

2025 年高考化学真题分类汇编（打印版）

第一部分 化学基础知识	2
一、化学与 STSE	2
二、化学用语	6
三、物质的性质和用途	8
四、物质的量	12
五、离子反应、方程式正误判断	14
六、氧化还原反应	19
第二部分 化学实验	20
一、化学实验基础	20
二、物质的检验和分离	21
三、实验装置	23
四、实验表格题	29
五、化学实验综合题	33
六、化学实验综合题（非选择题）	42
第三部分 化学工艺流程	67
一、化学工艺流程题	67
二、化学工艺流程题（非选择题）	71
第四部分 化学反应原理	93
一、电化学	93
二、反应热、化学反应机理	103
三、化学反应的方向、限度与速率	110
四、电解质溶液中的离子平衡	115
五、化学反应原理综合题（非选择题）	125
第五部分 物质结构与性质	152
一、物质结构与性质	152
二、晶胞结构	161
三、元素推断题	165
四、物质结构与性质综合题（非选择题）	169
第六部分 有机化学基础	176
一、有机物的结构与性质	176
二、有机反应	181
三、有机推断题（非选择题）	185
参考答案	210

1. 2025 年高考化学真题共 25 套，具体如下：

华北地区	北京、天津、河北、山西 ^① 、内蒙古 ^②	中南地区	河南、湖北、湖南、广东、广西、海南
东北地区	辽宁 ^② 、吉林 ^② 、黑龙江 ^②	西南地区	重庆、四川、贵州、云南、西藏 ^④
华东地区	上海、江苏、浙江 ^③ 、安徽、福建、江西、山东	西北地区	陕西 ^① 、甘肃、青海 ^① 、宁夏 ^① 、新疆 ^④

①西北四省（陕晋宁青）共用一套卷；

②东北四省（黑吉辽蒙）共用一套卷；

③浙江卷 1 月和 6 月各一套；

④新疆、西藏统一使用新课标卷。

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。

5. 「打印版」特点：贴心排版，单题不跨页，文末附答案。

第一部分 化学基础知识

一、化学与 STSE

- (2025 云南, 1) 画中有“化”，多彩中华。下列叙述正确的是
 - 岩彩壁画颜料所用贝壳粉，主要成分属于硅酸盐
 - 油画颜料调和剂所用核桃油，属于有机高分子
 - 竹胎漆画颜料赭石的主要成分氧化铁，耐酸、碱
 - 水墨画墨汁的主要成分碳，常温不易被氧化
- (2025 新课标, 7) 化学与人类生活密切相关。下列叙述正确的是
 - 硫酸铜具有杀菌作用，可用作饮用水消毒剂
 - 小苏打遇酸能产生气体，可用作食品膨松剂
 - 碳化硅抗氧化且耐高温，可用作固体电解质
 - 聚氯乙烯塑料制品耐腐蚀，可用作食品包装
- (2025 天津, 1) 天津位于渤海之滨，地处“九河下梢”，因河而生，向海而兴，自古流传着“精卫填海”“哪吒闹海”等传说，其海水资源丰富，下列说法错误的是
 - 海水可经蒸馏制备淡水
 - 海水经氯气氧化可直接得到液溴
 - 海水晒盐的过程涉及溶液的蒸发、结晶
 - 用离子交换膜法电解饱和 NaCl 溶液可得到烧碱溶液
- (2025 四川, 1) 材料是科技发展的基础。下列属于金属材料的是
 - 制造电极的石墨烯
 - 制造减震弹簧的高碳钢
 - 制造防弹装甲的高强度芳纶纤维
 - 制造耐温度剧变仪器的高硼玻璃
- (2025 陕晋宁青, 1) “国之重器”是我国科技综合实力的结晶。下述材料属于金属材料的是
 - “C919”大飞机用的氮化硅涂层
 - “梦想”号钻探船钻头用的合金
 - “望宇”登月服用的聚酰亚胺隔热层
 - “雪龙 2”号破冰船制淡水用的反渗透膜
- (2025 山东, 1) 下列在化学史上产生重要影响的成果中，不涉及氧化还原反应的是
 - 侯德榜发明了以 NH_3 ， CO_2 和 NaCl 为原料的联合制碱法
 - 戴维电解盐酸得到 H_2 和 Cl_2 ，从而提出了酸的含氢学说
 - 拉瓦锡基于金属和 O_2 的反应提出了燃烧的氧化学说
 - 哈伯发明了以 N_2 和 H_2 为原料合成氨的方法
- (2025 江苏, 1) 大气中的氮是取之不尽的天然资源。下列工业生产中以氮气作反应物的是
 - 工业合成氨
 - 湿法炼铜
 - 高炉炼铁
 - 接触法制硫酸

