

2025 届山东各地市高三二模化学试题分类汇编（原卷版）

第一部分 化学基础知识 2

一、化学与 STSE 2

二、化学用语 3

三、物质的性质和用途 6

四、化学基本概念 8

第二部分 化学实验 11

一、化学实验基础 11

二、实验装置题 12

三、实验表格题 16

四、化学实验综合题 20

五、化学实验综合题（非选择题） 28

第三部分 化学工艺流程 41

一、化学工艺流程题 41

二、化学工艺流程题（非选择题） 43

第四部分 化学反应原理 53

一、电化学 53

二、反应热、化学反应机理 58

三、化学反应的方向、限度与速率 62

四、电解质溶液中的离子平衡 66

五、化学反应原理综合题（非选择题） 72

第五部分 物质结构与性质 84

一、物质结构与性质 84

二、元素推断题 88

三、物质结构与性质综合题（非选择题） 90

第六部分 有机化学基础 99

一、有机物的结构与性质 99

二、有机反应 101

三、有机推断题（非选择题） 103

1. 题目来源于 2025 届山东省各地级市一模试题，共 11 套，具体如下：

	济南	青岛	淄博	枣庄	东营	烟台	潍坊	济宁
一模	√	√	√	√	√ ^①	√ ^①	√	√
二模	√	√				√ ^②	√	√
三模		√	√			√	√	√

	泰安	威海	日照	临沂	德州	聊城	滨州	菏泽
一模	√		√		√ ^①	√		√
二模	√		√	√	√ ^②	√	√	√
三模		√	√		√	√		

①烟台、德州、东营一模共用一套卷；②烟台、德州二模共用一套卷。

2. 所有题目全部保留，手动归类，按由易到难顺序排列。
3. 每道题均注明来源和原卷题号，不定项选择题单独标注。
4. 使用 macOS 26 系统 WPS Office 编辑，题号使用自动编号，原版格式参照 PDF 文件。

第一部分 化学基础知识

一、化学与 STSE

- （2025 滨州二模，1）化学品在食品工业中有重要应用，下列使用方法错误的是
A. 食盐中添加碘酸钾
B. 水发毛肚中添加甲醛
C. 葡萄酒中添加二氧化硫
D. 酱油中添加苯甲酸钠
- （2025 菏泽二模，1）传统工艺中蕴含丰富的化学知识。下列说法错误的是
A. 东阿阿胶制作前先将驴皮在弱碱性井水浸泡，驴皮的主要成分是油脂
B. 潍坊风筝常用竹材作骨架，其主要成分纤维素属于天然高分子化合物
C. 菏泽麻糖制作时使用含淀粉酶的麦芽作用于淀粉，涉及淀粉的水解反应
D. 章丘铁锅的制作工序中，“煅烧锅身”的目的之一是形成致密的氧化物薄膜保护层
- （2025 济宁二模，1）中华传统文化博大精深，蕴含着丰富的化学知识。下列说法错误的是
A. 《易经》记载的“泽中有火”“上火下泽”涉及烃类的燃烧
B. 成语“刀耕火耨”是指伐去树木烧掉野草，余灰可降低土壤碱性
C. 北宋汝窑瓷器是以黏土为主要原料，经高温烧结而成
D. “榆荚只能随柳絮，等闲撩乱走空园”，其中的柳絮富含糖类
- （2025 泰安二模，1）泰山女儿茶是一种口感清新、香气独到的绿茶，其制作工艺包括晾晒、杀青、揉捻、烘干、筛分等，以下操作最不可能引起化学变化的是
A. 杀青
B. 揉捻
C. 烘干
D. 筛分
- （2025 潍坊二模，1）化学与生活息息相关。下列叙述正确的是
A. 烹煮食物时宜早期加入含碘食盐
B. 聚乳酸材质的骨钉便于人体吸收代谢
C. 利用活性炭分解室内甲醛
D. 糯米中的淀粉水解得到酒精
- （2025 青岛二模，1）中国高端制造享誉世界。下列说法正确的是
A. 中国本土芯片制造业飞速发展，芯片的主要成分是 SiO_2
B. 中国的船舶制造量占世界一半以上，牺牲阳极保护法可用于船舶的防腐蚀
C. 中国在稀土上游产业中具有明显优势，稀土元素主要是指周期表中的钢系元素
D. 中国新能源汽车电池技术领先世界，电池充电时化学能转化为电能
- （2025 临沂二模，1）化学与生产、生活密切相关。下列说法正确的是
A. 酿米酒需晾凉米饭后加酒曲，体现了乙醇受热易挥发
B. 制作豆腐时添加石膏，体现了 CaSO_4 的难溶性
C. 聚四氟乙烯由四氟乙烯加聚合成，受热易分解
D. 氟氯烃破坏臭氧层，氟氯烃产生的氯自由基改变 O_3 分解的历程
- （2025 聊城二模，1）山东出土文物种类众多，为研究古代文明提供了宝贵的实物资料。下列叙述错误的是

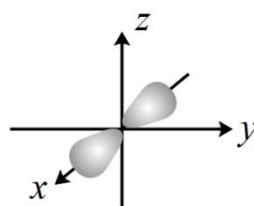
- A. 青州——亚丑青铜钺主要成分是合金
- B. 曲阜——鲁国大玉璧主要成分是 SiO_2
- C. 东平——汉墓壁画绘制所用红色颜料为 Fe_2O_3
- D. 临沂——《孙子兵法》竹简主要成分是多糖
9. (2025 济南二模, 1) 人们的衣食住行蕴含着丰富的化学知识。下列说法错误的是
- A. 丝路瑰宝——织锦的主要成分属于天然高分子化合物
- B. 全麦馒头中的多糖均可在人体内水解成葡萄糖, 满足人体组织的营养需求
- C. 建筑材料沙子的主要成分二氧化硅属于酸性氧化物
- D. 国产大飞机 C919 使用的铝锂合金材料, 利用了该材料密度小、硬度高的优点
10. (2025 烟台德州二模, 1) 《天工开物》中记载一种从动植物原料中提取油脂的工艺, “将蓖麻、苏麻子碾碎, 入釜中注水滚煎, 其上浮沫即油, 以杓掠取”。工艺中涉及的操作是
- A. 过滤 B. 分液 C. 蒸馏 D. 结晶
11. (2025 日照二模, 1) 活字印刷是中国四大发明之一, 其制作和使用过程中涉及氧化还原反应的是
- A. 熔铅铸字 B. 雕刻活字 C. 油墨转移 D. 纸张老化
12. (2025 聊城二模, 2) 化学与生活、生产联系密切, 下列叙述不涉及氧化还原反应的是
- A. 利用铝热剂焊接钢轨 B. 水果罐头中添加维生素 C 防变质
- C. 利用油脂皂化生产肥皂 D. 地下钢铁输水管用导线连接镁块防腐蚀

二、化学用语

1. (2025 泰安二模, 2) 下列化学用语表述错误的是

A. 基态 Fe^{3+} 的价电子轨道表示式: $3d^5$

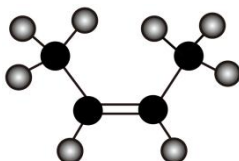
B. 基态 Al 原子中电子占据最高能级的原子轨道示意图:



C. 苯分子中的大 π 键:

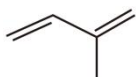


D. 顺-2-丁烯的球棍模型:

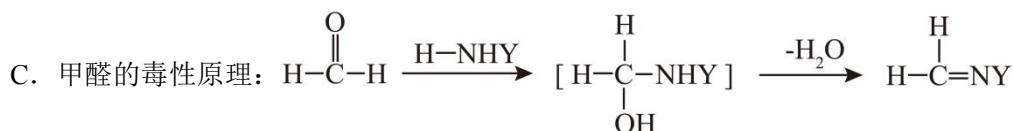
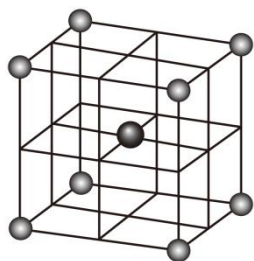


2. (2025 潍坊二模, 2) 下列化学用语或图示表示错误的是

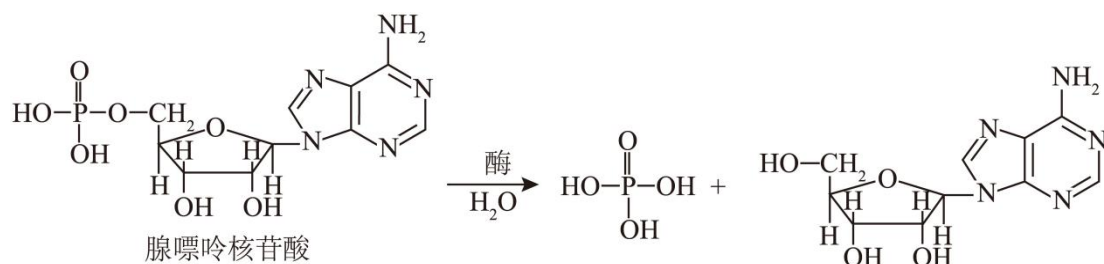
A. 异戊二烯的键线式:



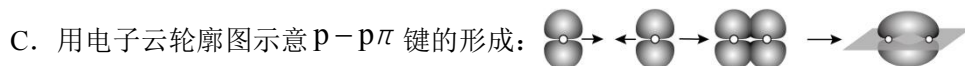
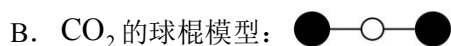
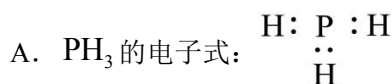
B. NaCl 晶胞:



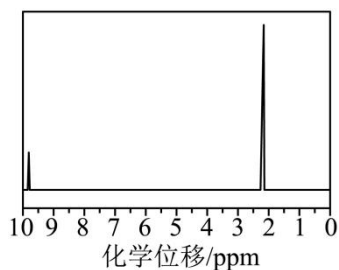
D. 腺嘌呤核苷酸的水解:



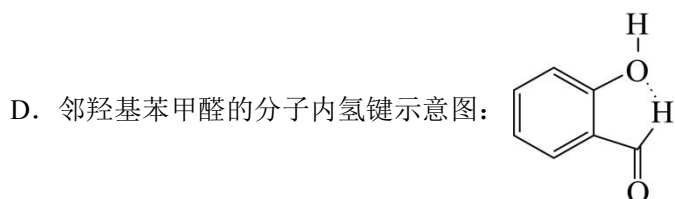
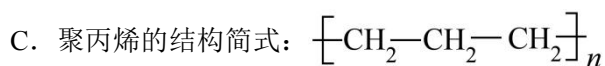
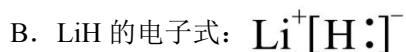
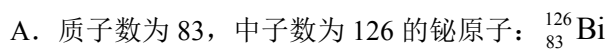
3. (2025 滨州二模, 2) 下列化学用语或图示表达正确的是



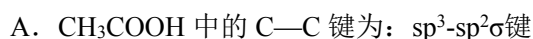
D. 乙醇的核磁共振氢谱:



4. (2025 菏泽二模, 3) 下列化学用语或图示正确的是



5. (2025 济宁二模, 3) 下列化学用语或图示正确的是



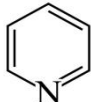
B. $\begin{array}{c} \text{COOCH}_2\text{CH}_3 \\ | \\ \text{COOCH}_2\text{CH}_3 \end{array}$ 的名称：二乙酸乙二酯

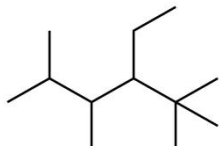
C. 一元酸次磷酸(H_3PO_2)的结构简式为： $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{HO}-\text{P}-\text{OH} \end{array}$

D. H_2O 的 VSEPR 模型为：

6. (2025 青岛二模, 3) 下列化学用语表达正确的是

A. N_2H_4 的电子式： $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ : \quad : \\ \text{H}:\text{N}:\text{N}:\text{H} \end{array}$

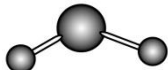
B.  中的大 π 键可表示为 π_6^6

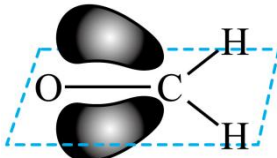
C.  的名称为 2, 3, 5, 5-四甲基-4-乙基己烷

D. 酚醛树脂($\text{H}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\text{OH}$)经加成聚合反应制备

7. (2025 日照二模, 3) 下列化学用语或图示正确的是

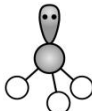
A.  的系统命名：苯甲酸甲酯

B. SO_2 分子的 VSEPR 模型 

C. 甲醛中 π 键的电子云轮廓图示意图：

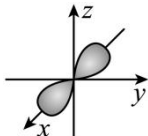
D. 基态 N 原子的轨道表示式： $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow \\ \hline 1s & 2s & 2p & \\ \hline \end{array}$

8. (2025 临沂二模, 3) 下列化学用语或图示正确的是

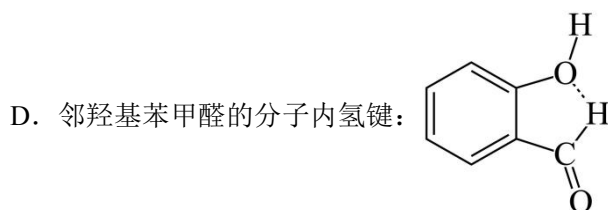
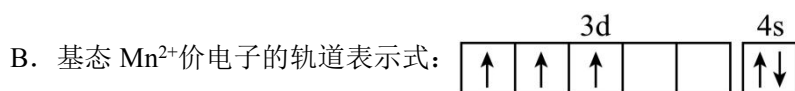
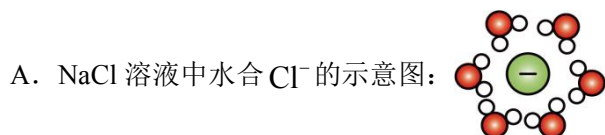
A. BF_3 的 VSEPR 模型：

B. 3, 3-二甲基戊烷的键线式：

C. 一元酸 H_3PO_2 的结构简式： $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{HO}-\text{P}-\text{OH} \end{array}$

D. 基态锂原子最外层原子轨道示意图：

9. (2025 聊城二模, 3) 下列化学用语或图示正确的是



三、物质的性质和用途

1. (2025 菏泽二模, 2) 物质性质决定用途。下列两者对应关系错误的是

- A. ClO_2 具有强氧化性, 可用于自来水的杀菌消毒
- B. 乙二醇的水溶液凝固点很低, 可用作汽车发动机的防冻液
- C. 二氧化硅中存在光的全反射且有硬度和柔韧度, 可作光导纤维
- D. KMnO_4 分解生成 O_2 , 浸泡过 KMnO_4 溶液的硅藻土可用于水果保鲜

2. (2025 济宁二模, 2) 物质性质决定用途, 下列对应关系正确的是

- A. 氮气具有稳定性, 可用于冷冻麻醉
- B. CaSO_4 溶解度小, 可用于制作豆腐
- C. 聚乳酸易降解, 可用作手术缝合线
- D. 硅酸钠耐热性好, 其水溶液可用作黏合剂

3. (2025 日照二模, 2) 精细化学品在生产生活中有广泛应用, 下列有关说法错误的是

- A. 乙酸乙酯可用作水果香精
- B. 氢氧化铝可用作助燃剂
- C. 石炭酸可用于消毒
- D. 氧化铁可用作颜料

4. (2025 烟台德州二模, 2) 下列过程没有发生酯化反应的是

- A. 由乳酸制取聚乳酸
- B. 由纤维素制取醋酸纤维
- C. 由核苷酸合成多聚核苷酸
- D. 由植物油制取人造奶油

5. (2025 潍坊二模, 3) 下列物质对应关系错误的是

选项	物质	性质	用途
A	柠檬酸	酸性	食品加工

B	氯化钙	溶解放热	制作自加热罐头
C	15-冠-5 冠醚	分子中有孔穴	识别所有碱金属离子
D	甲酸	还原性	作工业还原剂

6. (2025 滨州二模, 4) 下列物质的性质、用途及对应关系错误的是

- A. 柠檬酸酸性强于碳酸, 可用柠檬酸去除水垢
- B. BaSO_4 难溶于酸且吸收 X 射线能力强, 可用作内服造影剂
- C. 聚四氟乙烯耐酸碱腐蚀, 可用于制作滴定管的活塞
- D. 碳单质氧化性强于硅, 可用焦炭与 SiO_2 反应制粗硅

7. (2025 潍坊二模, 5) 在给定条件下, 下列物质转化关系正确的是

- A. 海带提碘: 碘的四氯化碳溶液 $\xrightarrow[\text{分液}]{\text{浓NaOH溶液}}$ 含 I^- 、 IO^- 溶液 $\xrightarrow{45\% \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 溶液}}$ 含 I_2 的悬浊液 $\xrightarrow{\text{过滤}}$ I_2
- B. 航天器中利用萨巴蒂尔反应再生氧气: $\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{富集}}$ 一定浓度 $\text{CO}_2 \xrightarrow[\text{一定条件}]{\text{H}_2} \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{O}_2$
- C. 工业制硫酸: 黄铁矿 $\xrightarrow[\text{空气}]{\text{燃烧}}$ $\text{S} \xrightarrow[400-500^\circ\text{C}]{\text{催化剂}}$ $\text{SO}_3 \xrightarrow{98.3\% \text{ 的浓硫酸吸收}}$ H_2SO_4
- D. 海水提镁: 海水 $\xrightarrow{\text{Ca(OH)}_2} \text{Mg(OH)}_2 \xrightarrow{\text{盐酸}}$ $\text{MgCl}_2 \text{ 溶液} \xrightarrow{\text{电解}}$ Mg

8. (2025 青岛二模, 5) 物质性质决定用途。下列对应关系正确的是

- A. 高锰酸钾用于皮肤的抗菌消毒, 利用了 KMnO_4 的强氧化性
- B. 碳酸氢钠用于糕点烘焙的膨松剂, 利用了 NaHCO_3 的碱性
- C. 氯化铁溶液用于伤口止血, 利用了 Fe(OH)_3 胶体聚沉的性质
- D. 二氧化硫用于食品的防腐, 利用了 SO_2 的漂白性

9. (2025 济南二模, 6) 下列物质的用途描述错误的是

- A. 氮气用作焊接镁铝合金的保护气
- B. 加入 18-冠-6 加快甲苯和高锰酸钾溶液反应速率
- C. 服用碳酸氢钠药片解除阿司匹林导致的水杨酸(邻羟基苯甲酸)中毒
- D. 施加适量石膏降低盐碱地(含较多的 NaCl 、 Na_2CO_3) 的土壤碱性

10. (2025 济南二模, 7) 常用的除甲醛试剂有以下几类: ①活性炭②尿素、氨基脲等③过硼酸钠、二氧化氯、高锰酸钾等④光催化剂等。下列说法错误的是

- A. 甲醛被试剂①吸附属于物理变化
- B. ②中试剂发挥作用时, 氨基中的 N 与甲醛中的 C 相结合
- C. ③中试剂混合使用时比单一使用效果更好

D. ④中光催化剂使用时，特定波长光照射有利于提高甲醛去除效率

11. (2025 济南二模, 11) (不定项) 物质之间通过一步反应能实现如图所示转化, 且与表中的转化关系能匹配的是

	选项	X	Y	Z	箭头上为反应条件
	A	NO	NO ₂	HNO ₃	②加 H ₂ O
	B	Al	Na[Al(OH) ₄]	AlCl ₃	③电解
	C	Fe	FeCl ₂	FeCl ₃	①通入少量 Cl ₂
	D	NaOH	NaHCO ₃	NaCl	④依次通入 NH ₃ 、CO ₂

四、化学基本概念

1. (2025 泰安二模, 5) N_A 为阿伏伽德罗常数的值, 下列说法正确的是

A. 1mol HClO 中所含 H—Cl 键的数目为 N_A

B. 8.8g 乙酸乙酯中所含碳原子数为 $0.4N_A$

C. 1.2g C 与 0.1mol CO₂ 在高温下充分反应生成的 CO 分子数为 $0.1N_A$

D. 标准状况下, 1L 0.1mol · L⁻¹ HCl 溶液中滴加氨水至 pH=7, 溶液中 NH₄⁺ 的数目为 $0.1N_A$

2. (2025 泰安二模, 3) 常温下, 下列各组离子能大量共存的是

A. $\lg \frac{c(\text{H}^+)}{c(\text{OH}^-)} = -6$ 的溶液中: Na⁺、ClO⁻、[Al(OH)₄]⁻、Cl⁻

B. 在酸性溶液中: Ba²⁺、NH₄⁺、NO₃⁻、Fe²⁺

C. 1mol · L⁻¹ 的 FeCl₃ 溶液中: NH₄⁺、K⁺、SCN⁻、NO₃⁻

D. 由水电离出的 $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的溶液中: Na⁺、NH₄⁺、SO₄²⁻、CO₃²⁻

3. (2025 烟台德州二模, 5) 下列过程对应的离子方程式正确的是

A. 用稀 HNO₃ 溶解 FeS 固体: $\text{FeS} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S}$

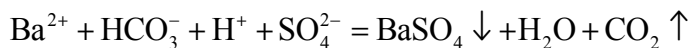
B. 用 Na₂S₂O₃ 溶液脱氯: $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{Cl}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{SO}_3^{2-} + 4\text{Cl}^- + 6\text{H}^+$

C. Na₂S 溶液在空气中氧化变质: $2\text{S}^{2-} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{S} \downarrow + 4\text{OH}^-$

D. NaHCO₃ 溶液中通入少量 Cl₂: $2\text{HCO}_3^- + \text{Cl}_2 = 2\text{CO}_2 + \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

4. (2025 泰安二模, 10) 下列化学反应对应的离子方程式书写错误的是

A. 向 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中滴入 NaHSO_4 溶液至恰好沉淀完全:

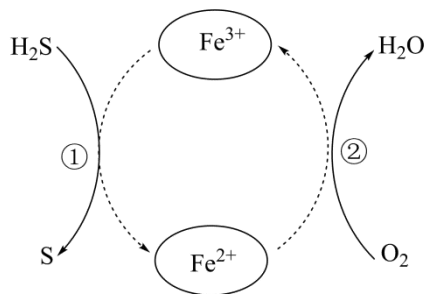


B. 2.24LCO_2 (标准状况) 通入 $250\text{mL}0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液中: $4\text{CO}_2 + 5\text{OH}^- = \text{CO}_3^{2-} + 3\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$

C. 将 ICl 滴入 NaOH 溶液中: $\text{ICl} + 2\text{OH}^- = \text{IO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

D. 将 0.2molCl_2 通入 $2\text{L}0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeI}_2$ 溶液中: $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{I}^- + 2\text{Cl}_2 = 2\text{Fe}^{3+} + \text{I}_2 + 4\text{Cl}^-$

5. (2025 济宁二模, 8) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液脱除空气中 H_2S 并再生的原理如图所示, 下列说法错误的是



A. 氧化性: $\text{O}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{S}$

B. 理论上脱硫过程 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 不需要额外补充

C. 标准状况下消耗 5.6L 氧气时, 可生成 0.5molS

D. 脱硫过程中溶液的 pH 逐渐减小

6. (2025 菏泽二模, 8) 高纯度 LiMn_2O_4 (氧元素的化合价为 -2 价) 是锂电池重要的电极材料。工业利用一定比例的超细二氧化锰与氢氧化锂共热生成高纯 LiMn_2O_4 、 H_2O 和一种气体。下列说法正确的是

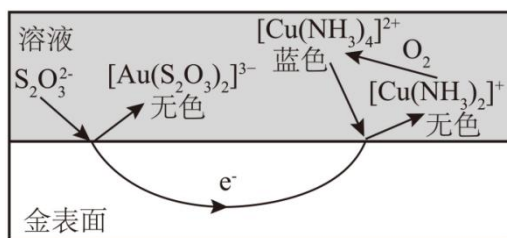
A. LiMn_2O_4 中 Mn 的价态为 $+4$ 价

B. 锂电池放电时, 高纯度 LiMn_2O_4 发生氧化反应

C. 制备反应中, 理论上氧化产物与还原产物的物质的量比为 $1:4$

D. 若用碳酸锂代替氢氧化锂, 则会产生三种气体

7. (2025 济南二模, 12) (不定项) 工业上常用 CuSO_4 溶液、氨水和 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液为原料配制浸金液, 浸取金原理如图所示。下列说法错误的是



A. $[\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 中与 Au^+ 配位的 S 原子为 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 中端基 S

B. $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 增强了 Au 的还原性

C. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ 可用作除氧剂

D. 浸取金的总反应为 $\text{Au} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = [\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} + [\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2\text{NH}_3$

第二部分 化学实验

一、化学实验基础

1. (2025 临沂二模, 2) 实验室中下列做法正确的是

- A. 金属钠燃烧起火, 可用小苏打干粉灭火
- B. 蒸馏时忘记加沸石, 应立即打开瓶塞补加
- C. 被水蒸气轻微烫伤, 先用冷水处理再涂上烫伤药膏
- D. 用稀硫酸洗涤并灼烧铂丝后, 再进行焰色试验

2. (2025 青岛二模, 2) 下列实验操作或处理方法错误的是

- A. 蒸馏操作过程中, 发现忘加沸石, 立即停止加热, 待冷却后再加入
- B. 海带提碘实验的萃取操作中, 振荡过程中放气
- C. 配银氨溶液时向 AgNO_3 溶液中加入氨水至沉淀消失, 继续加过量氨水
- D. 未用完的钠、钾、白磷等药品放回原试剂瓶

3. (2025 济南二模, 2) 下列实验室事故处理方法错误的是

- A. 金属钠着火, 迅速用灭火毯覆盖灭火
- B. 苯酚沾到皮肤上, 可用碳酸氢钠溶液清洗
- C. 倾洒的 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 试剂可用 Na_2S 处理, 沉淀物集中收集后再处理
- D. 划伤后应先用药棉清理干净伤口, 然后用双氧水或碘伏擦洗, 创可贴外敷

4. (2025 滨州二模, 3) 下列有关实验安全及操作规范的说法正确的是

- A. 滴定实验时, 滴定管的尖嘴可以接触锥形瓶内壁
- B. 若不慎将浓硫酸溅到皮肤上, 可立即用 3~5% 的 NaHCO_3 溶液冲洗
- C. 开启盛装易挥发液体的试剂瓶前, 需充分振荡
- D. 用水处理废弃药品中含有的少量金属钠

5. (2025 聊城二模, 4) 下列关于实验室安全和试剂保存的叙述错误的是

- A. 做钾与水反应的实验时, 应佩戴护目镜
- B. 苯酚沾到皮肤上, 依次用乙醇、水冲洗
- C. 液溴保存时, 常加少量水进行液封
- D. 蒸馏液体时出现暴沸, 停止加热并立即补加沸石

6. (2025 烟台德州二模, 4) 实验室中为完成以下实验, 除蒸馏水外, 选用的试剂和依次加入顺序均正确的是

- A. 制备乙酸乙酯: 浓硫酸、乙醇、乙酸
- B. 侯氏制碱法制备纯碱: 饱和食盐水、 NH_3 、 CO_2
- C. 验证溴乙烷中存在溴元素: NaOH 溶液、 AgNO_3 溶液
- D. 粗盐提纯: Na_2CO_3 溶液、 BaCl_2 溶液、 NaOH 溶液、盐酸

7. (2025 济宁二模, 5) 下列实验操作或处理方法错误的是

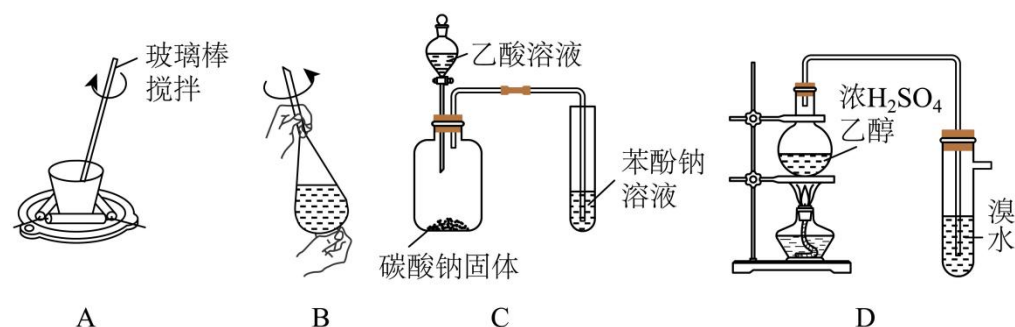
- A. 通过 CuSO_4 溶液可除去 C_2H_2 中的 H_2S 杂质
- B. 用浓氨水溶解试管内壁上的氯化银固体
- C. 实验室取用少量白磷时, 可在水中用小刀进行切割
- D. 用过滤法分离苯和三溴苯酚的混合物

二、实验装置题

1. (2025 济南二模, 4) 下列仪器和操作不能达到实验目的的是

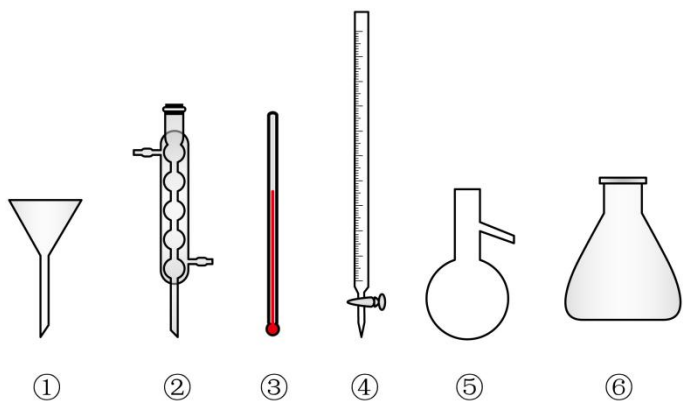
冷水 铁粉和 I_2 的混合物	$0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaCl}$ 溶液 沿烧杯壁向上层清液继续滴加1-2滴
A. 分离铁粉和 I_2	B. 检验 Ag^+ 是否沉淀完全
标准液 洗瓶 蒸馏水 样品溶液	5滴稀硫酸 5mL 20% 蔗糖溶液 热水 10%NaOH 溶液 调到碱性 银氨溶液 热水
C. 滴定终点前用洗瓶冲洗锥形瓶内壁减小误差	D. 检验蔗糖水解产物是否有还原性

2. (2025 潍坊二模, 4) 下列操作或装置能达到实验目的的是



- A. 测定硫酸铜晶体中结晶水含量, 灼烧、冷却
- B. 萃取分液时, 振荡和放气
- C. 验证酸性: 乙酸 > 碳酸 > 苯酚
- D. 实验室制备并检验乙烯

3. (2025 日照二模, 4) 下列玻璃仪器在相应实验中选用合理的是



A. 乙醇制备乙烯：③⑤

B. 反萃取法提取碘单质：②④⑤⑥

C. 提纯混有泥沙的苯甲酸：①②③

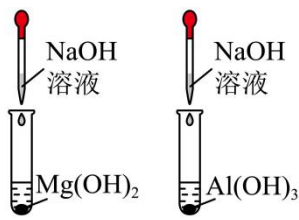
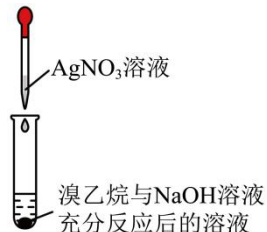
D. 分离二氯甲烷和四氯化碳：②③⑤⑥

4. (2025 临沂二模, 5) 下列实验所选择的装置或仪器正确的是

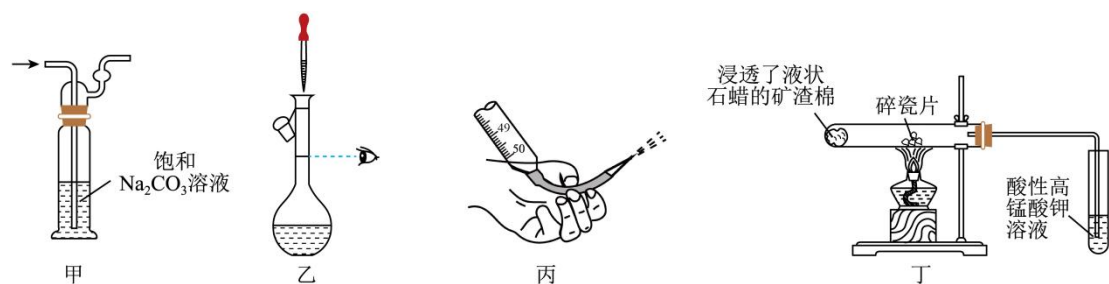
A. 干燥氯气	B. 除去乙醇中的苯酚
C. 实验室制备氨气	D. 配制稀硫酸

5. (2025 菏泽二模, 5) 下列实验中, 利用图中装置能达到实验目的的是

--	--

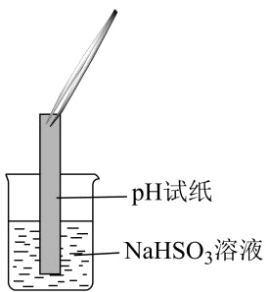
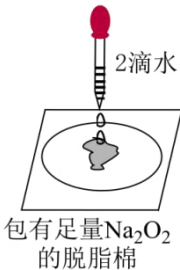
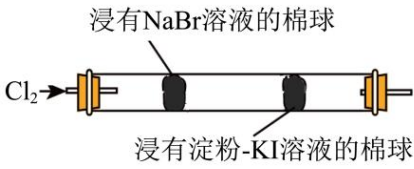
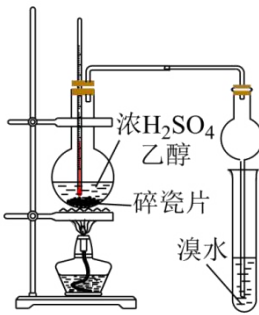
A. 非金属性: $N > C > Si$	B. 实验室制取氨气
	
C. 金属性: $Mg > Al$	D. 检验溴乙烷中的溴元素

6. (2025 青岛二模, 6) 下列实验操作规范且能达到目的的是

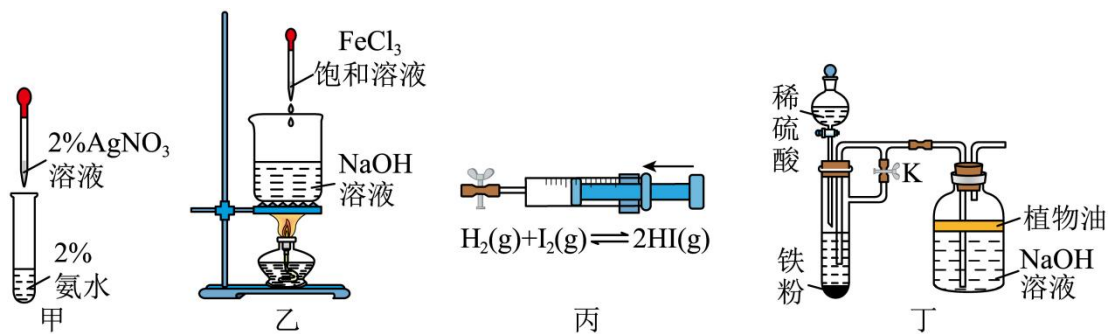


- A. 甲: 除去 CO_2 中的氯化氢
 B. 乙: 配制溶液时的定容操作
 C. 丙: 滴定前排出 $KMnO_4$ 标准液的气泡
 D. 丁: 验证石蜡分解产生了不饱和烃

7. (2025 泰安二模, 6) 下列实验对应的装置或操作正确的是

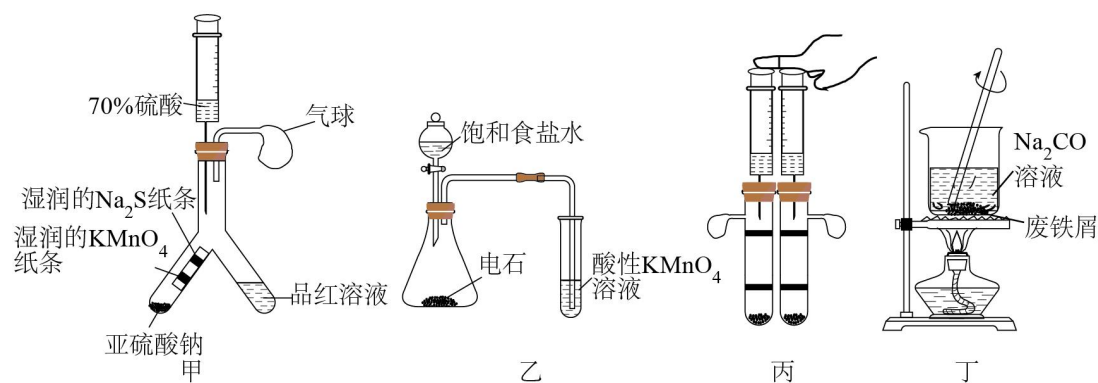
	
A. 测定 $NaHSO_3$ 溶液的 pH	B. 证明 Na_2O_2 与水反应放热
	
C. 证明氧化性: $Cl_2 > Br_2 > I_2$	D. 验证乙烯具有还原性

8. (2025 烟台德州二模, 6) 下列实验原理及装置均正确的是



- A. 甲：配制银氨溶液
B. 乙：制备 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体
C. 丙：探究压强对平衡的影响
D. 丁：制备 $\text{Fe}(\text{OH})_2$

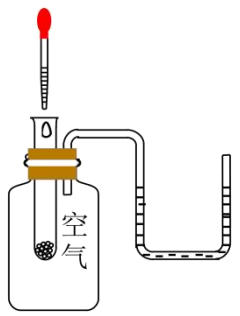
9. (2025 日照二模, 6) 下列实验装置不能达到实验目的的是



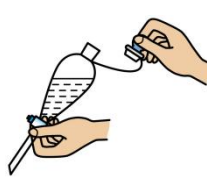
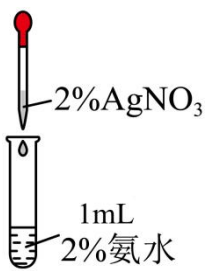
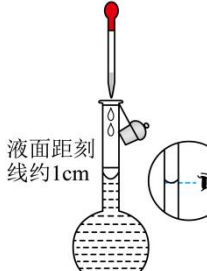
- A. 图甲制备二氧化硫气体并验证其性质
B. 图乙制备并检验乙炔的生成
C. 图丙比较 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 与稀盐酸反应快慢
D. 图丁除去废铁屑表面的油污

10. (2025 济宁二模, 6) 下列实验装置和操作不能达到实验目的的是

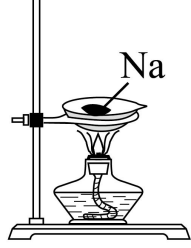
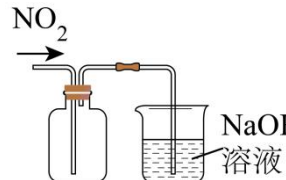
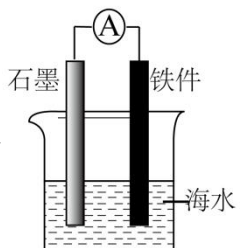
A. 验证淀粉是否完全水解	B. 制备少量干燥的 HCl 气体

	6滴0.1mol/L 醋酸 ↓ 2mL0.1mol/L NaHCO₃溶液
C. 实验开始后, U 形管液面左高右低, 证明该过程吸热	D. 比较相同温度下醋酸与碳酸的 K_a 大小

11. (2025 聊城二模, 7) 下列图示实验中, 操作规范的是

	
A. 熔化纯碱	B. 萃取振荡时放气
	
C. 制备银氨溶液	D. 配制溶液

12. (2025 滨州二模, 7) 下列装置能达到实验目的的是

A. 制备 Na₂O₂ 	B. 收集 NO₂ 
C. 制备乙酸乙酯 	D. 保护铁件 

三、实验表格题

1. (2025 泰安二模, 9) 下列事实对应的解释、性质或用途错误的是

选项	事实	解释、性质或用途
A	向苯和甲苯中分别滴加少量酸性 KMnO_4 溶液, 振荡后, 前者紫红色不变, 后者紫红色褪去	甲基使苯环活化
B	室温下, 将 $50\text{mLCH}_3\text{COOH}$ 与 50mL 苯混合, 混合溶液体积为 101mL	混合过程中削弱了 CH_3COOH 分子间的氢键, 且苯与 CH_3COOH 分子间作用力弱于氢键
C	冠醚可适配不同大小的碱金属离子	冠醚可以做相转移催化剂
D	元素 X 气态基态原子的逐级电离能($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)分别为 738、1451、7733、10540、13630、17995、21703	当它与氯气反应时可能生成的阳离子是 X^{2+}

2. (2025 菏泽二模, 10) 根据下列实验操作及现象, 相应实验结论正确的是

选项	实验操作及现象	实验结论
A	取少量待测溶液, 滴加 NaOH 溶液, 将湿润的红色石蕊试纸置于试管口, 试纸未变蓝	待测液中不含 NH_4^+
B	向淀粉溶液中滴加少量稀硫酸, 微热一段时间后冷却, 滴加碘水后溶液变蓝	淀粉未发生水解
C	室温下, 用 pH 计分别测定 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 溶液的 pH, 其 pH 均为 7	两溶液中水的电离程度相同
D	向盛有少量蒸馏水的试管里滴加两滴 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液, 然后再滴加两滴的硫氰化钾溶液, 振荡, 无明显现象	与 Fe^{3+} 的配位能力: $\text{CN}^- > \text{SCN}^-$

3. (2025 潍坊二模, 11) (不定项) 下列实验操作、现象及结论均正确的是

选项	操作	现象	结论
A	向沸水中逐滴加入 5~6 滴 FeCl_3 饱和溶液, 搅拌煮沸	液体呈透明红褐色	所得液体为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体

B	向脱脂棉中加入几滴 90%硫酸，小火加热，使脱脂棉完全水解，再加入 NaOH 溶液调节至碱性，加入新制氢氧化铜悬浊液，加热煮沸	出现砖红色沉淀	纤维素水解生成葡萄糖
C	向碘的 CCl_4 溶液中加入等体积浓 KI 溶液，振荡、静置	溶液分层，下层由紫红色变为浅粉红色，上层呈棕黄色	碘在浓 KI 溶液中的溶解能力大于在 CCl_4 中的溶解能力
D	用 pH 计测量等浓度的 2-氯丙酸和 2-氟丙酸的 pH 分别为 pH_1 和 pH_2	$\text{pH}_1 > \text{pH}_2$	2-氯丙酸中 O—H 键的极性大于 2-氟丙酸中 O—H 键的极性

4. (2025 日照二模, 11) (不定项) 下列实验操作、现象均正确，且能得到相应实验结论的是

	实验操作	实验现象	实验结论
A	室温下用 pH 计测定 HCOONH_4 溶液的 pH	溶液 $\text{pH} < 7$	$K_a(\text{HCOOH}) > K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$
B	向某钠盐粉末上滴加浓盐酸，将产生的气体通入品红溶液	溶液褪色	该钠盐为 Na_2SO_3 或 NaHSO_3
C	将 2-溴丙烷与氢氧化钠的乙醇溶液共热，再向其中加入少量溴水	溴水褪色	2-溴丙烷发生消去反应
D	向盛有 4 mL $0.01\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 酸性高锰酸钾溶液的两支试管中分别加入 2 mL $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 2 mL $0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 草酸溶液	加入 $0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 草酸溶液的试管中溶液紫色消失更快	其他条件相同，提高反应物浓度，可以加快反应速率

5. (2025 临沂二模, 11) (不定项) 下列根据实验操作和现象得出的结论正确的是

选项	实验操作和现象	结论
A	淀粉-KI 试纸遇 $\text{FeCl}_3 - \text{NH}_4\text{HF}_2$ 的混合液不变色	$[\text{FeF}_6]^{3-}$ 配离子氧化能力较弱
B	将 CH_3OH 和酸性高锰酸钾溶液混合，溶液褪色	CH_3OH 被酸性高锰酸钾溶液氧化为 HCOOH

C	向 K_2CrO_4 溶液中缓慢滴加硫酸, 溶液由黄色变为橙红色	增大 H^+ 浓度, 平衡向生成 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 的方向移动
D	向 Na_2HPO_4 溶液中滴加 AgNO_3 溶液, 出现黄色沉淀 Ag_3PO_4	Na_2HPO_4 发生了水解反应

