\text{SnCl}_3)_5]^{4-}$  中，配体  $[\text{SnCl}_3]^-$  带 1 个负电荷，设 Rh 的化合价为  $x$ ，则  $x + 5 \times (-1) = -4$ ，则  $x = +1$ ；Rh(III) 以  $[\text{RhCl}_6]^{3-}$  计，反应中 Rh(III) 还原至 Rh(I)，每个 Rh 得到 2 个电子， $\text{SnCl}_2$  为还原剂，部分被氧化为  $[\text{SnCl}_6]^{2-}$ ，Sn(II) 被氧化为 Sn(IV)，每个 Sn 失去 2 个电子，同时反应过程中，部分  $\text{SnCl}_2$  结合一个 Cl 形成  $[\text{SnCl}_3]^-$ ，作为新的配体，每生成 1 个  $[\text{Rh}(\text{SnCl}_3)_5]^{4-}$ ，需要 5 个  $\text{SnCl}_2$ ，因此理论上  $\text{SnCl}_2$  和 Rh(III) 反应的物质的量之比为  $(1+5):1 = 6:1$ 。

(6) 由于“二次还原”过程中，为确保  $[\text{Rh}(\text{SnCl}_3)_5]^{4-}$  完全反应，加入的 Zn 需过量，过滤后剩余 Zn 和生成物 Rh 存在于滤渣中，因此再向滤渣中加入浓盐酸的目的为：除去滤渣中未反应的 Zn。

16. (1) 圆底烧瓶 球形冷凝管

(2) 作溶剂，溶解单质硫

(3) 防止双氧水氧化乙醇，影响实验测定结果

(4) 实验需要加热至  $100\text{ }^\circ\text{C}$  取适量混合液先加入盐酸酸化，无明显实验现象，再加入氯化钡溶液产生白色沉淀，说明含有  $\text{SO}_4^{2-}$

(5) 滴入最后半滴盐酸，溶液颜色由黄色变为橙色，且半分钟内不褪色

$$(6) \frac{1.6c(V_3 - V_2)}{m} \%$$

【详解】(1) 根据仪器构造可知①是圆底烧瓶，②是球形冷凝管；

(2) 硫单质难溶于水，微溶于酒精，所以乙醇的作用是作溶剂，溶解单质硫；

(3) 双氧水具有强氧化性，乙醇具有还原性，二者混合发生氧化还原反应，所以必须蒸馏除去乙醇；

(4) 由于实验需要加热至  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ，而水的沸点就是  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ，所以不宜采用水浴加热；要检验溶液中的硫酸根离子，需要排除溶液中其它离子的干扰，所以实验操作是取适量混合液先加入盐酸酸化，无明显实验现象，再加入氯化钡溶液产生白色沉淀，说明含有  $\text{SO}_4^{2-}$ 。

(5) 甲基橙作指示剂，盐酸滴定氢氧化钾溶液，则滴定终点的现象为滴入最后半滴盐酸，溶液颜色由黄色变为橙色，且半分钟内不褪色；

(6) 不加入硫磺，消耗 HCl 标准溶液体积为  $V_3$  mL，因此原氢氧化钾的物质的量是  $0.001cV_3$  mol，反应后剩余氢氧化钾的物质的量是  $0.001cV_2$  mol，因此与硫磺反应的氢氧化钾的物质的量是  $0.001c(V_3 - V_2)$  mol，所以根据方程式  $S + 2OH^- + 3H_2O_2 = SO_4^{2-} + 4H_2O$  可知硫单质的物质的量  $0.0005c(V_3 - V_2)$  mol，所以单次样品测定中硫的质量分数可表示为  $\frac{0.0005c(V_3 - V_2) \times 32}{m} \times 100\% = \frac{1.6c(V_3 - V_2)}{m}\%$ 。