8. (2025 湖南, 1) 材料是人类赖以生存和发展的物质基础。下列材料属于金属材料的是

- A. 高强韧无磁不锈钢——聚变能实验装置中的低温结构部件
- B. 金刚石薄膜——“梦想”号大洋钻探船使用的钻头表面涂层
- C. 超细玄武岩纤维——嫦娥六号携带的月面国旗的纺织材料
- D. 超细玻璃纤维——国产大飞机中隔音隔热的“飞机棉”

9. (2025.6 浙江, 1) 下列属于含氧酸盐的是

- A. NaCl
- B. K_2CO_3
- C. H_2SO_4
- D. CH_3OH

10. (2025 海南, 1) 我国发电量及用电规模久居世界第一。以下不属于绿电的是

- A. 火力发电
- B. 光伏发电
- C. 水力发电
- D. 风力发电

11. (2025 广西, 1) 大国重器是国之底气。下列关于我国的国之重器叙述正确的是

- A. “朱雀二号”运载火箭所用燃料液氧甲烷属于纯净物
- B. “中国天眼”的防腐膜所用聚苯乙烯的单体是苯乙烯
- C. “LNG 船”的液罐所用不锈钢中含量最高的元素是镍
- D. “嫦娥六号”所用太阳能电池是将化学能转化为电能

12. (2025 广东, 1) 中华传统技艺, 凸显人民智慧。下列选项所涉及材料的主要成分属于合金的是

剪纸 	篆刻 	活字印刷术 	中医针灸 
A. 纸哪吒	B. 石印章	C. 木活字	D. 不锈钢针

13. (2025 甘肃, 1) 下列爱国主义教育基地的藏品中, 主要成分属于无机非金属材料的是

- A. 劳动英雄模范碑(南梁革命纪念馆藏)
- B. 红军党员登记表(红军长征胜利纪念馆藏)
- C. 陕甘红军兵工厂铁工具(甘肃省博物馆藏)
- D. 谢觉哉使用过的皮箱(八路军兰州办事处纪念馆藏)

14. (2025 福建, 1) 福建科研团队用 C_{60} 掺杂非铁催化剂实现温和条件下热催化合成氨。下列说法错误的是

- A. C_{60} 含有共价键
- B. Fe 在元素周期表 p 区
- C. 氨的工业合成是人工固氮
- D. 氨是制备多种含氮化合物的基础原料

15. (2025 北京, 1) 我国科研人员在研究嫦娥五号返回器带回的月壤时, 发现月壤钛铁矿(FeTiO_3)存在亚纳米孔道, 吸附并储存了大量来自太阳风的氢原子。加热月壤钛铁矿可生成单质铁和大量水蒸气, 水蒸气冷却为液态水储存起来以供使用。下列说法不正确的是

- A. 月壤钛铁矿中存在活泼氢
- B. 将地球上开采的钛铁矿直接加热也一定生成单质铁和水蒸气
- C. 月壤钛铁矿加热生成水蒸气的过程中发生了氧化还原反应
- D. 将获得的水蒸气冷却为液态水的过程会放出热量