6. (2025 济宁二模, 11) (不定项) 由下列实验事实或现象不能得出相应结论的是

	事实或现象	结论
A	将 $1\text{mL } 0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeCl}_3$ 溶液与 $2\text{mL } 0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KI}$ 溶液混合, 充分反应后, 滴加 KSCN 溶液, 混合溶液变红	FeCl_3 与 KI 的反应为可逆反应
B	将 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 和 NH_4Cl 固体混合并用玻璃棒快速搅拌, 有刺激性气味的气体产生, 并伴随降温	该反应能发生的主要原因是熵增
C	分别测浓度均为 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 和 NaHCO_3 溶液的 pH , 后者大于前者	$K_h(\text{CH}_3\text{COO}^-) < K_h(\text{HCO}_3^-)$
D	取 4mL 乙醇, 加入 12mL 浓硫酸、少量沸石, 迅速升温至 170°C , 将产生的气体通入 2mL 溴水中, 溴水褪色	实验中有乙烯生成

7. (2025 烟台德州二模, 11) (不定项) 下列对实验现象给出的解释或结论正确的是

	实验操作及现象	解释或结论
A	将 SO_2 通入 FeCl_3 溶液中, 溶液先变为红棕色, 一段时间后又变成浅绿色 $\{[\text{Fe}(\text{SO}_2)_6]^{3+}$ 为红棕色}	体系中的配位反应比氧化还原反应的活化能小, 但氧化还原反应的平衡常数更大
B	将 BaSO_4 固体放在饱和 Na_2CO_3 溶液中浸泡, 过滤、洗涤、干燥后称重, 所得固体质量减小	$K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) > K_{\text{sp}}(\text{BaCO}_3)$
C	用 pH 试纸分别测定相同浓度的 NaHCO_3 溶液和	非金属性: $\text{S} > \text{C}$

	NaHSO ₃ 溶液的 pH，试纸颜色前者比后者深	
D	将 NaOH、无水乙醇、1-溴丁烷和碎瓷片混合加热，并将产生的气体直接通入溴水中，溴水褪色	1-溴丁烷发生了消去反应

8. （2025 聊城二模，12）（不定项）下列实验操作对应的现象及结论均正确的是

选项	实验操作	现象	结论
A	向丙烯醛中滴加溴水	溴水褪色	丙烯醛中含碳碳双键
B	取少量 NaHCO ₃ 固体于试管中，加几滴水，振荡，将温度计插入试剂中	温度计示数升高	NaHCO ₃ 固体溶解放热
C	向 CuSO ₄ 浓溶液中滴加浓 HCl 至过量	溶液由蓝色变为黄绿色	[Cu(H ₂ O) ₄] ²⁺ 转化为[CuCl ₄] ²⁻
D	向盛有碘的 CCl ₄ 溶液的试管中加入等体积的浓 KI 溶液，振荡、静置分层	下层紫红色变浅，上层呈棕黄色	碘在浓 KI 溶液中的溶解度大于在 CCl ₄ 中的溶解度

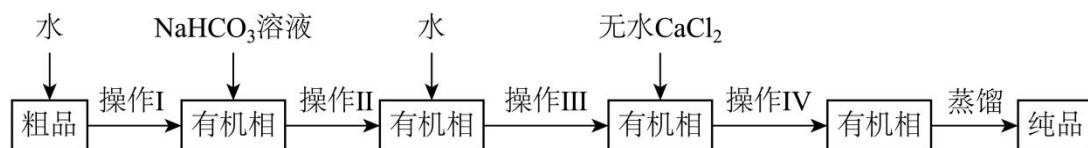
9. （2025 泰安二模，14）（不定项）依据下列实验操作和现象，得出的结论错误的是

选项	实验操作	现象	结论
A	向 2mL0.1mol·L ⁻¹ Na ₂ S 溶液中滴加 0.1mol·L ⁻¹ ZnSO ₄ 溶液至不再有沉淀产生，再滴加几滴 0.1mol·L ⁻¹ CuSO ₄ 溶液	先产生白色沉淀，又出现黑色沉淀	$K_{sp}(\text{ZnS}) > K_{sp}(\text{CuS})$
B	向洁净的铁片上滴加几滴含有酚酞的氯化钠溶液	一段时间后，氯化钠溶液水滴的边缘显浅红	铁发生了吸氧腐蚀
C	灼烧铜丝使其表面变黑，伸入盛有某有机物的试管中	铜丝恢复亮红色	该有机物中有醇羟基
D	向等物质的量浓度的 KF、KSCN 混合溶液中滴加几滴 FeCl ₃ 溶液，振荡	溶液颜色无明显变化	证明结合 Fe ³⁺ 的能力： F ⁻ > SCN ⁻

四、化学实验综合题

1. （2025 临沂二模，7）利用 (CH₃)₃COH 和浓盐酸反应制备 (CH₃)₃CCl，为提纯 (CH₃)₃CCl 粗品，设计如图

路线。

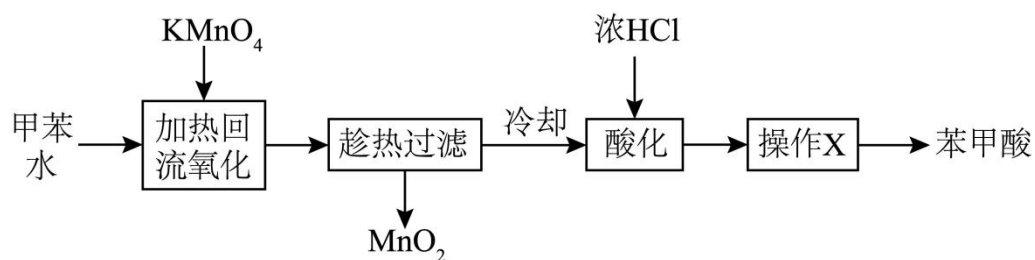


已知： CaCl_2 能与醇形成结晶状化合物。

下列说法正确的是

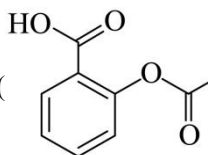
- A. 操作 I、II、III、IV 均相同
- B. 可用 NaOH 溶液代替 NaHCO_3 溶液
- C. 无水 CaCl_2 的作用只是干燥除水
- D. 可用红外光谱仪区分 $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ 和 $(\text{CH}_3)_3\text{CCl}$

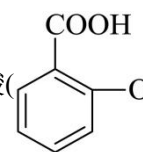
2. (2025 日照二模, 8) 甲苯经高锰酸钾氧化生成苯甲酸钾, 再经酸化可得苯甲酸(微溶于冷水, 易溶于热水, 100°C 左右升华), 实验制备流程如下:

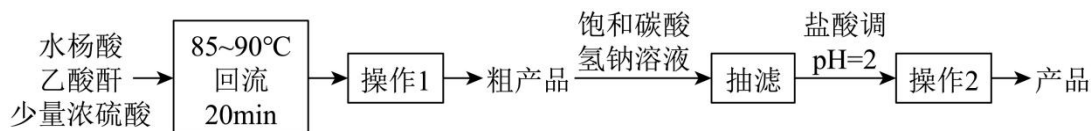


下列说法错误的是

- A. 在甲苯中加入合适的冠醚, 可以加快高锰酸钾氧化甲苯的速率
- B. “加热回流氧化”过程中发生反应的化学方程式为: $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOK} + \text{MnO}_2\downarrow$
- C. 若“趁热过滤”所得滤液仍呈紫色, 可加少量 NaHSO_3 溶液使紫色褪去, 重新过滤
- D. “操作 X”包括过滤、洗涤、低温烘干、重结晶

3. (2025 潍坊二模, 9) 乙酰水杨酸() 是白色晶体, 易溶于有机溶剂, 微溶于水, 在水中

溶解度随温度升高而增大; 受热易分解。通过水杨酸()、乙酸酐 $[(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}]$ 合成及提纯过程如下:



下列说法正确的是

- A. 浓硫酸的作用为催化剂、吸水剂
- B. 操作 1 和操作 2 均包含冷却结晶、过滤
- C. 饱和碳酸氢钠溶液可以用氢氧化钠溶液代替
- D. 盐酸的主要作用是除去碳酸氢钠

4. (2025 青岛二模, 9) 实验室制备并提纯环己烯的流程如图。下列说法正确的是



- A. “操作 1”为萃取分液，有机相由分液漏斗的下口放出
- B. “操作 2”需用到球形冷凝管
- C. 根据能否使酸性高锰酸钾溶液褪色可鉴别 M 和 N
- D. 环己醇与浓硫酸也可通过消去反应制得环己烯

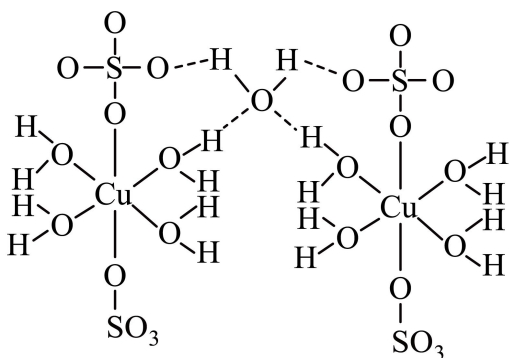
5. (2025 青岛二模, 12) (不定项) 实验 1: 将胆矾(部分结构如图)配成 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 溶液, 取 4mL 溶液逐滴加入 $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 氨水至过量, 加入 8mL 95%乙醇, 并用玻璃棒摩擦试管内壁。

实验 2: 将大小形状相同的铁丝分别浸入相同体积浓度均为 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CuSO_4 溶液和 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 溶液, 表面明显析出红色固体的时间分别为 3min 和 24h。

实验 3: 取 $0.2\text{g Cu}(\text{OH})_2$ 固体, 逐滴加入 $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的氨水, 固体不溶解, 再加入少量 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 固体大部分溶解。

已知: ① $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}(\text{aq}) + 2\text{NH}_4^+(\text{aq}) = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}(\text{aq}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $K = 5 \times 10^2$

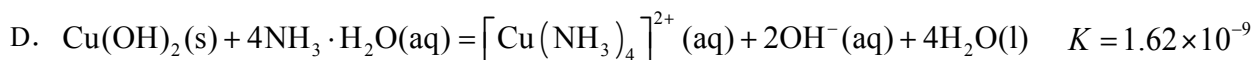
② $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \times 10^{-5}$



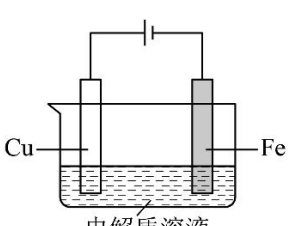
下列说法正确的是

- A. 实验 2 可验证 Cu^{2+} 与 NH_3 形成了配离子
- B. 实验 3 对比实验 1, 说明引入 SO_4^{2-} 可明显促进 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 的生成

C. 实验 3 中 NH_4^+ 明显促进了 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 的生成



6. (2025 滨州二模, 13) (不定项) 利用下图装置进行铁上电镀铜的实验探究。

装置示意图	序号	电解质溶液	实验现象
	①	$0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4 +$ 少量 H_2SO_4	阴极表面有无色气体，一段时间后阴极表面有红色固体，气体减少。经检验，电解质溶液中有 Fe^{2+}
	②	$0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{CuSO}_4 +$ 过量氨水	阴极表面未观察到气体，一段时间后阴极表面有致密红色固体。经检验，电解质溶液中无铁元素

下列说法正确的是

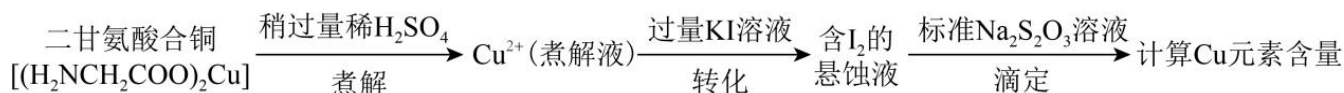
A. ①中气体减少仅是由于溶液中 $c(\text{H}^+)$ 减小

B. 向阴极附近溶液滴加 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液来检验①中的 Fe^{2+}

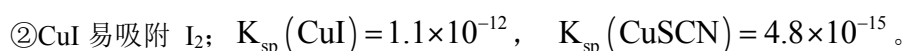
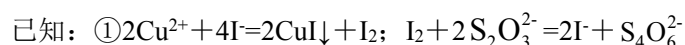
C. ②中随阴极析出 Cu，推测溶液 $c(\text{Cu}^{2+})$ 减小， $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 平衡逆向移动

D. 对比①②可知，适当降低 $c(\text{Cu}^{2+})$ ，电镀效果更好

7. (2025 日照二模, 13) (不定项) 二甘氨酸合铜 $[(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO})_2\text{Cu}]$ 中 Cu 元素含量可按下列步骤测定：



滴定时，加入淀粉溶液作指示剂，用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定至溶液呈浅蓝色，再加入 KSCN 溶液，摇匀，慢慢滴定至滴定终点。



下列说法错误的是

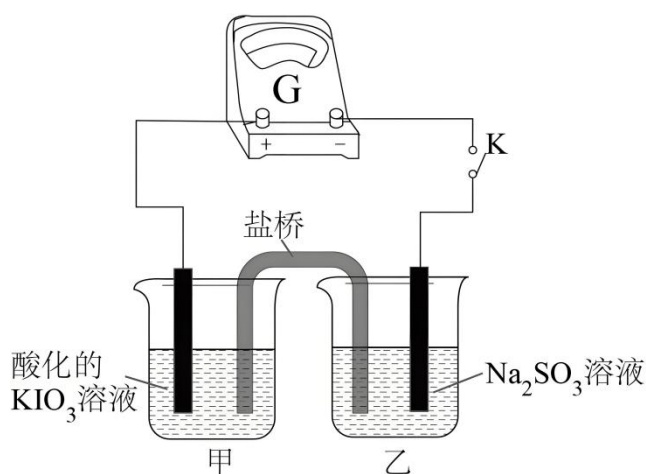
A. 加入过量 H_2SO_4 的目的是尽可能使 $[(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COO})_2\text{Cu}]$ 转化为 Cu^{2+}

B. 加入过量 KI 有利于 Cu^{2+} 的充分还原

C. 滴定时为防止 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 与 H_2SO_4 反应，应先将溶液调至强碱性

D. 滴定终点前未加入 KSCN 溶液，则测得 Cu 元素含量偏高

8. (2025 泰安二模, 13) (不定项) 某小组为探究 Na_2SO_3 溶液和酸性 KIO_3 溶液的反应情况，设计装置如图所示：



I：K 闭合后， $0 \sim t_1$ 秒电流表的指针立即发生偏转，此时从甲池中取溶液于试管中，滴加淀粉溶液，溶液变蓝；直接向甲池滴加淀粉溶液，溶液未变蓝。

II： $t_1 \sim t_2$ 秒，指针回到“0”处，又发生偏转，如此周期性往复多次，一段时间后指针最终归零。

已知： IO_3^- 在酸性溶液能氧化 I^- ，反应为 $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ = 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

下列说法错误的是

A. $0 \sim t_1$ 秒，直接向甲池滴加淀粉溶液未变蓝，说明 Na_2SO_3 溶液和酸性 KIO_3 溶液不能直接生成 I_2

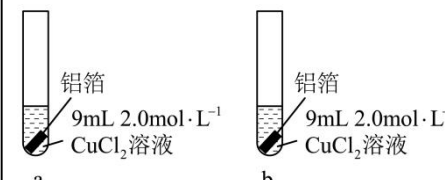
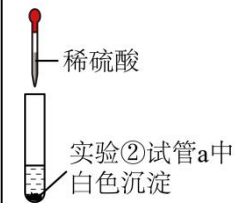
B. $t_1 \sim t_2$ 秒，指针回到“0”处，可能原因是 $\text{IO}_3^- + 5\text{I}^- + 6\text{H}^+ = 3\text{I}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ ， IO_3^- 不再参与电极反应

C. $t_1 \sim t_2$ 秒，又发生偏转可能是 I_2 参与电极反应氧化 SO_3^{2-}

D. 若采用 Na_2SO_3 溶液和碱性 KIO_3 溶液进行上述实验，现象相同

9. (2025 济宁二模, 14) (不定项) 某实验小组用打磨过且相同的铝箔，探究铝与 CuCl_2 溶液在不同条件下的反应

编号	实验	现象
①		有红色沉淀附于铝表面，溶液无色，有气泡生成

②		试管 a 室温：有红色沉淀和大量白色沉淀生成，并伴有气泡生成 试管 b 冰水浴：反应时间足够长，有红色沉淀生成，白色沉淀比试管 a 明显少，并伴有气泡生成
③		生成红色沉淀，溶液呈蓝色
④		形成无色溶液，置于空气中溶液呈蓝色

下列说法错误的是

- A. 无色气体为 H_2 ，红色沉淀为 Cu
- B. 生成白色沉淀的方程式 $Cu(s) + Cu^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) \rightleftharpoons 2CuCl(s) \quad \Delta H < 0$
- C. 实验③证明 $Cu(I)$ 在酸性溶液中可发生歧化反应
- D. 取实验④中的蓝色溶液，加乙醇，可析出蓝色晶体

10. (2025 济南二模, 14) (不定项) 某实验小组探究 $AgNO_3$ 溶液与 $FeSO_4$ 溶液的反应。

实验 1. 将 $2mL 0.04mol \cdot L^{-1} AgNO_3$ 溶液与 $2mL 0.04mol \cdot L^{-1} FeSO_4$ 溶液(调 $pH = 3$)混合后密封。观察到产生灰黑色沉淀，溶液变为黄色。

实验 2. 将 $2mL 0.04mol \cdot L^{-1} NaNO_3$ 溶液与 $2mL 0.04mol \cdot L^{-1} FeSO_4$ 溶液(调 $pH = 3$)混合后密封。逐滴加 $KSCN$ 溶液无明显现象。

实验 3. 取少量实验 1 反应后的上层清液，滴加 1 滴 $KSCN$ 溶液。观察到溶液先变红，稍振荡后红色消失，同时产生白色沉淀。再次滴入 $KSCN$ 溶液，上述现象再次出现。

已知： $AgSCN$ 、 Ag_2SO_4 均为白色沉淀， $K_{sp}(Ag_2SO_4) = 1.4 \times 10^{-5}$ ， $K_{sp}(AgSCN) = 1.0 \times 10^{-12}$ 。

下列说法错误的是

- A. 实验 1 中灰黑色沉淀含 Ag 和 Ag_2SO_4
- B. 实验 2 说明 NO_3^- 在较低的酸度下不能氧化 Fe^{2+}
- C. 实验 3 说明该实验条件下 Fe^{3+} 与 SCN^- 反应比 Ag^+ 与 SCN^- 的反应速率快
- D. 综合上述实验可知 Fe^{3+} 不能氧化 Ag

11. (2025 日照二模, 14) (不定项) 为探究形成配离子对物质还原性的影响，某化学实验小组进行如下实验(配

制溶液所用溶剂水均加热煮沸除氧，实验所用试剂浓度均为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ， I_2 与 KSCN 不反应)。

实验	实验操作及现象
①	向 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液中滴入几滴 KSCN 溶液，溶液不变红色
②	分别取 2 份 FeSO_4 溶液，一份加入几滴 H_2O_2 ，振荡后再加入几滴 KSCN ，溶液变红，继续滴加 H_2O_2 至过量，溶液红色褪去；另一份加入几滴碘水，振荡后再加入几滴 KSCN ，溶液不变红色
③	向 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液加入几滴 FeSO_4 ，振荡无蓝色沉淀生成，再加入几滴碘水振荡，蓝色沉淀生成

已知： Fe^{2+} 与 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 、 Fe^{3+} 与 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 均生成蓝色沉淀。

下列说法错误的是

- A. 由实验①可知 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}+3\text{SCN}^- \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{SCN})_3]+6\text{CN}^-$ 难以发生
- B. 由实验②可知 H_2O_2 可氧化 KSCN
- C. 实验③中 I_2 将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，生成的 Fe^{3+} 与 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 产生蓝色沉淀
- D. 由上述实验可知： $2\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]+\text{H}_2\text{O}_2=2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]+2\text{KOH}$ 可以发生

12. （2025 临沂二模，14）（不定项）为制备纯净的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ，取甲、乙两支试管分别加入 2mL 饱和 CuSO_4 溶液，进行如下实验。

	实验操作及现象
试管甲	逐滴加入 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水至过量，先生成蓝色沉淀，后溶解，溶液变成深蓝色；继续滴加 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液，溶液颜色变浅，有蓝色沉淀生成；倾掉溶液，加入足量浓氨水，沉淀不溶解
试管乙	滴加过量 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液，生成蓝色沉淀；继续滴加 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水至过量，蓝色沉淀开始时没有发生变化，振荡，沉淀减少，溶液变深蓝色

已知：沉淀速率过快时， $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 絮状沉淀易裹挟杂质。

下列说法正确的是

- A. 试管甲实验中存在 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 向 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 的转化
- B. 试管甲实验表明 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 溶于氨水与 NH_4^+ 有关

C. 试管乙实验表明振荡试管可以促进Cu(OH)₂与氨水的反应

D. 上述实验表明，可利用CuSO₄溶液与NaOH溶液反应制备纯净Cu(OH)₂

13. （2025 潍坊二模，14）（不定项）某同学探究EDTA⁴⁻和NH₃与Cu²⁺的配合能力强弱，已知

$2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{Cu}^{2+}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ ，鲁米诺在碱性环境中，可被H₂O₂分解产生的活性氧化并释放蓝色荧光，其反应快慢

决定发光强度与持续时间。进行如下实验：

序 号	0.75% H ₂ O ₂ / mL	鲁米诺溶液(含 Cu ²⁺ 和氨水)/mL	Na ₂ CO ₃ 、NaHCO ₃ 、 NH ₄ HCO ₃ 溶液/mL	EDTA ⁴⁻ 溶 液/mL	蒸馏水 /mL	发光 时间/s	荧光 强度
1	50	50	50	0	0.5	25	强
2	50	50	50	0.5	0	120	弱
3	0	50	50	0.5	x	无	无

下列说法错误的是

A. Na₂CO₃、NaHCO₃、NH₄HCO₃ 作为缓冲溶液，维持溶液碱性环境

B. x = 50

C. 实验 1 和实验 2 中，发光时间越长，说明溶液中发挥催化作用的Cu²⁺浓度越高

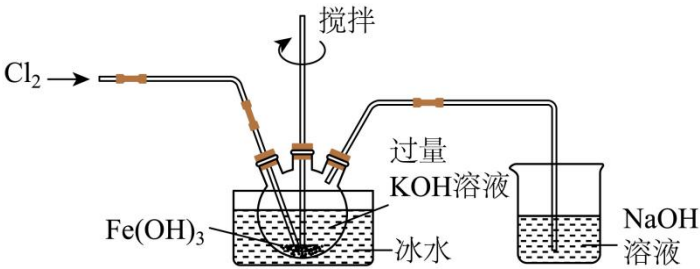
D. 与Cu²⁺配位能力：EDTA⁴⁻ > NH₃

14. （2025 菏泽二模，15）（不定项）已知K₂FeO₄为紫色固体，微溶于KOH溶液；具有强氧化性，在酸性或中

性溶液中快速反应产生O₂，在碱性溶液中较稳定。现利用如下装置(夹持装置略)制备K₂FeO₄，发生反应

$2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{Cl}_2 + 10\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{FeO}_4 + 6\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$ ，并设计以下方案探究K₂FeO₄能否氧化Cl⁻产生Cl₂。

下列说法错误的是



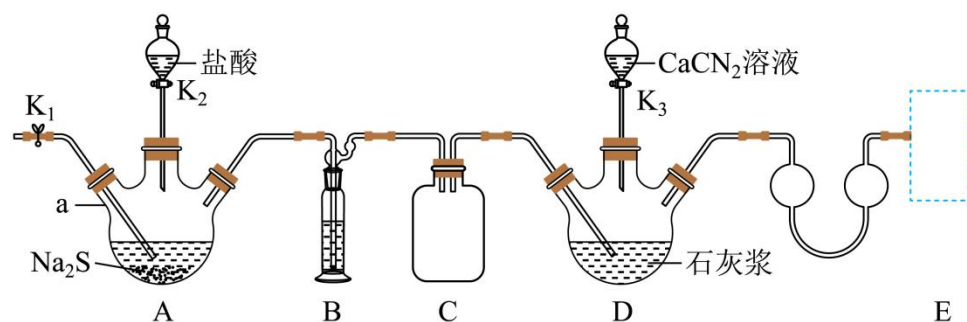
方 案 I	取三颈烧瓶中紫色溶液，加入稀硫酸，产生黄绿色气体，得溶液 a，经检验气体中含有Cl ₂ 。
----------	--

方案 II	取少量溶液 a，滴加 KSCN 溶液至过量，溶液呈红色。
方案 III	用 KOH 溶液充分洗涤三颈烧瓶中所得到固体，再用 KOH 溶液将 K_2FeO_4 溶出，得到紫色溶液 b，取少量 b，滴加盐酸，有 Cl_2 产生。

- A. 方案 I 不能证明 K_2FeO_4 氧化 Cl^- 产生 Cl_2
- B. 由方案 II 知 a 中含 Fe^{3+} 离子，方案 I 与方案 II 结合能证明 K_2FeO_4 氧化 Cl^- 产生 Cl_2
- C. 方案 III 中能证明 K_2FeO_4 氧化 Cl^- 产生 Cl_2 ，但若未充分洗涤，则不能证明
- D. 该实验表明 Cl_2 和 K_2FeO_4 的氧化性强弱受溶液酸碱性影响

五、化学实验综合题（非选择题）

1. (2025 泰安二模, 17) 硫脲 $[CS(NH_2)_2]$ 是一种易溶于水，易被氧化的白色晶体，实验室通过 $Ca(HS)_2$ 与 $CaCN_2$ 反应制备，实验装置如图所示（夹持及加热装置略）。



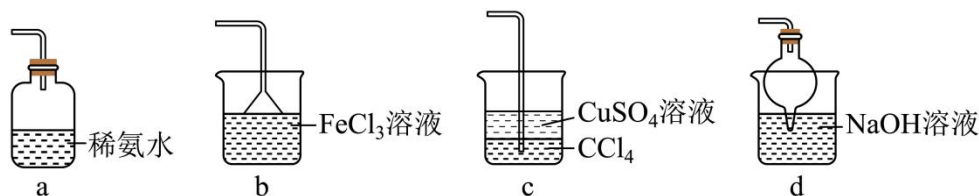
回答下列问题：

(1) 检查装置气密性后加入药品，打开 K_1 ，通入一段时间 N_2 ，然后关闭 K_1 ，打开 K_2 ，待 A 中反应结束后关闭 K_2 ，打开 K_3 ，同时对装置 D 进行水浴加热，在 $80^\circ C$ 条件下合成硫脲，还生成一种碱，则装置 D 中为了保证最大转化率， $Ca(OH)_2$ 与 $CaCN_2$ 的物质的量之比为_____，整个过程中，装置 D 中的实验现象是_____。

(2) 关于该实验，下列说法错误的是_____。

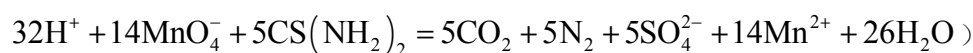
- A. 反应开始前从 K_1 处通入氮气的主要目的是排除装置中的空气
- B. 洗气瓶 B 的作用是除去气体中的 HCl
- C. C 装置是安全瓶，可以防止倒吸
- D. B 中可以用饱和硫化钠溶液除去 HCl

(3) 为了除掉尾气，E 处可以选择的装置为_____。



(4) CaCN_2 中 CN_2^{2-} 的电子式为_____。

(5) 从装置 D 的滤液中分离出的产品中含有少量杂质_____ (写化学式)。称取 mg 产品，加水溶解配成 250mL 溶液，用移液管量取 25mL 于锥形瓶中，滴加一定量的稀硫酸使溶液显酸性，用 $\text{cmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KMnO}_4$ 标准溶液滴定，滴定至终点时消耗 KMnO_4 标准溶液 VmL 。(已知



①样品中硫脲的质量分数为_____ (用含“ m 、 c 、 V ”的式子表示)。

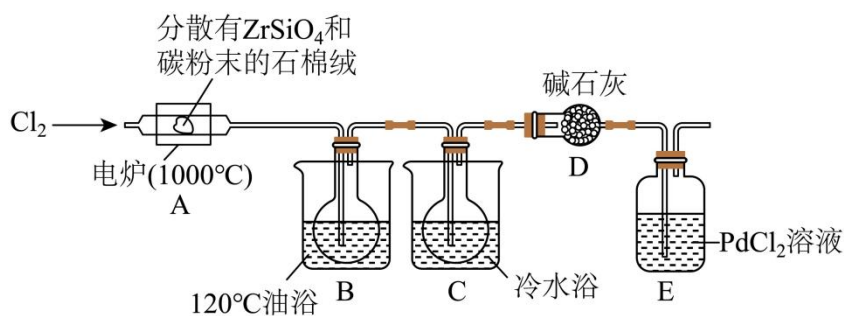
②下列操作使硫脲的质量分数偏高的是_____。

- A. 酸性 KMnO_4 溶液放置过程中部分变质
- B. 量取硫脲溶液的滴定管用蒸馏水洗涤后未用进行润洗
- C. 滴定前盛有 KMnO_4 溶液滴定管的尖嘴无气泡，滴定后滴定管的尖嘴有气泡
- D. 锥形瓶中溶液由无色到粉红色，立即读数

2. (2025 潍坊二模, 17) 锆英砂(主要成分为 ZrSiO_4)是目前生产金属锆和锆化合物的主要原料, 通过直接氯化法

生产 ZrCl_4 , 联产 SiCl_4 , 提高了资源利用效率。副反应为 $\text{C} + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{CCl}_4$ 。实验室模拟直接氯化法进行实验,

并测定 ZrCl_4 产品纯度。实验装置如下(夹持装置略):



已知: 相关物质性质如下表

物质	熔点 $^{\circ}\text{C}$	沸点 $^{\circ}\text{C}$	性质
ZrCl_4	437	/	白色固体, 遇水剧烈水解, 331°C 以上升华

SiCl_4	-70	57.6	无色或淡黄色发烟液体，易水解
CCl_4	-23	76.8	难溶于水

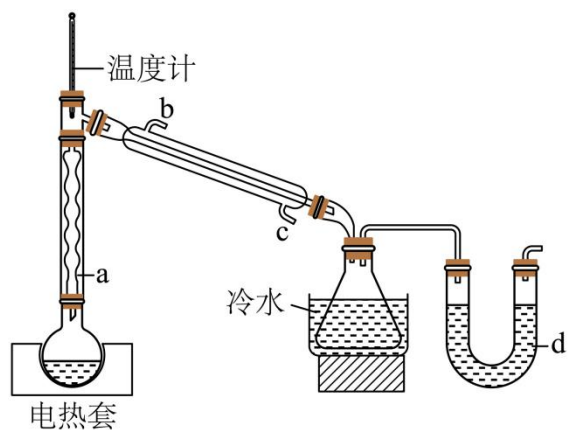
回答下列问题：

I. 制备 ZrCl_4

组装好仪器后，部分实验步骤如下：

①检查装置气密性②装入药品③……④关闭电炉，充分冷却

- (1) 装置 E 的作用为_____。
- (2) 装置 A 中发生反应的化学方程式为_____。
- (3) 步骤③为_____。
- (4) 反应过程中，需要不断加热 A、B 之间的玻璃管，其目的是_____。
- (5) 使用如图装置进一步提纯 C 中产品，获取 SiCl_4 ，下列说法错误的是_____。



- A. 仪器 a 的作用是多次冷凝回流，增强分离效果
- B. 先从 c 通入冷凝水，再打开电热套
- C. 应控制仪器 a 顶端支管口处蒸气温度为 76.8°C 左右
- D. 仪器 d 中盛装的试剂可以选用五氧化二磷

II. 测定 ZrCl_4 的纯度

i. 取 $m\text{g}$ 产品于烧瓶中，通过安全漏斗加入足量蒸馏水，充分反应后过滤、洗涤沉淀，合并滤液、洗涤液及安全漏斗中的液体，转移到容量瓶中配成 100mL 溶液。

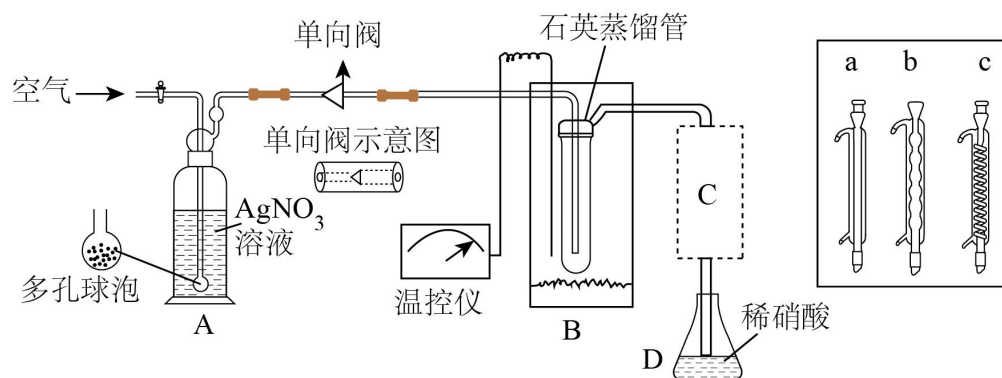


- ii. 取 20.00mL 溶液于锥形瓶中，加入足量 NaOH 溶液；
- iii. 向锥形瓶中加入足量稀硝酸，再加入 $0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液 50.00mL，使 Cl^- 完全沉淀；
- iv. 向其中加入 2mL 硝基苯，用力摇动，使沉淀表面被有机物覆盖；
- v. 加入指示剂，用 $c\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ NH_4SCN 溶液滴定过量 Ag^+ 至终点，记下所用体积为 $V\text{mL}$ 。[已知：

$$K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}, K_{\text{sp}}(\text{AgSCN}) = 1.03 \times 10^{-12}]$$

(6) 安全漏斗的作用为_____。 ZrCl_4 的质量分数=_____(列出算式)。若取消步骤 iv，则 ZrCl_4 的质量分数_____(填“偏大”或“偏小”或“无影响”)。

3. (2025 日照二模，19) 利用“磷酸蒸馏—汞盐滴定法”测定水泥中少量氯离子含量装置如图所示。



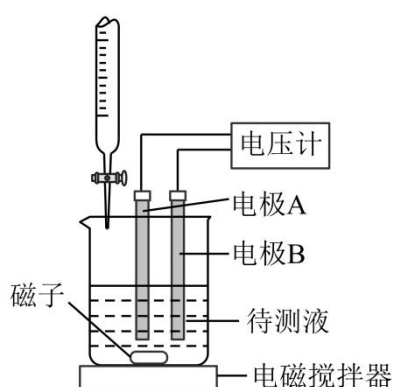
滴定原理： $\text{Hg}^{2+} + 2\text{Cl}^- = \text{HgCl}_2\downarrow$ ； Hg^{2+} 可与二苯偶氮碳酰肼生成桃红色物质。

实验步骤：

- ①加样：准确称 $m\text{g}$ 试样，置于石英蒸馏管中，向其中加入适量 H_2O_2 溶液和磷酸，放入 $250\sim 260^\circ\text{C}$ 蒸馏装置炉膛内。
- ②蒸馏：鼓入空气，蒸馏 10~15min。
- ③滴定：用乙醇冲洗冷凝管及其下端合并于吸收液中，调 pH 至 3.5，加入二苯偶氮碳酰肼指示剂，用 $0.001\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 滴定至终点，记录消耗 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 的体积 $V_1\text{mL}$ 。
- ④按上述步骤进行空白试验，记录所用 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 的体积 $V_0\text{mL}$ 。

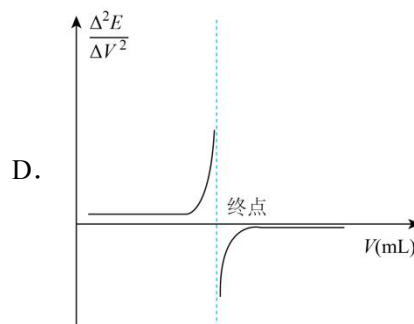
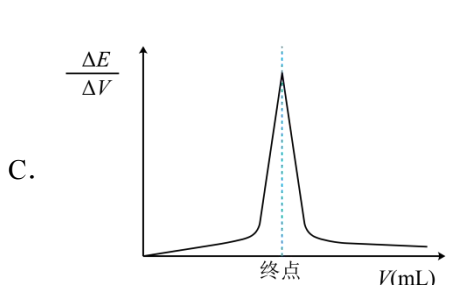
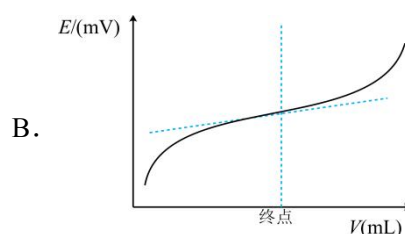
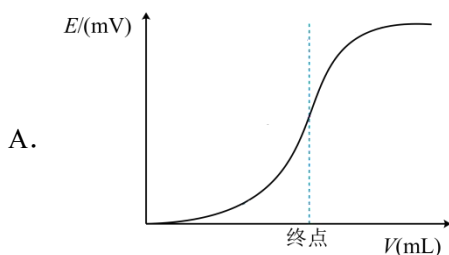
回答下列问题：

- (1) 配制硝酸汞溶液：准确称取 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 固体，溶于_____ (填化学式) 中，再加水稀释到相应浓度。
- (2) 为达到最佳的冷凝效果装置图 C 虚框中未画出的仪器最好选择_____ (填标号)。
- (3) 装置 A 中多孔球泡的作用为_____，图中单向阀的作用为_____。
- (4) 水泥试样中氯离子的质量分数为_____ (用含 m 、 V_1 、 V_0 的代数式表示)。
- (5) 若水泥样品中含有 Na_2S ，其它操作不变，测定结果会_____ (填“偏大”、“偏小”或“不变”)，原因是_____。
- (6) 电位滴定法：水泥预处理得到含 Cl^- 的待测液，用 AgNO_3 标准液滴定，电位滴定装置测量即时电位 E ，并记录 AgNO_3 消耗的体积 V 。



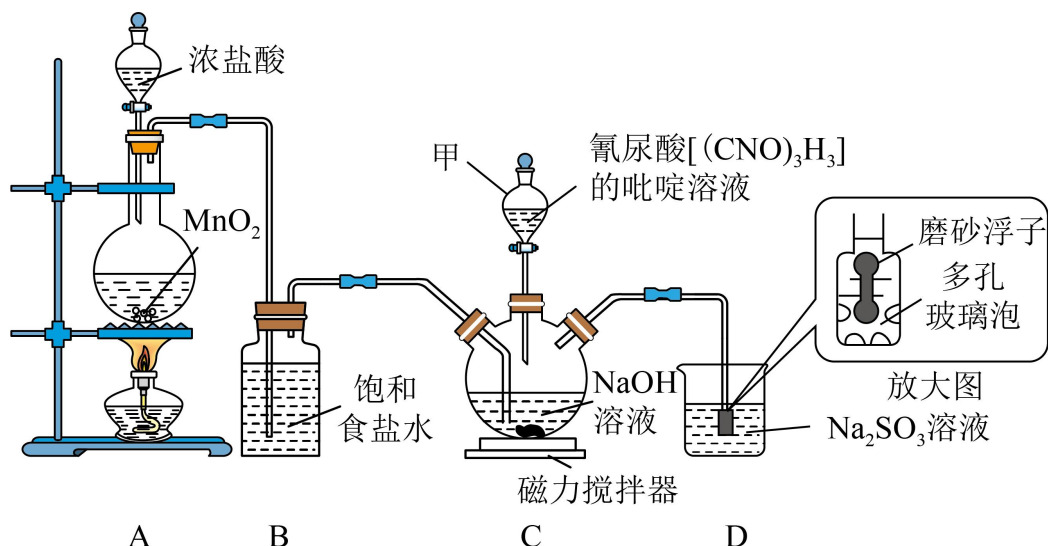
电位滴定仪

下列确认滴定终点图像错误的是_____ (填标号)。



4. (2025 青岛二模, 19) $(\text{CNO})_3\text{Cl}_2\text{Na}$ 俗称优氯特，广泛用于饮用水、公共场所的杀菌消毒。

I. 制备优氯特



已知：pH 在 10~12、温度在 15~25℃时，氰尿酸 $[(\text{CNO})_3\text{H}_3]$ 与次氯酸钠溶液混合，可制得优氯特。

回答下列问题：

(1) 甲的名称为_____。该实验中，下列试剂可以代替饱和食盐水的是_____ (填标号)。

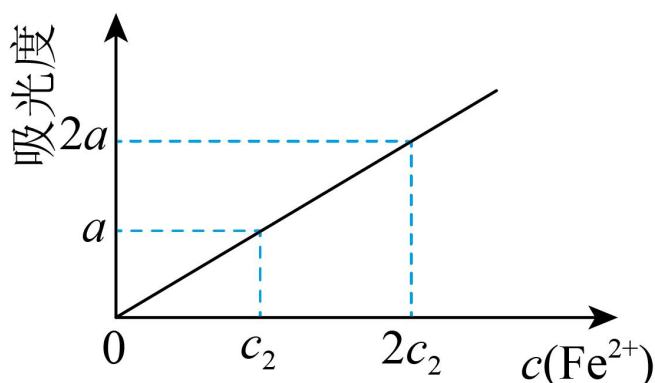
A. 浓 H_2SO_4 B. NaOH 溶液 C. 饱和 NaHCO_3 溶液 D. 30% H_2SO_4

(2) 实验开始向 C 中通入足量氯气将 NaOH 转化为 NaClO ，滴加 $(\text{CNO})_3\text{H}_3$ 的吡啶溶液并搅拌，生成优氯特，化学方程式为_____。反应过程中需持续补充氯气，目的为_____。

(3) D 中多孔玻璃泡内置一密度小于水的磨砂浮子(见放大图)，目的是_____。

II. 测定优氯特的纯度

处理得优氯特粗品，分光光度法测定纯度的过程：取 mg 样品溶于水、加酸使氯原子全部转化为 HClO ，加入 $V_1\text{mL } c_1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{FeSO}_4$ 溶液(过量)，充分反应后，加入适量邻二氮菲使 Fe^{2+} 显色，定容至 100.00mL。测得吸光度为 1.2a。该条件下， Fe^{2+} 浓度与吸光度的关系如图。



(4) 该粗产品的纯度为_____。

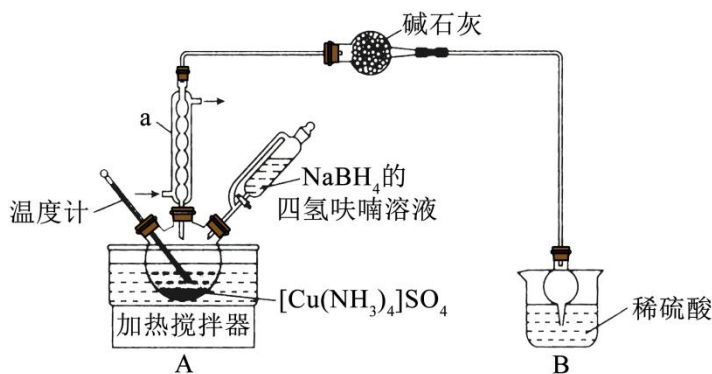
(5) 下列因素会导致纯度测定值偏低的是_____ (填标号)。

A. 样品溶于水时加入酸过少，仅部分氯原子转化为 HClO

B. $c_1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeSO}_4$ 溶液使用前部分被氧化

C. 定容时仰视刻度线

5. (2025 临沂二模, 19) 氨硼烷 (NH_3BH_3) 是一种固体储氢材料。实验室利用 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 和 NaBH_4 制备氨硼烷, 其装置如图所示(夹持装置略)。



实验过程如下:

在三颈烧瓶中加入 $4.56 \text{ g } [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 固体, 将 150 mL 含 0.04 mol NaBH_4 的四氢呋喃溶液缓慢滴入三颈烧瓶中, 保持温度 25°C , 充分反应后, 经一系列操作获得氨硼烷粗产品。

已知电负性: $\text{N} > \text{H} > \text{B}$ 。

回答下列问题:

(1) 仪器 a 的名称为_____; 根据上述实验药品的用量, 三颈烧瓶的最适宜规格为_____(填标号); 装置 B 的作用是_____。

a. 100 mL b. 250 mL c. 500 mL d. 1000 mL

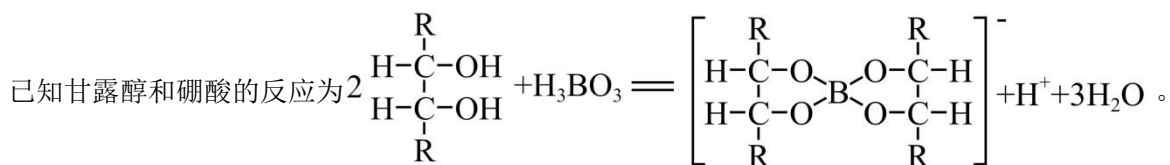
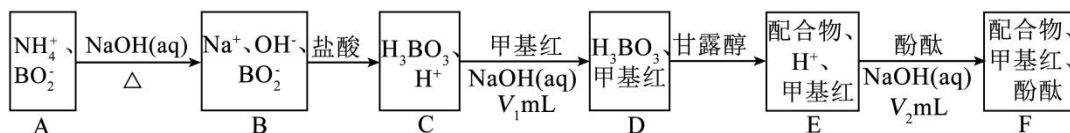
(2) 实验中 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ 与 NaBH_4 恰好完全反应, 同时有两种单质生成, 该反应的化学方程式为_____。

(3) 该装置存在的缺陷是_____。

(4) 产品纯度测定(杂质不反应):

I. 称量 $m \text{ g}$ 产品, 加入水和催化剂, 充分反应后配成 250 mL 溶液。

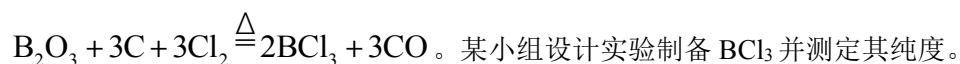
II. 取 25.00 mL 溶液置于锥形瓶中, 按下列流程进行实验。



① $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 的实验过程中, 需要准确滴定 H^+ 的原因是_____。

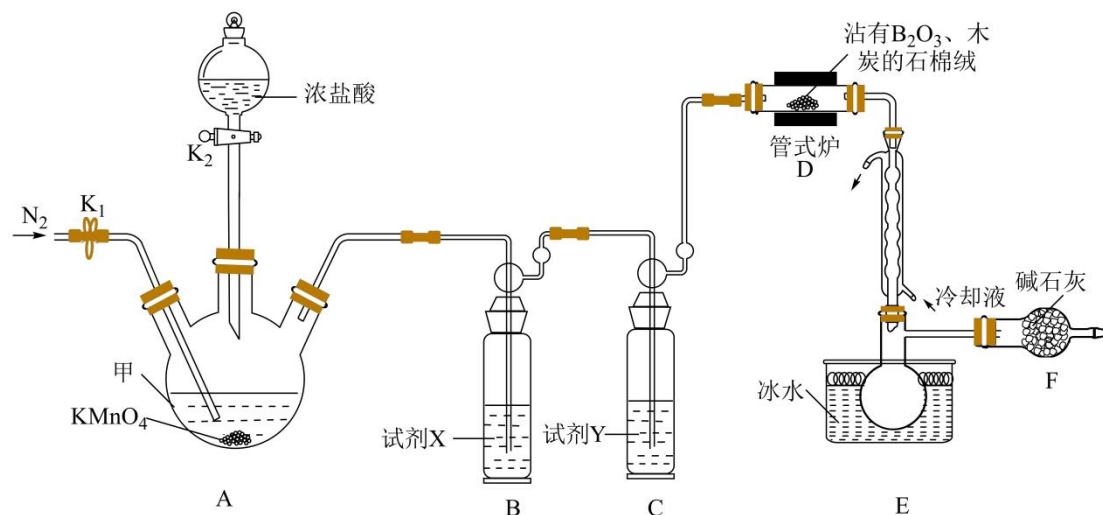
②已知 NaOH 标准溶液的浓度为 $c\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则产品的纯度为_____。

6. (2025 聊城二模, 19) 三氯化硼(BCl_3)可用于金属冶炼、合成催化剂等, 其制备原理为



已知: ①三氯化硼(BCl_3)的熔点为 -107°C , 沸点为 12.5°C , 极易水解; ② $K_{\text{sp}}(\text{AgSCN}) < K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$ 。

I. 利用如图装置制取少量 BCl_3 (夹持装置略):



①连接仪器, 检验装置的气密性, 装入药品; 打开 K_1 , 通一段时间 N_2 ;

②关闭 K_1 , 加入适量浓盐酸, 接通冷凝装置, 加热管式炉;

③待反应结束, 停止加热, 打开 K_1 , 再通一段时间 N_2 。

回答下列问题:

(1) 试剂 Y 为_____, F 处碱石灰的作用是_____。

(2) 判断装置 D 中反应结束的实验现象是_____。

(3) 图示装置存在的缺陷是_____。

II. 测定 BCl_3 产品的纯度。

①准确称取 $w\text{g}$ 产品, 加入蒸馏水, 完全水解, 并配成 250mL 溶液;

②准确量取 25.00mL 溶液于锥形瓶中;

③向其中加入 $V_1\text{mL}$ $c_1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{AgNO}_3$ 溶液, 加入 3mL 硝基苯(密度为 $1.205\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)用力振荡, 使沉淀表面完全覆盖硝基苯;

④滴入 3 滴指示剂溶液, 用 $c_2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KSCN}$ 标准溶液滴定过量的 AgNO_3 溶液, 至滴定终点消耗标准溶液 $V_2\text{mL}$ 。

(4) 步骤④中可以选用_____, 溶液作指示剂, 判断滴定终点的现象是_____。

A. FeCl_3 B. $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ C. $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$

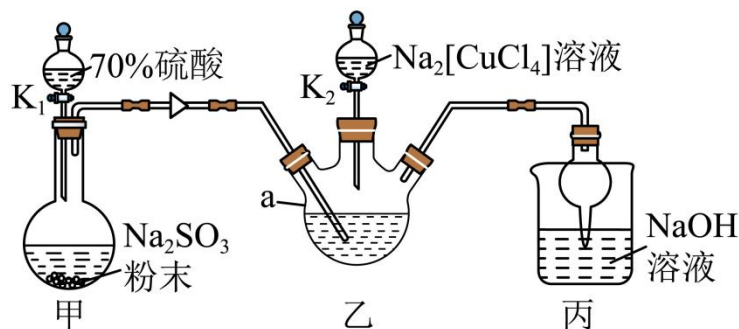
(5) 该产品中 BCl_3 的质量分数为_____%. 下列操作会导致 BCl_3 质量分数的测定值偏大的是_____。

A. 加入硝基苯的量少导致未完全覆盖沉淀表面

B. 盛标准液的滴定管未用 KSCN 标准溶液润洗

C. 滴定管在滴定前无气泡，滴定完成后滴定管尖嘴处有气泡

7. (2025 济宁二模, 18) 氯化亚铜为白色晶体，在空气中易被氧化，微溶于水，不溶于醇。实验室制备氯化亚铜的部分实验装置如图所示(夹持装置略)。



已知: CuCl_4^{2-} 绿色, CuCl_3^{2-} 茶褐色

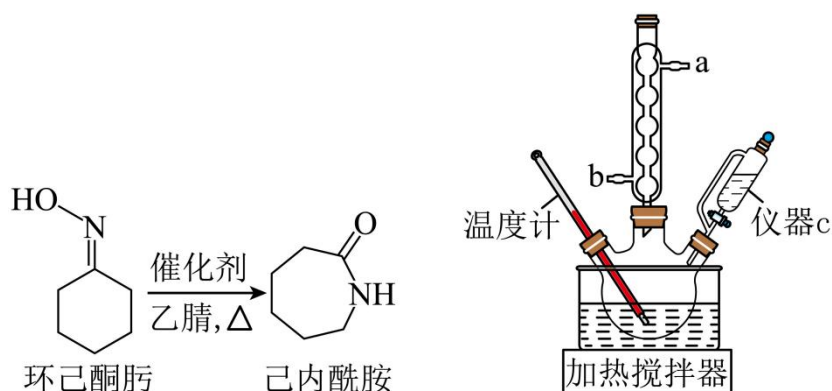
(1) 仪器 a 的名称_____, 装置丙的作用为_____。

(2) 反应开始时, 先打开_____再打开_____ (填 “ K_1 ”、“ K_2 ”); 反应一段时间后, 乙中溶液由绿色变为茶褐色, 发生反应的离子方程式为_____。反应完毕, 将溶液加入至盛有 800mL 蒸馏水的烧杯中, 静置 5 分钟, 析出白色晶体, 过滤、洗涤、干燥, 洗涤晶体时所用试剂的顺序为_____ (填序号)。

① SO_2 饱和水溶液 ②无水乙醇

(3) 称取 ag 氯化亚铜试样, 置于盛有过量氯化铁溶液的 250mL 碘量瓶(一种具塞锥形瓶)中, 盖上瓶塞, 不断摇动, 待试样溶解后, 打开瓶塞, 依次加入 50mL 水、20mL 硫酸溶液和 2 滴二苯胺磺酸钠指示剂, 立即用 $\text{cmol}\cdot\text{L}^{-1}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 标准溶液滴定, 达到终点时颜色由绿色变为浅紫色, 消耗 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液 VmL, 样品的质量分数_____(用含 a、V、c 的式子表示); 若使用普通锥形瓶配制溶液, 测得的质量分数_____(填 “偏大”、“不变”、“偏小”)。

8. (2025 济南二模, 18) 己内酰胺是生产锦纶和尼龙工程塑料的原料单体, 用如下原理及装置制备(夹持装置略)。



已知实验所需物质性质如表格所示:

试剂名称	色态	熔点	溶解性
对甲苯磺酰氯	白色片状结晶	71℃	溶于乙腈和苯

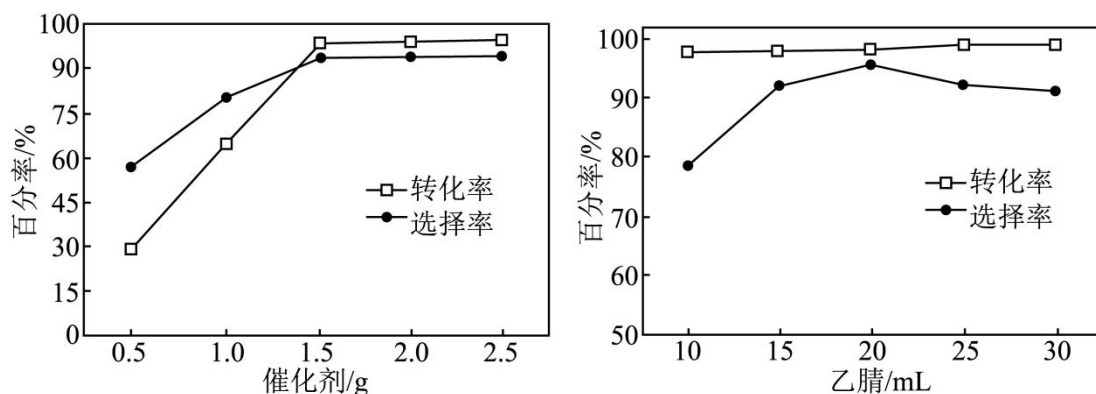
环己酮肟	白色晶体	89℃	溶于水 and 一般有机溶剂
己内酰胺	白色片状固体	70℃	溶于水 and 一般有机溶剂, 有腐蚀性

制备操作：向装有温度计的三口烧瓶中加入 m g $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{SO}_2\text{Cl}$ (对甲苯磺酰氯简称为 TsCl)，磁力搅拌下

滴加 V mL 溶有 2.0g 环己酮肟的乙腈溶液，控温 60°C 反应 2.5 小时。减压蒸馏除去乙腈，加入 20mL 水将黏稠物溶解，再缓慢加入饱和 NaHCO_3 溶液，充分振摇，氯仿萃取，萃取液加入干燥剂振摇后放置澄清，常压蒸出氯仿，减压蒸馏得己内酰胺 1.84g。

回答下列问题

(1) 仪器 c 的名称为_____；对照实验显示催化剂和溶剂用量均能影响原料转化率和选择性如图所示，本实验中需要的对甲苯磺酰氯质量 $m =$ _____ g，乙腈体积 $V =$ _____ mL。



(2) 环己酮肟、溶剂乙腈使用前都需要干燥除水，否则会导致催化剂 TsCl 失活，发生的反应方程式_____。

氯仿萃取合并液可以选用_____作干燥剂(选填“硫酸镁”“碱石灰”或“五氧化二磷”)。

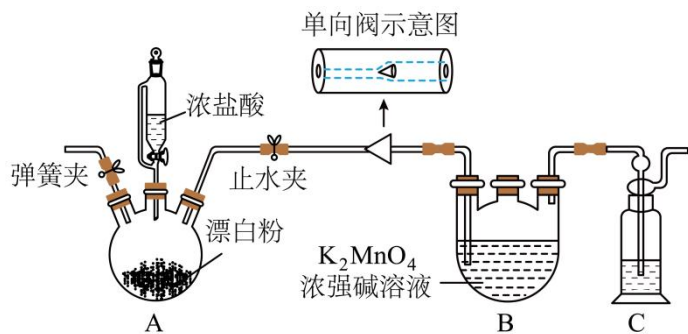
(3) 关于该实验，下列说法错误的是_____ (填标号)。

- A. 氯仿萃取振荡时，分液漏斗下口应倾斜向下
- B. 实施减压蒸馏时，应该先加热后减压
- C. 可通过测定产品熔点定性判断其纯度高低
- D. 需要在通风橱内进行，并且佩戴防护手套

(4) 将硫酸“固定”在分子筛树脂上可得磺酸树脂类催化剂。该类催化剂的优点是_____。

(5) 上述条件下测得环己酮肟转化率为 98.4%，环己酮肟转化为己内酰胺选择性为_____%(保留三位有效数字)。

9. (2025 菏泽二模, 18) 实验室利用 Cl_2 氧化锰酸钾 (K_2MnO_4) 浓强碱溶液制备 KMnO_4 的装置如图所示(夹持装置略)。



已知：① K_2MnO_4 为墨绿色晶体，其水溶液呈深绿色。其在浓的强碱溶液中可稳定存在，碱性减弱时易发生歧化反应；②一些物质在不同温度下的溶解度见下表。

溶解度(g/100g) \ 温度/°C 物质	0	20	40	60	70	80
KCl	27.6	34.0	40.0	45.5	47.2	51.3
KMnO_4	2.83	6.4	12.7	22.2	—	—

回答下列问题：

(1) 制备 KMnO_4 反应的离子方程式为_____。单向阀的作用是_____。当仪器 B 中_____即停止通氯气，反应结束的后续操作为：关闭 A 中恒压滴液漏斗的活塞，_____，拆除装置。

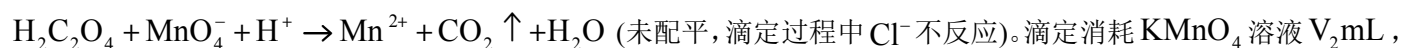
(2) 为了获得杂质较少的 KMnO_4 晶体，从下列选项中选出合理的操作并排序：将装置 B 中的溶液转移至蒸发皿中→_____→干燥→ KMnO_4 晶体(填标号)。

- a. 用少量冰水洗涤 b. 先用冰水洗涤，再用乙醇洗涤
c. 小火蒸发至溶液表面出现晶膜，停止加热 d. 小火蒸发至析出大量晶体，停止加热
e. 趁热过滤 f. 减压过滤 g. 缓慢降温结晶

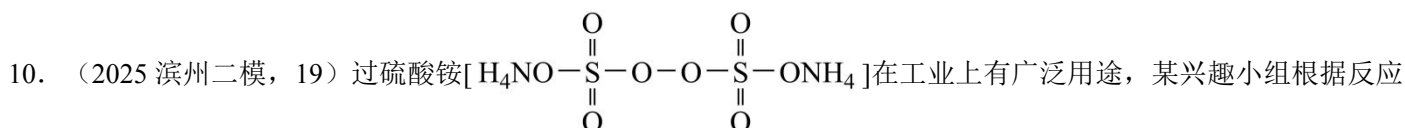
(3) 利用氧化还原滴定法测定高锰酸钾的纯度。

称取 KMnO_4 样品 $m_1\text{g}$ ，配成 $V_1\text{mL}$ 溶液。称取高纯度 $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (摩尔质量为 $134\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) 固体 $m_2\text{g}$ 于锥形瓶中，

加入蒸馏水溶解，再加入少量硫酸酸化，水浴加热至 $75\sim 85^\circ\text{C}$ 。趁热用 KMnO_4 溶液滴定，发生反应：



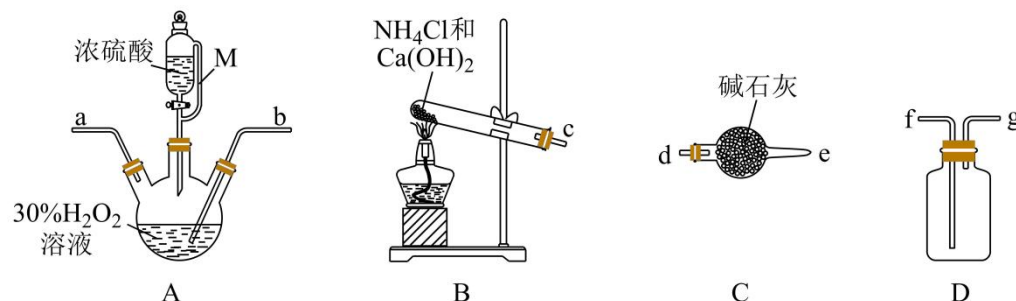
样品中 KMnO_4 (摩尔质量为 $158\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) 的质量分数为_____ (用代数式表示)。若加热温度大于 90°C ，部分草酸发生分解，会导致测得产品纯度_____ (填“偏高”“偏低”或“无影响”)。



$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + 2\text{NH}_3 = (\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 + 2\text{H}_2\text{O}$ 制备 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 粗品。回答下列问题：

(1) $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 中硫元素的化合价为_____。

(2) 制备 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 时，从下列装置中根据需要选择组装。仪器的连接顺序为 $\text{c} \rightarrow$ _____ $\rightarrow$ 尾气处理，D 装置的作用为_____，仪器 M 的名称为_____。



(3) 充分反应后，将 A 中的混合液经一系列操作得到晶体。烘干晶体时，采用减压、低温的原因是_____。

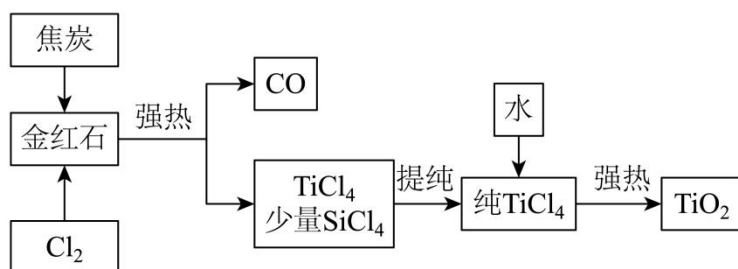
(4) 采用碘量法测定 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 粗品的纯度。

称取 1.500 g 制得的粗品，配成 100.00 mL 溶液。移取 25.00 mL 溶液于锥形瓶中，加入过量 KI 溶液，用标准浓度的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定(发生反应： $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$)，当溶液颜色变浅时加入几滴淀粉溶液，滴定至终点。重复上述滴定操作三次，平均消耗 $0.2000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液 12.50 mL。

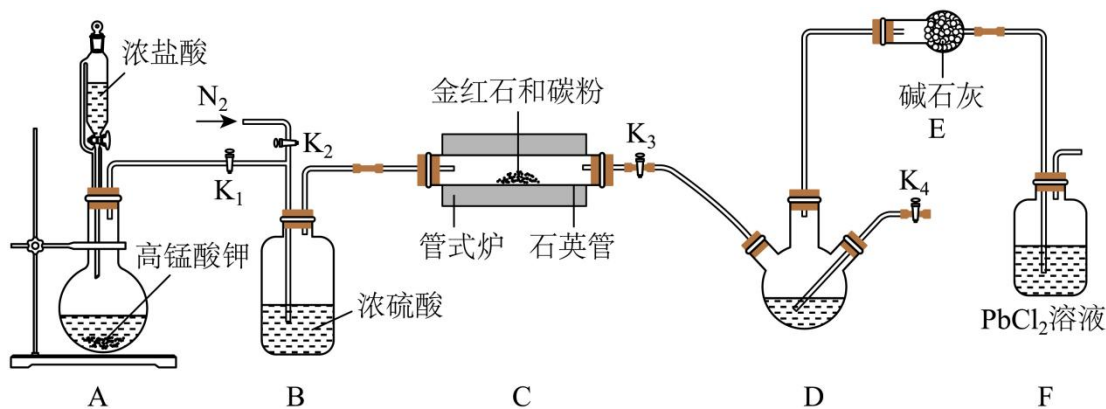
① 滴定终点的现象为_____。

② $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 粗品的纯度为_____ %。若开始滴定前加入淀粉溶液，则所测 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 的纯度_____ (填“偏高”、“偏低”或“无影响”)。

11. (2025 烟台德州二模, 18) 从金红石(主要成分 TiO_2 ，杂质 SiO_2) 中提纯 TiO_2 的工艺流程如下：



根据上述流程某实验小组设计模拟实验装置如下。



已知： SiCl_4 易水解，熔点 -70°C 、沸点 5.6°C ； TiCl_4 易水解，熔点 -25°C 、沸点 136.5°C 。

回答下列问题：

(1) 检查装置气密性后，加入药品，然后关闭_____，打开 K_2 、 K_3 通入 N_2 ，一段时间后，关闭 K_2 ，打开_____，再通入 Cl_2 ，并对管式炉加热。

(2) 管式炉中制备 TiCl_4 的化学方程式为_____。

(3) 制备粗品 TiCl_4 时对装置 D 采用冰水浴，其目的是_____。

(4) 提纯 TiCl_4 的操作名称是_____，提纯后，向 D 装置中加入一定量的水，加热，制备 TiO_2 。

(5) 精确称取 0.1800g TiO_2 样品置于锥形瓶中，加入热的 H_2SO_4 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的混合溶液溶解，冷却，稀释，得到含 TiO^{2+} 的溶液。加入金属铝，将 TiO^{2+} 全部转化为 Ti^{3+} ，加入几滴 KSCN 溶液，用

$0.1000\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液滴定至终点。重复操作 3 次，消耗 $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液的平均值为 20.00mL (已

知： $\text{Ti}^{3+} + \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O} = \text{TiO}^{2+} + \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+$)。

①加入金属铝发生主要反应的离子方程式为_____。

②该滴定实验达到终点的现象为_____，产品中 TiO_2 纯度为_____。

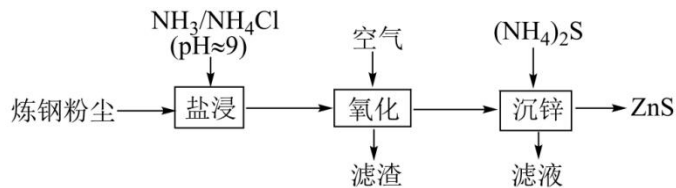
③下列操作可能导致测定纯度的结果偏小的是_____ (填标号)。

- A. 溶解 TiO_2 样品时未完全冷却即进行稀释
- B. 滴定时加入过多的 KSCN 溶液
- C. 滴定前滴定管尖端有气泡，滴定后气泡消失

第三部分 化学工艺流程

一、化学工艺流程题

1. (2025 济南二模, 8) 从炼钢粉尘(主要含 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 和 ZnO)中提取 Zn 的流程如下:

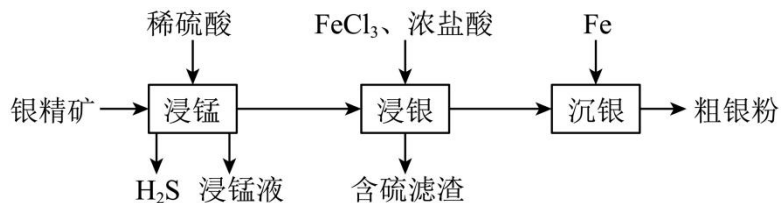


已知: “盐浸”时 ZnO 转化为 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, 仅少量铁元素浸出; $K_{\text{sp}}(\text{ZnS}) = 1.0 \times 10^{-23}$ 。

下列说法正确的是

- A. “盐浸”主要离子反应: $\text{ZnO} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 3\text{H}_2\text{O} + 2\text{OH}^-$
- B. “滤渣”的主要成分为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$
- C. “沉锌”的离子反应: $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{H}_2\text{O} + \text{S}^{2-} = \text{ZnS} \downarrow + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- D. “滤液”可直接循环利用

2. (2025 临沂二模, 9) 以银精矿(主要含 Ag_2S 、 MnS 等)为主要原料提取金属 Ag 的工艺流程如下:

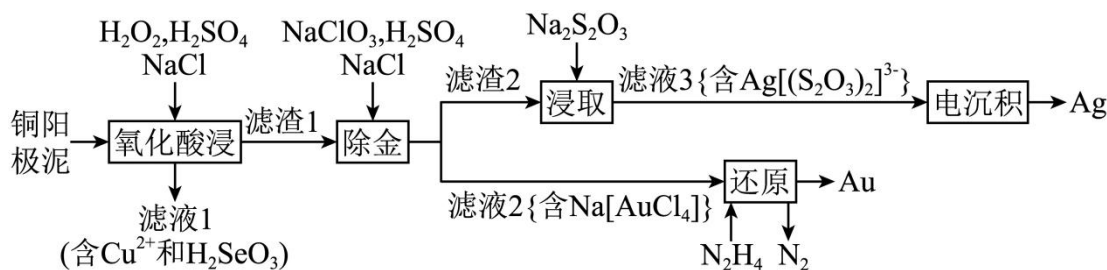


已知: “浸银”时 Ag_2S 转化为 $[\text{AgCl}_2]^-$; $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的溶解度随温度升高而降低。

下列说法错误的是

- A. 由流程可判断 $K_{\text{sp}}(\text{MnS}) > K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{S})$
- B. “浸银”时浓盐酸抑制 Fe^{3+} 水解, 同时将 Ag_2S 转化为 $[\text{AgCl}_2]^-$
- C. “沉银”时主要反应的离子方程式为 $2[\text{AgCl}_2]^- + \text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag} + 4\text{Cl}^-$
- D. 从浸锰液中得到 $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的操作是浓缩结晶、冷却过滤、洗涤和干燥

3. (2025 烟台德州二模, 10) 一种从铜阳极泥(含有 Au 、 Ag_2Se 、 Cu_2Se 等)中分离回收 Au 和 Ag 的工艺流程如下:



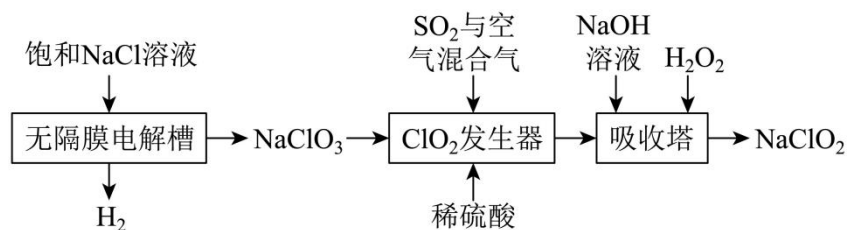
已知：①当某离子的浓度低于 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，可忽略该离子的存在；



下列说法错误的是

- A. “氧化酸浸”时加入适量 NaCl 的目的是使银元素转化为 AgCl 沉淀
- B. “除金”时溶液中 Cl^{-} 浓度不小于 $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- C. “电沉积”完成后阴极区溶液中可循环利用的物质为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$
- D. “还原”中生成的 N_2 、Au 物质的量之比为 3:4

4. (2025 滨州二模, 11) (不定项) 二氧化氯(ClO_2)和亚氯酸钠(NaClO_2)均为重要的含氯消毒剂, 其制备流程如图。

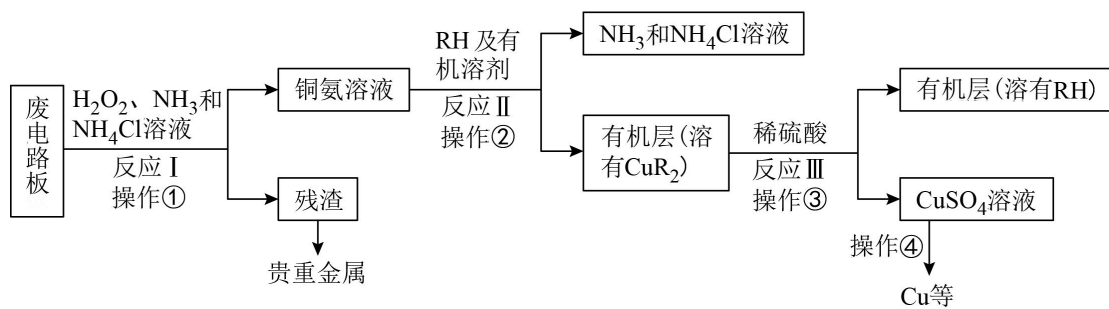


已知：纯 ClO_2 易分解爆炸，一般用稀有气体或空气稀释到 10% 以下以保证安全。

下列说法正确的是

- A. ClO_2 存在大 π 键(π_3^5), 键角: $\text{ClO}_2 < \text{ClO}_2^{-}$
- B. 无隔膜电解槽中, NaClO_3 在阳极产生
- C. ClO_2 发生器中, 鼓入空气的作用是将 NaClO_3 转化成 ClO_2
- D. 理论上, 生成 NaClO_2 与 H_2 的物质的量之比为 1:3

5. (2025 泰安二模, 12) (不定项) 某小组设计如下工艺流程回收废旧印刷电路板中的铜, 下列说法正确的是



A. 反应 I 的离子方程式为: $\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{NH}_4^+ = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

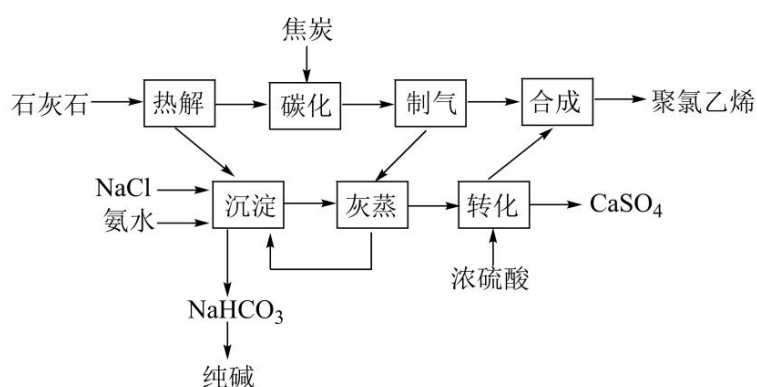
B. 操作③使用的玻璃仪器为烧杯、漏斗、玻璃棒

C. 操作④以石墨为电极材料, 溶液 pH 增大

D. 上述化工流程中可以循环使用的物质有 NH_3 、 NH_4Cl 、RH

6. (2025 菏泽二模, 13) (不定项) 一种纯碱和聚氯乙烯联合生产工艺的流程如图所示, 已知“碳化”过程中发生

反应 $\text{CaO} + 3\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{CaC}_2 + \text{CO} \uparrow$ 。下列有关说法错误的是



A. 聚氯乙烯能发生加成反应

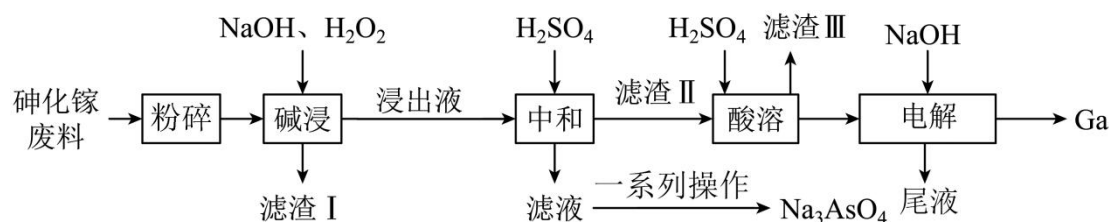
B. “沉淀”反应的离子方程式为 $\text{CO}_2 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Na}^+ = \text{NaHCO}_3 \downarrow + \text{NH}_4^+$

C. “转化”得到的“合成”原料气为 Cl_2

D. “制气”产生的废渣经调制后用于“灰蒸”以回收氨气

二、化学工艺流程题 (非选择题)

1. (2025 泰安二模, 18) 从砷化镓废料 (主要成分为 GaAs , 含 Fe_2O_3 、 SiO_2 和 CaCO_3 等杂质) 中回收镓和砷的工艺流程如下:



已知: $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 是两性氢氧化物。25℃时 $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 的酸式电离常数 $K_a = 1 \times 10^{-12.5}$; $K_{sp}[\text{Ga}(\text{OH})_3] = 1 \times 10^{-35}$

回答下列问题：

(1) 粉碎的目的是_____。

(2) 图 1、图 2 分别为碱浸时温度和浸泡时间对浸出率的影响，根据图中信息确定最佳反应条件为_____；超过 70℃ 浸出率下降的原因可能是_____。

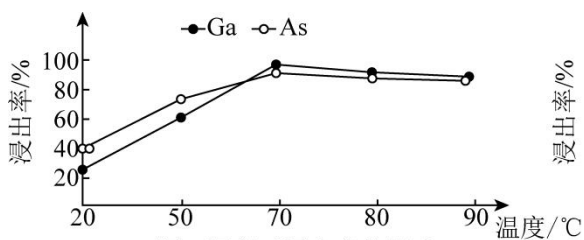


图1 温度对浸出率的影响

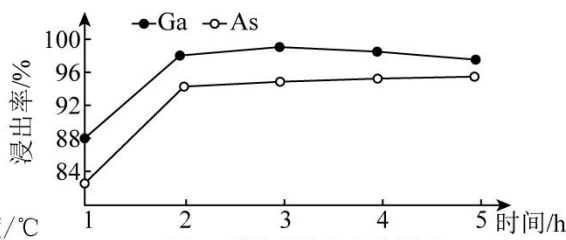


图2 时间对浸出率的影响

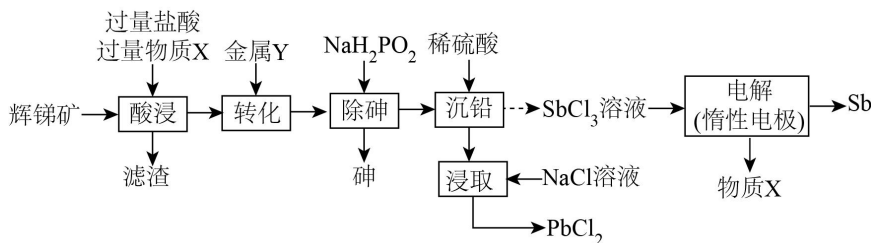
(3) 砷化镓 (GaAs) 在“碱浸”时转化为 $\text{Na}[\text{Ga}(\text{OH})_4]$ 和 Na_3AsO_4 进入溶液，该反应的离子方程式为_____。

(4) 为提高镓的回收率，中和加硫酸调 pH 的范围是_____（溶液中含镓元素的微粒的浓度小于 $1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，认为沉淀完全）。

(5) 滤渣 II 的主要成分是_____。

(6) 酸溶后的滤液中加过量的 NaOH，然后电解，阴极的电极方程式为_____。

2. (2025 潍坊二模, 19) 以辉锑矿(主要成分为 Sb_2S_3 ，还含有 PbS 、 As_2S_5 和 SiO_2 等)为原料制备金属 Sb 和 PbCl_2 的一种工艺流程如下：



已知：①“酸浸”浸出液中含有 SbCl_3 、 PbCl_4^{2-} 、 AsCl_3 等；物质 X、 SbCl_3 、 AsCl_3 均易水解；“酸浸”和“电解”过程无气体放出；

②25℃ 时， $K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4)=2.55 \times 10^{-8}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{PbCl}_2)=1.7 \times 10^{-5}$ 。

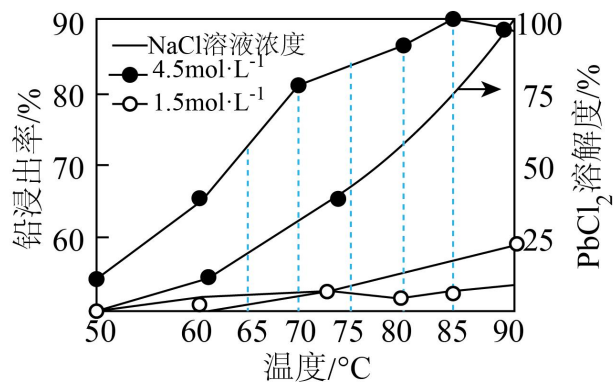
回答下列问题：

(1) “滤渣”的成分是_____ (填化学式)，“酸浸”时需加过量盐酸的目的：①与辉锑矿充分反应；②_____。

(2) 物质 X 是_____ (填化学式)，金属 Y 的作用是_____。

(3) “除砷”时氧化剂与还原剂物质的量之比为 2:3，反应的化学方程式为_____。

(4) “浸取”时温度与 NaCl 溶液的浓度对铅浸出率和 PbCl_2 溶解度的影响如图所示：

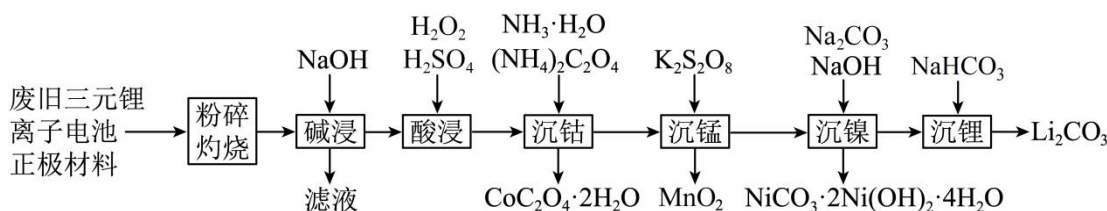


①浸取铅的最合适的条件是_____。

②循环浸取“沉铅”滤渣，向浸取后的溶液中加入适量 BaCl_2 溶液处理后，加水使 NaCl 浓度稀释至 $1.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的目的是_____。

③25°C时， $\text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbCl}_4^{2-}(\text{aq})$ 的平衡常数为 K_1 ，浸取中反应 $\text{PbSO}_4(\text{s}) + 4\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbCl}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$ 的平衡常数 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ (用含 K_1 的代数式表示)。

3. (2025 日照二模, 18) 利用废旧三元锂离子电池正极材料(主要成分为 $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ 、还有铝箔、炭黑、有机粘合剂等)综合回收钴、锰、镍、锂的工艺流程如下图所示:



已知: ① Li_2CO_3 溶解度随温度升高而减小。② Ni^{2+} 、 Mn^{2+} 易与 NH_3 转化为稳定配离子; ③ $K_{\text{sp}}(\text{CoC}_2\text{O}_4) = 10^{-18}$, $K_{\text{sp}}(\text{NiC}_2\text{O}_4) = 10^{-10}$, $K_{\text{sp}}(\text{MnC}_2\text{O}_4) = 10^{-13}$ 。

回答下列问题:

(1) 三元锂废料 $\text{LiNi}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y\text{O}_2$ 中 Ni、Mn 的化合价分别为 +2、+4 价, 若 $x = y = \frac{1}{3}$, 则 Co 元素的化合价为_____。

(2) “碱浸”后的滤液中存在的阴离子有_____ (填化学式)。

(3) “酸浸”后溶液中 Ni^{2+} 、 Co^{2+} 、 Mn^{2+} 的浓度均为 $0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 欲使 Co^{2+} 沉淀完全(离子浓度小于 $10^{-5}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$), 而不沉淀 Ni^{2+} 、 Mn^{2+} 理论上需调节溶液 $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 范围为_____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。实际“沉钴”时, 在加入 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 之前需要先加入一定量氨水, 其目的是_____。

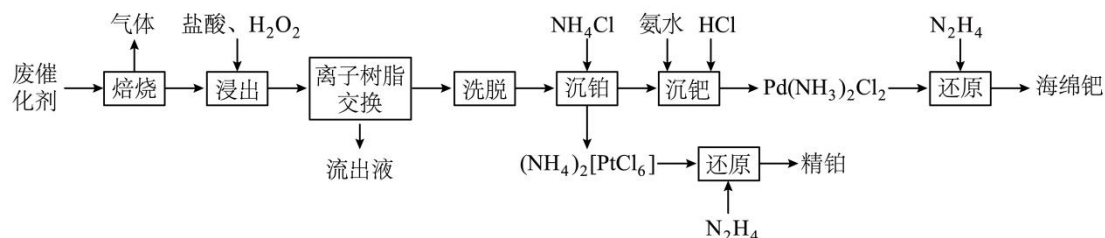
(4) “沉锰”时需要调 $\text{pH}=5$, 此时锰以 Mn^{2+} 形式存在, 加入 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液后, 溶液先变成紫红色, 后紫红色又褪去。则溶液变紫红色发生反应的离子方程式为_____。

(5) “沉锂”时发生反应 $2\text{Li}^+ + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Li}_2\text{CO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{CO}_3$ $K = \underline{\hspace{2cm}}$ (已知 $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{CO}_3) = a$ 、

$K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = b$ 、 $K_{sp}(\text{Li}_2\text{CO}_3) = c$ ，用含 a 、 b 、 c 的代数式表示)。

(6) “沉锂”操作中需升温到 90°C ，原因是①加快反应速率；②_____。

4. (2025 青岛二模, 17) Al_2O_3 载铂钯碳某类汽车废催化剂可成为铂族金属的重要来源，可采用离子交换树脂技术回收利用贵金属。工艺流程如图。



已知：①“浸出”时 Pt 、 Pd 转化为 $[\text{PtCl}_6]^{2-}$ 、 $[\text{PdCl}_4]^{2-}$ 存在于溶液中；“离子树脂交换”只吸附阴离子；②该流程条件下 $K_{sp}[(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6] = 5.76 \times 10^{-6}$ 。

回答下列问题：

(1) “焙烧”的主要目的是_____。

(2) “浸出”时 Pt 发生反应的化学方程式为_____。

(3) “沉铂”时，若 $[\text{PtCl}_6]^{2-}$ 的浓度为 $0.10\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，向溶液中加入等体积 $5.0\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NH_4Cl 溶液，充分反应后，溶液中 $[\text{PtCl}_6]^{2-}$ 浓度为_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

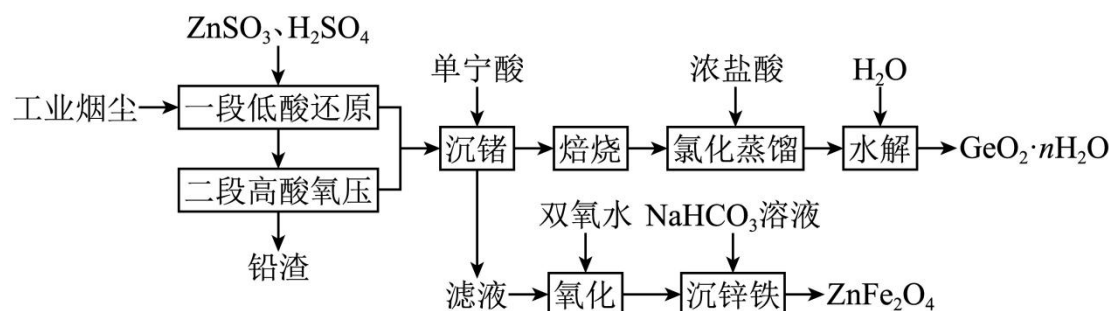
(4) “还原”制备“精铂”时将 $(\text{NH}_4)_2[\text{PtCl}_6]$ 分散于水中，“还原”的离子方程式为_____。

(5) “沉钯”过程为： $\text{H}_2[\text{PdCl}_4] \xrightarrow[\text{氨水}]{\text{过程1}} (\text{NH}_4)_2[\text{PdCl}_4] \xrightarrow[\text{氨水}]{\text{过程2}} [\text{Pd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2 \xrightarrow[\text{盐酸}]{\text{过程3}} \text{Pd}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ 。用平衡移动原理解释“过程3”生成 $\text{Pd}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2$ 的原因_____。

(6) 流程中可循环利用的物质为_____ (写化学式)。

(7) 除去铝元素的操作单元是_____。

5. (2025 临沂二模, 16) 利用工业烟尘(主要成分为 ZnO 、 ZnS 、 PbO 、 GeO_2 、 Fe_2O_3 等)制备 $\text{GeO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 和 ZnFe_2O_4 的流程如下。



已知：该工艺条件下， $K_{sp}(\text{ZnS}) = 2.0 \times 10^{-24}$ ， $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_2] = 1.0 \times 10^{-17}$ ， $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = 1.0 \times 10^{-7}$ ，