17. (1) s 3d<sup>8</sup>

(2) O 原子上存在 2 对孤电子对

(3) Ni<sub>2</sub>P

(4) 反应 II 消耗反应 I 产生的 CO<sub>2</sub>，降低体系 CO<sub>2</sub> 分压，使反应 I 平衡右移

(5) T<sub>1</sub> 升高温度，反应 II 正向移动

(6) 1.2 70%

【详解】(1) Ca 原子序数为 20，电子排布为 [Ar]4s<sup>2</sup>，价电子位于 s 轨道，属于周期表 s 区；Ni 原子序数为 28，基态电子排布为 [Ar] 3d<sup>8</sup>4s<sup>2</sup>。Ni 失去 4s 能级上 2 个电子形成 Ni<sup>2+</sup>，价电子排布为 3d<sup>8</sup>，故答案为：s；3d<sup>8</sup>。

(2) 中心 O 原子有 2 个 σ 键，孤电子对数为  $\frac{6 - 2 \times 1}{2} = 2$ ，共 4 个价电子对，VSEPR 模型为四面体型，空间构型为 V 型，故答案为：O 原子上存在 2 对孤电子对。

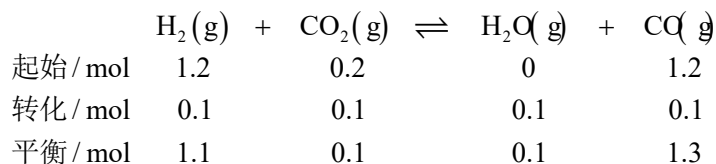
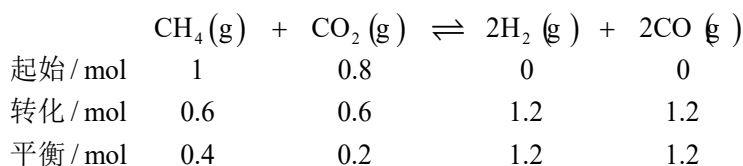
(3) 该晶胞中，P 原子 8 个位于顶点(4 个被 6 个晶胞共用，4 个被 12 个晶胞共用)、2 个位于体内，1 个晶胞中所含 P 原子数为  $2 + 4 \times \frac{1}{6} + 4 \times \frac{1}{12} = 3$ ，Ni 原子 8 个位于棱(均被 4 个晶胞共用)、6 个位于面(均被 2 个晶胞共用)，1 个位于体内，Ni 原子数为  $1 + 8 \times \frac{1}{4} + 6 \times \frac{1}{2} = 6$ ，因此该物质的化学式为 Ni<sub>2</sub>P。

(4) CH<sub>4</sub> 重整反应会消耗 CO<sub>2</sub>，降低体系中 CO<sub>2</sub> 分压，使 CaCO<sub>3</sub> 分解反应正向移动且反应放热，可以为碳酸钙分解提供能量，故答案为：反应 II 消耗反应 I 产生的 CO<sub>2</sub>，降低体系 CO<sub>2</sub> 分压，使反应 I 平衡右移。

(5) 反应 II 正向为吸热反应，相同压强时，升高温度，反应正向移动，CH<sub>4</sub> 转化率增大，因此温度最高的是 T<sub>1</sub>，故答案为：T<sub>1</sub>；升高温度，反应 II 正向移动。

(6) 一定温度、100kPa 下，向体系中加入 1.0 mol CaCO<sub>3</sub> 和 1.0 mol CH<sub>4</sub>，恒压反应至平衡时，体系中 CaCO<sub>3</sub> 转化率为 80%，反应 I：CaCO<sub>3</sub>(g) ⇌ CaO(g) + CO<sub>2</sub>(g) 平衡时生成

$n(\text{CO}_2) = 0.8\text{mol}$ ， $\text{CH}_4$  转化率为 60%， $\text{CO}$  物质的量为 1.3mol，则



气体总物质的量  $n_{\text{总}} = (1.3 + 0.1 + 0.1 + 1.1 + 0.4)\text{mol} = 3\text{mol}$ ，