16. (2025 河南, 1) 活字印刷术极大地促进了世界文化的交流, 推动了人类文明的进步。下列“活字”字坯的主要成分为硅酸盐的是

			
A. 泥活字	B. 木活字	C. 铜活字	D. 铅活字

17. (2025 黑吉辽蒙, 1) 东北三省及内蒙古资源丰富, 下列资源转化的主要过程不属于化学变化的是

- A. 石灰石煅烧
- B. 磁铁矿炼铁
- C. 煤的液化
- D. 石油分馏

18. (2025 湖北, 1) 下列与生活相关的叙述中, 不涉及化学变化的是

- A. 干冰升华助力舞台云雾形成
- B. 珍珠遇酸后失去光泽
- C. 加酶洗衣粉清洗蛋白质污渍
- D. 植物油久置氧化变质

19. (2025 江西, 1) 化学给了我们一双智慧的眼睛。下列广告或说法正确的是

- A. 用铁锅烹饪食材可以补铁, 但不能代替药物
- B. 本饮料含有一千多种微量元素, 有益健康
- C. 本化妆品不含任何化学物质, 不伤皮肤
- D. 含食品添加剂亚铁氰化钾的食盐, 有剧毒

20. (2025 河北, 1) 河北省古建筑数量大, 历史跨度长, 种类齐全, 在我国建筑史上占有非常重要的地位。下列古建筑组件主要成分属于有机物的是

			
A. 基石	B. 斗拱	C. 青瓦	D. 琉璃

21. (2025 重庆, 1) 抗日战争时期, 根据地物资紧缺, 军民自力更生, 就地取材, 采用下列方法生产化工产品, 其中利用了氧化还原反应原理的是
- A. 用石磨代替打浆机碾碎硝化棉
- B. 用陶缸作反应器以硫黄为原料生产硫酸
- C. 通过蒸馏法以自酿的白酒为原料生产工业酒精
- D. 通过水解法以植物油和熟石灰为原料生产甘油
22. (2025 贵州, 1) 化学推动科技进步和社会发展。下列说法错误的是
- A. “烛龙一号”核电池原料中的 ${}^{14}_6\text{C}$ 是碳元素的一种核素
- B. 最新研发的双燃料船舶主机中使用的甲醇是有机高分子化合物
- C. 最新投产的光量子通信芯片中所含的铌酸锂是一种无机盐
- D. 深地塔科 1 井钻机套管使用的超高强度钢是合金
23. (2025 安徽, 2) 以下研究文物的方法达不到目的的是
- A. 用 ${}^{14}\text{C}$ 断代法测定竹筒的
- B. 用 X 射线衍射法分析玉器的晶体结构
- C. 用原子光谱法鉴定漆器表层的元素种类
- D. 用红外光谱法测定古酒中有机分子的相对分子质量
24. (2025 山东, 2) 化学应用体现在生活的方方面面, 下列用法不合理的是
- A. 用明矾净化黄河水
- B. 用漂白粉漂白蚕丝制品
- C. 用食醋去除水壶中水垢
- D. 用小苏打作烘焙糕点膨松剂
25. (2025 天津, 2) 下列可用作食品添加剂且属于无机物的是
- A. 硫酸铅
- B. 木糖醇
- C. 葡萄糖酸- δ -内酯
- D. 二氧化硫
26. (2025.1 浙江, 3) 化学与生产生活密切相关, 下列说法不正确的是
- A. ClO_2 具有强氧化性, 可用于杀菌消毒
- B. 聚丙烯是高分子材料, 可用作吸水剂
- C. Na_2CO_3 溶液呈碱性, 可用于除油污
- D. 硬铝密度小、强度高, 抗腐蚀能力强, 可用作飞机材料
27. (2025 广东, 3) 现代科技, 增强国力, 增进民生福祉。下列说法正确的是
- A. 我国科学家首次测得了月球背面月幔水含量 $1\text{molH}_2\text{O}$ 质量为 10g
- B. 利用 MoS_2 成功为金属材料“重塑金身”, MoS_2 中 Mo 的化合价为 +6
- C. 穿上电动机械腿, 助力行走不是梦, 行走时电池将电能转化为化学能
- D. 沙海养鱼蹚出治沙新路, 让沙海沙山变成金山银山, 鱼肉富含蛋白质

28. (2025 河北, 3) 高分子材料在生产、生活中得到广泛应用。下列说法错误的是

- A. ABS 高韧性工程塑料用于制造汽车零配件 B. 聚氯乙烯微孔薄膜用于制造饮用水分离膜
C. 聚苯乙烯泡沫用于制造建筑工程保温材料 D. 热固性酚醛树脂用于制造集成电路的底板