$K_{a2}(\text{H}_2\text{S})=1.0\times 10^{-13}$ ； Fe^{3+} 易形成胶体吸附含锆微粒。

回答下列问题：

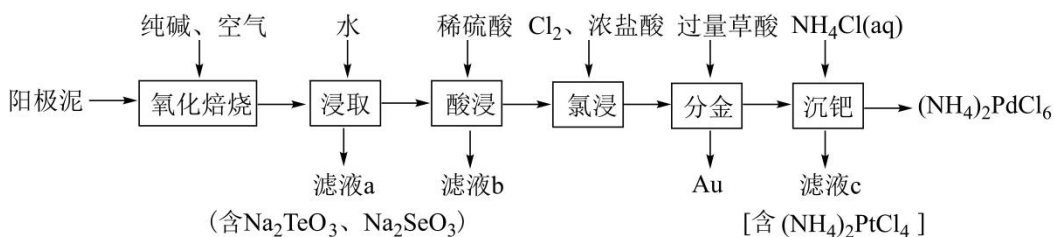
(1) “一段低酸还原”中生成 GeO^{2+} 的离子方程式为_____； ZnSO_3 的作用是_____；酸浓度不宜过大的原因是_____。

(2) “二段高酸氧压”过程中，存在反应 $\text{ZnS}(\text{s}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{aq}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ ，该反应的平衡常数 $K =$ _____，同时通入氧气的目的是_____。

(3) “沉锆”时，若溶液中 $c(\text{Fe}^{2+}) = 0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，为提高锆的纯度，则常温下溶液 pH 的理论最大值为_____；“水解”的另一种产物用水吸收后可循环使用，利用该吸收液的操作单元为_____。

(4) “沉锌铁”过程中，生成 ZnFe_2O_4 的离子方程式为_____。

6. (2025 聊城二模，18) 电解铜的阳极泥中含 PtTe 、 PdSe 、 Pt 、 Pd 、 Au 、 Cu 等物质，以该阳极泥为原料，分离和回收 Au 、 Pt 、 Pd 等金属或其化合物的工艺流程如图所示：



已知：① $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_4$ 易溶于水；② $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{PdCl}_6$ 难溶于水； $K_{\text{sp}}[(\text{NH}_4)_2\text{PdCl}_6]=9.9\times 10^{-8}$ 。

回答下列问题：

(1) Se 在元素周期表中的位置是_____，“氧化焙烧”时，阳极泥中的化合态 Pt 、 Pd 均转化为单质，则 PdSe 发生反应的化学方程式为_____。

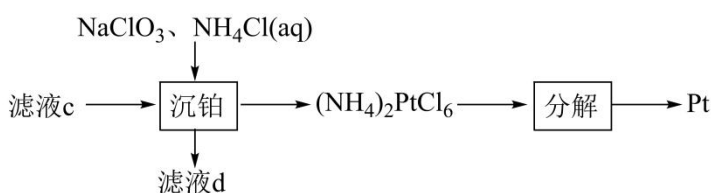
(2) “酸浸”的目的是_____。

(3) “氯浸”工艺中，金属 Pt 、 Pd 、 Au 被氧化为配离子： $[\text{PtCl}_6]^{2-}$ 、 $[\text{PdCl}_6]^{2-}$ 、 $[\text{AuCl}_4]^-$ ，其中 $\text{Pd}\rightarrow[\text{PdCl}_6]^{2-}$ 的反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为_____。

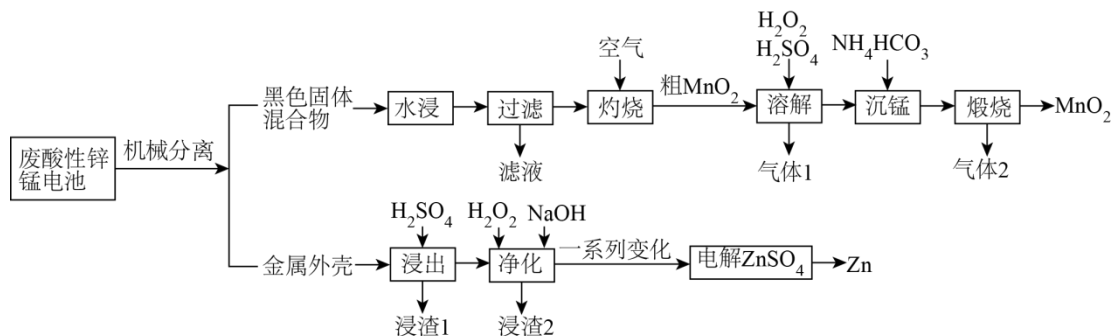
(4) “分金”加入过量草酸的目的：①析出金属 Au ，②_____。

(5) “沉钯”之前，测得溶液中 $c_0\{[\text{PdCl}_6]^{2-}\}=0.2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，加入等体积的 NH_4Cl 溶液充分反应，测得反应后混合液中 $c\{[\text{PdCl}_6]^{2-}\}=1.1\times 10^{-6}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ，则初始加入 NH_4Cl 溶液的浓度约为_____ (忽略溶液混合时的体积变化)。

(6) 利用“滤液 c”可制备 Pt ，工艺流程如图所示。“沉铂”总反应的离子方程式为_____。



7. (2025 济宁二模，19) 旧电池的回收利用成为当前世界各国研究的重要课题，从废旧酸性锌锰电池(主要成份为碳棒、 Zn 、 Fe 、 Cu 、 ZnCl_2 、 NH_4Cl 以及 MnO_2)中回收 Zn 和 MnO_2 的工艺如图所示：



已知： $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{OH}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}(\text{aq})$ 的平衡常数称为稳定平衡常数， $K_{\text{稳}} = 4.5 \times 10^{16}$ ；当离子浓度小于 $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，可认为该离子完全除去。

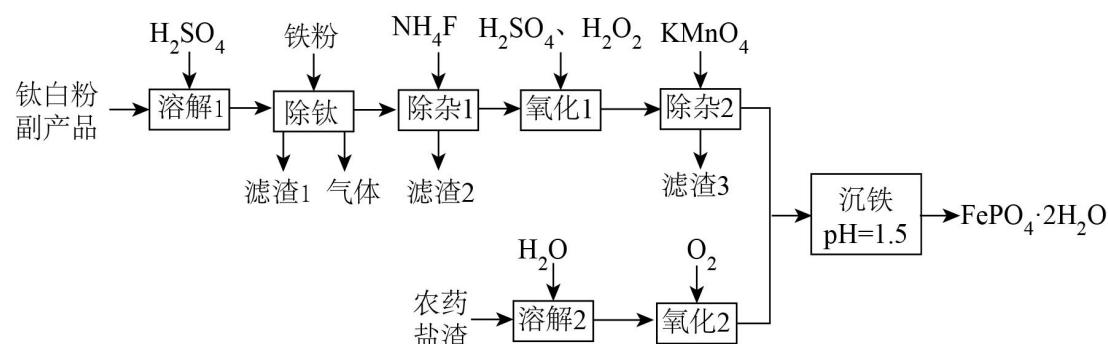
回答以下问题：

- “浸出”时为了加快浸出速率，可采取的措施有_____ (写出一点)。
- “溶解”时加入 H_2O_2 的作用是_____， H_2O_2 的实际消耗量比理论值高的原因_____。
- “沉锰”时，发生反应的离子方程式为_____，“煅烧”时参加反应的气体与生成气体的物质的量之比为_____。
- 已知“浸出”液中 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} 的浓度均为 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，“净化”时，需调节溶液 pH 的合理范围是_____。

化合物	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
K_{sp} 近似值	10^{-17}	10^{-17}	10^{-38}

$\text{Zn}(\text{OH})_2$ 为两性氢氧化物，可与 NaOH 溶液发生反应 $\text{Zn}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{OH}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}(\text{aq})$ ，其平衡常数 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

8. (2025 济南二模，17) 农药氟虫腈生产中的废盐(主要成分为 Na_3PO_4 、 Na_2SO_3 等)与钛白粉副产品(主要成分为 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ，含少量 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 TiOSO_4 、 MgSO_4 、 MnSO_4 等)资源化生产电池级磷酸铁工艺流程如下。



已知：常温下，一些金属氟化物的 K_{sp} 如下表。离子浓度 $c \leq 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 认为离子完全沉淀。

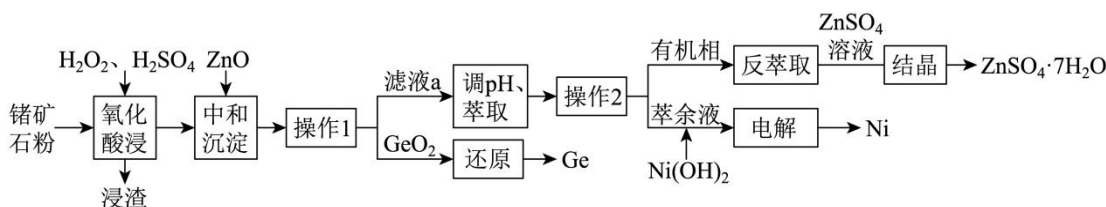
氟化物	FeF_2	MgF_2	MnF_2	FeF_3
K_{sp}				

	2.3×10^{-6}	6.25×10^{-11}	5.2×10^{-3}	6.8×10^{-23}
--	----------------------	------------------------	----------------------	-----------------------

回答下列问题：

- (1) “溶解 1”用 H_2SO_4 溶解比直接加水溶解的优点是_____；铁粉除了可调节体系的 pH，使得 TiO^{2+} 水解以 $\text{TiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 沉淀形式除去外，另一个目的是_____。
- (2) “除杂 1”中除去的离子是_____ (填化学式)；此时剩余 F^- 浓度不低于_____ mol/L。
- (3) “氧化 1”中若使用稀盐酸代替 H_2SO_4 溶液，会导致_____。
- (4) “除杂 2”中理论上氧化剂和还原剂的物质的量之比为_____。
- (5) “氧化 2”缺失会导致 $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 产量降低，原因是_____ (用离子方程式表示)。
- (6) “沉铁”后过滤、洗涤得到 $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，证明晶体洗涤干净的方法是_____。

9. (2025 菏泽二模, 17) 以锗矿石(NiS 、 ZnS 、 GeS_2 ，含 SiO_2 等杂质)为主要原料制备 Ge、Ni 和 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 的工艺流程如下：

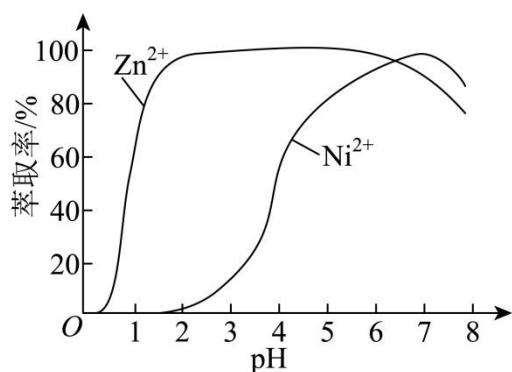


已知：①锗在硫酸中的存在形式： $\text{pH} < 2$ 时主要为 Ge^{4+} ， $2 < \text{pH} < 7$ 时主要为 GeO_2 沉淀；

② Zn^{2+} 和 Ni^{2+} (以 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 计) 开始沉淀的 pH 分别为 6.2 和 6.9，完全沉淀时的 pH 分别为 8.2 和 8.9。

回答下列问题：

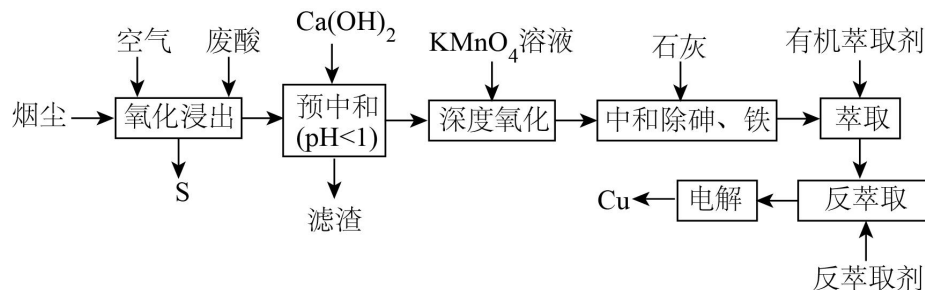
- (1) “氧化酸浸”时，控制溶液 $\text{pH} \approx 1.5$ ，浸渣的主要成分为 SiO_2 和 S，则 GeS_2 反应的离子方程式为_____。
- (2) “操作 2”的名称为_____。有人依据已知②认为可以直接调 pH 分离 Zn^{2+} 和 Ni^{2+} ，以省去有机物使用时可能造成的污染，分析该方法是否正确_____。
- (3) “调 pH、萃取”时，萃取原理为 $\text{M}^{2+}(\text{水相}) + 2\text{HR}(\text{有机相}) \rightleftharpoons \text{MR}_2(\text{有机相}) + 2\text{H}^+(\text{水相})$ 。在硫酸盐溶液中，该萃取剂对某些金属离子的萃取率[萃取率 = $\frac{n_{\text{有机相}}(\text{MR}_2)}{n_{\text{总}}(\text{M})} \times 100\%$]与 pH 的变化关系如图所示。在一定范围内，萃取率升高的原因是_____。已知在 $\text{pH} = 1.8$ 时，达到萃取平衡时， $\frac{c_{\text{有机相}}(\text{ZnR}_2)}{c_{\text{水相}}(\text{Zn}^{2+})} = 48$ 。若在滤液中加入等体积萃取剂进行充分萃取，则 Zn^{2+} 的萃取率为_____% (保留两位有效数字)。



(4) “电解”制备 Ni 时，电解池的阴极电极材料为_____ (填化学式)。电解后的溶液可在工艺中循环使用，利用该电解液的操作单元为_____ (填标号)。

- A. 氧化酸浸 B. 中和沉淀 C. 调节 pH、萃取 D. 反萃取

10. (2025 滨州二模, 18) 工业上利用废酸(主要含 H_2SO_4) 浸出冶炼铜产生的烟尘(含 CuSO_4 、 CuO 、 CuS 、 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 FeS 、 Fe_2O_3 、 As_2O_3 等)，实现了砷的去除(以 FeAsO_4 形式)及铜的回收，达到了以废治废的目的。工艺流程如下：



回答下列问题：

- (1) 氧化浸出时，鼓入空气的主要目的是_____， CuS 参与反应的离子方程式为_____。
- (2) 滤渣的主要成分是_____ (填化学式)。
- (3) 深度氧化中 H_3AsO_3 全部被氧化为 H_3AsO_4 ，该转化的化学反应方程式为_____。
- (4) 在某条件下，中和除砷、铁时，不同的中和终点 pH 条件下，溶液中的砷、铁质量浓度(ρ)及铜、砷、铁的入渣率如下表所示。

中和 终点 pH	$\rho / (\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$		入渣率/%		
	As	Fe	Cu	As	Fe
1.6	4.28	5.37	1.83	51.59	46.12
2.0	0.33	0.26	2.66	94.63	97.05
2.4	0.25	0.15	3.23	95.78	97.35
3.5	0.20	0.16	8.35	97.02	97.84

4.0	0.19	0.14	33.25	97.93	98.25
-----	------	------	-------	-------	-------

结合以上数据判断，中和除砷、铁最佳 pH 范围为_____ (填标号)，请分析原因_____。

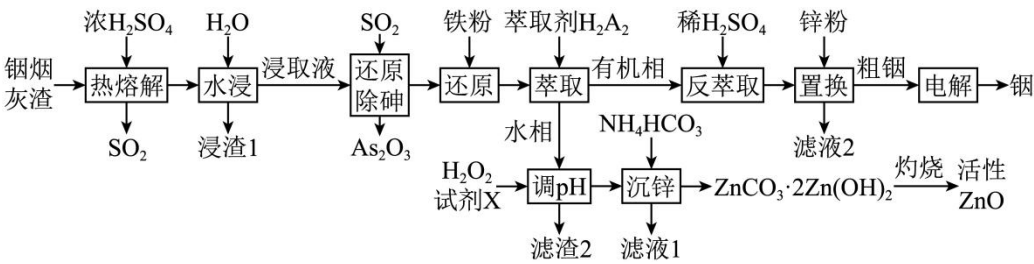
- A. 1.6—1.8 B. 2.0—2.2 C. 3.3—3.5 D. 3.8—4.0

(5) 有机萃取剂用 HR 表示，发生萃取的反应可表示为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{HR} \rightleftharpoons \text{CuR}_2 + 2\text{H}^+$ 。若中和除砷、铁后溶液 $\text{pH} = 2.0$ ， $c(\text{Cu}^{2+}) = 0.055 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，多次萃取后水相中 $c(\text{H}^+)$ 为 $0.11 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则铜的萃取率为_____% (保留两位小数，忽略溶液体积变化)。

(6) 反萃取中，下列说法正确的是_____。

- A. 反萃取剂可选择浓硫酸以提高反萃取率
B. 分液漏斗使用前有两处需检查是否漏液
C. 经几次振荡并放气后，手持分液漏斗静置分层
D. 反萃取后， Cu^{2+} 被转移至水相

11. (2025 烟台德州二模，17) 铜烟灰渣[含 In_2S_3 、 ZnO 、 PbO 、 FeAsO_4 、 SiO_2 等]为主要原料制备 In 和活性 ZnO 的工艺流程如下：



已知：①常温下，一些金属离子开始沉淀与完全沉淀时的 pH：

	Zn^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	In^{3+}
开始沉淀	6.5	6.3	1.5	3.5
完全沉淀	8.5	8.3	2.8	4.8

②在酸性溶液中 H_2A_2 可萃取三价金属离子： $\text{M}^{3+} + 3\text{H}_2\text{A}_2 \rightleftharpoons \text{M}(\text{HA}_2)_3 + 3\text{H}^+$ 。

回答下列问题：

- (1) “热熔解”时生成 In^{3+} 与 SO_2 物质的量之比为_____；“浸渣 1”的主要成分是_____ (填化学式)。
(2) 加入铁粉“还原”的目的是_____；“滤液 2”最好进入_____ (填操作单元)再利用；“电解”时粗铜接直流电源的_____ (填“正极”或“负极”)。
(3) “调 pH”中可选用的试剂 X 为_____ (填标号)；

- A. Zn B. ZnO C. ZnCO_3 D. Fe

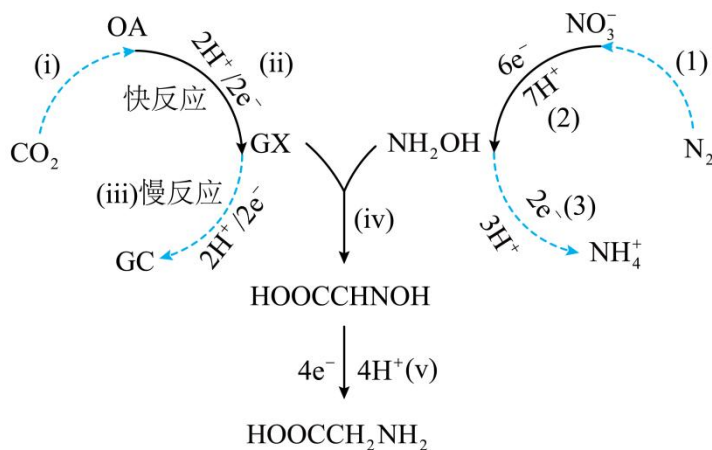
H_2O_2 的使用量远大于理论计算量，可能的原因是_____；pH 应控制的范围是_____。

(4) “沉锌”反应的离子方程式为_____。

第四部分 化学反应原理

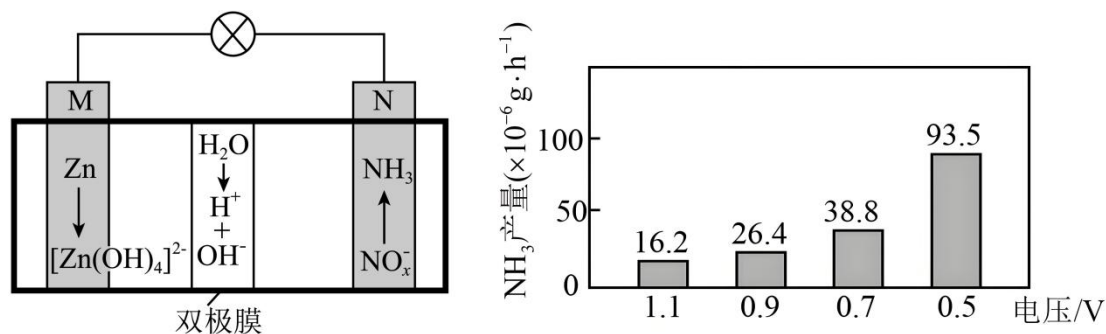
一、电化学

1. (2025 滨州二模, 9) 中国科学院化学研究所韩布兴课题组, 以草酸和硝酸盐为原料(N_2 和 CO_2 分别为氮源和碳源), 实现了电催化 C-N 偶联制备甘氨酸。原理如图(OA 为 $\text{HOOC}-\text{COOH}$, GX 为 $\text{HOOC}-\text{CHO}$, GC 为 $\text{HOOC}-\text{CH}_2\text{OH}$)。下列说法正确的是



- A. 反应 iii 是偶联制备甘氨酸的决速步
 B. 反应 iv 的原子利用率为 100%
 C. $\text{OA} \rightarrow \text{GX}$ 的电极反应式为 $\text{HOOC}-\text{COOH} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{HOOC}-\text{CHO} + \text{H}_2\text{O}$
 D. 甘氨酸在阳极和阴极的中间区域生成

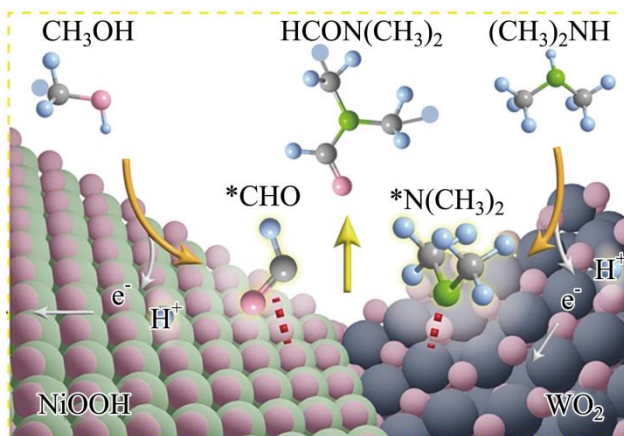
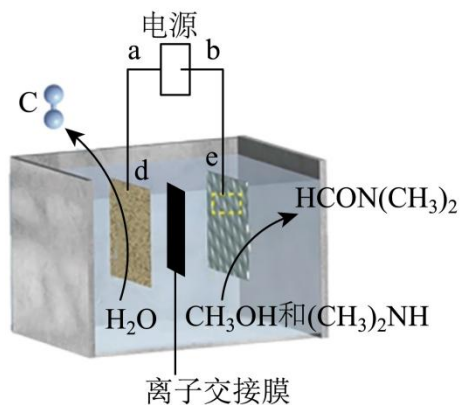
2. (2025 日照二模, 9) 一种 $\text{Zn}-\text{NO}_x^-$ 电池装置及在不同电压下 NH_3 的单位产量如图所示。



已知: 法拉第效率 $\eta(\text{B}) = \frac{n(\text{生成B所需电子})}{n(\text{通过电路的电子})} \times 100\%$ 。下列说法错误的是

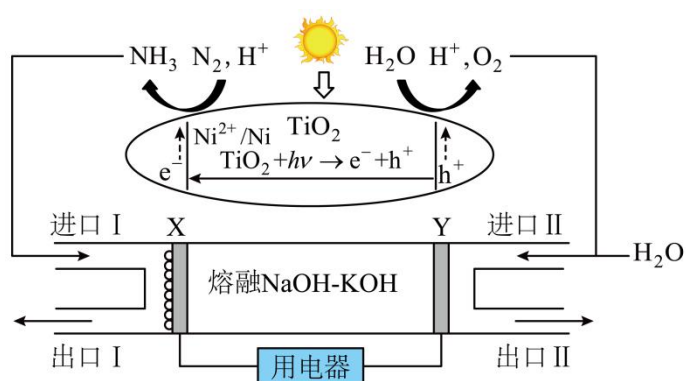
- A. N 极为正极
 B. 电池工作一段时间, M 电极区 pH 变小
 C. $x=3$ 时, N 极电极反应 $\text{NO}_3^- + 8\text{e}^- + 9\text{H}^+ = \text{NH}_3\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
 D. $x=2$ 时, 0.5V 电压放电 10 小时, 外电路中通过 $5.5 \times 10^{-4} \text{ mole}^-$, 法拉第效率为 60%

3. (2025 济南二模, 9) 我国科学家利用 WO_2 和 NiOOH 的协同作用实现了 CH_3OH 和 $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ 电催化合成 $\text{HCON}(\text{CH}_3)_2$, 反应装置及催化机理如图所示。下列说法错误的是



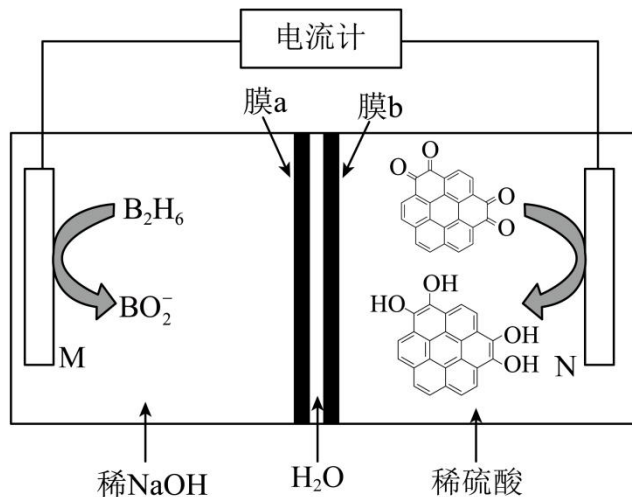
- A. b 为电源正极
- B. 工作一段时间后 e 极附近 pH 减小
- C. CH_3OH 和 $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ 均发生氧化反应
- D. 理论上每生成 1mol 的 C 气体, e 上有 2mol 的 $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ 被氧化

4. (2025 潍坊二模, 10) 氨燃料电池是当前推动绿氢能源化应用的重要研究方向和热点。一种通过光 $h\nu - \text{Ni} : \text{TiO}_2$ 催化合成绿氨联合氨燃料电池的装置如图, 在光照作用下光催化剂被激发产生电子 (e^-) 和空穴 (h^+)。下列说法错误的是



- A. X 极电势低于 Y 极电势
- B. 光催化剂表面发生反应: $2\text{H}_2\text{O} + 4h^+ = 4\text{H}^+ + \text{O}_2$
- C. X 极的电极反应式是 $2\text{NH}_3 + 6\text{OH}^- - 6e^- = \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- D. 每产生 5.6L (标准状况) NH_3 , 光催化装置生成 $1.5\text{mol} h^+$

5. (2025 菏泽二模, 11) (不定项) 我国科学家发现, 利用如图所示的电池装置可将邻苯二酐类物质转化为邻苯二酚类物质, 已知双极膜(膜 a、膜 b)中间层中的 H_2O 可解离为 H^+ 和 OH^- 。下列说法正确的是



A. 电池工作时，电流方向为电极 M→电流计→N→膜 b→膜 a→电极 M

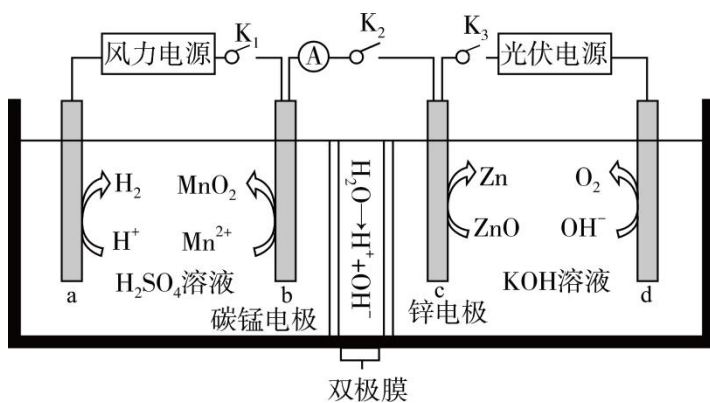
B. N 极电极反应式为：

$$\text{C}_{10}\text{H}_6\text{O}_4 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = \text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_4$$

C. 若消耗 $0.1\text{mol B}_2\text{H}_6$ ，理论上有 0.6mol H^+ 透过膜 b

D. 工作一段时间后，装置中需要补充 H_2SO_4 和 NaOH

6. (2025 泰安二模, 11) (不定项) 一种适应可再生能源波动性的电化学装置原理如图所示。当闭合 K_1 和 K_3 、打开 K_2 时，装置处于充电状态；当打开 K_1 和 K_3 、闭合 K_2 时，装置处于放电状态。放电状态时，双极膜中间层中的 H_2O 解离为 H^+ 和 OH^- 并分别向两侧迁移。下列说法错误的是



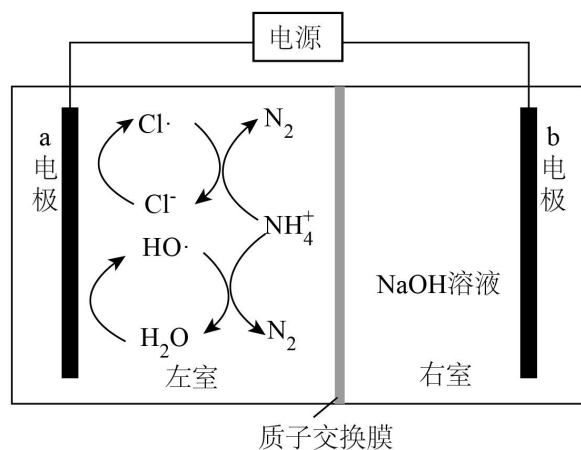
A. 充电时碳锰电极 b 为阳极

B. 充电时 d 电极发生的反应为 $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$

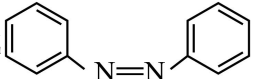
C. 放电时每消耗 1mol MnO_2 ，理论上有 2mol OH^- 由双极膜向 b 电极迁移

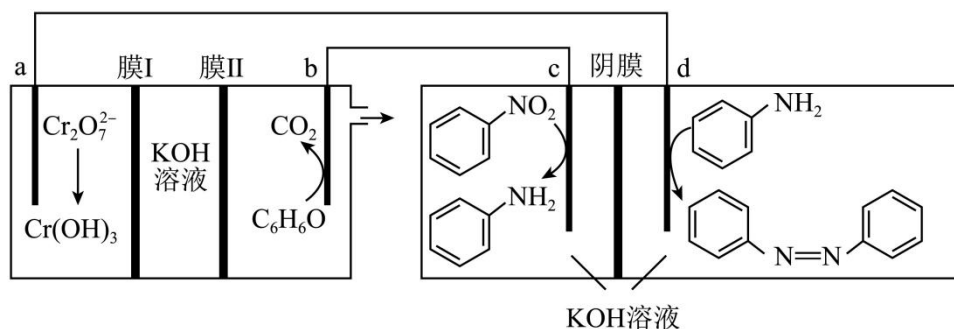
D. 该电化学装置运行过程中需要补充 H_2SO_4 和 KOH 溶液

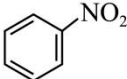
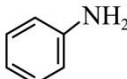
7. (2025 临沂二模, 13) (不定项) 一种电化学处理氨氮污染废水的装置如图所示。已知： $\text{Cl}\cdot$ 与 $\text{HO}\cdot$ 为自由基，自由基之间结合生成的分子也可将 NH_4^+ 氧化为 N_2 。下列说法正确的是



- A. 电极电势：a 电极 < b 电极
- B. 自由基 $\text{HO}\cdot$ 氧化 NH_4^+ 的离子方程式为 $6\text{HO}\cdot + 2\text{NH}_4^+ = \text{N}_2 + 2\text{H}^+ + 6\text{H}_2\text{O}$
- C. 相同数目的自由基结合生成的分子不同，标准状况下产生 N_2 的体积不同
- D. 左室溶液 pH 下降，说明参加反应的 Cl^- 数目大于 H_2O 数目

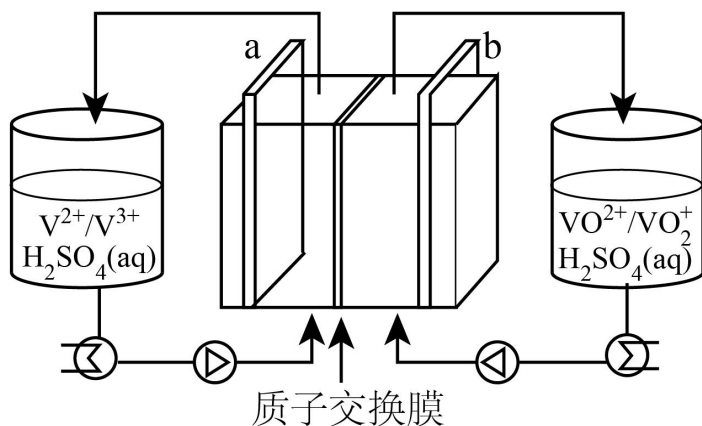
8. (2025 烟台德州二模, 13) (不定项) 我国科学家设计了一套电化学装置，能够同时实现苯酚的无害化处理和电催化合成 ，其工作原理如图。下列说法错误的是



- A. 膜 I 为阳离子交换膜
- B. 电子由 d 经外电路移动到 a
- C. c 极的电极反应为  + 4e⁻ + 2H₂O = 4OH⁻ + 
- D.

b 极区每消耗 1mol 苯酚，可合成 7mol 

9. (2025 济宁二模, 13) (不定项) 金属 Bi 对全钒液流电池负极有催化作用，放电时负极反应分两步进行，其中一步为 $x\text{V}^{2+} + x\text{H}^+ + \text{Bi} = \text{BiH}_x + x\text{V}^{3+}$ ，电池工作原理如图所示，下列有关说法正确的是



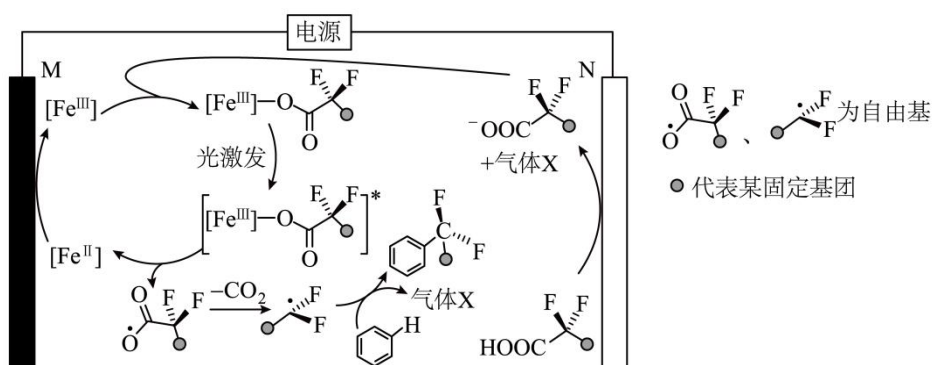
A. 放电时另一步负极电极反应式： $\text{BiH}_x - xe^- = x\text{H}^+ + \text{Bi}$

B. 充电时 a 极的电极电势大于 b 极

C. 放电过程中转移 $1\text{mol}e^-$ ，正极区 H^+ 减少 1mol

D. 充电时，b 极区 H_2O 的物质的量增大

10. (2025 青岛二模, 13) (不定项) 以下装置可实现氟烷基化反应, 原理如图。下列说法错误的是



A. M 连接电源的正极

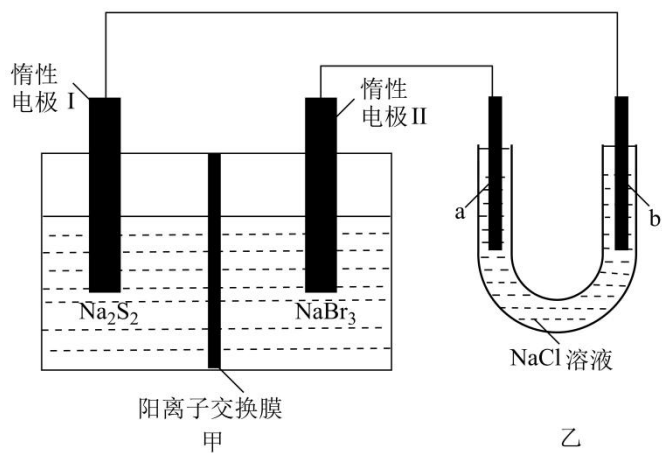
B. 体系中 $[\text{Fe}^{\text{II}}]$ 和 $[\text{Fe}^{\text{III}}]$ 的相互转化起催化作用

C. 理论上, 电路中通过 $1\text{mol}e^-$ 产生 2mol 气体 X

D. N 极电极反应式可表示为: $2 \text{HOOC}-\text{C}(\text{F})_2-\text{R} + 2e^- = \text{H}_2 \uparrow + 2 \text{COO}^--\text{C}(\text{F})_2-\text{R}$

11. (2025 聊城二模, 14) (不定项) 利用下图装置制备 $\text{Fe}(\text{OH})_2$, 甲装置的工作原理为

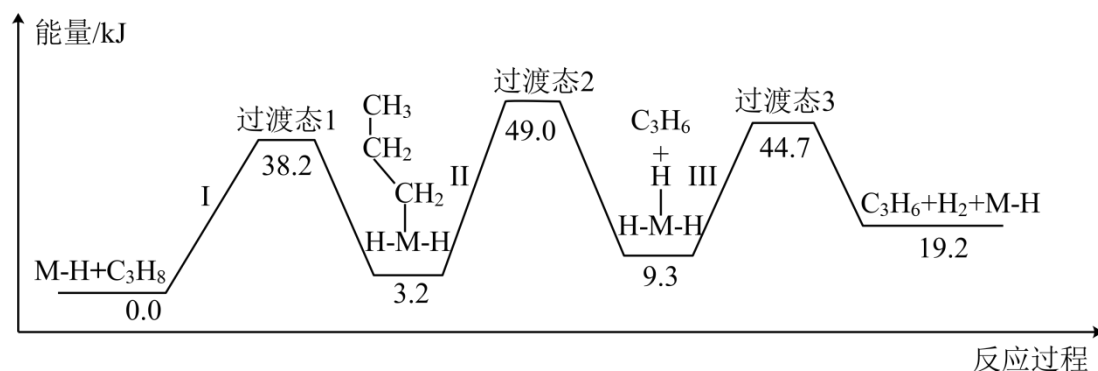
$2\text{Na}_2\text{S}_2 + \text{NaBr}_3 = \text{Na}_2\text{S}_4 + 3\text{NaBr}$, 乙装置中电极 a、b 采用石墨或 Fe. 下列说法正确的是



- A. 电极 a 为石墨，电极 b 为铁
- B. 电极 I 的电极反应式为 $2S_2^{2-} - 2e^- = S_4^{2-}$
- C. NaCl 溶液可用 $CuCl_2$ 溶液代替
- D. 每生成 9.0g $Fe(OH)_2$ ，理论上有 0.2mol Na^+ 透过阳离子交换膜

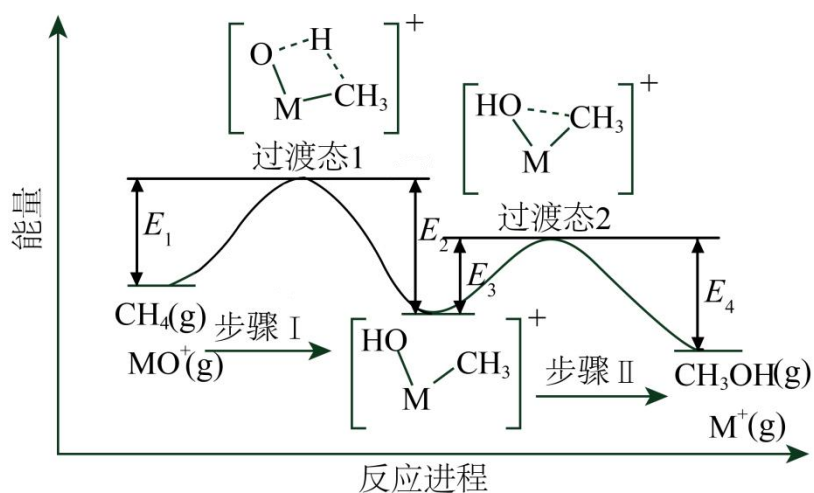
二、反应热、化学反应机理

1. (2025 泰安二模，8) 利用丙烷制备丙烯的机理如图所示，下列说法正确的是



- A. M-H 改变了丙烷制备丙烯的反应历程
- B. 升高温度不利于提高丙烷转化率
- C. 反应过程中碳的成键总数不变
- D. 反应决速步涉及的变化过程为 $M-H + C_3H_8 \rightarrow CH_3CH_2CH_2MH_2$

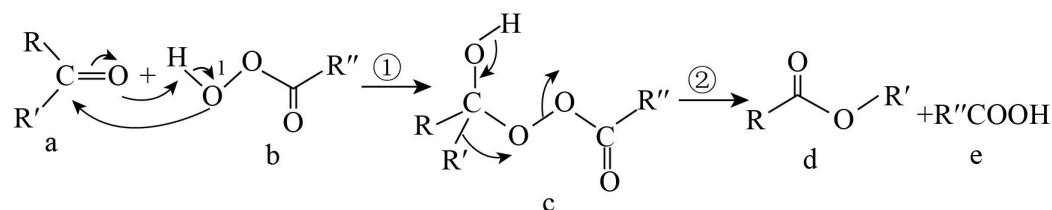
2. (2025 烟台德州二模，9) 某过渡金属氧化物离子(以 MO^+ 表示)在烃类的选择性氧化等方面应用广泛。 MO^+ 与 CH_4 反应的过程如下图所示。



下列说法正确的是

- A. 反应过程中有极性键和氢键的断裂和生成
- B. $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 相对于 $\text{CH}_4(\text{g})$ 能量更低，更稳定
- C. $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{MO}^+(\text{s}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{M}^+(\text{s}) \quad \Delta H = -(E_1 - E_2 + E_3 - E_4)$
- D. 若 MO^+ 与 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{D}$ 反应，生成的含氘乙醇有 3 种

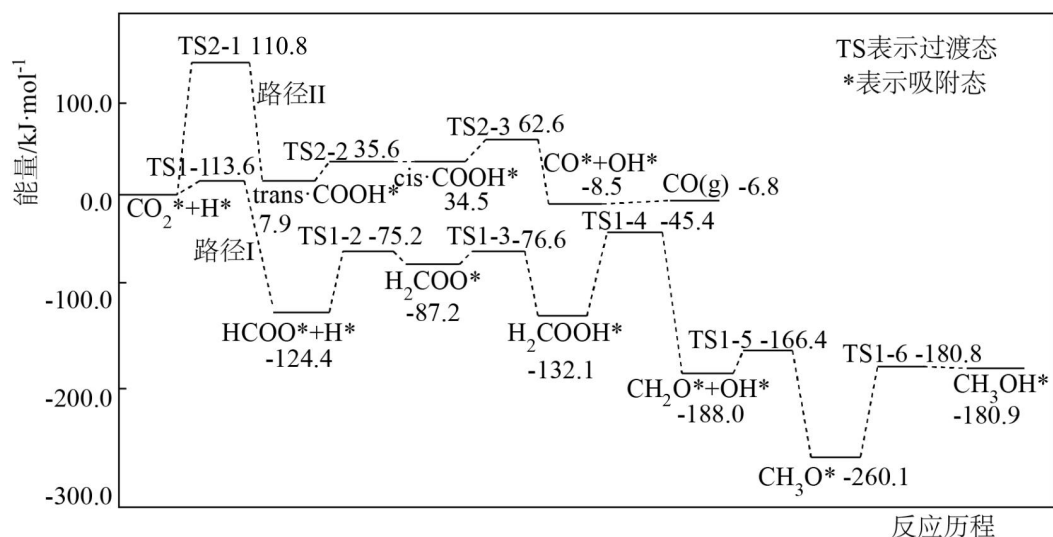
3. (2025 济宁二模, 9) 拜尔-维立格反应机理如下图所示:



其中 R、R'、R'' 为烃基，下列说法正确的是

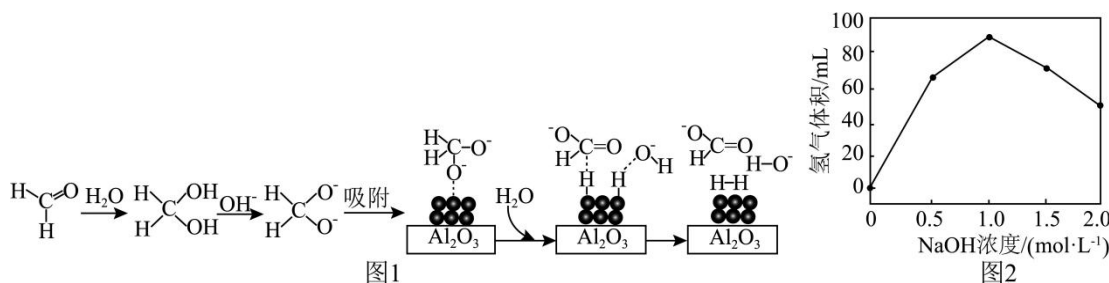
- A. ①是加成反应，②是消去反应
- B. 若生成 1mol d，转移 1mol e⁻
- C. R、R' 的结构不同，产物 d 也可能为 R'COOR
- D. 若反应物中仅 1 号氧原子为 ¹⁸O，有产物 R''CO¹⁸OH 生成

4. (2025 青岛二模, 10) 金属氧化物可催化 CO_2 加氢制备 CO 或甲醇，部分反应历程如图。下列说法正确的是



- A. “路径 I” 中碳原子的杂化方式未发生变化
- B. “路径 I” 反应 $\text{H}_2\text{COOH}^* \rightarrow \text{CH}_2\text{O}^* + \text{OH}^*$ 的 $E_a = 86.7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- C. CO_2 和 H_2 生成 CO 和 CH_3OH 的反应均为放热反应
- D. 催化剂可同时改变反应历程与焓变

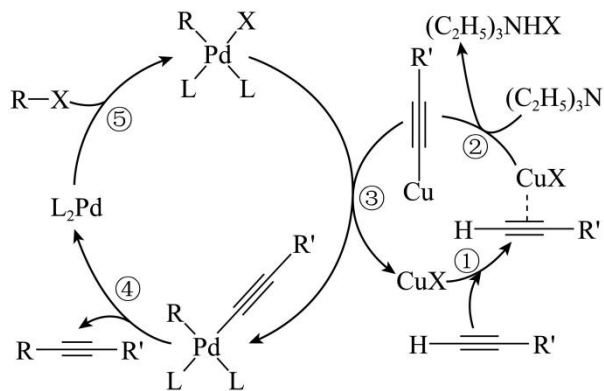
5. (2025 日照二模, 12) (不定项) 在 45°C 、碱性条件下, Ag 作催化剂可将甲醛转化为 H_2 , 反应的机理如图 1 所示, 纳米 Ag 颗粒负载在 Al_2O_3 表面可防止纳米 Ag 团聚; 其他条件不变, 反应相同时间, NaOH 浓度对产生氢气体积的影响如图 2 所示。



下列说法错误的是

- A. 若用 DCDO 代替 HCHO , 则得到的产物为 HCOO^-
- B. 过程中的总反应为 $\text{HCHO} + \text{OH}^- \rightarrow \text{HCOO}^- + \text{H}_2 \uparrow$
- C. $c(\text{NaOH}) < 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 随 NaOH 浓度增大产生 H_2 的体积增大的原因是催化剂表面吸附更多的 $\text{H}-\text{C}(\text{O}^-)-\text{O}^-$, 甲醛转化 H_2 反应速率加快
- D. $c(\text{NaOH}) > 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 随 NaOH 浓度增大产生 H_2 的体积较小的原因可能是催化剂的催化效率降低

6. (2025 临沂二模, 12) (不定项) 某偶联反应的机理如下图所示(X 代表卤素原子)。下列说法正确的是



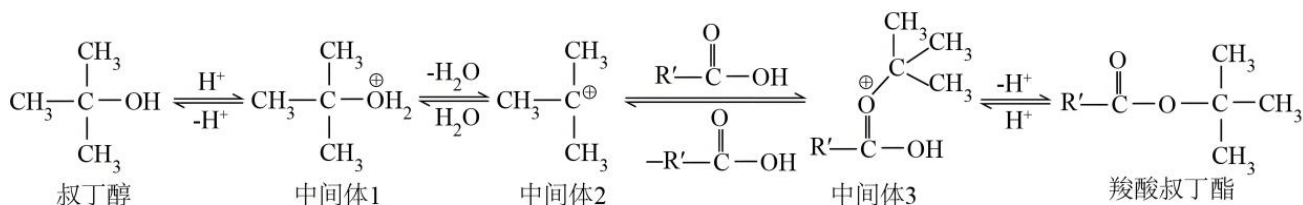
A. 反应过程中 Pd 元素化合价未发生变化

B. 该偶联反应的催化剂为 L_2Pd 和 CuX

C. 反应过程涉及非极性键的断裂和形成

D. CH_3Br 与 $HC \equiv CH$ 发生该偶联反应可得到 $CH_3C \equiv CCH_3$

7. (2025 菏泽二模, 12) (不定项) 叔丁醇与羧酸发生酯化反应的机理如下, 下列说法错误的是



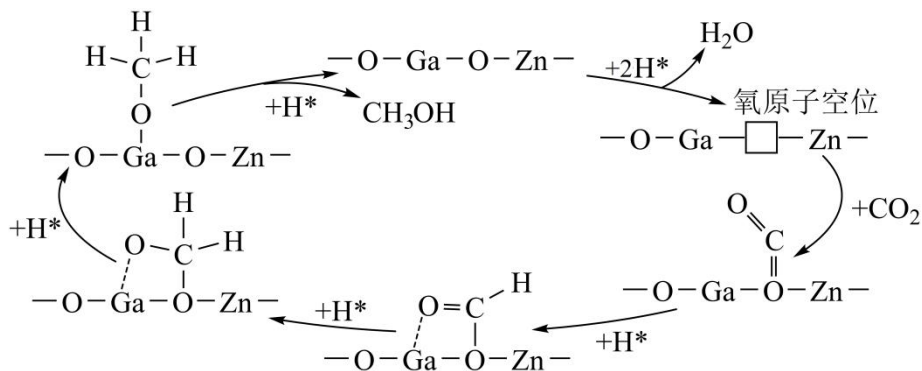
A. 中间体 2 容易与水作用, 会导致该酯化反应的产率较低

B. 中间体 3 中氢氧键极性比乙酸中氢氧键极性强, 更易电离出 H^+

C. 增大 $c(H^+)$, 会提高羧酸叔丁酯的平衡产率

D. 若用 $CH_3CO^{18}OH$ 与叔丁醇发生酯化反应, 则 ^{18}O 会出现在水分子中

8. (2025 聊城二模, 13) (不定项) 利用 CO_2 加氢制 CH_3OH 的反应机理如图所示。 H_2 首先在 $ZnGaO_3$ 催化剂表面解离成 2 个 H^* , 随后参与到 CO_2 的还原过程。下列说法错误的是



已知: $\square$ 表示氧原子空位, $*$ 表示吸附在催化剂上的微粒, N_A 表示阿伏加德罗常数。

A. 反应过程存在 $C-H$ 、 $O-H$ 的断裂和形成

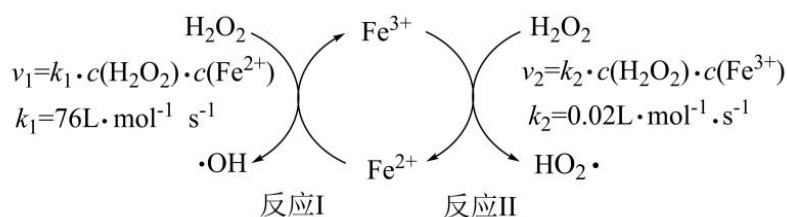
B. 催化剂氧空位用于捕获 CO_2 , 氧空位越多反应速率越快

C. 若反应温度过高使甲醇炭化, 生成的碳颗粒易使催化剂反应活性下降

D. 理论上, 每生成 $1\text{mol CH}_3\text{OH}$, 该历程中消耗的 H^* 的数目为 $6N_A$

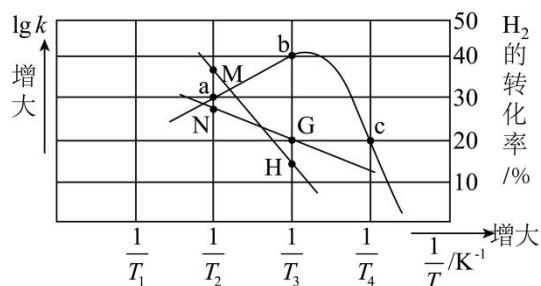
三、化学反应的方向、限度与速率

1. (2025 滨州二模, 8) 均相芬顿反应是高级氧化技术的经典工艺, 通过产生自由基引发系列链反应实现物质的深度氧化。 H_2O_2 在酸性条件下产生自由基的过程如图。下列说法正确的是



- A. 反应 I 中, 氧元素的化合价没有发生变化
- B. 相同条件下, 反应 I 比反应 II 的活化能低
- C. 产生自由基的过程中, 整个体系的 pH 不变
- D. 其它条件不变时, 改变 $c(\text{H}_2\text{O}_2)$ 对反应 II 的速率影响程度大于 I

2. (2025 聊城二模, 10) 在体积相等的多个恒温恒容密闭容器中, 分别充入 1mol CO_2 和 1mol H_2 , 发生反应 $\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。在不同温度下反应相同时间, 测得 $\lg k_{\text{正}}$ 、 $\lg k_{\text{逆}}$ 、 H_2 转化率与温度关系如图所示。

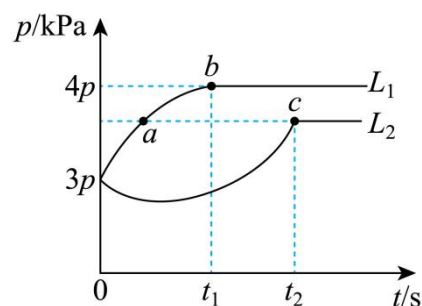


已知: $v_{\text{正}} = k_{\text{正}} c(\text{CO}_2) c^4(\text{H}_2)$ $v_{\text{逆}} = k_{\text{逆}} c(\text{CH}_4) c^2(\text{H}_2\text{O})$, $k_{\text{正}}$ 、 $k_{\text{逆}}$ 为速率常数。下列说法正确的是

- A. 该反应的 $\Delta H > 0$
- B. 代表 $\lg k_{\text{正}}$ 曲线的是 MH
- C. 当 $2v_{\text{正}}(\text{H}_2) = v_{\text{逆}}(\text{H}_2\text{O})$ 时反应达到平衡状态
- D. a、b、c 三点中达到平衡状态的是 a、b

3. (2025 临沂二模, 10) 向体积均为 1L 的两恒容容器中分别充入 1mol CH_4 和 $2\text{mol H}_2\text{S}$ 发生反应:

$\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g})$, 其中一个为绝热过程, 另一个为恒温过程, 两反应体系的压强随时间的变化曲线如图所示。下列说法错误的是



A. L_1 为恒容恒温过程

B. 气体的总物质的量: $n_a = n_c$

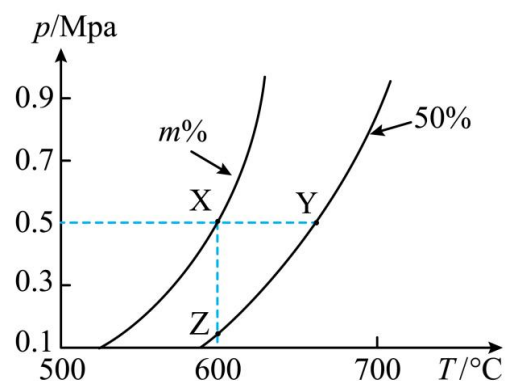
C. 逆反应速率: $v(b) > v(c)$

D. c 点平衡常数: $K < 16$

4. (2025 烟台德州二模, 14) (不定项) 由 C_2H_6 直接脱氢制 C_2H_4 的反应为 $C_2H_6(g) \rightleftharpoons C_2H_4(g) + H_2(g)$ 。

在密闭容器中发生该反应, 测得 C_2H_6 的平衡转化率与温度和压强的关系如图所示。已知该反应的速率方程为

$v = kp(C_2H_6)$ 。下列说法错误的是



A. $m > 50$

B. X、Y、Z 三点的平衡常数: $K_X = K_Z < K_Y$

C. X、Y 两点的反应速率的比值: $\frac{v_X}{v_Y} > \frac{k_X}{k_Y}$

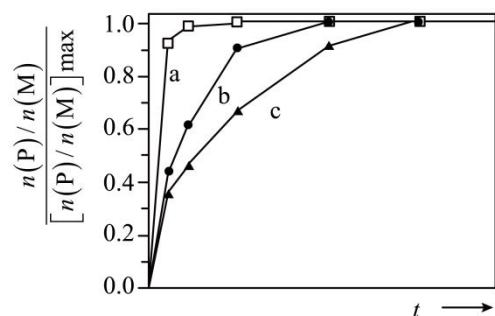
D. 恒容条件下, 降温可使平衡由 Y 点变化至 Z 点

5. (2025 青岛二模, 14) (不定项) 在 550K~650K, 反应 $2M(g) + N(g) \rightleftharpoons 2P(g) + 2Q(g)$ $\Delta H < 0$ 温度升高反

应速率显著加快。在 (573K, 150kPa)、(573K, 300kPa)、(553K, 150kPa) 三种初始状态下, 向相同恒容密闭容器中

分别按 $n(M):n(N) = 2:1$ 投料, 保持温度不变, $\frac{n(P)/n(M)}{[n(P)/n(M)]_{\max}}$ 随时间变化如图。曲线 a 的 M 平衡转化率

$\alpha_{\text{平}}(M) = 25\%$, 曲线 b 对应初始状态为 (573K, 300kPa)。下列说法正确的是



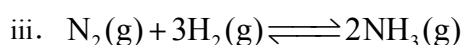
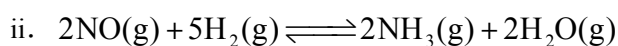
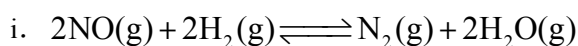
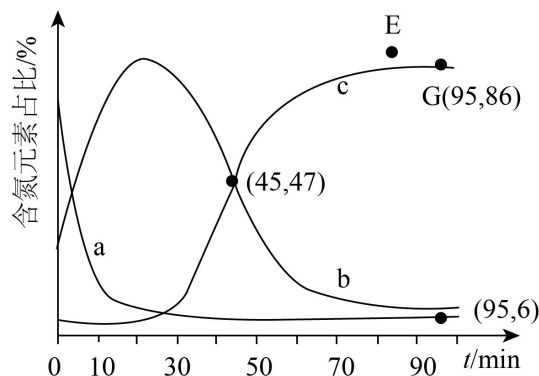
A. 曲线 c 对应初始状态为 (573K, 150kPa)

B. 在 573K 下, 该反应的平衡常数 $K_p = 0.185\text{kPa}$

C. $[n(\text{P})/n(\text{M})]_{\text{max}}$ 最大的是曲线 a

D. 对应曲线 a 初始状态下, 保持恒温恒压, 则 $\alpha_{\text{平}}(\text{M}) > 25\%$

6. (2025 滨州二模, 15) (不定项) 南京理工大学朱卫华等人提出了一种基于单簇催化剂还原 NO 的反应, 主要反应如下:



在 $T^\circ\text{C}$ 、100kPa 反应条件下, 向密闭容器中充入 2 mol NO 和 6 mol H_2 , 发生上述反应, 测得含氮元素占比[如 N_2 的

含氮元素占比 = $\frac{n(\text{N}_2) \times 2}{n(\text{NO}) + n(\text{NH}_3) + n(\text{N}_2) \times 2} \times 100\%$]与时间的关系如图, 95 min 时体系达到平衡。已知: 反应 ii

为快速平衡, 可认为不受慢反应 i、iii 的影响; K_x 为用物质的量分数表示的平衡常数。下列说法正确的是

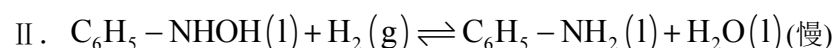
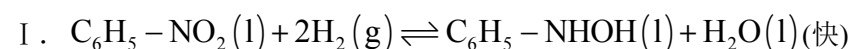
A. 曲线 b 表示 NH_3 的含氮元素占比

B. 若选择对反应 i 更高效的催化剂, 则 G 点将移向 E 点

C. 0~45 min 内, N_2 的平均反应速率约为 $0.021 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$

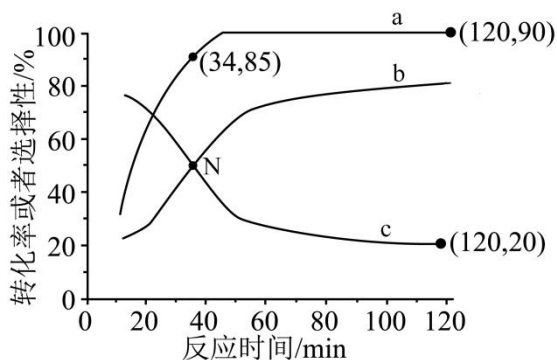
D. 反应 i 的平衡常数 $K_x = \frac{\frac{0.86}{6.9} \times \left(\frac{1.88}{6.9}\right)^2}{\left(\frac{0.12}{6.9}\right)^2 \times \left(\frac{3.88}{6.9}\right)^2}$

7. (2025 潍坊二模, 15) (不定项) 苯胺是制造药物的原料, 硝基苯加氢制苯胺由以下两步反应完成:



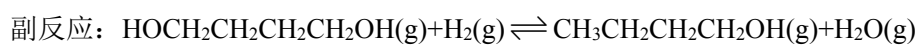
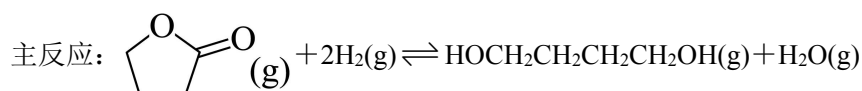
室温下, 向 $1\text{L} 0.2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝基苯的甲醇溶液中加入催化剂, 通入 H_2 并保持 $p(\text{H}_2) = 0.18 \text{ MPa}$ (氢气的浓度可用氢气压强代替且始终不变), 忽略反应过程中溶液体积变化。硝基苯转化率、苯基羟胺和苯胺的选择性

$S\left[S(\text{苯胺})=\frac{n_{\text{生成}}(\text{苯胺})}{n_{\text{消耗}}(\text{硝基苯})}\times 100\%\right]$ 随反应时间变化如图，120min 时体系达到平衡。下列说法错误的是



- A. 代表 $S(\text{苯胺})$ 的曲线是 b
 B. 反应 I 若使用高效催化剂，N 点将向左移动
 C. 34min 内苯基羟胺的反应速率是 $2.5\times 10^{-3}\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$
 D. 该温度下，反应 II 平衡常数 $K=7.2\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{MPa}^{-1}$

8. (2025 日照二模, 15) (不定项) 利用 γ -丁内酯可制备 1, 4-丁二醇，涉及反应如下：



在温度为 T_1 、压强为 P_2 密闭容器中，充入 2mol H₂(g) 和 1mol O=C1OCCCC1(g) 发生反应，O=C1OCCCC1(g)、1, 4-丁二醇

和丁醇在含碳物质中的摩尔分数随时间变化如图 1 所示， t_1 时达到平衡。此时，维持体系温度 T_1 ，1, 4-丁二醇和丁醇的选择性随压强的变化、维持体系压强 P_2 ，1, 4-丁二醇和丁醇的选择性随温度的变化如图 2 所示。

已知：1, 4-丁二醇的选择性 = $\frac{n(1,4\text{-丁二醇})}{n(1,4\text{-丁二醇})+n(\text{丁醇})}\times 100\%$

下列说法错误的是

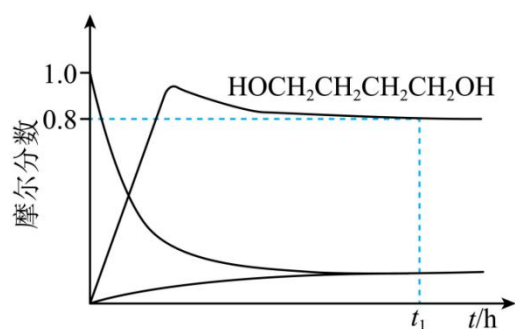


图1

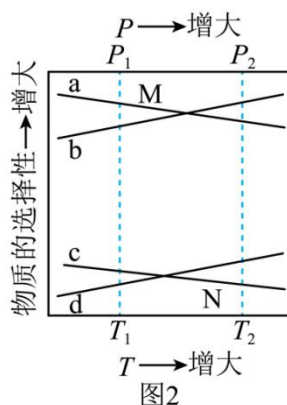


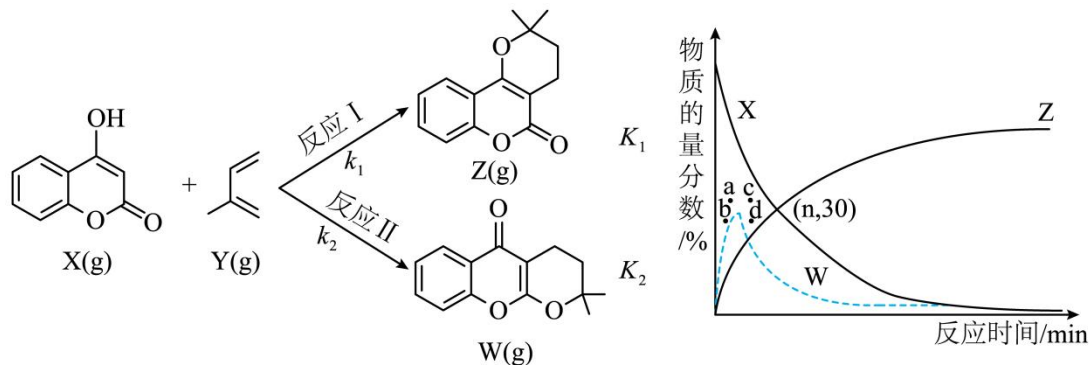
图2

- A. 主反应的活化能较小
 B. t_1 时，H₂O(g) 的体积分数约为 40.9%

C. M 和 N 处于相同的化学平衡状态

D. 曲线 b 表示温度为 T_1 时 1, 4-丁二醇的选择性随压强的变化

9. (2025 济宁二模, 15) (不定项) T 温度下, 在 1L 刚性密闭容器中投入 X 和 Y 各 1mol, 发生下列反应, 部分物质的物质的量分数随时间的变化如图所示(近似认为反应 II 建立平衡后, 反应 II 始终处于平衡状态)。下列说法正确的是



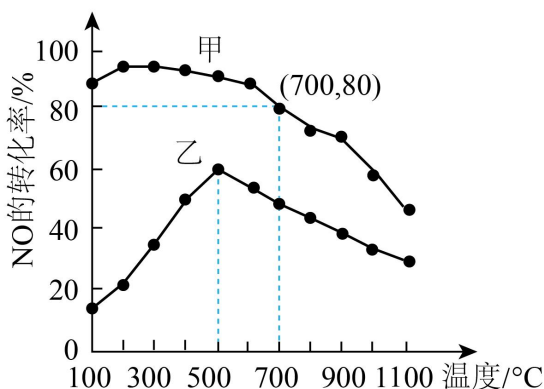
A. 速率常数 $k_1 > k_2$

B. 反应 II 的平衡常数 $K_c = \frac{7}{9}$

C. 体系达到平衡后, 再加入 X 和 Y 各 1mol, Z 的平衡产率不变

D. T 温度下, 使用选择性催化反应 II 的催化剂, W 的物质的量分数新峰值点可能是 a

10. (2025 济南二模, 15) (不定项) 汽车尾气处理中主要发生反应: $2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$ 。分别向体积为 2L 的恒容密闭容器中充入 2mol CO 和 2mol NO, 在甲、乙两种催化剂条件下, 反应 5min 时测得 NO 的转化率与温度的关系如图所示, 不考虑副反应发生。下列有关说法正确的是



A. 催化效果: 甲 > 乙

B. 700°C、甲催化条件下, 5min 内 $v(\text{CO}) = 0.32 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$

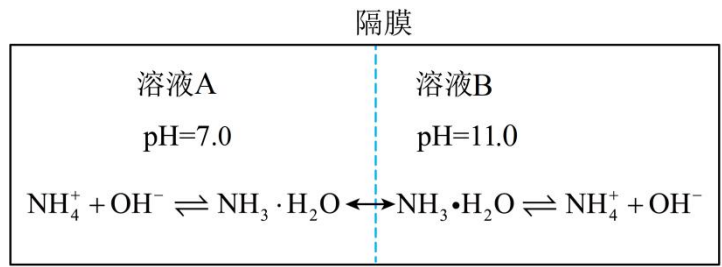
C. 其它条件不变时, 压缩容器体积乙曲线可能整体向上移动

D. 500°C 后, 乙催化剂作用下升高温度平衡逆向移动

四、电解质溶液中的离子平衡

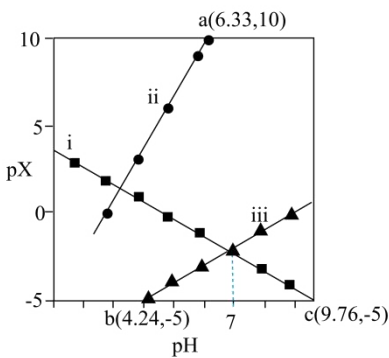
1. (2025 滨州二模, 10) 某平衡体系如图, 隔膜允许 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 通过, 不允许 NH_4^+ 和 OH^- 通过。设溶液中 $c_{\text{总}}(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{NH}_4^+)$, 且隔膜两侧的溶液体积相同。下列说法正确的是(已知: 室温下

$$K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.0 \times 10^{-5}, \lg 2 \approx 0.3$$



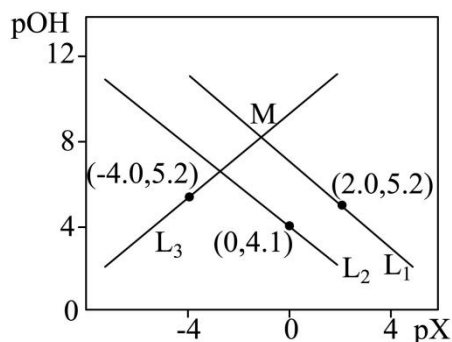
- A. 水的电离程度：溶液A < 溶液B
- B. 溶液A中： $c_{\text{总}}(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 10c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$
- C. 向溶液A中通入一定量 NH_3 ，重新平衡后，溶液B的pH保持不变
- D. 撤去隔膜使溶液A与溶液B充分混合，所得溶液的pH约为10.7

2. (2025 济南二模, 10) 室温下, 用一元弱碱BOH调节 MCl_3 和HA(一元弱酸)的混合液的pH, 得到pH与pX的关系如下图所示。已知: ① $\text{pX} = -\lg X$, $X = c(\text{M}^{3+})$ 、 $\frac{c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}$ 、 $\frac{c(\text{B}^+)}{c(\text{BOH})}$; ② $\text{M}(\text{OH})_3$ 难溶于水。下列说法正确的是



- A. iii表示 $\text{pc}(\text{M}^{3+})$ 与pH关系
- B. 盐BA的溶液中： $c(\text{A}^-) = c(\text{B}^+) > c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$
- C. 室温下，BOH电离常数为 $10^{-9.24}$
- D. $\text{M}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3\text{HA}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{M}^{3+}(\text{aq}) + 3\text{A}^-(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的平衡常数大于 10^{-5}

3. (2025 济宁二模, 10) 常温下, 向乙二胺($\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$)和 CH_3COONa 水溶液中滴加盐酸, 混合溶液中的pOH与pX{ $\text{pX} = -\lg X$, $X = \frac{c[(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3)^+]}{c[(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)]}$ 或 $\frac{c[(\text{H}_3\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3)^{2+}]}{c[(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3)^+]}$ 或 $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ }随离子浓度变化的关系如图所示。



下列说法正确的是

A. L_2 表示 $p \frac{c[(H_3NCH_2CH_2NH_3)^{2+}]}{c[(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+]}$ 与 pOH 的关系

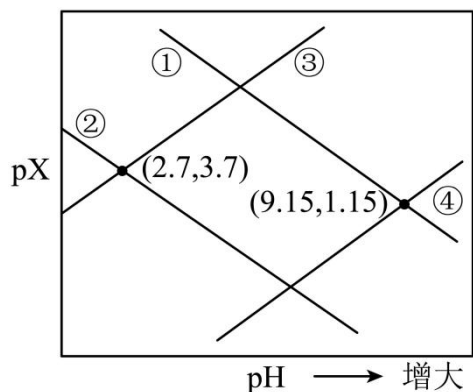
B. M 点坐标为 $(-1.0, 8.2)$

C. 常温下, $H_2NCH_2CH_2NH_3Cl$ 溶液的 $pH < 7$

D. $ClH_3NCH_2CH_2NH_3Cl$ 溶液中:

$$c(Cl^-) = c[(H_2NCH_2CH_2NH_3)^+] + c[(H_3NCH_2CH_2NH_3)^{2+}] + c(H_2NCH_2CH_2NH_2)$$

4. (2025 日照二模, 10) 常温下, $M(OH)_2$ 和 H_2A 的水溶液中相关离子浓度比值的负对数值 pX 与 pH 的关系如图(其中 $pX = -\lg X$, X 表示 $\frac{c[M(OH)^+]}{c[M(OH)_2]}$ 、 $\frac{c(M^{2+})}{c[M(OH)^+]}$ 、 $\frac{c(HA^-)}{c(H_2A)}$ 或 $\frac{c(A^{2-})}{c(HA^-)}$)。下列说法错误的是



A. 曲线③表示 $\frac{c(M^{2+})}{c[M(OH)^+]}$ 的负对数值随 pH 的变化情况

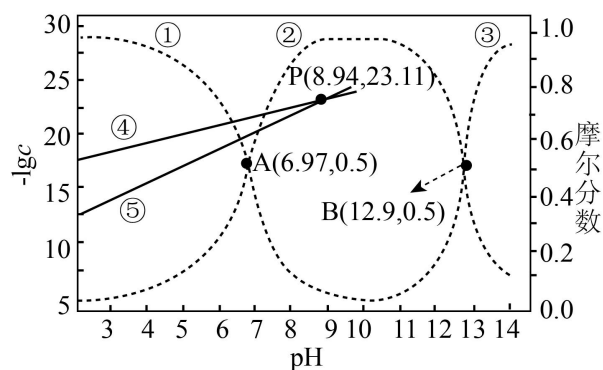
B. H_2A 电离常数 $K_{a2} = 10^{-10.3} \text{ mol/L}$

C. $pH=8$ 时, 溶液中微粒浓度大小关系为 $c(A^{2-}) < c(H_2A)$

D. 常温下, 0.1 mol/L 的 MCl_2 的水溶液中 $c(Cl^-) > c(M^{2+}) > c[M(OH)^+] > c(H^+)$

5. (2025 潍坊二模, 13) (不定项) 常温下, H_2S 溶液中所有含硫物种的摩尔分数与 pH 变化关系如图中虚线所示; Ag_2S 和 CdS 在 $0.1 \text{ mol} \cdot L^{-1} H_2S$ 溶液(H_2S 浓度保持不变)中达到沉淀溶解平衡时, $-\lg c$ 与 pH 变化关系如图中

实线所示(c 为金属离子的物质的量浓度)。



下列说法正确的是

A. 直线⑤表示 H_2S 溶液中 Ag^+ 的 $-\lg c$ 与 pH 的关系

B. S^{2-} 水解平衡常数 K_{b1} 的数量级为 10^{-7}

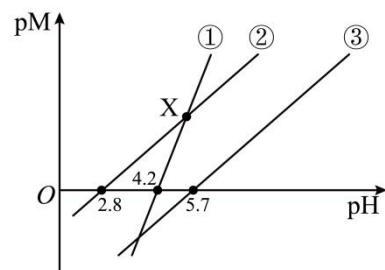
C. $K_{sp}(\text{CdS}) = 1 \times 10^{-26.1}$

D. 向相同浓度的 Ag^+ 和 Cd^{2+} 的混合溶液中通入 H_2S 气体, Ag^+ 先开始沉淀

6. (2025 菏泽二模, 14) (不定项) 常温下, 向 H_2A (弱酸) 和 CuSO_4 的混合溶液中滴加 NaOH 溶液, 混合溶液

中 $\text{pM} \left[\text{pM} = -\lg M, M = \frac{c(\text{H}_2\text{A})}{c(\text{HA}^-)}, \frac{c(\text{HA}^-)}{c(\text{A}^{2-})}, c(\text{Cu}^{2+}) \right]$ 随 pH 的变化关系如图所示。已知: H_2A 和 CuSO_4 在溶

液中不反应; 离子浓度 $c \leq 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 认为已除尽。下列叙述错误的是



A. ③代表 $\text{p} \frac{c(\text{HA}^-)}{c(\text{A}^{2-})}$ 与 pH 的关系

B. ①和②的交叉点 X 的坐标为 (5.6, 2.8)

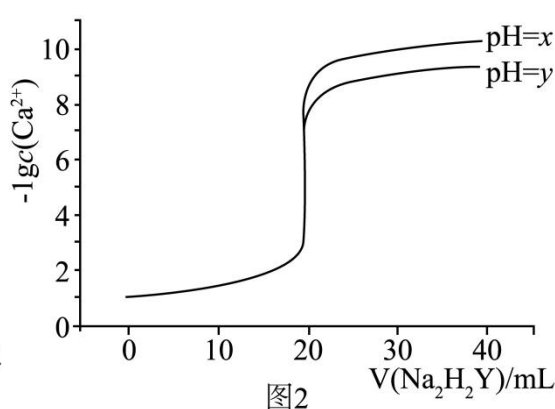
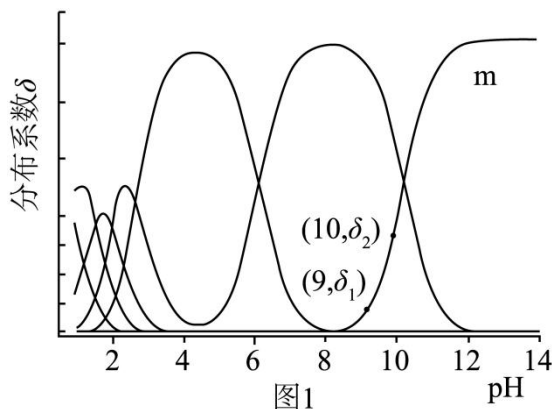
C. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaHA}$ 溶液中: $c(\text{Na}^+) > c(\text{HA}^-) > c(\text{A}^{2-}) > c(\text{H}_2\text{A})$

D. 25°C 时, 要除尽工业废水中的 Cu^{2+} , 需调整溶液的 pH 至少为 7.3

7. (2025 青岛二模, 15) (不定项) H_6Y^{2+} 溶液中含 Y 微粒的分布系数如图 1. 分别在 $\text{pH}=9$ 与 $\text{pH}=10$ 的缓冲体

系中, 用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ 滴定 $20 \text{ mL } 0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CaCl_2 溶液, 生成 CaY^{2-} [其稳定常数

$K = \frac{c(\text{CaY}^{2-})}{c(\text{Ca}^{2+})c(\text{Y}^{4-})}$ 。滴定曲线如图 2，滴定终点时， $c(\text{Ca}^{2+})$ 分别为 $a\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $b\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。下列说法错误的是



A. 曲线 m 代表 Y^{4-}

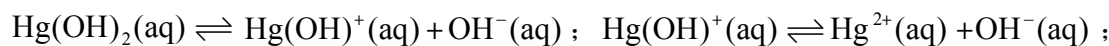
B. $\frac{a}{b} = \frac{\delta_2}{\delta_1}$

C. $x=10$, $y=9$

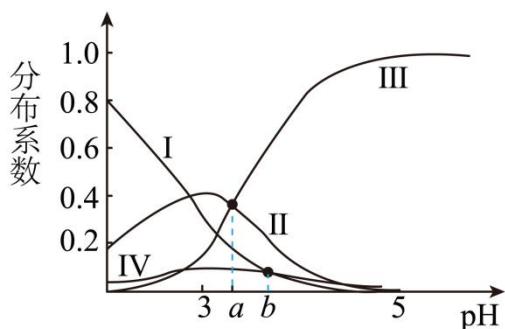
D. $V(\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y})=10\text{mL}$ 时,

$$\frac{1}{4}c(\text{Cl}^-) = c(\text{Y}^{4-}) + c(\text{HY}^{3-}) + c(\text{H}_2\text{Y}^{2-}) + c(\text{H}_3\text{Y}^-) + c(\text{H}_4\text{Y}) + c(\text{H}_5\text{Y}^+) + c(\text{H}_6\text{Y}^{2+})$$

8. (2025 临沂二模, 15) (不定项) 常温下, 二元羧酸(H_2L)与 Hg^{2+} 在水溶液体系中存在以下平衡:



$\text{HgL}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+}(\text{aq}) + \text{L}^{2-}(\text{aq})$, 平衡常数依次为 K_1 、 K_2 、 K_3 且 $K_1 < K_2$ 。体系内含汞粒子的分布系数随 pH 变化如图所示。



下列说法错误的是

A. 曲线 II 表示 HgL 的变化情况

B. $K_2 = 10^{a-14}$

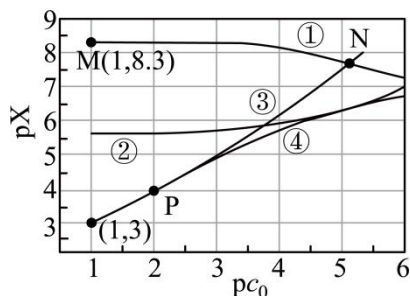
C. $\text{pH} = a$ 时, $c(\text{L}^{2-}) = \frac{K_3 \cdot 10^{a-b-14}}{K_1}$

D. pH 过大或过小，均不利于 Hg^{2+} 与 L^{2-} 的配位

9. (2025 烟台德州二模, 15) (不定项) H_2A 为二元弱酸, 其电离常数分别为 K_{a1} 、 K_{a2} 且 $K_{a1} \cdot K_{a2} < K_w$ 。25°C

时, 浓度为 $c_0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaHA 溶液中 pX 与 pc_0 的关系如图所示 [其中 $\text{pX} = -\lg c(\text{X})$, X 代表 H_2A 、 H^+ 、 OH^- 和

A^{2-} ; $\text{pc}_0 = -\lg c_0$]。下列说法正确的是



A. 曲线③代表 H_2A

B. K_{a1} 约为 $1.0 \times 10^{-6.3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

C. $\text{pc}_0 = 5$ 时, 溶液中 $c(\text{H}_2\text{A}) > c(\text{A}^{2-}) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$

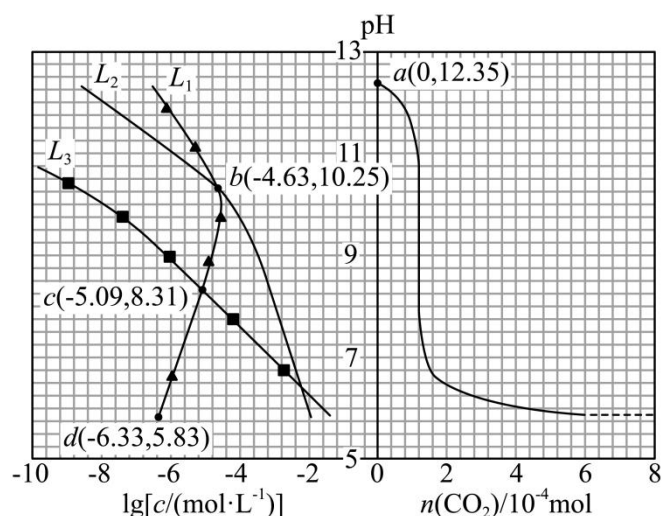
D. M、N、P 三点对应的溶液中水的电离程度: $\text{M} < \text{P} < \text{N}$

10. (2025 聊城二模, 15) (不定项) 室温下, 向 10mL 饱和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液中持续缓慢通入 CO_2 , 得到如下图像。

横坐标正半轴为 CO_2 的通入量、虚线部分表示 CO_2 不再溶解; 横坐标负半轴为溶液中含碳物种 (H_2CO_3 、 HCO_3^-

或 CO_3^{2-}) 浓度的对数, 纵坐标表示溶液的 pH (忽略溶液体积的变化)。已知: $\lg 2 = 0.30$, 室温下

$K_{sp}(\text{CaCO}_3) = 10^{-8.54}$ 。下列说法错误的是



A. 曲线 L_1 代表 CO_3^{2-}

B. 室温下, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 的 $K_{sp} = 10^{-5.25}$

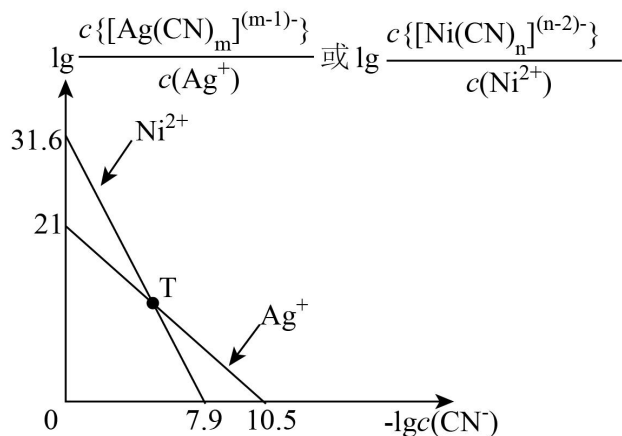
C. 室温下, H_2CO_3 的电离常数 $K_{a1} = 10^{-6.37}$

D. 溶液先变浑浊, 后沉淀完全消失得到澄清溶液

11. (2025 泰安二模, 15) (不定项) 水溶液中 CN^- 可分别与 Ag^+ 、 Ni^{2+} 反应形成 $[\text{Ag}(\text{CN})_m]^{(m-1)-}$ 、 $[\text{Ni}(\text{CN})_n]^{(n-2)-}$ 。

平衡时 $\lg \frac{c\{[\text{Ag}(\text{CN})_m]^{(m-1)-}\}}{c(\text{Ag}^+)}$ 、 $\lg \frac{c\{[\text{Ni}(\text{CN})_n]^{(n-2)-}\}}{c(\text{Ni}^{2+})}$ 与 $-\lg c(\text{CN}^-)$ 的关系如图。已知: $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$ 。

下列说法错误的是



A. $m=2$

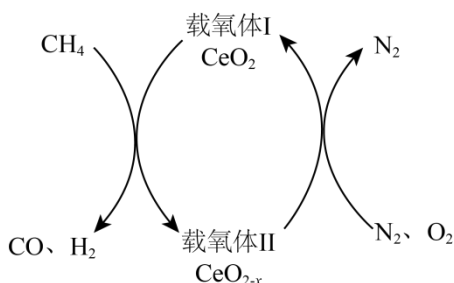
B. 向 T 点两种配合物的混合液中加少量 NaCN 晶体, 达平衡时达平衡时 $\frac{c\{[\text{Ag}(\text{CN})_m]^{(m-1)-}\}}{c(\text{Ag}^+)} > \frac{c\{[\text{Ni}(\text{CN})_n]^{(n-2)-}\}}{c(\text{Ni}^{2+})}$

C. 反应 $\text{Ag}^+ + m\text{CN}^- \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{CN})_m]^{(m-1)-}$ 的平衡常数为 10^{-21}

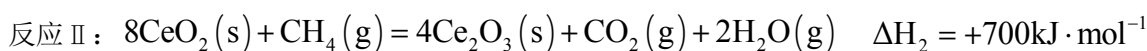
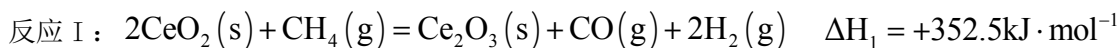
D. 将少量氯化银固体加入足量的 $0.1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{NaCN}$ 溶液中, 氯化银固体全部溶解

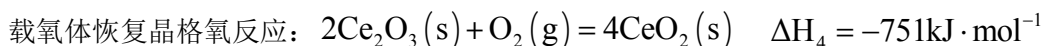
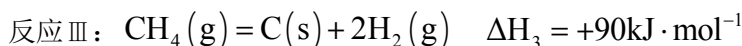
五、化学反应原理综合题 (非选择题)