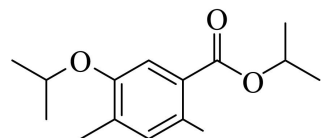
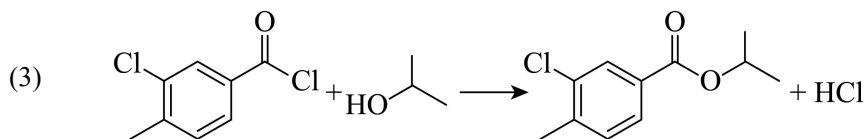
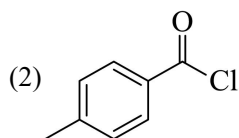
$$\text{反应III的平衡常数 } K_p = \frac{p(\text{CO}) \cdot p(\text{H}_2\text{O})}{p(\text{CO}_2) \cdot p(\text{H}_2)} = \frac{\left(\frac{1.3}{3} \times 100\text{kPa}\right) \cdot \left(\frac{0.1}{3} \times 100\text{kPa}\right)}{\left(\frac{0.1}{3} \times 100\text{kPa}\right) \cdot \left(\frac{1.1}{3} \times 100\text{kPa}\right)} \approx 1.2, \text{ CaCO}_3 \text{ 平衡}$$

时  $n(\text{CaCO}_3) = (1 - 1 \times 80\%)\text{mol} = 0.2\text{mol}$ ，原位  $\text{CO}_2$  利用率为

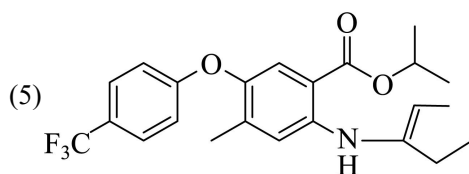
$$\frac{[n_{\text{CaCO}_3}(\text{初始}) - n_{\text{CaCO}_3}(\text{平衡}) - n_{\text{CO}_2}(\text{平衡})]}{n_{\text{CaCO}_3}(\text{初始})} \times 100\% = \frac{(1.0 - 0.2) - 0.1}{1} \times 100\% = 70\%, \text{ 故答案为:}$$

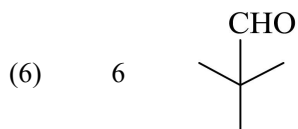
1.2; 70%。

18. (1) 醚键，酯基

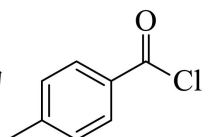


(4) 取代反应

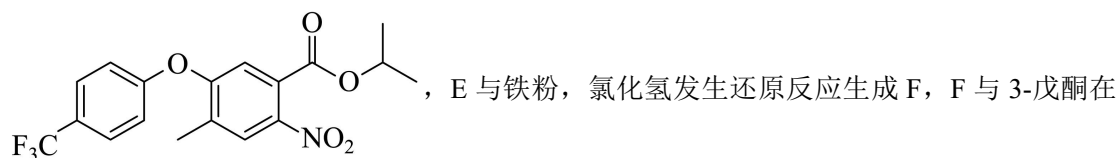
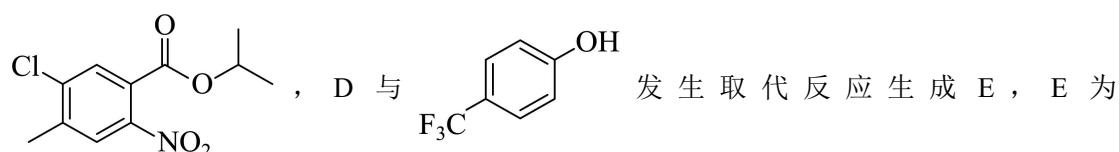




【分析】

A 在氯气和氯化铁催化下生成 B，根据 B 的结构可推出 A 为  Cl，B 与异丙醇

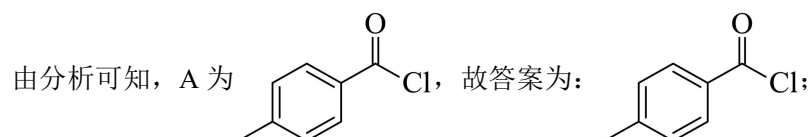
发生取代反应生成 C，C 与浓硝酸发生取代反应生成 D，根据 F 的结构推出 D 为