29. (2025 广东, 5) 声波封印, 材料是音乐存储技术的基础。下列说法错误的是

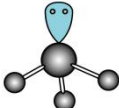
- A. 制作黑胶唱片使用的聚氯乙烯, 其单体是 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$
B. 磁带可由四氧化三铁涂覆在胶带上制成, Fe_3O_4 具有磁性
C. 光碟擦写过程中材料在晶态和非晶态间的可逆转换, 涉及物理变化
D. 固态硬盘芯片常使用单晶硅作为基础材料, 单晶硅是一种共价晶体

二、化学用语

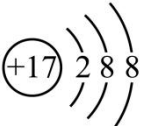
1. (2025.1 浙江, 2) 下列化学用语表示不正确的是

- A. 基态 S 原子的电子排布式: $2s^2 2p^4$ B. 质量数为 14 的碳原子: $^{14}_6\text{C}$
C. 乙烯的结构简式: $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ D. H_2O 的电子式: $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$

2. (2025 云南, 2) 下列化学用语或图示表示正确的是

- A. NH_3 的 VSEPR 模型: 

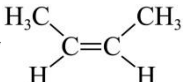
- B. Na_2S 的电子式: $\text{Na}_2^+[:\ddot{\text{S}}:]^{2-}$

- C. Cl 的原子结构示意图: 

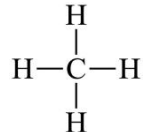
- D. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶于水的电离方程式: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightleftharpoons 2\text{Al}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$

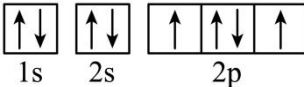
3. (2025 陕晋宁青, 2) 下列化学用语或图示表达正确的是

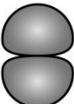
- A. CS_2 的电子式为: $:\ddot{\text{S}}::\text{C}::\ddot{\text{S}}:$ B. 基态 Be 原子的价电子排布式为 $2s^2 2p^2$

- C. C_2H_2 的球棍模型为  D. 反-2-丁烯的结构简式为 

4. (2025.6 浙江, 2) 下列化学用语表示不正确的是

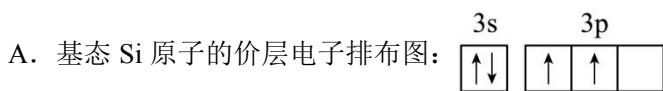
- A. CH_4 的结构式: 

- B. 基态氧原子的轨道表示式: 

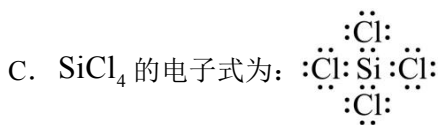
- C. p 电子云轮廓图: 

- D. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ 的系统命名: 2-乙基丁烷

5. (2025 甘肃, 2) 马家窑文化遗址出土了大量新石器时代陶制文物, 陶制文物的主要成分为硅酸盐, 下列有关表述错误的是

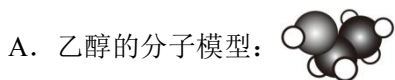


B. $^{16}_8\text{O}$ 的同位素 $^{18}_8\text{O}$ 可作为有机反应示踪原子

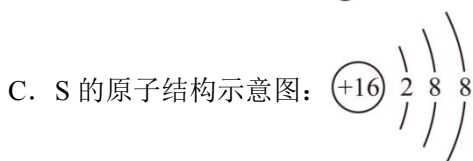


D. SiO_2 的球棍模型为: 

6. (2025 北京, 2) 下列化学用语或图示表达不正确的是

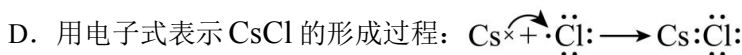
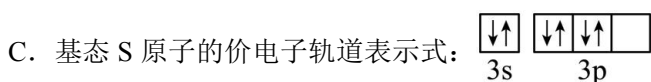
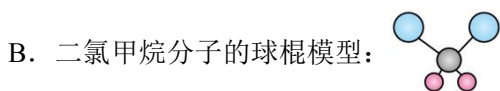
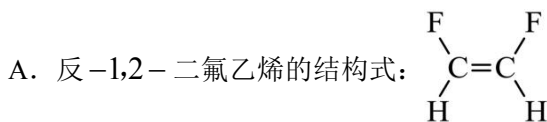