1. (2025 泰安二模, 20) CeO_2 具有优异的储氧和释氧能力, 其晶格氧 (O^{2-}) 可以在还原和氧化条件下灵活迁移, 参与反应。利用晶格氧部分氧化甲烷制合成气 (CO 与 H_2) 技术将传统甲烷重整反应分解为几个气固相反应, 实现燃料与氧气不接触反应, 其模型如图所示:



一定温度下晶格氧部分氧化甲烷涉及的主要反应如下:

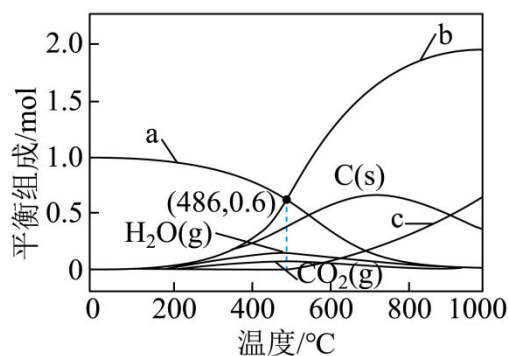




请回答下列问题:

(1) 该模型部分氧化甲烷制合成气的热化学方程式为: _____。

(2) 将 CH_4 和 CeO_2 加入容器中, 控制投料比为 $n(\text{CeO}_2):n(\text{CH}_4) = 2:1$ 、压强为 100kPa , 平衡时 $\text{C}(\text{s})$ 及各气体的物质的量随温度的变化如图所示。



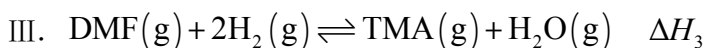
①图中 c 曲线对应的气体为_____。

② 486°C 时, $\text{CeO}_2(\text{s})$ 的物质的量为_____mol, 反应Ⅲ的压强平衡常数 $K_p(\text{III}) =$ _____kPa。

③保持温度不变, 若向平衡体系中通入少量 CH_4 , 重新达平衡后, p_{CO} 将_____ (填“增大”“减小”或“不变”)。

(3) 当 $n(\text{CH}_4) = 1\text{mol}$, 100kPa 时, $n(\text{CeO}_2)$ 越多, 温度越高, 越有利于合成气的生成, 其原因是_____。

2. (2025 潍坊二模, 20) N, N 二甲基甲酰胺 $[(\text{CH}_3)_2\text{NCHO}]$ (DMF) 是常见的有机溶剂, 一种 CO_2 加氢耦合二甲胺 $[(\text{CH}_3)_2\text{NH}]$ (DMA) 制 DMF 的反应如下, 副反应产生三甲胺 $[(\text{CH}_3)_3\text{N}]$ (TMA):



回答下列问题:

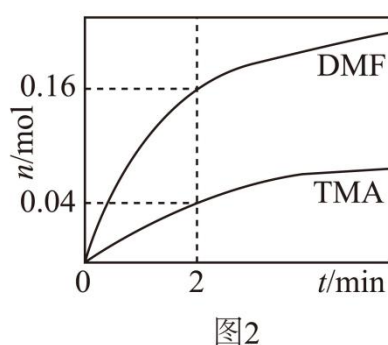
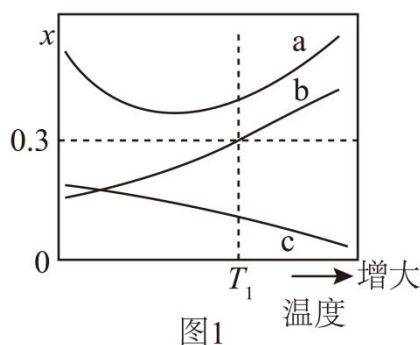
(1) 反应Ⅲ在_____ (填“较高”“较低”或“任意”) 温度下自发进行。

(2) 将 1mol DMA、 1mol CO_2 、 1.6mol H_2 , 通入 1L 密闭容器发生上述反应, 体系达平衡后, 部分含碳物质的

x [x 为以碳元素计的物质的量分数, $x(\text{DMA}) = \frac{2n(\text{DMA})}{2n(\text{DMA}) + n(\text{CO}_2) + 3n(\text{DMF}) + 3n(\text{TMA})} \times 100\%$] 随温度变

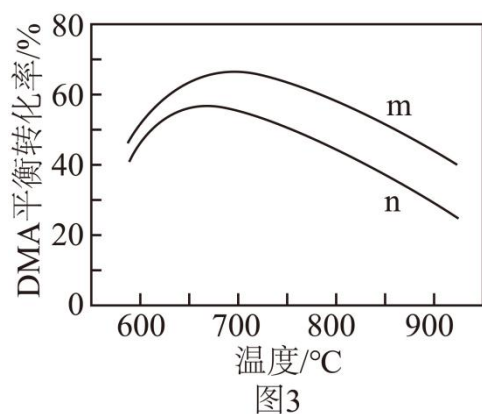
化如图 1 所示, 则代表 $x(\text{DMF})$ 的曲线为_____ (填小写字母); T_1 温度时, $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{DMA})} = \frac{5}{6}$, $x(\text{CO}_2) =$ _____, 反

应III的平衡常数 $K_c = \underline{\hspace{2cm}} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

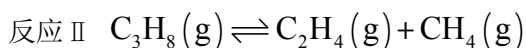
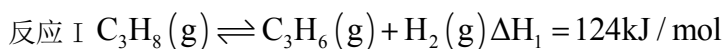


(3) T_1 温度下, 向 1L 密闭容器中重新加入 1mol DMA、1mol CO_2 和适量 H_2 , 发生上述反应, DMF、TMA 的物质的量随时间的变化关系如图 2, 2min 内, DMA 的反应速率为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, 2min 时, 体系内 $n(\text{H}_2) = n(\text{H}_2\text{O})$, 则此时反应III的反应速率 $v_{\text{正}} \underline{\hspace{1cm}} v_{\text{逆}}$ (填 “>” “<” 或 “=”)。

(4) 保持体系总压强和反应物投料比相同, 分别以 He 做辅气与无 He 做辅气投入反应物, DMA 的转化率与温度的关系如图 3, 含 He 的曲线为 $\underline{\hspace{2cm}}$, 理由为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

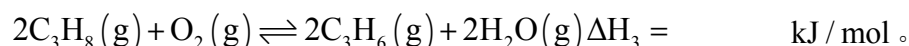


3. (2025 日照二模, 20) 丙烯是制作医用口罩的原料之一。在一定温度, 丙烷在 RhIn/沸石催化剂表面发生化学反应:

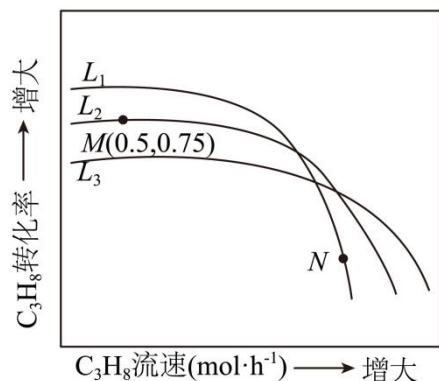


回答下列问题:

(1) 已知氢气的摩尔燃烧焓 $\Delta H = -285.8 \text{ kJ/mol}$, $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \Delta H_2 = -44 \text{ kJ/mol}$, 则



(2) 将丙烷和稀释气 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 分别以不同的起始流速通入温度为 $T^\circ\text{C}$, 压强为 1.175MPa 的反应器中发生反应 I 和反应 II, 维持温度和压强不变, 在 $n(\text{H}_2\text{O}): n(\text{C}_3\text{H}_8)$ 为 8、10、12 下反应, 通过检测流出气体的成分获得丙烷的转化率随丙烷流速变化曲线如图所示(在较低流速下转化率可近似看成平衡转化率)。



① L_3 代表 $n(\text{H}_2\text{O}):n(\text{C}_3\text{H}_8) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

② 图中 M 点时 C_2H_4 的选择性为 20%，则 0~1h, $v(\text{H}_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol/h}$ ，反应 II 的 $K_p = \underline{\hspace{2cm}} \text{ MPa}$ [已知: C_2H_4

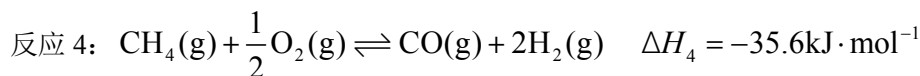
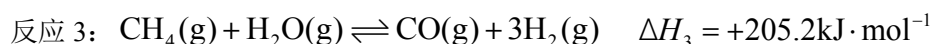
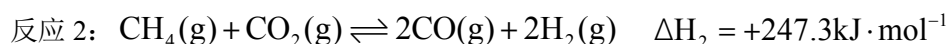
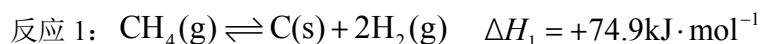
$$\text{的选择性} = \frac{n_{\text{生成}}(\text{C}_2\text{H}_4)}{n_{\text{转化}}(\text{C}_3\text{H}_8)} \times 100\%]$$

③ 下列措施可增大 N 点丙烷转化率的是 。

- A. 增大丙烷的流速 B. 升高体系的温度
- C. 增大 $n(\text{H}_2\text{O}):n(\text{C}_3\text{H}_8)$ D. 使用高效的催化剂

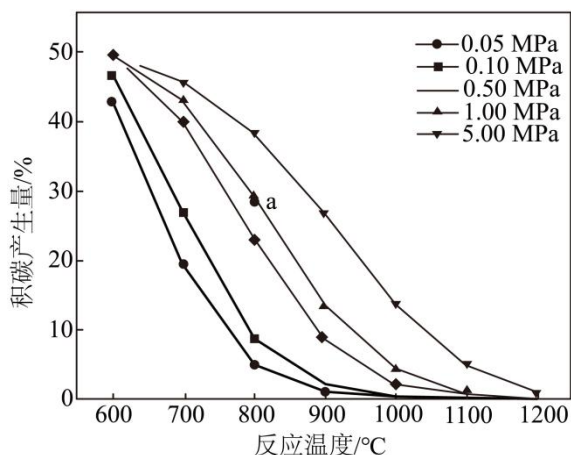
④ 流速较大时，丙烷转化率降低，且 L_1 与 L_2 、 L_3 相比降低明显加快的原因是 。

4. (2025 青岛二模, 20) 甲烷重整过程会产生积碳使催化剂失活，通过加入 CO_2 、 H_2O 或 O_2 可以在一定条件下减少或消除积碳。反应分别为：



(1) $\text{C}(\text{s})$ 摩尔燃烧焓 $\Delta H_5 = \underline{\hspace{2cm}}$ (用含 ΔH_1 、 ΔH_2 、 ΔH_4 的代数式表示)。根据以上数据，摩尔燃烧焓：
 $\text{CO}(\text{g}) \underline{\hspace{2cm}} \text{H}_2(\text{g})$ (填 “>”，“=”，“<” 或 “无法判断”)。

(2) 将 $n(\text{CH}_4):n(\text{CO}_2) = 1:1$ 的混合气体置于恒温恒压的密闭容器中，忽略反应 3 与反应 4。测得充分反应后积碳产生量 [$\text{C}(\text{s})$ 占体系中碳总量的摩尔分数] 与温度、压强之间的关系如图。

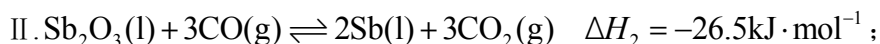
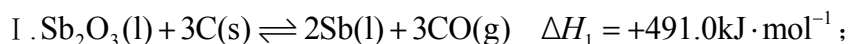


①温度升高会导致积碳减少或完全消失，原因为_____。在 a 点向容器中通入一定量 N_2 ，则积碳产生量会_____ (填“增大”、“减少”或“不变”)。

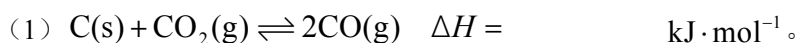
②在 $T^\circ\text{C}$ 、 $p\text{kPa}$ 条件下，充分反应后，容器体积增加了 25%，反应 1 的压强平衡常数为 $\frac{2p}{25}\text{kPa}$ ，则此时 CO 的分压为_____ kPa ，反应 2 的压强平衡常数为 $K_p = \text{_____} \text{kPa}^2$ 。此时，下列能够促使反应 2 正向移动的有_____ (填标号)。

A. 加入少量 $C(s)$ B. 升高温度 C. 加入合适催化剂 D. 以上均不可

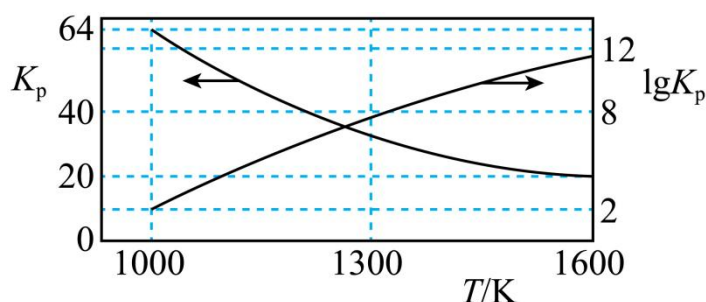
5. (2025 临沂二模, 20) 锑(Sb)是重要的半导体材料，工业制备粗锑的反应如下。



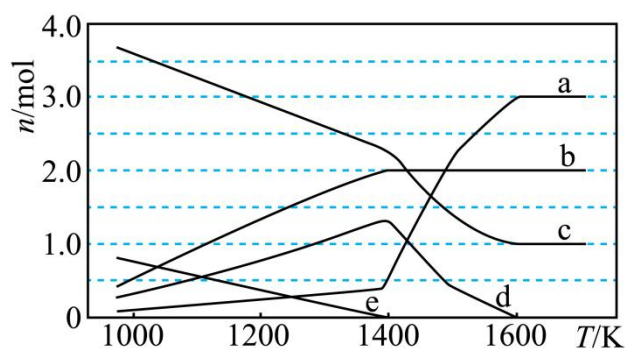
回答下列问题：



(2) 反应 I、II 的 K_p 或 $\lg K_p$ 与温度 T 的关系如下图所示。保持 1000K 不变，在恒容容器中加入 $4\text{mol } Sb_2O_3$ 与足量焦炭，发生上述反应，达到平衡时，气体总物质的量为 4mol ，则 $\frac{p(CO_2)}{p(CO)} = \text{_____}$ ， Sb_2O_3 的转化率为_____；若将容器体积压缩至原来的 $\frac{1}{2}$ ，重新建立平衡后 CO 的体积分数将_____ (填“变大”“变小”或“不变”)。



(3) 恒压容器中, 加入 4mol 焦炭与 1mol Sb_2O_3 , 在一定条件下反应相同时间, 测得反应体系中各物质的物质的量与温度的关系如图所示(已知: 反应 II 的速率远大于反应 I)。

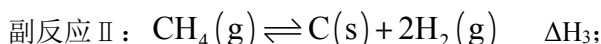
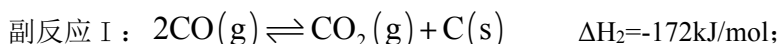


①a 线对应物种为 _____ (填化学式)。

②温度 $T < 910\text{K}$ 时无 Sb 生成, 原因是 _____。

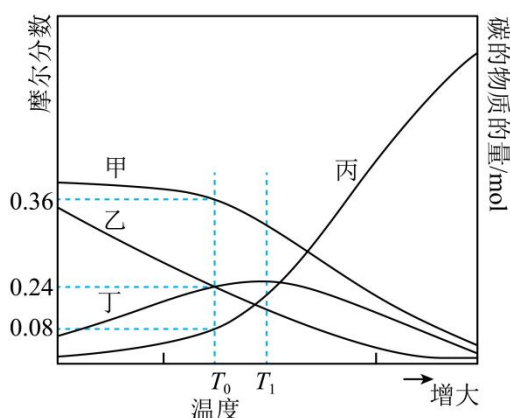
③1400K 之前, 随温度升高 d 线对应物质的物质的量不断增大, 原因是 _____。

6. (2025 聊城二模, 20) 氢能源是一种绿色能源, 其工业生产来源之一是天然气, 如通过甲烷的重整反应获得 H_2 。



(1) $\text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ 的焓变 $\Delta H_3 =$ _____。

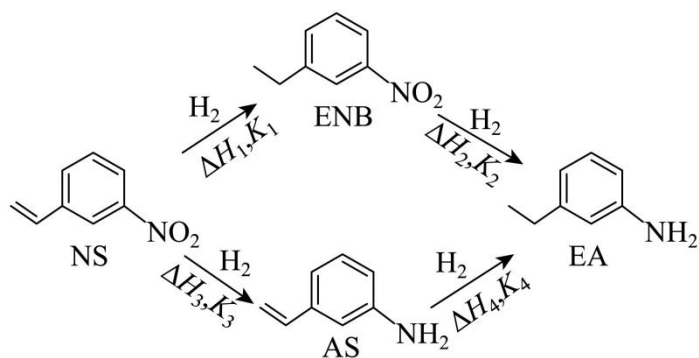
(2) 压强恒定为 p 的密闭容器中加入 CH_4 、 CO_2 各 1mol 进行反应。在不同温度下反应达到平衡时, 气相中含碳组分的摩尔分数和碳的物质的量变化曲线如图所示, 曲线 _____ (填“甲”、“乙”、“丙”或“丁”) 表示 CH_4 的摩尔分数变化。当温度高于 T_1 时, 随温度升高曲线丁对应物理量减小的原因是 _____。



(3) 压强 p 下、温度为 T_0 时, 图示气相中含碳组分的摩尔分数分别为 0.36、0.24、0.08, 反应

$\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ 的 $K_p =$ _____ (写出计算式); 甲烷的转化率为 _____, 碳的物质的量为 _____ mol。若向平衡体系中通入一定量 $\text{Ne}(\text{g})$, 重新达到平衡后, $n(\text{H}_2)$ 将 _____ (填“增大”、“减小”或“不变”)。

7. (2025 济宁二模, 20) 利用 3-硝基苯乙烯(NS)制备 3-乙基苯胺(EA), 涉及反应如下:



已知: $\ln K = -\frac{\Delta H}{R} \frac{1}{T} + \frac{\Delta S}{R}$ (R 为常数, 在温度变化范围不大时, 同一反应的 ΔH 、 ΔS 为常数)

(1) 反应④的焓变 $\Delta H_4 =$ _____ (用含 ΔH_1 、 ΔH_2 、 ΔH_3 的代数式表示), 反应①的平衡常数 $K_1 =$ _____ (用含 K_2 、 K_3 、 K_4 的代数式表示)。

(2) 在某选择性催化剂条件下, 四个反应的平衡常数随温度变化的曲线如图 1 所示, c 和 d 分别表示反应②和③的平衡常数随温度变化的曲线, 则表示反应①和④的平衡常数随温度变化曲线为 _____、_____。

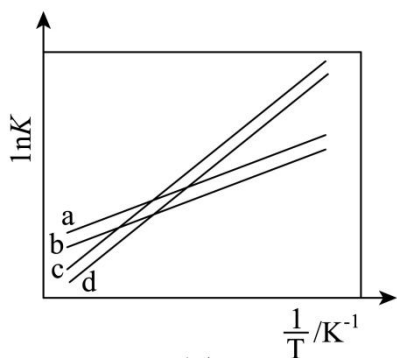


图1

(3) 下列说法错误的是_____。

- a. 四个反应均为放热反应 b. $\frac{\Delta H_1}{\Delta H_2} > 1$ c. 压强越大, 温度越高越有利于生成 EA

(4) 以 1mol NS 为原料, PMPa 的高压 H_2 氛围下(因反应在 H_2 高压氛围下进行, 故 H_2 压强近似等于总压)发生上述反应, 测得不同温度下平衡时产物的选择性、NS 平衡转化率关系如图 2 所示。平衡转化率为 60% 时, AS 的产率 = _____%, 反应①的 $K_p =$ _____。

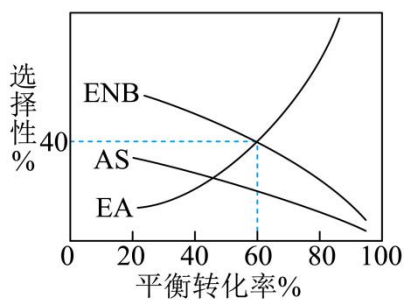
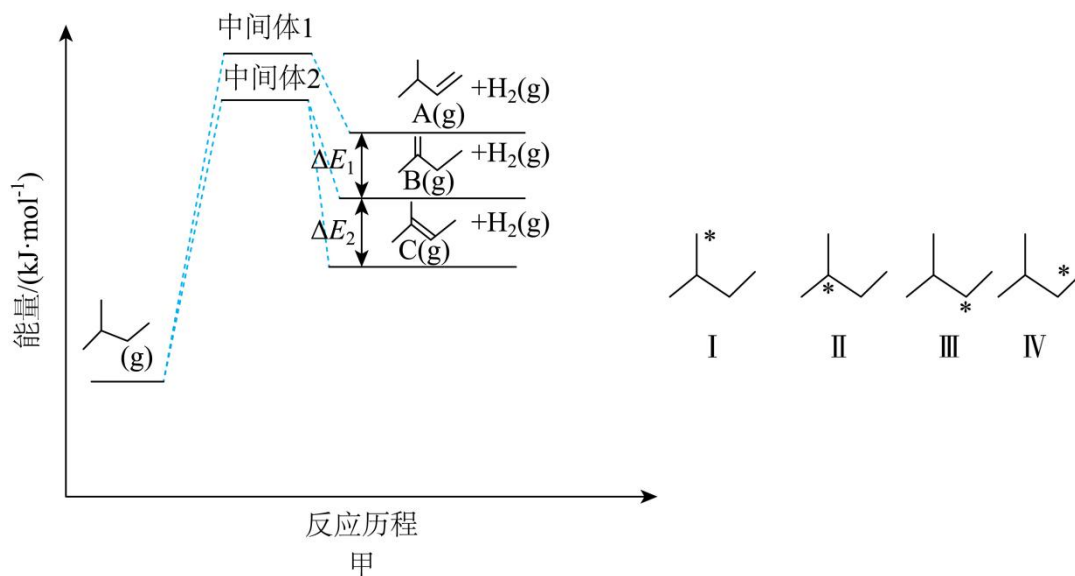


图2

8. (2025 济南二模, 20) 异戊烷催化脱氢生成单烯烃(A、B 和 C)时各微粒的相对能量关系及可能的自由基中间体如图所示:



已知：选择性 $S(A) = \frac{n(\text{生成产物A消耗的异戊烷})}{n(\text{反应消耗的异戊烷})} \times 100\%$ 。

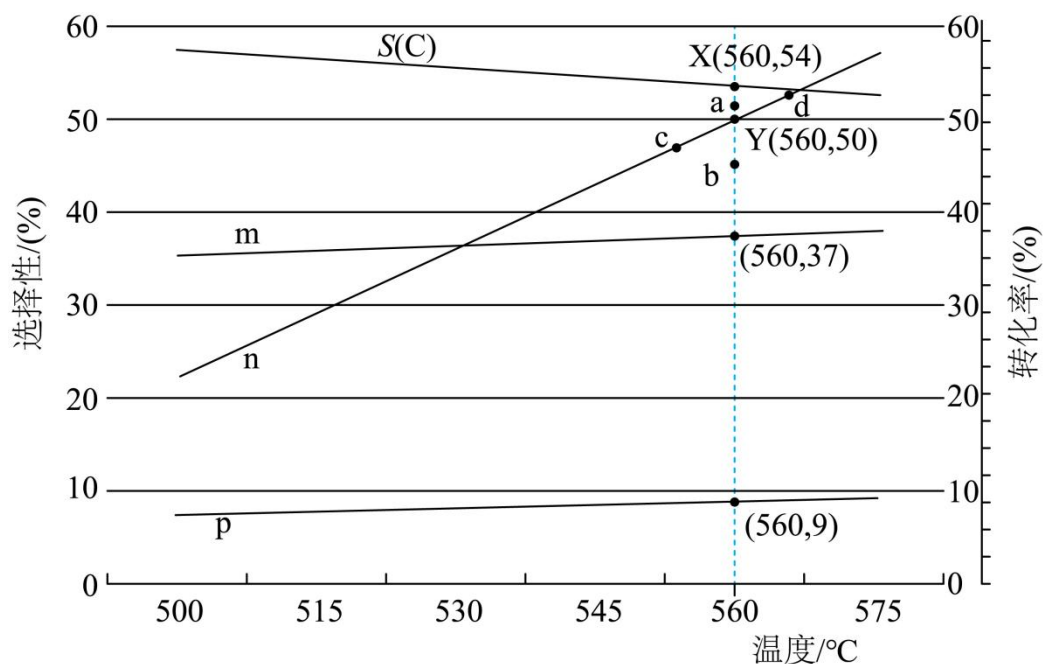
回答下列问题：

(1) 单烯烃产物(A、B和C)中相对较稳定的是_____ (用系统命名法命名)；该条件下反应：

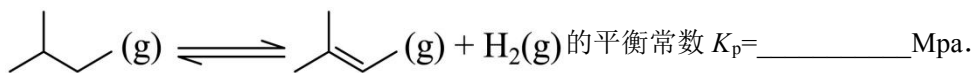
$A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ 的 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (用含 ΔE_1 和 ΔE_2 的代数式表示)。

(2) 烷烃催化脱氢机理一般认为是遵循自由基机理：在催化剂作用下，烷失去一个氢原子得到烷基自由基中间体(有供电子基团的烷基自由基一般较为稳定)，再脱掉β碳上一个H原子形成单烯烃产物，中间体2可能是图甲中_____ (填“Ⅰ”“Ⅱ”“Ⅲ”或“Ⅳ”)。

(3) 烷烃脱氢过程中通常加入适量氢气防止积碳。在 0.17MPa 下、按氢气和异戊烷相同初始摩尔分数投料，实验测定异戊烷的平衡转化率和各产物选择性 S 随温度的变化关系如图乙所示。

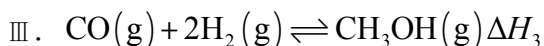
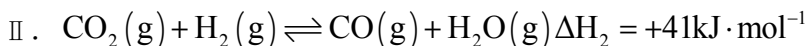
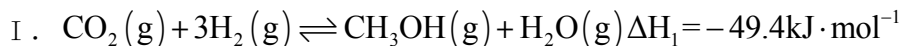


图乙中表示异戊烷的转化率随温度变化的曲线为_____ (填“m”“n”或“p”)；S(C)随温度变化逐渐降低的原因是_____；在 560°C 下，反应达到平衡时 H_2 的分压为_____ MPa；反应

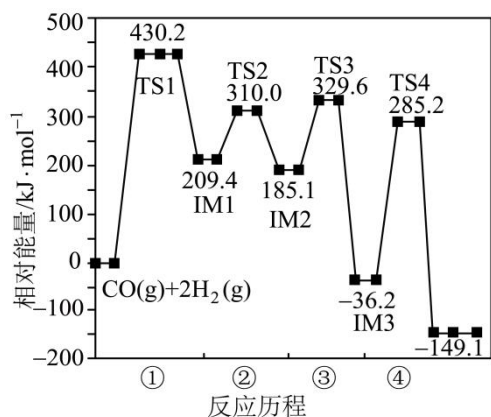


(4) 在 560℃、0.17MPa 下，氢烃摩尔比为 2 时，异戊烷的平衡转化率可能对应乙图中的 _____ (填“a” “b” “c” 或 “d”)。

9. (2025 菏泽二模, 20) 以工业废气中的 CO_2 为原料催化加氢制备甲醇具有较好的发展前景。涉及以下反应:

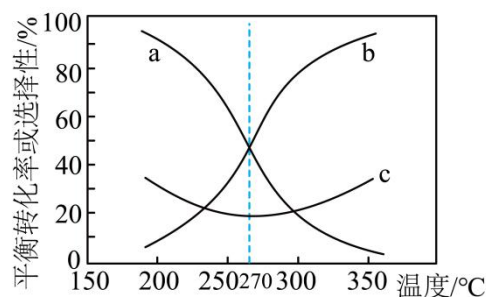


(1) $\Delta H_3 =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。计算机模拟 III 的反应历程及能量变化如图所示(TS 代表过渡态, IM 表示中间产物)。催化剂主要降低反应历程中第 _____ 步的能垒(填序号)。



(2) 已知: X 的选择性 $S(X) = \frac{n(\text{生成X消耗的CO}_2)}{n(\text{参与反应的CO}_2)} \times 100\%$ 。将 3mol H_2 和 1mol CO_2 充入密闭恒压容器中进行上述反应, 平衡时, CO_2 转化率 $\alpha(\text{CO}_2)$ 、 CH_3OH 选择性 S_1 、 CO 选择性 S_2 随温度的变化关系如图所示。则表示 S_1 变化的曲线是 _____ (填标号); 当温度高于 270°C 时, $\alpha(\text{CO}_2)$ 逐渐增大的原因是 _____。

条件不变, 原料气中增加 $0.4\text{mol CO}(\text{g})$, 在某温度下达到平衡, 测得 $\alpha(\text{CO}_2) = 0.1$, $n(\text{CH}_3\text{OH}) = 0.35$, 则 $n(\text{CO}) =$ _____ mol。



(3) 一定条件下, 将 3mol H_2 和 1mol CO_2 充入恒容密闭容器中发生上述反应。不同时间容器内的压强见下表, 平衡时测得体系内 CO 的摩尔分数为 10%。

t / min	0	5	10	15	20	25
p / kPa	6.0	5.55	5.2	4.95	4.8	4.8

该温度下反应Ⅲ的平衡常数 $K_p =$ _____ kPa^{-2} (列出计算式即可)。

10. (2025 滨州二模, 20) 碳酸盐作为地球碳循环的关键物质, 其转化和利用与环境气候变化紧密相关。

I. 某研究团队通过直接对碳酸钙进行氢化生成高附加值的化学品, 相关反应如下。



(1) CO 与 CH_4 的混合气(体积比为 2:1)可用于合成多种化工产品。利用上述反应获得 1 mol 该混合气, 理论上需吸收的热量为_____。

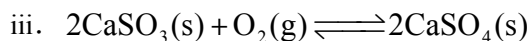
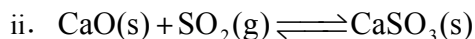
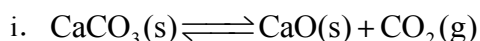
(2) 恒温恒容条件下, 向真空密闭容器中加入足量碳酸钙、合适的固体催化剂, 通入 2 mol H_2 , 只发生反应 i 和反应 ii, 测得装置总压随时间变化如下表:

时间/min	0	10	20	30	40	50
总压/MPa	2.00	2.17	2.08	2.01	1.95	1.95

①反应过程中总压先增大后减小的原因是_____。

②实验结束后共收集到 12.6 g $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, 计算反应 i 的平衡常数 $K_p =$ _____ MPa。

II. 碳酸钙还可用于燃煤脱硫, 相关反应如下。



(3) 恒定温度为 $T^\circ\text{C}$, 在 2 L 的刚性容器中加入一定量的 CaCO_3 和 5 mol SO_2 、3 mol O_2 混合气体, 起始压强为 p_0 kPa。

①20 min 时测得体系有 2 mol CO_2 , 则用 CO_2 表示的化学反应速率为_____ $\text{kPa} \cdot \text{min}^{-1}$ (用含 p_0 代数式表示)。

②反应一段时间达平衡后, 测得体系中总压为 $1.25p_0$ kPa, SO_2 和 O_2 , 体积分数分别为 8%、12%, 则体系中 CaSO_3 的物质的量为_____。若继续向刚性容器中充入少量 O_2 , 再次平衡时 $\frac{p(\text{CO}_2)}{p(\text{O}_2)}$ 将_____ (填“增大”、“减小”)

或“不变”)。

11. (2025 烟台德州二模, 20) $(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{CHO}(\text{DMF})$ 是一种常见的有机溶剂, 一种 CO_2 加氢偶合 $(\text{CH}_3)_2\text{NH}(\text{DMA})$ 制备 DMF 的主要反应以及反应在不同温度下的化学平衡常数如表所示。

化学反应	平衡常数	温度 / $^{\circ}\text{C}$	
		300	500
① $(\text{CH}_3)_2\text{NH}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons (\text{CH}_3)_2\text{NCHO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_1$	K_1	2.5	2.68
② $(\text{CH}_3)_2\text{NH}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons (\text{CH}_3)_3\text{N}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H_2$	K_2	1.25	1.08
③ $(\text{CH}_3)_3\text{N}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons (\text{CH}_3)_2\text{NCHO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_3$	K_3		

回答下列问题:

(1) DMA 在 $\text{ZnO}-\text{TiO}_2$ 催化剂表面不同位点上生成 DMF 的基元反应能量变化如下表。

基元反应	$\text{Zn}-\text{O}-\text{Zn}$ 位点		$\text{Zn}-\text{O}-\text{Ti}$ 位点	
	活化能/eV	反应热/eV	活化能/eV	反应热/eV
i. $\text{HCOO}^* + \text{H}^* + \text{DMA}^* \rightarrow \text{HCOOH}^* + \text{DMA}^*$	2.30	1.55	1.05	0.75
ii. $\text{HCOOH}^* + \text{DMA}^* \rightarrow \text{H}_2\text{O}^* + \text{DMF}^*$	1.35	-0.65	1.25	-0.45

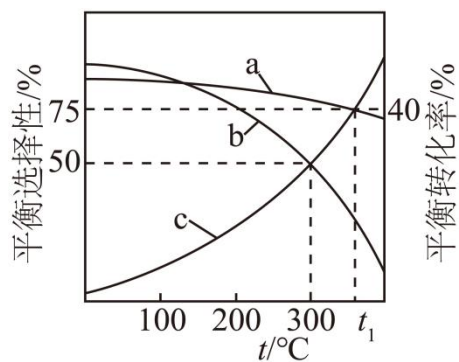
在_____ (填“ $\text{Zn}-\text{O}-\text{Zn}$ ”或“ $\text{Zn}-\text{O}-\text{Ti}$ ”)位点上更有利于 HCOO^* 与 DMA^* 反应生成 DMF^* , 该位点上决速步反应为_____ (填“i”或“ii”)。

(2) 若反应③正反应的活化能为 E_1 、逆反应的活化能为 E_2 , 则 E_1 _____ (填“>”“<”或“=”) E_2 。已知平衡常

数与温度关系为 $\ln K = -\frac{\Delta H}{RT} + C$ (R 与 C 为常数), 升高相同温度, ΔK_1 、 ΔK_2 、 ΔK_3 由大到小的顺序为_____。

(3) 在压强恒定为 $p_0\text{Pa}$ 的密闭容器中, 按 $n(\text{DMA}):n(\text{CO}_2):n(\text{H}_2)=1:1:3$ 充入原料发生上述反应, DMA 的平衡转化率以及 DMF 和 $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ 的平衡选择性随温度的变化如图所示。[X 的平衡选择性

= $\frac{\text{生成X的物质的量}}{\text{参加反应的DMA的物质的量}} \times 100\%$, X 为 DMF 或 $(\text{CH}_3)_3\text{N}$]。



①DMF 平衡选择性的曲线是_____ (填序号); 300℃时, 若平衡时密闭容器的体积为1L, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的平衡浓度为 $0.18\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $\text{H}_2(\text{g})$ 的平衡浓度为_____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, DMA 的平衡转化率为_____。

② $t_1^\circ\text{C}$ 时, 用分压表示反应①的平衡常数为_____ Pa^{-1} 。 $t_1^\circ\text{C}$ 时, 保持压强恒定为 $p_0\text{Pa}$, 向容器内通入 H_2

使 H_2 的分压保持不变, 重新达平衡时, $\frac{c(\text{DMF})}{c[(\text{CH}_3)_3\text{N}]}$ 的值_____ (填“增大”“减小”或“不变”)。

第五部分 物质结构与性质

一、物质结构与性质

1. (2025 济南二模, 3) 下列关于肼(NH_2NH_2)、甲胺(CH_3NH_2)、羟胺(NH_2OH)的描述错误的是

- A. 分子中所含电子数目相同
- B. C、N、O 原子的 VSEPR 模型相同
- C. 均能与水形成氢键, 增大在水中溶解度
- D. 中心 N 原子结合 H^+ 的能力: $\text{NH}_2\text{OH} > \text{NH}_2\text{NH}_2 > \text{CH}_3\text{NH}_2$

2. (2025 烟台德州二模, 3) 下列事实不能用电负性解释的是

- A. 干冰的熔点小于石英
- B. B_2H_6 中氢元素的化合价为 -1 价
- C. CF_3COOH 的酸性强于 CCl_3COOH
- D. $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 的稳定性强于 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$

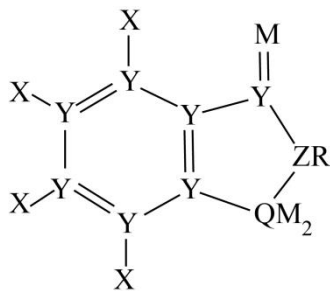
3. (2025 济宁二模, 4) 下列属于非极性分子的是

- A. O_3
- B. SeO_3
- C. Cl_2O
- D. CH_2F_2

4. (2025 青岛二模, 4) 离子晶体的熔点差异较大。下列离子晶体的熔点最低的是

- A. CaO
- B. KCl
- C. Na_2SO_4
- D. CH_3COOCs

5. (2025 菏泽二模, 4) 一种食品添加剂的结构如图。已知 X、Y、Z、M、R、Q 为短周期主族元素, 原子序数依次增大, 最外层电子数之和为 23, X 的基态原子核外电子只有一种自旋取向, M 与 Q 同族。下列说法错误的是

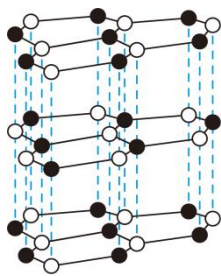


- A. 原子半径: $\text{R} > \text{Y} > \text{Z}$
- B. 第一电离能: $\text{R} > \text{Z} > \text{M}$
- C. 简单氢化物的热稳定性: $\text{M} > \text{Q}$
- D. X 的氧化物与 Q 的氧化物反应可能发生氧化还原反应

6. (2025 临沂二模, 4) 下列两者对应关系错误的是

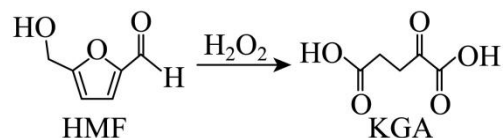
- A. 等离子体用于制造显示器, 与其含有带电粒子有关
- B. 碳纳米管可用作新型储氢材料, 与其比表面积有关
- C. 碱金属中 Li 熔点最高, 与碱金属的价电子数目有关
- D. 18-冠-6 识别 K^+ 的能力强于 12-冠-4, 与其空腔直径有关

7. (2025 聊城二模, 5) 氮化硼(BN) $_x$ 的六方晶型与石墨类似, 其结构如图所示。下列说法正确的是



- A. $(\text{BN})_x$ 属于共价晶体
 B. $(\text{BN})_x$ 可作高温润滑剂
 C. $(\text{BN})_x$ 是一种良好的导体
 D. $1\text{mol } (\text{BN})_x$ 含有 $3\text{mol } \sigma$ 键

8. (2025 临沂二模, 6) α -酮戊二酸(KGA)是有机合成的重要中间体, 可由下列反应制得。下列说法正确的是



- A. H-O 键极性: $\text{HMF} > \text{KGA}$
 B. 在水中溶解度: $\text{KGA} > \text{HMF}$
 C. HMF 含有平面形五元环, 大 π 键可表示为 π_5^5
 D. HMF 中 C-O 键的键长均相等

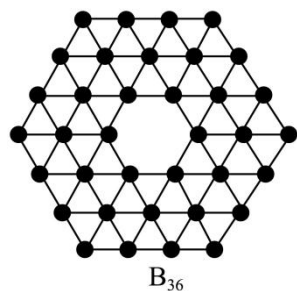
9. (2025 聊城二模, 6) 结构决定性质, 性质决定用途。下列对应解释错误的是

选项	用途	解释
A	N_2 可用于反应的保护气	N_2 中 $\text{N} \equiv \text{N}$ 键能大
B	次氯酸钠可用于杀菌消毒	次氯酸钠水解呈碱性
C	Ti-Fe 合金可用于储存 H_2	Ti-Fe 合金能与 H_2 结合成金属氢化物
D	甘油可用于配制化妆品	甘油能与水形成氢键保湿

10. (2025 菏泽二模, 6) 下列化合物, 按其晶体的熔点由高到低排列正确的是

- A. SiCl_4 、 SiF_4 、 SiH_4
 B. 晶体硅、碳化硅、金刚石
 C. H_2Se 、 H_2S 、 H_2O
 D. CsCl 、 KCl 、 NaCl

11. (2025 济宁二模, 7) B_{36} 是一种二维平面结构的“硼墨烯”, 原子间排成三角形, 中间形成一个完美六边形空穴, 如图, 下列有关说法错误的是

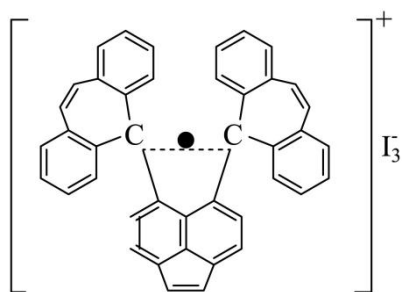


- A. B_{40} 与 B_{36} 互为同素异形体
- B. B_{36} 表面形成 B-F 键，抗氧化性增强
- C. 嵌入 Li 原子形成 $Li@B_{36}$ ，可作电池正极材料
- D. B_{36} 表面接 -COOH，可增强其水溶性

12. (2025 泰安二模, 7) “离子液体”硝酸乙基铵 $[(C_2H_5NH_3)NO_3]$ 的熔点只有 $12^\circ C$ ，下列有关说法正确的是

- A. 原子半径: $O > N > C > H$
- B. $C_2H_5NH_2$ 结合质子的能力比 NH_3 弱
- C. 该物质中的化学键有氢键、离子键、共价键和配位键
- D. 该物质常温下是液体，主要原因是阳离子体积大，离子键弱

13. (2025 菏泽二模, 7) 近期研究人员证实了含碳-碳单电子 σ 键化合物的存在。其中一种化合物的结构如图，虚线和圆点表示仅有 1 个共用电子的共价键。下列说法错误的是



- A. 该化合物含有离子键、共价键
- B. 该化合物中碳原子的杂化方式为 sp^2
- C. 该碳-碳单电子 σ 键的键长比普通碳-碳单键的键长要长
- D. 依据价层电子对互斥理论, I_3^- 的中心碘原子价层电子对数为 5

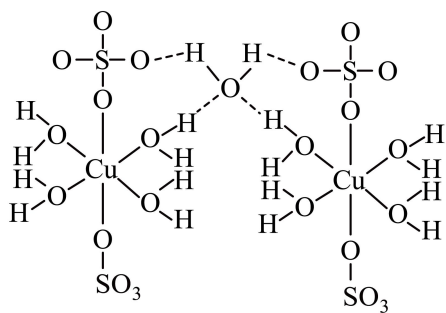
14. (2025 青岛二模, 11) (不定项) 实验 1: 将胆矾(部分结构如图)配成 $0.1 mol \cdot L^{-1}$ 溶液, 取 4mL 溶液逐滴加入 $1 mol \cdot L^{-1}$ 氨水至过量, 加入 8mL 95% 乙醇, 并用玻璃棒摩擦试管内壁。

实验 2: 将大小形状相同的铁丝分别浸入相同体积浓度均为 $0.1 mol \cdot L^{-1}$ 的 $CuSO_4$ 溶液和 $[Cu(NH_3)_4]SO_4$ 溶液, 表面明显析出红色固体的时间分别为 3min 和 24h。

实验 3: 取 $0.2g Cu(OH)_2$ 固体, 逐滴加入 $1 mol \cdot L^{-1}$ 的氨水, 固体不溶解, 再加入少量 $(NH_4)_2SO_4$, 固体大部分溶解。

已知: ① $Cu(OH)_2(s) + 2NH_3 \cdot H_2O(aq) + 2NH_4^+(aq) = [Cu(NH_3)_4]^{2+}(aq) + 4H_2O(l)$ $K = 5 \times 10^2$

② $K_b(NH_3 \cdot H_2O) = 1.8 \times 10^{-5}$



下列说法错误的是

A. 脱去胆矾中不同水分子时所需的温度相同

B. 电负性: $O > H > S$

C. 与 Cu^{2+} 配位的能力: $\text{NH}_3 > \text{H}_2\text{O}$

D. 摩擦试管内壁和加入乙醇均有利于铜氨配合物晶体析出

15. (2025 聊城二模, 11) (不定项) 济美酱菜享誉“中华老字号”。至今, 济美制作腐乳还在延续最传统工艺: 选豆(非转基因)浸泡、吸水膨胀→磨浆、煮浆、点浆→压制成型、切块→发酵、调味等几个阶段。下列说法错误的是