一定条件下生成 H，H 与乙酰氯发生反应生成 I，据此解答。

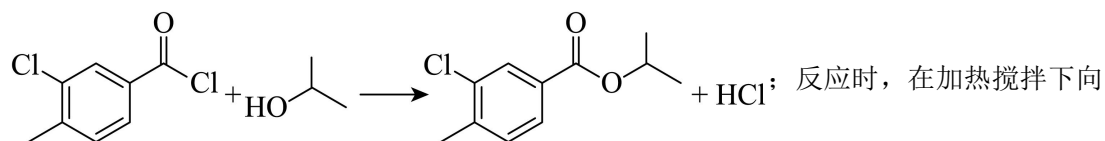
【详解】(1) 由 I 的结构式可知，其含氧官能团为醚键，酯基，故答案为：醚键，酯基；

(2)

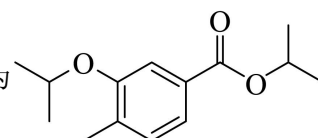


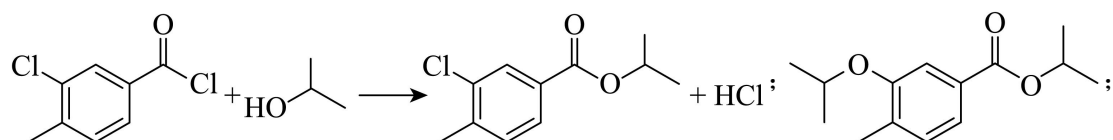
(3)

由分析可知，B 与异丙醇发生取代反应生成 C 和氯化氢，化学方程式为：

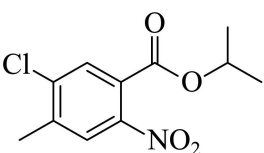
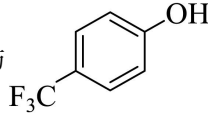


液体 B 中滴加异丙醇，异丙醇较少，滴加下去优先和活泼的酰氯发生反应，若改为向异丙醇中滴加 B，则异丙醇足量，会苯环上的氯原子发生取代，导致更多副产物的生成，副产物

的结构简式为 ，故答案为：



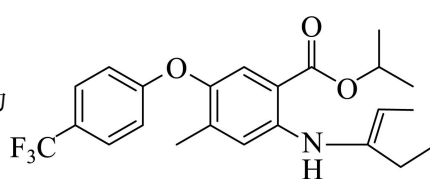
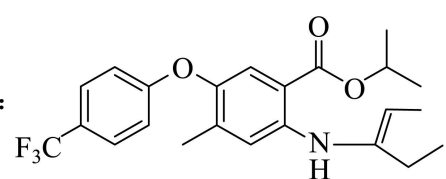
(4)

根据 C 的结构推出 D 为 , D 与  发生取代反应生成 E,

故答案为：取代反应；

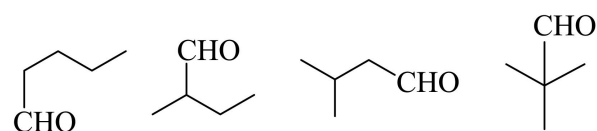
(5)

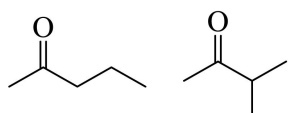
由 F 生成 H 的反应中可能生成中间体 J, 已知 J 的分子式为  $C_{23}H_{26}F_3NO_3$ , 说明 F 生成 H 发生了已知信息第一步反应, 然后第二步反应, 第二步两种产物互为顺反异构体, 则 J 的结构

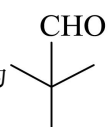
简式为 , 故答案为:  ;

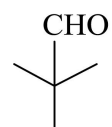
(6)

G 为 3-戊酮, 分子式为  $C_5H_{10}O$ , 它的同分异构体中, 含有碳氧双键, 说明为醛或酮, 若为醛, 可以看成将醛基挂在  $-C_4H_9$  上, 共有 4 种同分异构体, 分别为:

 , 若为酮, 除了 G 本身外, 共有 2 种同分

异构体, 分别为: , 共有 6 种符合要求的同分异构体, 其中, 能发

生银镜反应 (含有醛基), 且核磁共振氢谱显示为两组峰的同分异构体的结构简式为 ,

故答案为: 6;  。