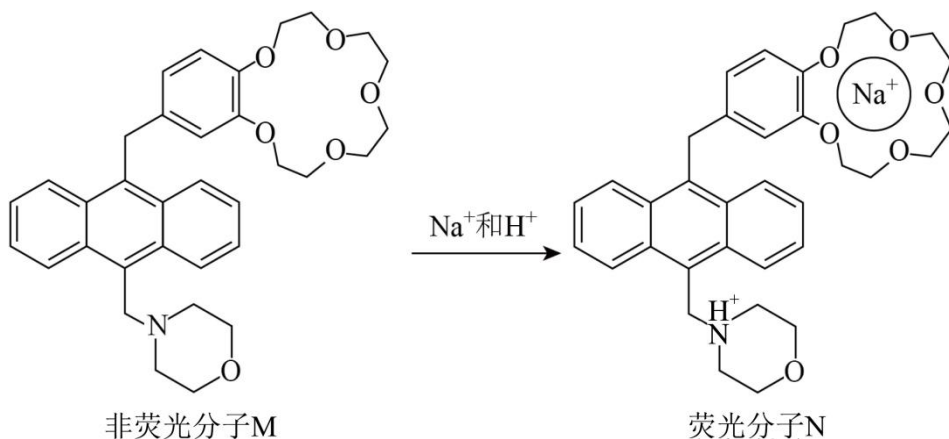
A. 大豆基因中碱基互补配对时形成共价键

B. 大豆中淀粉、蛋白质等含有亲水基团

C. 利用 MgCl_2 点浆可使豆浆中的蛋白质聚沉

D. 红曲霉发酵产生的红曲红属于天然着色剂

16. (2025 济南二模, 13) (不定项) 非荧光分子 M 转化为荧光分子 N 的原理如图, 分子 N 在光照射下产生荧光。下列说法正确的是



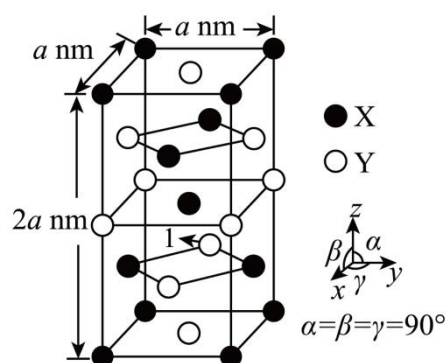
A. 分子 M 识别 Na^+ 和 H^+ 转化为分子 N 时均利用了配位作用

B. 适当提高 Na^+ 和 H^+ 浓度能增强分子荧光强度

C. 特定波长光照射下, 可实现 N 转化为 M

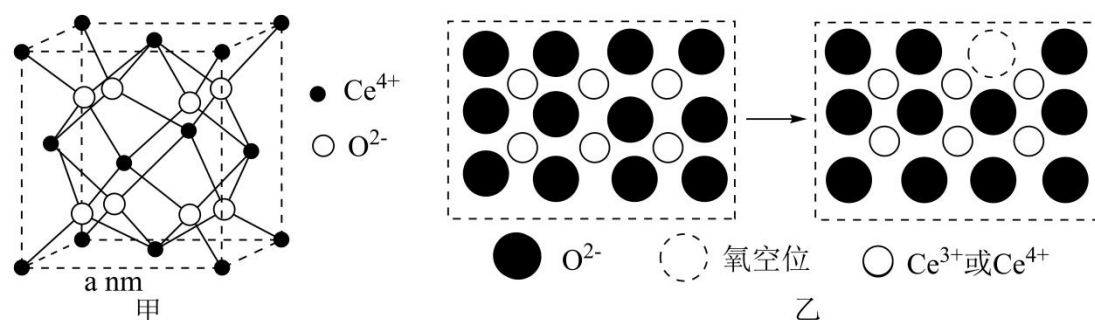
D. 上述转化中用 K^+ 替换 Na^+ 后, 与 H^+ 的共同作用能形成新的荧光分子

17. (2025 潍坊二模, 8) 某晶体结构如图所示, 下列说法错误的是



- A. 图示为两个晶胞无缝并置
- B. Y 的配位数为 8
- C. 标号为“1”的 Y 的原子分数坐标为 $\left(0, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}\right)$
- D. 最近的两个 Y 的距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a\text{nm}$

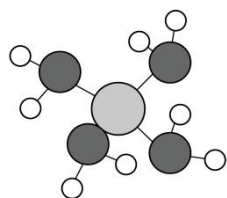
18. (2025 滨州二模, 14) (不定项) 二氧化铈(CeO_2)可作脱硝催化剂, 其立方晶胞如图甲。在脱硝过程中, CeO_2 将 NO 转化为 NO_2 时, 形成氧空位, 转化为新的铈氧化物 $[\text{Ce(III)}_x\text{Ce(IV)}_y\text{O}_z]$ (如图乙)。下列说法正确的是



- A. CeO_2 晶胞中, O^{2-} 的配位数为 8
- B. CeO_2 晶胞中, Ce^{4+} 与 O^{2-} 的最短距离为 $\frac{\sqrt{3}}{4}a\text{nm}$
- C. 当 1mol CeO_2 氧化标准状况下 5.6L NO 后, 生成新的铈氧化物中 x 、 y 、 z 的最简整数比为 $2:2:7$
- D. 用 CaO 代替 CeO_2 也能实现上述脱硝反应

二、元素推断题

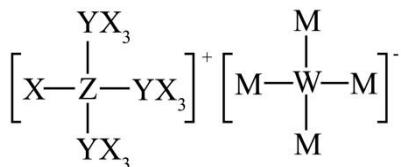
1. (2025 滨州二模, 5) 原子序数依次增大的 X、Y、Z 三种元素位于不同的短周期, 其组成的化合物结构如图。下列说法错误的是



- A. 电负性: $\text{Y} > \text{X} > \text{Z}$

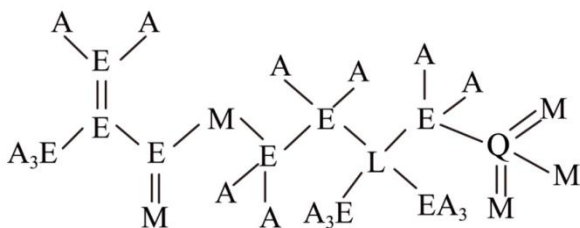
- B. 简单氢化物的沸点：Y > Z
- C. 最高价含氧酸的酸性：Z > Y
- D. Y、Z 组成的化合物可能为共价晶体

2. (2025 潍坊二模, 6) 某离子液体由原子序数依次增大的短周期元素 X、Y、Z、W、M 组成, 其结构如图所示。其中 Y、Z 位于同周期相邻主族, 基态 W 和 M 的 p 轨道均含一个未成对电子。下列说法错误的是



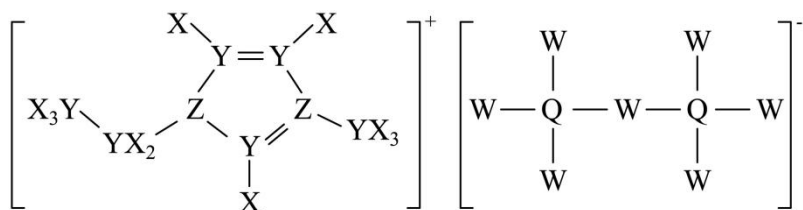
- A. 简单离子半径：M > Z > W
- B. 电负性：M > Y > X
- C. 氢化物的沸点：Z 一定大于 Y
- D. 该离子液体的阴、阳离子中均含有配位键

3. (2025 青岛二模, 7) A、E、L、M、Q 为原子序数依次增大的五种短周期元素, 由它们组成的某种生物碱结构如图。下列说法正确的是



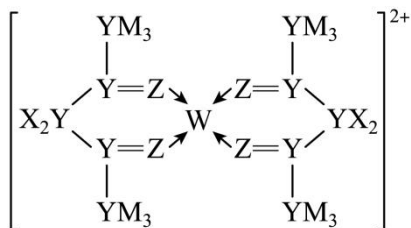
- A. 第一电离能：M > L
- B. 简单氢化物沸点：Q > M
- C. 基态原子半径：E > M > A
- D. 常温下, $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Q 的最高价含氧酸的水溶液其 $\text{pH} = 1$

4. (2025 烟台德州二模, 8) 某离子液体结构如图所示, Q、W、Y、Z、X 分别为不同主族的短周期元素, 且原子半径依次减小。下列说法正确的是



- A. 电负性：Y > W > Q
- B. 同周期中第一电离能大于 Z 的元素有 3 种
- C. 简单氢化物沸点：W > Y > Z
- D. 最高价氧化物对应水化物的酸性：W > Z > Y

5. (2025 聊城二模, 9) X、Y、Z、M、W 五种元素原子序数依次增大, Y、Z、M 同周期, 基态 Y 原子各能级上的电子数相等, W^{2+} 离子的价电子排布式为 3d^9 , 由五种元素组成的某配离子的结构如图所示。下列说法错误的是



- A. 电负性: $Z > Y > X$
- B. XM 属于酸, 但能与某酸性氧化物反应
- C. W 的最高价氧化物的水化物能溶于强酸, 但不溶于任何碱
- D. 该配离子中 σ 键与 π 键个数比为 $8:1$

三、物质结构与性质综合题 (非选择题)

1. (2025 泰安二模, 16) 回答下列问题:

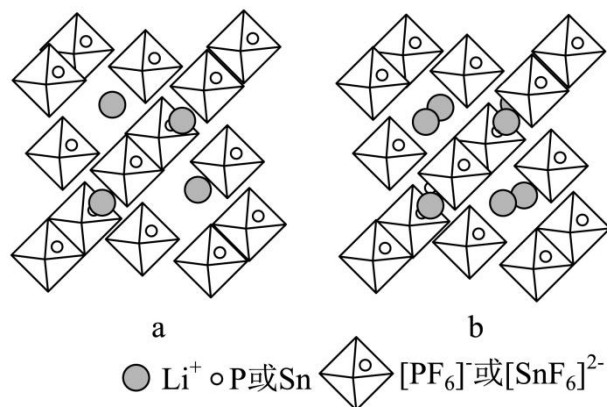
(1) 六氟磷酸锂 (LiPF_6) 是锂离子电池的常用电解质, 其中 Li 、 P 、 F 的电负性由大到小的排序是_____; F^- 的电子排布式为_____; PF_6^- 的空间构型为_____。

(2) 制备 LiPF_6 的反应为 $\text{PF}_5 + \text{LiF} = \text{LiPF}_6$, PF_5 的中心原子杂化类型为_____ (填序号)。

- a. sp^3 b. dsp^3 c. sp^3d d. sp^3d^2

PF_5 在 CCl_4 中的溶解度_____ (填“大于”“小于”) 在乙醇中的溶解度。

(3) Li_2SnF_6 也是锂离子电池的常用电解质, 二者晶胞结构为图 a 或图 b, 两种晶胞中阴离子均采取面心立方最密堆积方式。



代表 LiPF_6 的是_____ (填 a 或 b)。已知 LiPF_6 晶体的密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 阿伏加德罗常数为 N_A , 则其晶胞边长为_____ nm, 晶胞 a 和 b 中四面体空隙的填充率之比为_____。

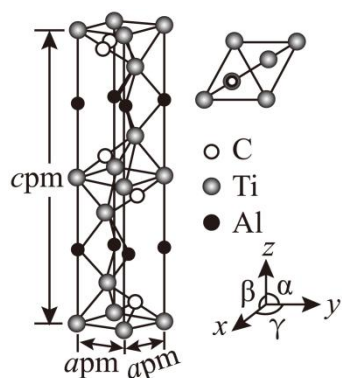
2. (2025 潍坊二模, 16) MAX 相是一大类具有层状结构的金属碳化物或氮化物的总称, 其中 M 为 Ti 、 V 、 Nb (铌) 等过渡金属, X 为 C 或 N , A 为 Al 、 Sn 、 Ge 、 Sb 等主族元素。

回答下列问题:

(1) Nb 是与 V 同族的相邻周期元素, 其基态原子中的价电子分布在两个能级且均为未成对电子, 基态 Nb 原子价电子的轨道表示式为_____; 第 4 周期中, 基态原子未成对电子数比 Nb 多的元素是_____ (填元素符号)。

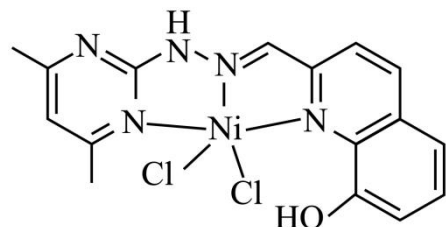
(2) 与 N 同周期的非金属主族元素中第一电离能大于 N 的是_____(填元素符号), 与 N 同周期的非金属元素(硼除外)形成的简单气态氢化物中键角最小的是_____(填化学式)。 R_3N 可与 H^+ 结合形成 R_3NH^+ , 存在平衡 $R_3NH^+ \rightleftharpoons R_3N + H^+$, 平衡常数为 K_a 。 R_3N 能结合 H^+ 的原因是_____； $pK_a(NH_4^+) = 9.25$, $pK_a(CH_3CH_2NH_3^+) = 10.7$, $CH_3CH_2NH_3^+$ 的 pK_a 较大的原因是_____。

(3) Ti、Al、C 组成的 MAX 相结构属六方晶系, 晶胞参数 $a \neq c$, $\alpha = \beta = 90^\circ$, $\gamma = 120^\circ$, 晶胞结构及 C、Ti 原子沿 z 轴投影如图所示。晶体中与 C 最近且等距离的 Ti 原子的个数是_____。该晶体的密度为 $\rho g \cdot cm^{-3}$, 阿伏加德罗常数的值 $N_A = \underline{\hspace{2cm}}$ (用含 a 、 c 、 ρ 的代数式表示)。

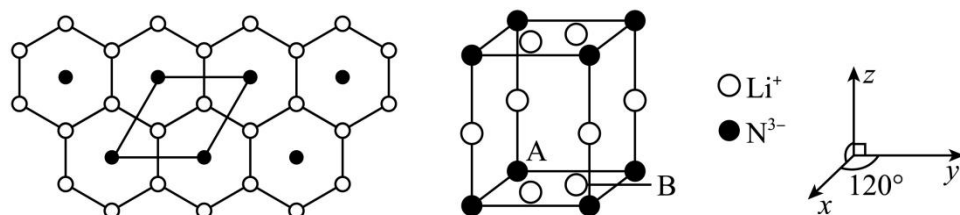


3. (2025 日照二模, 16) 第 VA 族元素及其化合物在生产、生活和科研中应用广泛。回答下列问题:

- (1) 与基态 As 原子具有相同未成对电子数的同周期元素有_____ (填元素符号)。
 (2) 一种含氮配合物结构如图, 其中 N 的杂化方式为_____, 与镍配位的配体数为_____。



- (3) 液氨存在类似于水的电离, $2NH_3 \rightleftharpoons NH_4^+ + NH_2^-$, 反应涉及的三种微粒中键角最小的是_____ (填化学式), 金属钠与液氨的反应的化学方程式为_____。
 (4) 氮化锂具有高离子电导率可用作固体电解质, 其晶体结构如图所示。



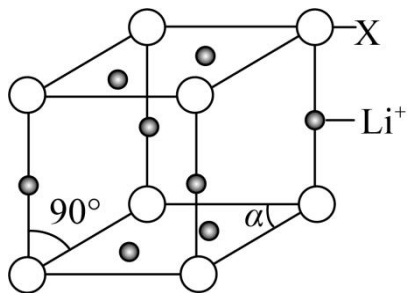
- ① 氮化锂晶胞中有_____种不同化学环境的 Li^+ , N^{3-} 的配位数为 (晶胞参数 $a pm$ 、 $a pm$ 、高 $b pm$, $b > 2a$) _____。
 ② 若 A 点的原子分数坐标为 (0, 0, 0), 则 B 点的坐标为_____；晶胞参数为 $a pm$ 、 $a pm$ 、 $b pm$, N_A 为阿伏加德罗常数, 则晶体的密度为_____ $g \cdot cm^{-3}$ 。

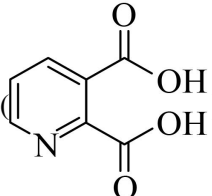
4. (2025 青岛二模, 16) 中科院团队提出了一种独特的锂氮电池, 使用钌催化剂实现温和条件固氮, 并提供电能。

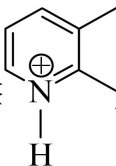
已知钌与铁在周期表中同列。回答下列问题:

(1) Fe 在周期表第_____列, 同周期元素中基态原子未成对电子数多于 Fe 的有_____种。

(2) 如图为该电池 Li 电极表面一种涂层材料的晶胞, X 配位数为 8, $\angle \alpha =$ _____度。传导 Li^+ 时, 晶胞中 X 元素化合价_____ (填“升高”、“降低”或“不变”)。



(3) 喹啉酸()中 N 原子杂化方式为_____, 其孤电子对占据_____轨道。喹啉酸一个

羧基氢转移至 N 后可形成七元环稳定结构, 请将该稳定结构补充完整 _____。1 个喹啉酸分子 190°C

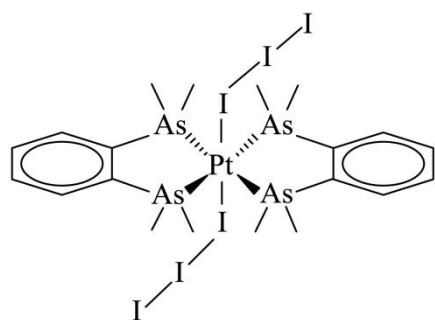
释放出 1 个 CO_2 后剩余羧基应在 N 的_____ (填“邻”或“间”)位。已知: 降低羧基的电子云密度可增强其酸性并有利于脱羧反应的发生。

5. (2025 临沂二模, 17) 砷及其化合物具有较大应用价值。回答下列问题:

(1) 基态 As 原子的价电子排布式为_____; 与同周期 Ge、Se 相比, 第一电离能由大到小的顺序为_____。

(2) 氮和砷位于同一主族, 氮原子间能形成氮氮三键, 而砷原子间不易形成三键的原因是_____。

(3) $\text{Pt}[\text{C}_6\text{H}_4(\text{AsMe}_2)_2]_2(\text{I}_3)_2$ 的结构如图所示(Me 为甲基)。



① Pt^{2+} 的杂化方式为_____ (填标号)。

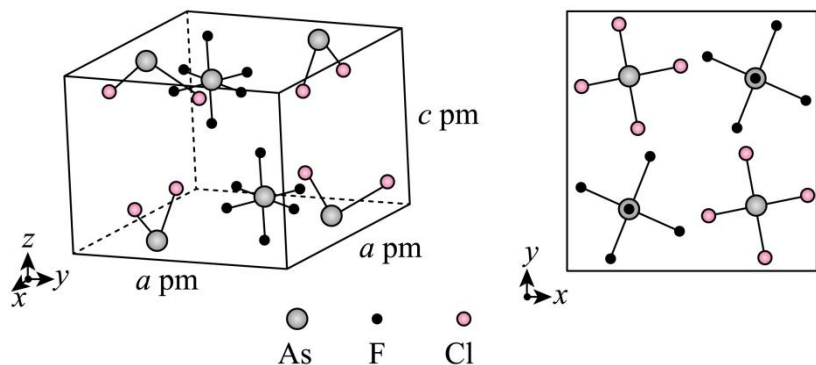
- a. sp^3 b. dsp^2 c. sp^3d d. sp^3d^2

②该配合物在 CCl_4 中的溶解度_____ (填“大于”或“小于”)在水中的溶解度,原因是_____。

(4) 某正五价含砷化合物属四方晶系,晶胞参数以及晶胞沿 z 轴方向的投影如图所示,晶胞棱边夹角均为 90° 。

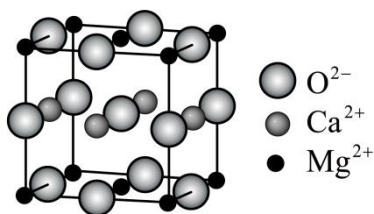
该化合物可由 ClF_3 和 AsCl_3 反应得到,反应的化学方程式为_____;晶体中阳离子的空间构型为_____;

该晶体密度为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (N_A 为阿伏加德罗常数的值)。



6. (2025 聊城二模, 16) 2025 年国产 DeepSeek 开源 AI 模型大放异彩。采用 AI 技术结合计算化学方法, 可以模拟出许多物质的结构。

(1) 模拟预测熔融 CaO 和 MgO 冷却结晶的产物结构, 得到一种类似 NaCl 晶胞的结构, 如右图所示。

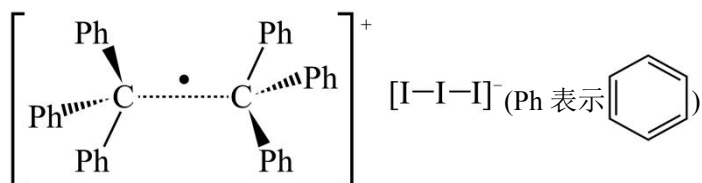


①同周期中, 基态原子最外层电子数比 Ca 少的元素有_____种。

②该结构中 Ca^{2+} 周围最近的 Mg^{2+} 有_____个。已知该晶胞边长为 $a\text{nm}$, 阿伏加德罗常数为 N_A , 则该晶体的密度 $\rho =$ _____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

③用 AI 输出的另一种晶胞结构是: 上图晶胞体心的 O^{2-} 被替换为 Mg^{2+} , 这种新晶胞的结构是否合理? _____, 判断依据是_____。

(2) 利用 AI 模拟 $\text{C}_{38}\text{H}_{30}\text{I}_3$ 的结构如下图, 该物质是一种含有碳—碳单电子 σ 键的化合物, 虚线和圆点表示仅有 1 个共用电子的 σ 键。



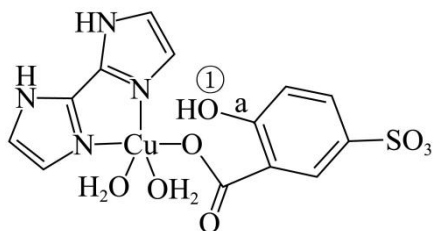
①上图所示物质的正离子中, 碳原子的杂化方式是_____, 从化学键角度解释该正离子带正电荷的原因_____。

②上图所示物质的负离子 $[\text{I—I—I}]^-$ 的中心碘原子价层电子对数为_____。

A. 2 B. 3 C. 4 D. 5

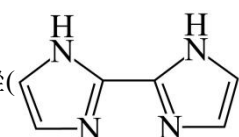
7. (2025 济宁二模, 16) 铜元素在生命体系和超导领域研究中发挥着至关重要的作用。已知含有多个配位原子的配体与同一中心离子(或原子)通过螯合配位成环而形成的配合物为螯合物。

(1) 以 5-磺基水杨酸和咪唑衍生物为配体合成了单核心的铜配合物如图所示:

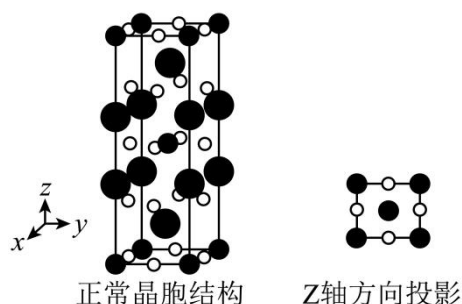


基态 Cu 原子的价电子排布图为_____，该配合物中所含第二周期元素的第一电离能由大到小的顺序_____。

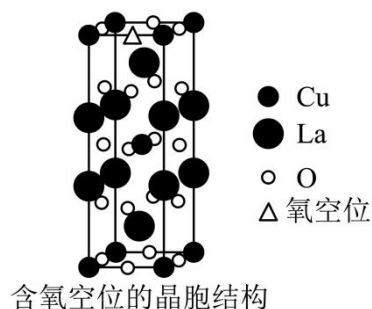
(2) 上图中酚羟基中的 H 保持与苯环共平面，①号 O 原子的杂化方式为_____，a 处 C-O 键键长_____乙醇中

C-O 键键长(填“<”、“>”或“=”)，与 Mg^{2+} 相比 Cu^{2+} 更易与联咪唑()形成螯合物，原因是_____。

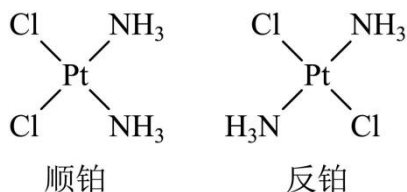
(3) 某含铜(II)化合物晶体结构如图所示，该化合物的化学式为_____；



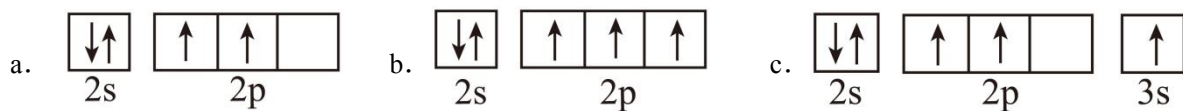
下图所示的含氧空位的晶胞结构中，La 化合价不变， $n(Cu^{2+}) : n(Cu^+)$ _____。



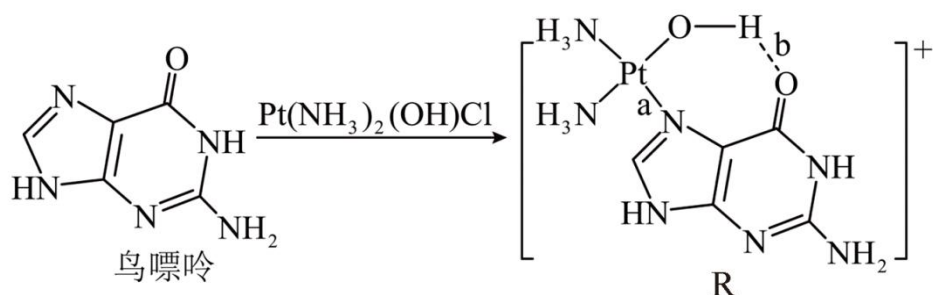
8. (2025 济南二模, 16) 含氨配合物在生产、检测、医药中发挥着重要作用。回答下列问题:



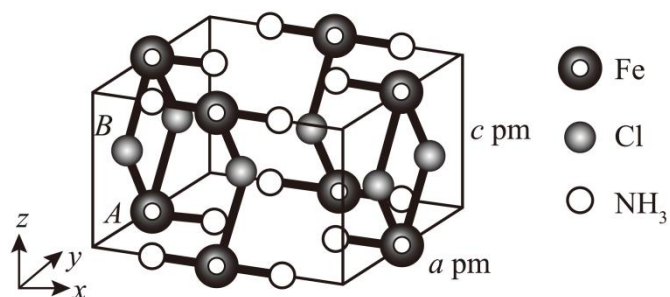
(1) 顺铂是临床使用的第一代铂类抗癌药物，存在同分异构体反铂。基态 Cl^- 占据的最高能级的电子云轮廓图的形状是_____；推测 Pt 的杂化轨道类型不是 sp^3 的依据是_____；下列状态的氮中，电离最外层一个电子所需能量最小的是_____ (填标号)。



顺铂的抗癌机理：在铜转运蛋白的作用下，顺铂进入人体细胞发生水解，生成的 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{OH})\text{Cl}$ 与 DNA 结合，破坏 DNA 的结构，阻止癌细胞增殖。生成物 R 中 a 所示共价键，依据原子轨道重叠的方式判断，属于_____键；b 所示的作用力类型是_____。



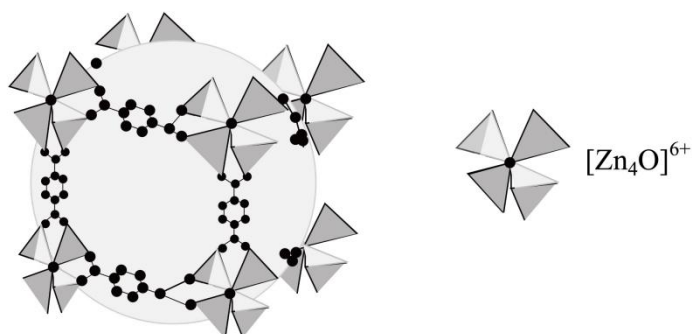
(2) 某铁氨配合物的晶胞如图所示，晶胞参数为 $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ ， $a = b \neq c$ 。该晶体的化学式为_____；晶体类型为_____；铁元素的配位数为_____。原子分数坐标可用于表示晶胞内部各原子的相对位置，A 原子分数坐标为 $(0, \frac{1}{2}, 0)$ ，桥连相同两个铁原子的两个氯原子间距离为 $x\text{pm}$ ，则 B 原子的分数坐标为_____。

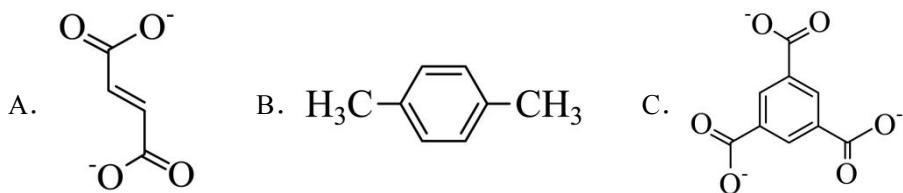


9. (2025 菏泽二模，16) 量子材料、金属有机骨架材料、光催化材料等有较大应用价值。回答下列问题：

(1) 量子材料锡烯具有特殊二维蜂窝状结构，有望实现常温下超导。Sn 在元素周期表中的位置为_____，其含氧酸根 SnO_3^{2-} 的空间构型为_____。

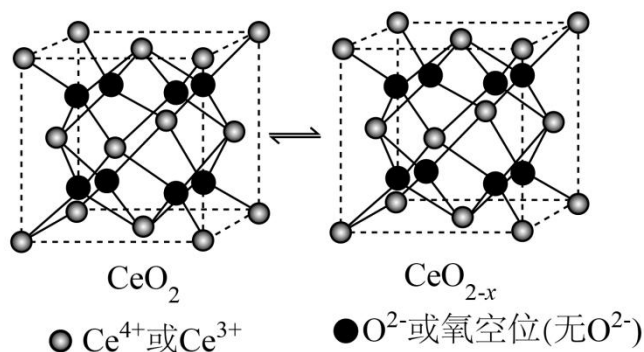
(2) 三维多孔金属有机骨架材料 MOF-5 的低温储氢性能非常优异，其晶体结构如图所示。化学式为 $\text{Zn}_4\text{O}(\text{BDC})_3$ ，其中对苯二甲酸根离子(BDC)作为有机配体，与无机基团 $[\text{Zn}_4\text{O}]^{6+}$ 连接。 $[\text{Zn}_4\text{O}]^{6+}$ 中 O 原子的杂化轨道类型为_____。下列物质可作为有机配体与 $[\text{Zn}_4\text{O}]^{6+}$ 连接形成三维多孔骨架的是_____ (填标号)。





MOF-5 晶体内部的空腔可吸附多种小分子。若要增强 MOF-5 与 H_2O 之间的吸附作用，可在配体上引入羟基而不引入甲基的原因是_____ (假设 MOF-5 晶胞形状不变)。

(3) 氧化铈 (CeO_2) 是一种重要的光催化材料，在光催化过程中立方晶胞的组成变化如图所示， Ce^{4+} 和 Ce^{3+} 的可逆转换会造成氧空位的生成和消除。每个 CeO_{2-x} 晶胞中 Ce^{3+} 个数为_____ (用含 x 的代数式表示)，消除氧空位的过程中，晶体作_____ (填“氧化剂”“还原剂”或“既不是氧化剂也不是还原剂”)。



10. (2025 滨州二模, 16) 氮形成的一系列化合物广泛应用于科研、医疗、化工等领域。回答下列问题:

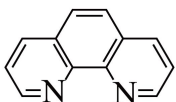
(1) 基态 N 原子核外电子的空间运动状态有_____种; N、O、F 第一电离能由大到小的顺序为_____ (填元素符号)。

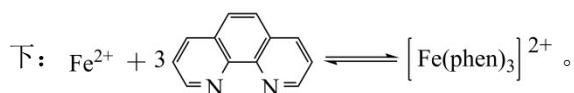
(2) 甲胺 (CH_3NH_2) 和肼 (NH_2NH_2) 都可用作制药原料。

① 两者的碱性随 N 原子电子云密度增大而增强，则其中碱性较强的是_____ (填化学式)，原因为_____。

② 肼与硫酸反应生成 $\text{N}_2\text{H}_6\text{SO}_4$ ，其晶体内存在_____ (填标号)。

A. 离子键 B. 共价键 C. 配位键 D. 金属键

(3) 含氮有机物邻二氮菲 (, 简称为 phen) 是平面分子，能与 Fe^{2+} 生成稳定的螯合物，其反应原理如下:

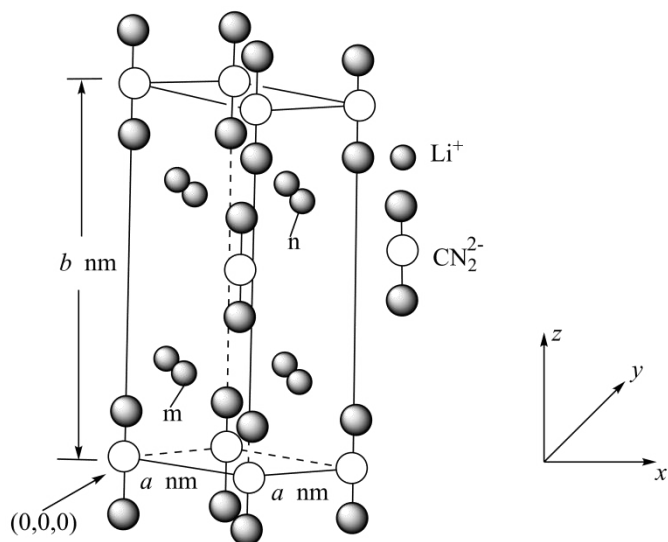


① phen 中 N 原子的价层孤电子对占据_____ (填标号)。

A. 2s 轨道 B. 2p 轨道 C. sp^3 杂化轨道 D. sp^2 杂化轨道

② $[\text{Fe}(\text{phen})_3]^{2+}$ 中 Fe^{2+} 的配位数为_____。

(4) 活性氮物质 Li_2CN_2 能用于合成多种高附加值含氮化合物，其晶胞形状为长方体，结构如图。



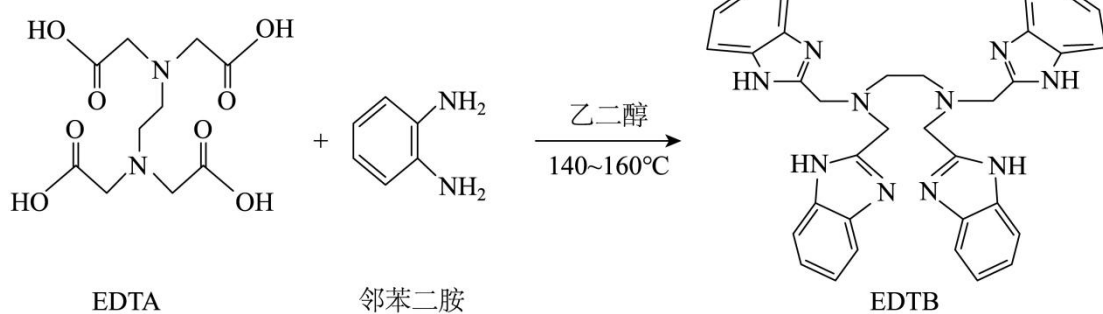
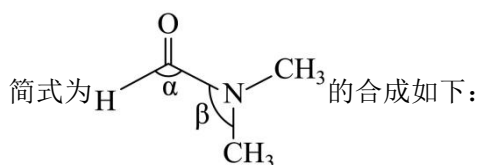
以晶胞参数为单位长度建立的坐标系可以表示晶胞中各原子的位置，称作原子分数坐标。图中 m 处 Li^+ 的分数坐标为 $\left(\frac{1}{2}, 0, \frac{p}{b}\right)$ ($p\text{nm}$ 为 m 处 Li^+ 到底面的垂直距离)，则 n 处 Li^+ 的分数坐标为_____；该晶体的密度

$\rho =$ _____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (N_A 表示阿伏加德罗常数的值，用含 a、b、 N_A 的代数式表示)。

11. (2025 烟台德州二模, 16) 锰及其化合物在生产生活中应用广泛。回答下列问题:

(1) 基态 Mn^{2+} 的价电子排布式为_____，Mn 的第三电离能_____ (填 “>” “<” 或 “=”) 铁的第三电离能。

(2) 科学家设计了一种含锰的仿生螯合物 $[\text{Mn}(\text{EDTB})](\text{NO}_3)_2 \cdot \text{DMF}$ 可催化酚类转化为醌。其中 DMF 的结构

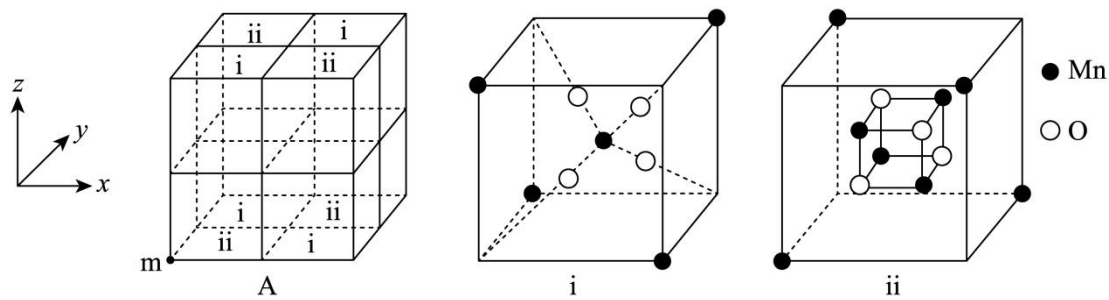


① NO_3^- 的空间构型为_____，EDTB 分子中 N 的杂化轨道类型为_____，DMF 分子中键角:

α _____ β (填 “>” “<” 或 “=”)。

② 对苯二胺的沸点为 $267 \sim 269^\circ\text{C}$ 而邻苯二胺的沸点为 $252 \sim 258^\circ\text{C}$ ，两者差异的原因是_____。

(3) 锰的某种氧化物具有一定催化效果，其晶胞结构如图中 A 所示(Mn 和 O 原子省略)，晶胞棱长为 $a\text{pm}$ 。A 可看作是由 i、ii 两种基本单元交替排列而成；ii 中单元内的锰和氧均位于体对角线上离顶点 $\frac{1}{4}$ 处。



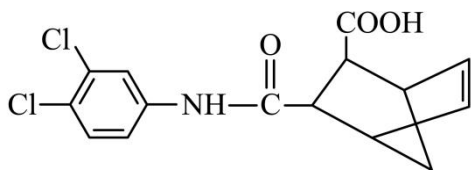
①晶胞 A 中，距离 m 原子 $(0,0,0)$ 最近的 O 原子分数坐标为_____； i 、 ii 单元中 Mn 的配位数之比为_____。

②该氧化物的晶体密度为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (列出计算式)。

第六部分 有机化学基础

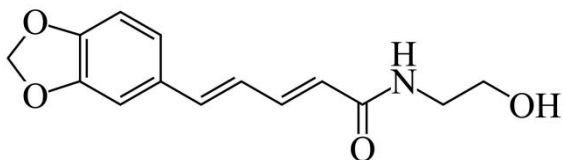
一、有机物的结构与性质

1. (2025 泰安二模, 4) 某抗癌药物的结构如图所示, 下列说法错误的是



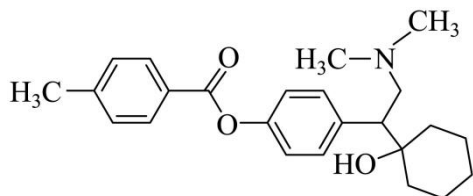
- A. 分子式为 $C_{15}H_{13}NO_3Cl_2$ B. 含有 4 种官能团
- C. 能使 Br_2 的 CCl_4 溶液褪色 D. 1mol 该物质最多能与 $5mol H_2$ 发生加成反应

2. (2025 济南二模, 5) (E, E)-胡椒酰乙醇胺在增强鲜味和咸味方面具有显著效果, 其结构简式如图所示。下列关于(E, E)-胡椒酰乙醇胺的说法错误的是



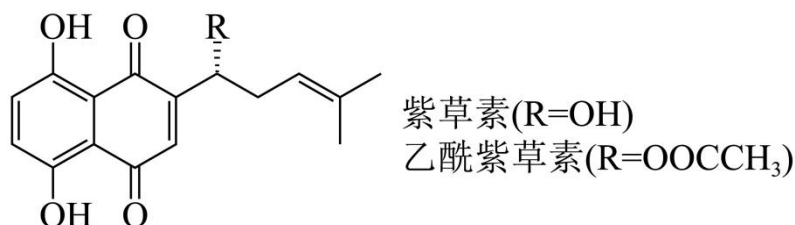
- A. 存在顺反异构体
- B. 分子中所有 O 原子可能共平面
- C. 可形成分子内氢键和分子间氢键
- D. 可用酸性高锰酸钾溶液检验分子中碳碳双键

3. (2025 滨州二模, 6) 化合物 X 是一种抗抑郁药物的主要成分, 结构简式如图。下列相关表述错误的是



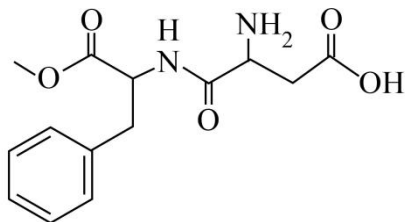
- A. 分子式为 $C_{24}H_{31}NO_3$
- B. 含有 3 种官能团和 1 个手性碳原子
- C. 消去反应的产物有 2 种(不考虑立体异构)
- D. 1 mol X 最多可与 $7mol H_2$ 发生加成反应

4. (2025 烟台德州二模, 7) 紫草素及其衍生物是紫红色萘醌类天然色素, 主要包括紫草素、乙酰紫草素等, 下列说法正确的是



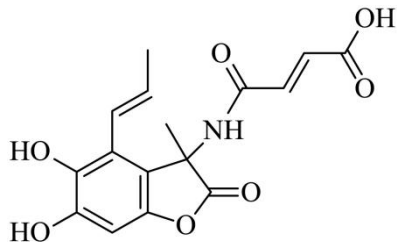
- A. 1mol 紫草素与溴水反应时最多消耗 4molBr₂
- B. 紫草素发生消去反应的产物不存在顺反异构
- C. NaOH 溶液能将乙酰紫草素转化为紫草素
- D. 1mol 乙酰紫草素最多可与 8molH₂ 反应

5. (2025 日照二模, 7) 阿斯巴甜是一种甜味剂, 其结构简式如图, 下列有关阿斯巴甜说法正确的是



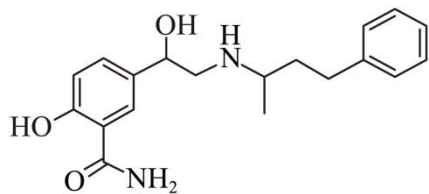
- A. 分子中含有 5 种官能团
- B. 该物质不能和酸性高锰酸钾反应
- C. 可在人体内水解为两种氨基酸和甲醇
- D. 1 mol 阿斯巴甜最多能与 2 molNaOH 反应

6. (2025 聊城二模, 8) 有机化合物 M 具有广谱抗菌活性, 其结构简式如图所示。下列关于 M 的说法错误的是



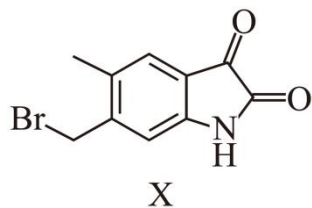
- A. 含 4 种含氧官能团
- B. 存在顺反异构和对映异构
- C. 1mol M 最多可消耗 5mol NaOH
- D. 其酸性水解产物均可发生加成反应和取代反应

7. (2025 青岛二模, 8) 拉贝洛尔可用于治疗各种类型高血压, 其结构如图。下列关于该有机物说法错误的是



- A. 分子式为 C₁₉H₂₄N₂O₃
- B. 含有两个手性碳原子
- C. 苯环上的一氯代物有 6 种
- D. 可与 NaHCO₃ 反应放出 CO₂

8. (2025 临沂二模, 8) 化合物 X 是合成异靛蓝衍生物的中间体, 结构简式如图。下列有关 X 的说法正确的是

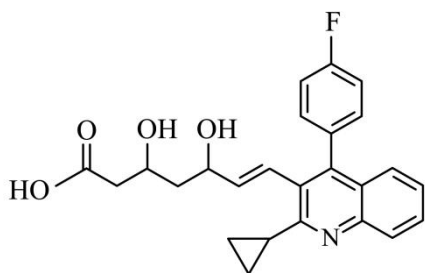


- A. 含有 4 种官能团
- B. 分子中所有原子共平面

C. 1molX 最多可消耗 2molNaOH

D. 与足量 H_2 加成后, 产物分子中含 6 个手性碳原子

9. (2025 菏泽二模, 9) 匹伐他汀类物质是治疗高脂血症和高胆固醇血症的常见药物, 其中一种结构如图。下列关于该物质的说法错误的是



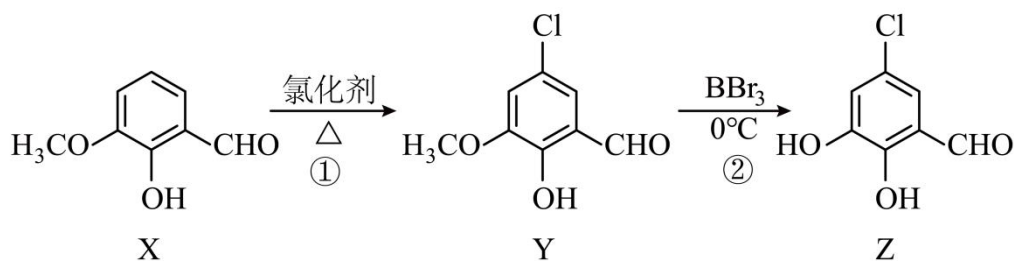
A. 分子式为 $C_{25}H_{24}FNO_4$

B. 存在顺反异构、对映异构

C. 所有碳原子可能共平面

D. 可发生取代反应、消去反应和缩聚反应

10. (2025 烟台德州二模, 12) (不定项) 化合物 Z 是合成苯并呋喃衍生物的中间体, 由化合物 X 生成化合物 Z 的路线如图所示, 下列说法错误的是



A. X 的同分异构体中, 与其官能团相同的有 9 种

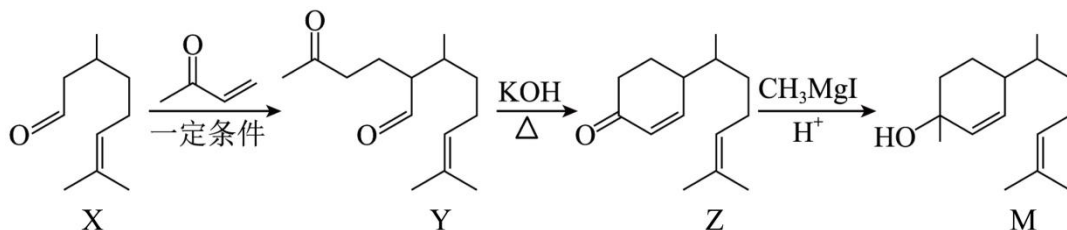
B. 用红外光谱可检测 Z 中是否含有 Y

C. 化合物 Y 与足量 H_2 加成后的产物中含有 3 个不对称碳原子

D. 化合物 Z 在核磁共振氢谱上有 5 组吸收峰

二、有机反应

1. (2025 日照二模, 5) 有机物 M 的合成路线如下, 下列有关说法错误的是



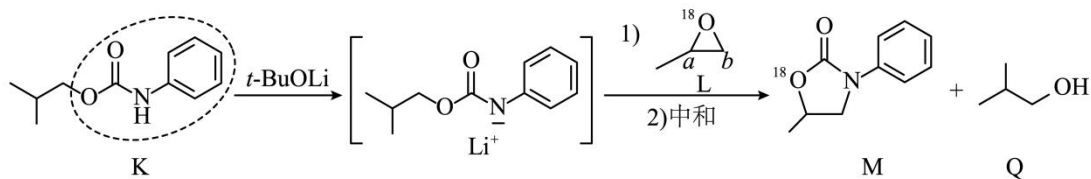
A. $X \rightarrow Y$ 的反应类型为加成反应

B. 利用溴水可以鉴别物质 Z 与 M

C. M 分子中有 3 个手性碳原子

D. 依据 $Y \rightarrow Z$ 的反应机理, 可由丙酮与甲醛反应制取

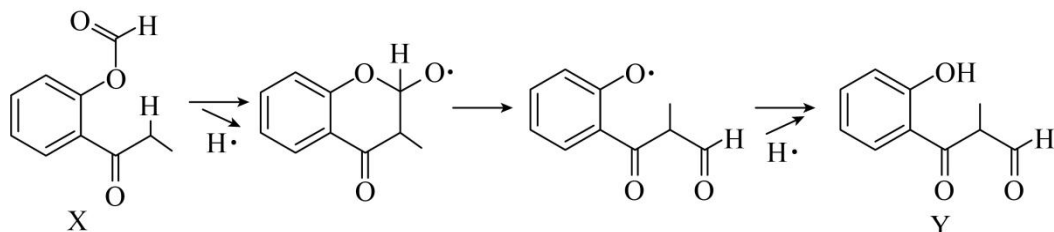
2. (2025 潍坊二模, 7) 化合物 **M** 是一种新型抗生素中间体, 其合成路线如下。已知化合物 **K** 中虚线圈内所有原子共平面。



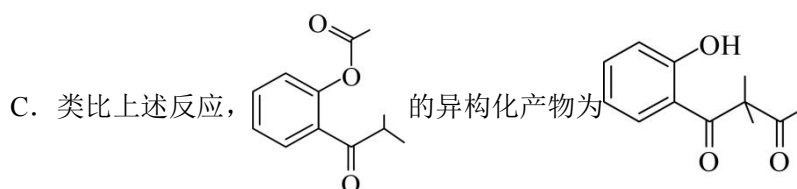
下列说法错误的是

- A. **K** 中虚线圈内碳原子和氮原子的杂化方式均为 sp^2
- B. 形成 **M** 时, 氮原子与 **L** 中碳原子 **b** 成键
- C. **Q** 的核磁共振氢谱有 4 组峰
- D. **M** 水解可生成 $CO^{18}O$

3. (2025 潍坊二模, 12) (不定项) 有机物 $X \rightarrow Y$ 的异构化过程如图所示。下列说法错误的是

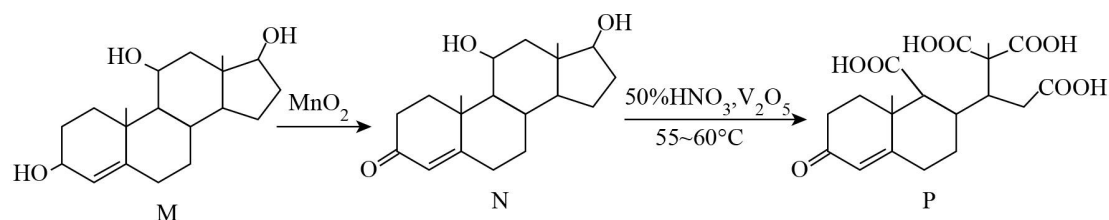


- A. 用 $FeCl_3$ 溶液可以鉴别 **X** 和 **Y**
- B. 反应过程中有非极性键的断裂和生成

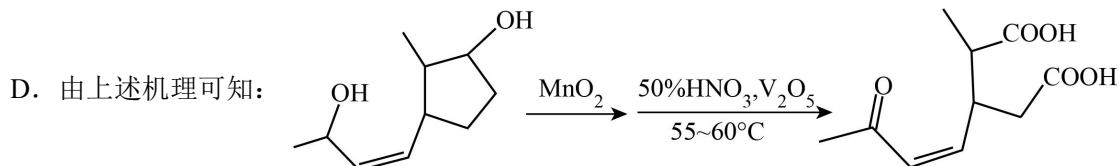


- D. 苯环上有一个取代基, 含醛基和羧基且有手性碳原子的 **X** 的同分异构体有 3 种

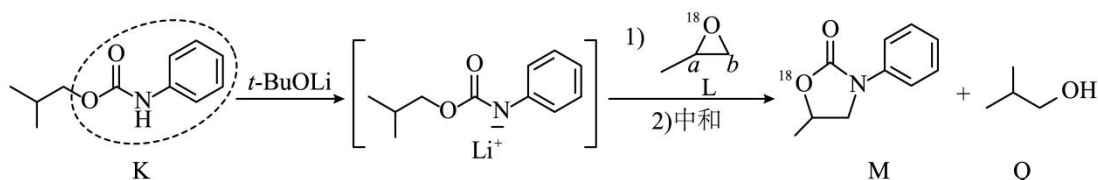
4. (2025 济宁二模, 12) (不定项) 已知有机物 **M**、**N**、**P** 转化关系如下图, 下列有关说法正确的是



- A. **M** 分子中有 7 个手性碳原子
- B. **N** 分子在一定条件下能发生加聚和缩聚反应
- C. **N** 的消去产物有四种



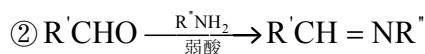
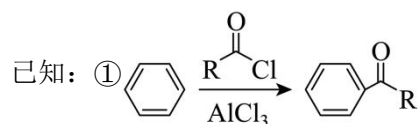
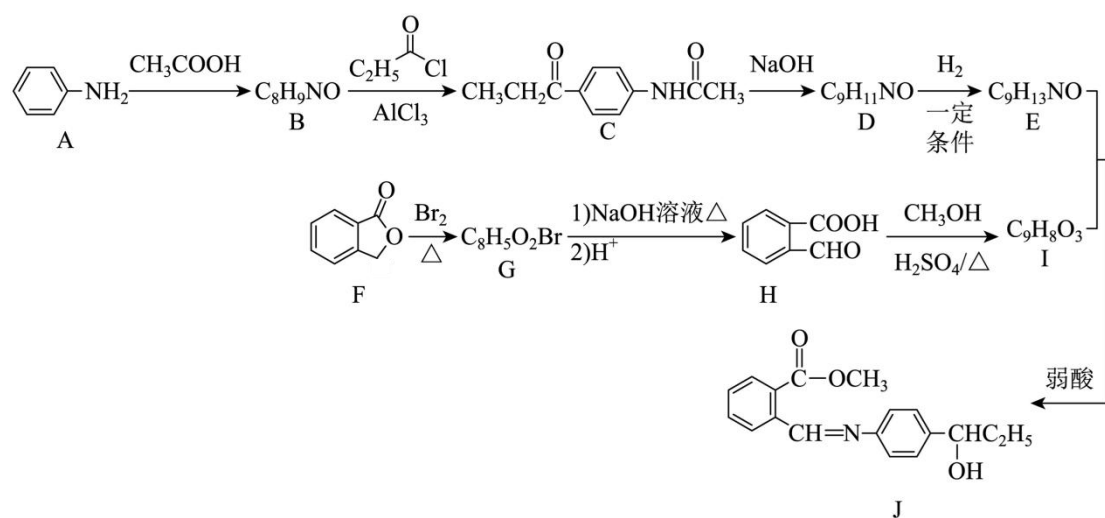
5. (2025 滨州二模, 12) (不定项) 化合物 M 是一种新型抗生素的中间体, 其合成路线如下(略去部分试剂和反应条件)。已知化合物 K 虚线圈内所有原子共平面。下列说法错误的是



- A. K 中碳氮键可沿键轴旋转
 B. L 中所有碳、氧原子共平面
 C. 形成 M 时, 氮原子与 L 中碳原子 b 成键
 D. Q 的构造异构体有 6 种

三、有机推断题(非选择题)

1. (2025 泰安二模, 19) 有机物 J 是治疗脑血栓的药物。J 的一种合成路线如图:



③同一碳原子上连两个羟基时结构不稳定, 易脱水生成醛或酮。

回答下列问题:

- (1) 由 B 生成 C 的反应类型为_____, D 的结构简式为_____。
 (2) E 中官能团的名称是_____, 用 “*” 标出 J 中的手性碳原子_____。
 (3) $I + E \rightarrow J$ 的化学方程式为_____。
 (4) 在 I 的同分异构体中, 同时满足下列条件的共有_____种 (不考虑立体异构)。

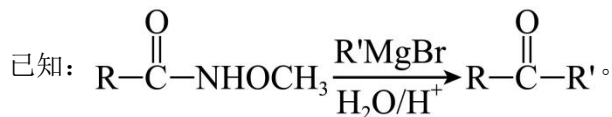
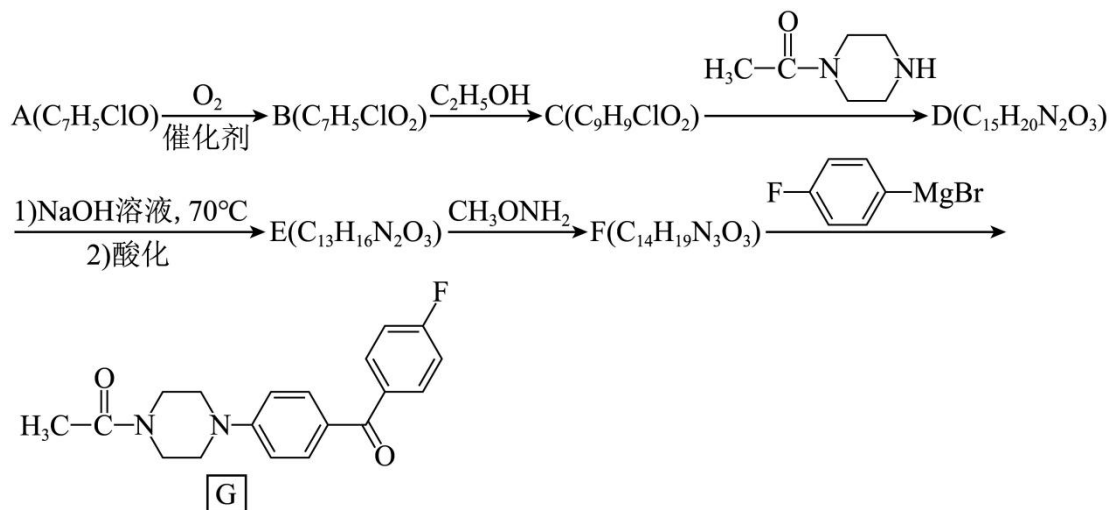
①酸性条件下的水解产物之一能使 FeCl_3 溶液变色

②两种水解产物均能发生银镜反应

③苯环上只有 2 个取代基，除苯环外没有其他环

(5) 根据题干合成过程和题目信息设计由 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHBr}_2$ 和 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_2-\text{NH}_2$ 制备 $\text{H}_3\text{CCO}-\text{C}_6\text{H}_2(\text{CH}_3)_3-\text{N}=\text{CH}-\text{C}_6\text{H}_5$ 的合成路线_____ (无机试剂任选)。

2. (2025 潍坊二模, 18) 化合物 G 是合成胃肠道间质瘤药物的中间体, 一种合成路线如下:



回答下列问题:

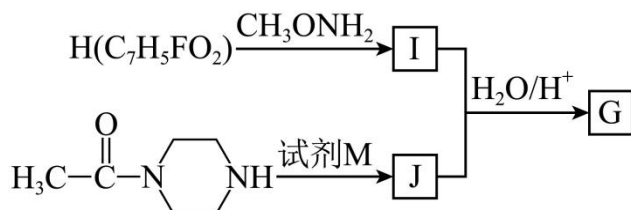
(1) A 的名称为____(用系统命名法命名), $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 的反应条件为_____。

(2) 设计 $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 的目的为____, $\text{C} \rightarrow \text{D}$ 的化学方程式为____, E 中含氧官能团名称为_____。

(3) 写出一种符合下列条件的 E 的同分异构体的结构简式_____。

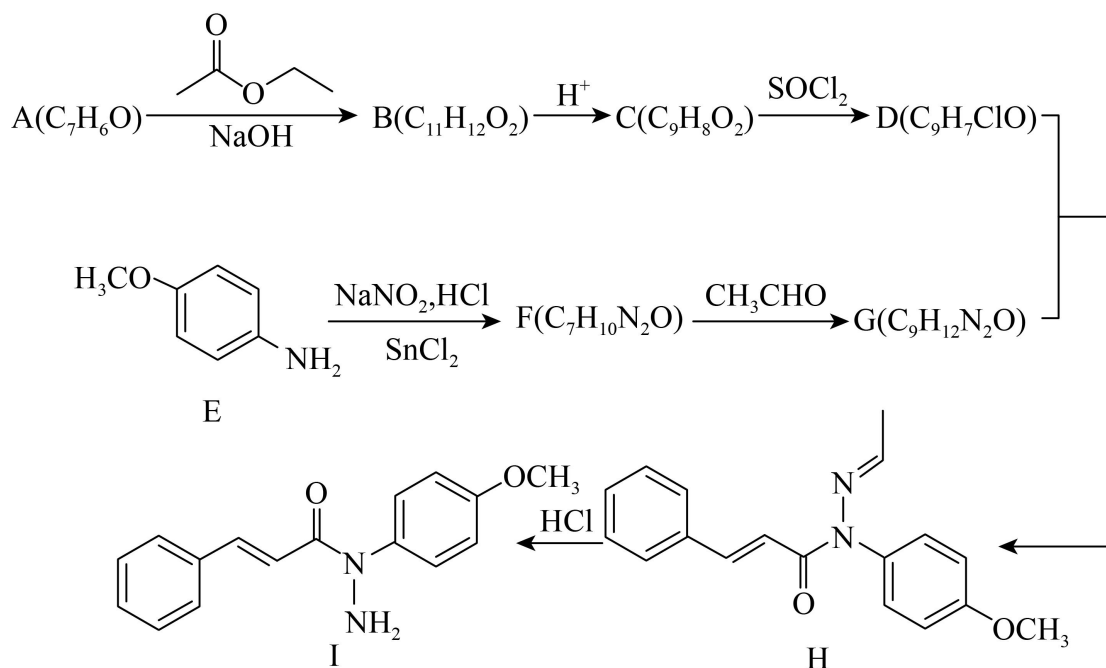
①含苯环; ②有四种不同化学环境的 H 且个数比为 1:2:4:9; ③能发生银镜反应。

(4) G 的另一条合成路线设计如下:



试剂 M 的结构简式为____, I 中有____种化学环境的氢原子。

3. (2025 日照二模, 17) 化合物 I 为抗炎药吡罗拉新的前体, 其合成路线如下:



已知：I. $R-COOH \xrightarrow{SOCl_2} R-COCl$

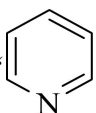
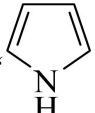
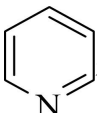
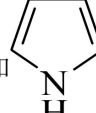
II. $R-NH_2 \xrightarrow[\text{SnCl}_2]{\text{NaNO}_2, \text{HCl}} R-NH-NH_2$

回答下列问题：

(1) B 中官能团名称为_____。

(2) C 与过量的酸性高锰酸钾溶液反应，所得有机物的结构简式为_____。

(3) C→D 的反应类型为_____。

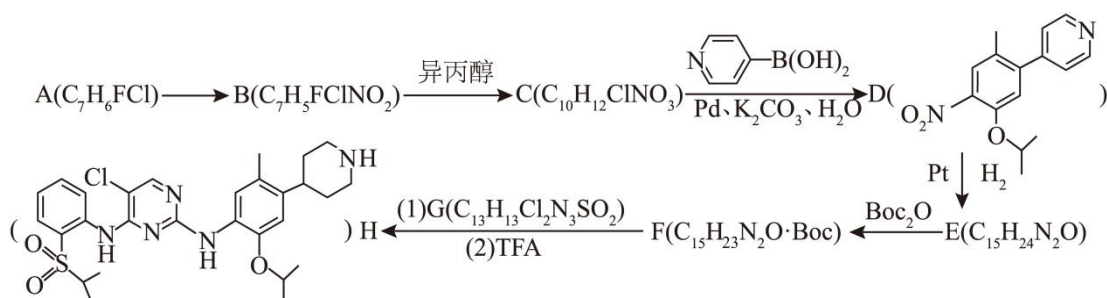
(4) D+G→H 过程中加入_____ (填“”或“”)更有利于反应正向进行(已知：和均为平面形分子)。

(5) F→G 的化学方程式为_____。

(6) 设计 F→G 和 H→I 的目的为_____。

(7) E 的同分异构体中属于酚有_____种，其中核磁共振氢谱显示有 5 种不同化学环境的氢原子的结构简式为_____。

4. (2025 青岛二模, 18) 一种激酶抑制剂(H)的合成路线如下：



已知: Boc_2O 是引入 $-\text{Boc}$ 保护基的试剂, $-\text{Boc}$ 为 $-\text{COOC}(\text{CH}_3)_3$ 。

回答下列问题:

(1) $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 的化学方程式为_____。

(2) $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 的反应类型为_____; 符合下列条件的 C 的同分异构体有_____种。

①含有 $-\text{COOH}$ 和 $-\text{NH}_2$ 且连接在同一个碳原子上

②遇 FeCl_3 溶液显色

③苯环上有两个取代基且有两种化学环境的氢

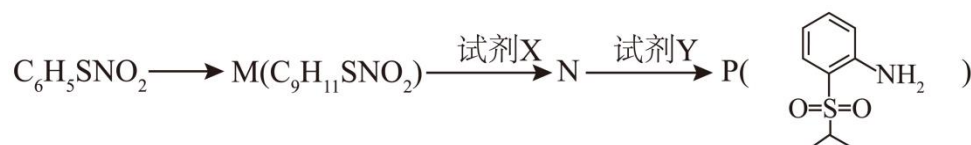
(3) D 中的含氧官能团名称为_____。E 的结构简式为_____。

(4) TFA 的作用_____。

(5) 制备 G 的原料 P 可由邻硝基苯硫酚和 2-溴丙烷为主要原料通过以下方法合成:

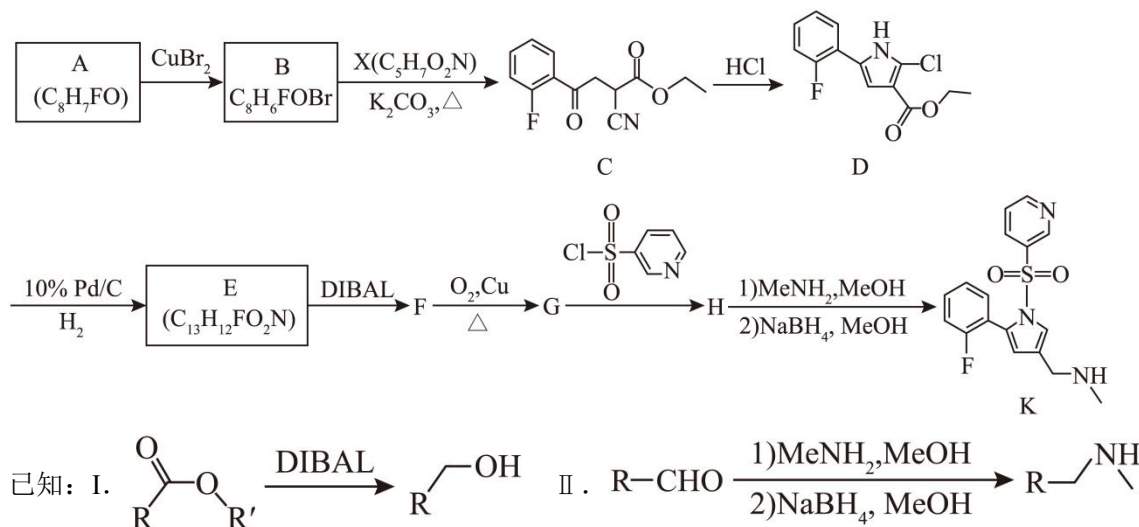
已知: ①硫醚在酸性 H_2O_2 条件下氧化为磺基($\text{O}=\text{S}(=\text{O})$)

②硝基在铁粉与盐酸条件下还原为氨基(苯胺易被氧化)



M 的结构简式为_____。试剂 X 为_____。

5. (2025 临沂二模, 18) 某药物中间体 K 的合成路线如下图所示。

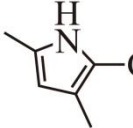


回答下列问题:

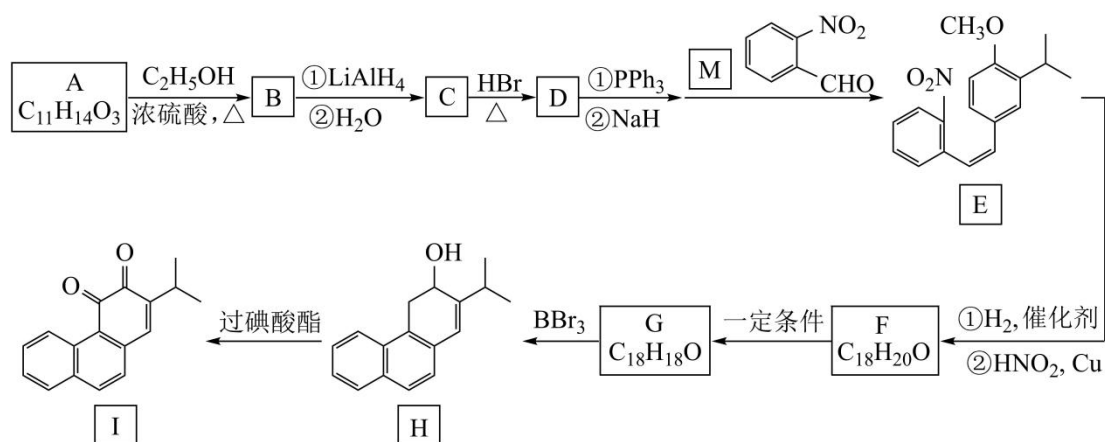
(1) X 中官能团名称为_____; K_2CO_3 的作用是_____; $\text{G} \rightarrow \text{H}$ 反应类型为_____。

(2) B 的结构简式为_____; $\text{F} \rightarrow \text{G}$ 的化学方程式为_____。

(3) A 的同分异构体中含有苯环且能发生银镜反应的有_____种(不考虑立体异构); 其中核磁共振氢谱有 5 组峰, 且峰面积比为 1:1:1:2:2 的结构简式为_____。

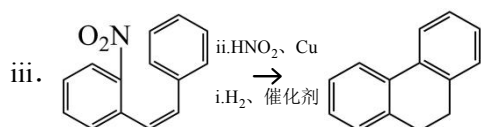
(4) 根据上述信息, 写出以丙酮和丙腈为原料制备  的合成路线_____。

6. (2025 聊城二模, 17) 化合物 I 是合成酮类药物的一种中间体, 其合成路线如下:



已知: i. $\text{RCOOR}' \xrightarrow[\text{②H}_2\text{O}]{\text{①LiAlH}_4} \text{RCH}_2\text{OH} + \text{R}'\text{OH}$

ii. $\text{RCH}_2\text{Br} \xrightarrow[\text{②NaH}]{\text{①PPh}_3} \xrightarrow{\text{R}'\text{CHO}} \text{RCH}=\text{CHR}'$



(1) A→B 的化学方程式为_____。

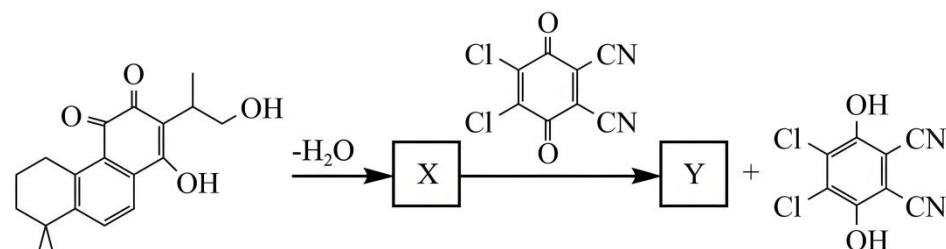
(2) M 的化学名称为_____, H→I 的反应类型为_____。

(3) E 生成 F 的同时会生成一种与 F 互为同分异构体的副产物 F', F' 的结构简式为_____。

(4) M 在一定条件下还原得到 J($\text{C}_7\text{H}_7\text{NO}_3$), 符合下列条件的 J 的同分异构体有_____种。

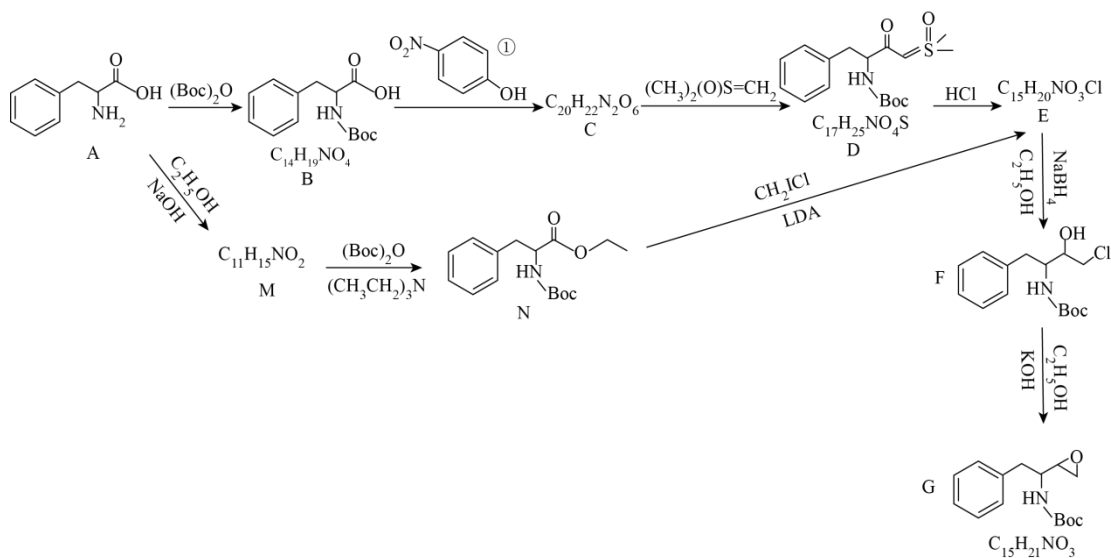
①遇 FeCl_3 溶液显紫色, 含有酰胺基或氨基 ②能发生水解反应和银镜反应

(5) 化合物 I 的另一种衍生物 Y 的合成过程中如下:



已知: ①X 不与 Na 反应, ②Y 分子中与氧原子连接的碳均为 sp^2 杂化。则 X 中手性碳原子有_____个, Y 的结构简式为_____。

7. (2025 济宁二模, 17) G 是制备那韦类抗 HIV 药物的关键中间体, 其合成路线如下:



已知: -Boc 为 $\text{CH}_3-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-$ 的简写

(1) A 中所含官能团的名称为 _____, ①的化学名称为 _____。

(2) C 的结构简式为 _____。

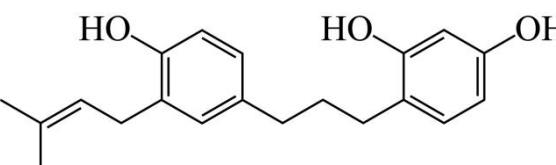
(3) N→E 的反应类型是 _____。

(4) A→M 的化学方程式为 _____。

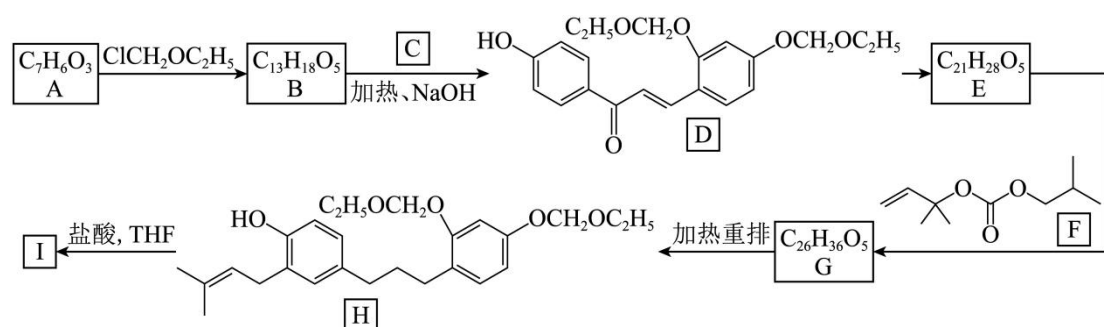
(5) 写出符合下列条件的 G 的同分异构体的结构简式: _____ (写出一种即可)。

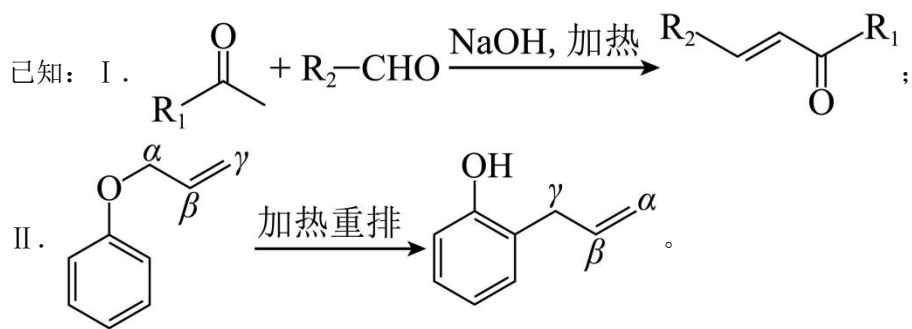
①含苯环, 且能发生银镜反应; ②分子中含有 3 种不同化学环境的氢。

(6) 写出以 $\text{HO}-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ 为主要原料制备 $\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{Cl}$ 的合成路线流程图(无机试剂和流程中的有机试剂任选) _____。

8. (2025 济南二模, 19) 一种酪氨酸酶活性抑制剂 I () 的合成路线

如图所示:

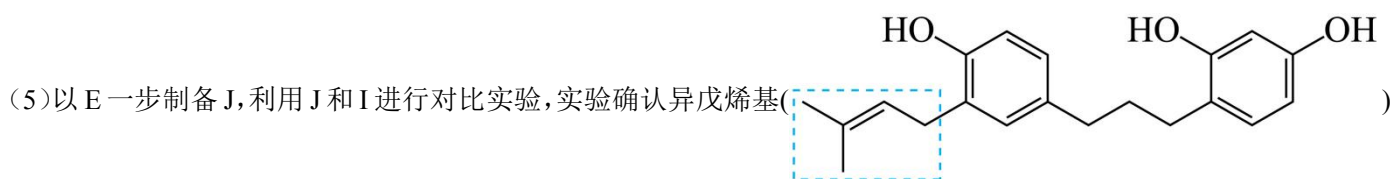




回答下列问题：

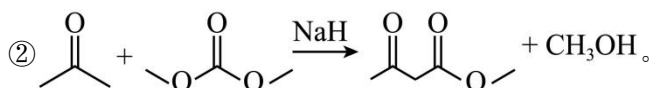
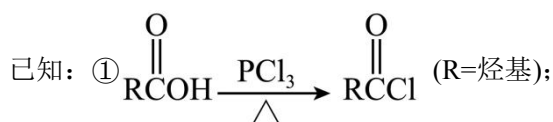
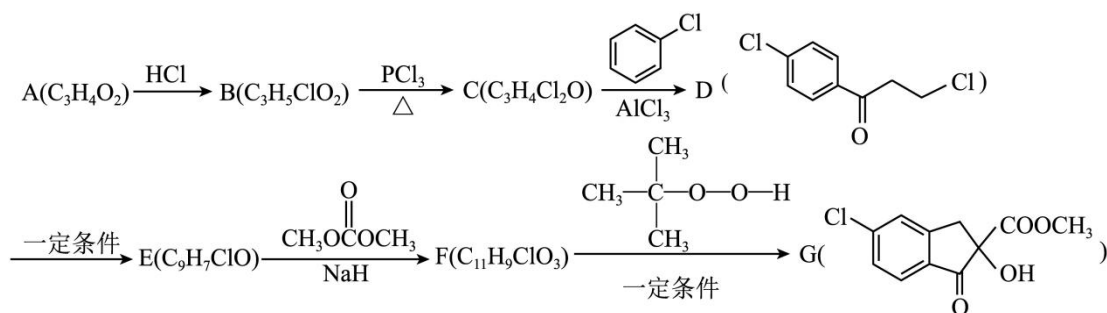
- (1) 原料 $\text{ClCH}_2\text{OC}_2\text{H}_5$ 中官能团名称为_____； $\text{A} \rightarrow \text{B}$ 的化学方程式为_____。
- (2) C 的结构简式为_____；含酚羟基且能发生银镜反应 C 的同分异构体有_____种。
- (3) $\text{D} \rightarrow \text{E}$ 的反应类型_____；F 完全水解能得到_____种有机物。
- (4) 下列说法错误的是_____ (填标号)。

- a. 原料 $\text{ClCH}_2\text{OC}_2\text{H}_5$ 作用是保护酚羟基
- b. 检验 B 中是否含有 A 的试剂可用 FeCl_3 溶液
- c. A 和 I 互为同系物
- d. 1mol II 和足量溴水反应时，最多消耗 3mol Br_2



不是抑制酪氨酸酶活性的关键药效团。J 的结构简式为_____。

9. (2025 菏泽二模, 19) 绿色环保型农药茚虫威中间体(G)的合成路线如下:



回答下列问题：

- (1) A 的结构简式为_____；B 中官能团的名称为_____。

(2) C→D 的化学方程式为_____。

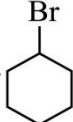
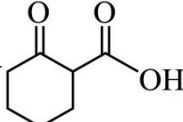
(3) 符合下列条件的 E 的同分异构体有_____种(不考虑立体异构)。

①除苯环外无其他环状结构 ②氯原子直接与苯环相连

③能发生银镜反应

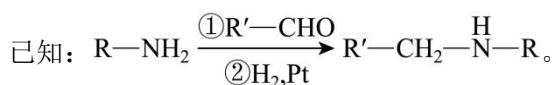
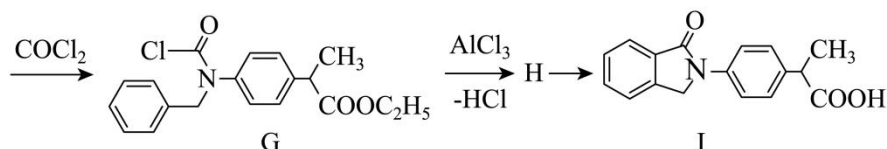
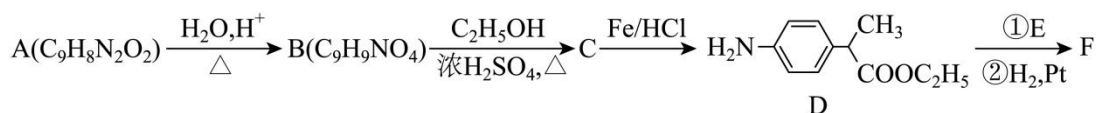
其中核磁共振氢谱有五组峰且峰面积是 2:2:2:1 的同分异构体的结构简式为_____。

(4) F→G 反应类型为_____。

(5) 根据上述信息, 写出以  和碳酸二甲酯($\text{CH}_3\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{OCH}_3$)为主要原料制备  的合成路线

_____ (无机试剂任选)。

10. (2025 滨州二模, 17) 化合物 I(德克司他丙酚)具有显著的镇静效果。其合成路线如下(部分条件忽略)。



回答下列问题:

(1) A 分子中 sp^2 杂化的原子数为_____, C 中官能团名称是_____, E 的化学名称是_____。

(2) G 与足量 NaOH 水溶液加热, 所得有机产物的结构简式为_____。

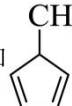
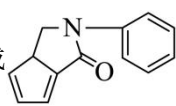
(3) M 是 B 的同分异构体, 同时符合下列条件的 M 共有_____种(不考虑立体异构)。

①含硝基, 但不含甲基

②属于芳香族化合物

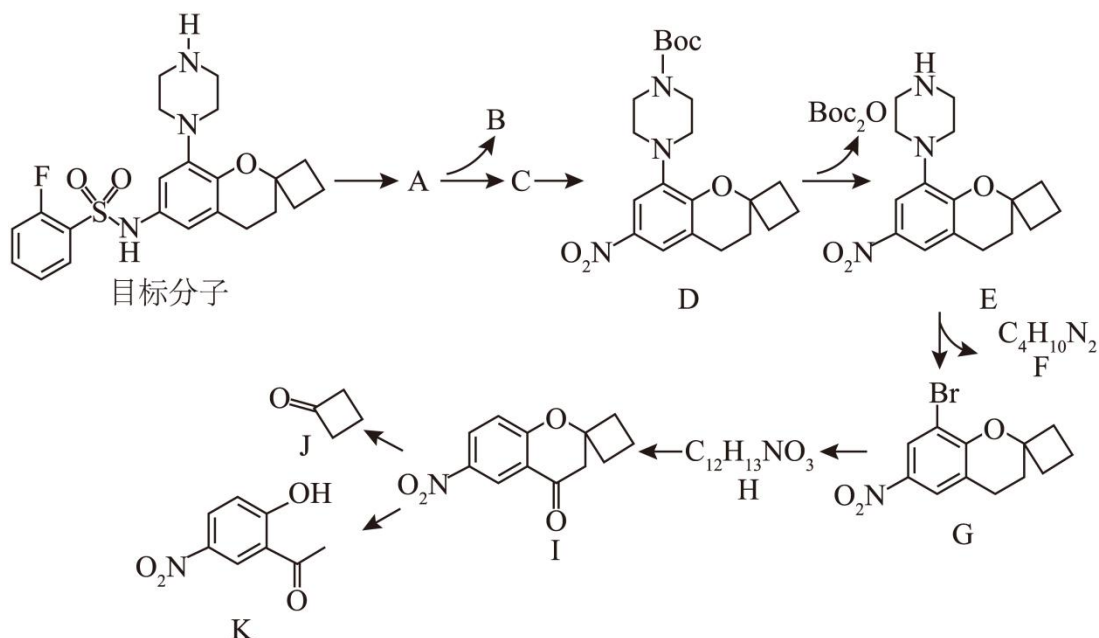
③既能发生银镜反应又能发生水解反应

(4) 合成路线中, 需对羧基进行保护的原因是_____。

(5) 依据以上流程信息, 写出以苯胺和  为原料合成  的路线中最后一步反应的化学方程式

_____。

11. (2025 烟台德州二模, 19) 逆合成分析是分析目标结构, 逐步将其拆解为更简单的前体和原料, 完成路线设计的方法, 也是近年来化学领域 AI 应用热点。某课题组使用 AI 对某目标分子进行逆合成分析如下($\Rightarrow$ 为逆合成分析箭头, 反应条件省略):



已知：I. $R'NH_2 \xrightarrow{RSO_2Cl} R'NHSO_2R$

II. Boc_2O 结构为

III. 对于苯环， $-NO_2$ 是间位取代定位基； $-NH_2$ 、 $-OR$ 是邻对位取代定位基，且决定性： $-NH_2 > -OR$ 。

回答下列问题：

(1) E 中含氧官能团的名称为_____，D→C 的反应类型为_____；H 的结构简式为_____。

(2) $F + G \rightarrow E$ 的化学方程式为_____。

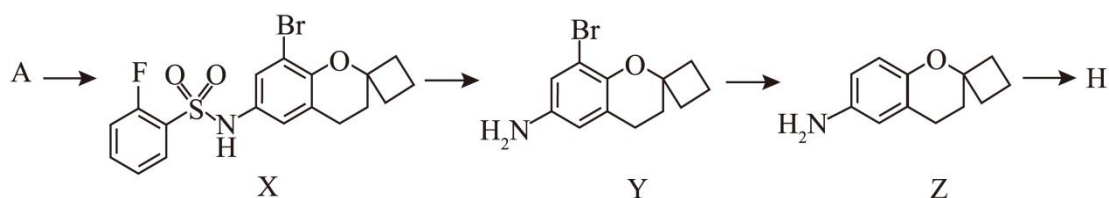
(3) 写出符合下列条件的 K 的同分异构体的结构简式_____。

①含苯环且能发生水解反应；②1mol 该有机物发生银镜反应最多能生成 4molAg

③核磁共振氢谱有 4 组峰且峰面积之比为 1:2:2:2

(4) E→D 反应的目的是_____。

(5) 对于由 A 至 H 的逆合成分析，某同学给出了另一分析结果：



该分析不可行的理由是：①X→A 的反应，F 原子更易被取代；②_____。