B. BF_3 的 VSEPR 模型: 

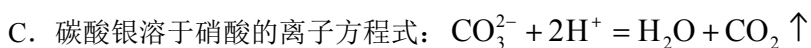
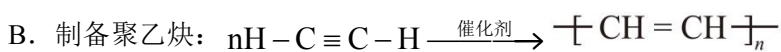
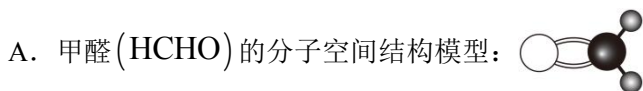


D. 基态 $_{30}\text{Zn}$ 原子的价层电子排布式: $3d^{10}4s^2$

7. (2025 河南, 2) 下列化学用语或图示正确的是

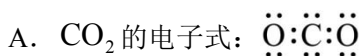
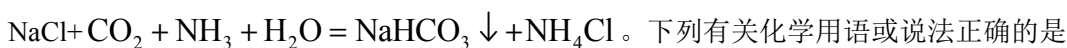


8. (2025 湖北, 2) 下列化学用语表达错误的是



D. 1molSO_4^{2-} 含有 $4N_A$ 个 σ 键电子对

9. (2025 黑吉辽蒙, 2) 侯氏制碱法突破西方技术垄断, 推动了世界制碱技术的发展, 其主要反应为



B. H_2O 的空间结构: 直线形

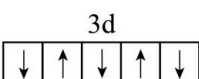
C. NH_4Cl 的晶体类型: 离子晶体

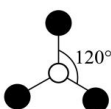
D. 溶解度: $\text{NaHCO}_3 > \text{NH}_4\text{HCO}_3$

10. (2025 四川, 3) 下列化学用语或图示正确的是

A. 中子数为 21 的钾核素: ${}_{19}^{21}\text{K}$

B. CaC_2 的电子式: $\text{Ca}^{2+}[:\text{C}::\text{C}:]^{2-}$

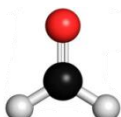
C. 基态 Fe^{3+} 价层电子的轨道表示式: 

D. PCl_3 分子的球棍模型: 

11. (2025 河北, 5) 下列化学用语表述正确的是

A. 中子数为 12 的氖核素: ${}_{12}^{22}\text{Ne}$

B. 氯化镁的电子式: $:\ddot{\text{Cl}}:\text{Mg}:\ddot{\text{Cl}}:$

C. 甲醛分子的球棍模型: 

D. CO_3^{2-} 的价层电子对互斥模型: 

三、物质的性质和用途

1. (2025 安徽, 1) 下列有关物质用途的说法错误的是

A. 生石灰可用作脱氧剂

B. 硫酸铝可用作净水剂

C. 碳酸氢铵可用作食品膨松剂

D. 苯甲酸及其钠盐可用作食品防腐剂

2. (2025 贵州, 2) “走遍大地神州, 醉美多彩贵州。” 下列说法错误的是

A. 赤水佛光岩色若渥丹、灿若明霞, 因岩层中富含 Fe_3O_4 而呈红色

B. 兴义万峰林奇峰林立、光影交错, 因气溶胶产生丁达尔现象

C. 铜仁梵净山峰高林茂、瀑布群飞, 空气中富含负氧离子

D. 毕节织金洞万玉争辉、瑰奇多姿, 钟乳石中含有 CaCO_3

3. (2025 四川, 2) 下列与物质性质相关的说法正确的是

A. 油脂产生“哈喇”味, 因其发生了水解反应

B. 淀粉难溶于水, 说明其结构中不含亲水基团

C. 硝酸银溶液存于棕色瓶中, 因其受光照易分解

D. 某溶液焰色试验呈黄色, 说明其溶质是氯化钠

4. (2025 重庆, 2) 下列化学科普实验所涉及物质的性质或应用描述正确的是

选项	科普试验	性质或应用
A	焰色试验	Na 和 K 的焰色均为紫色
B	漂白实验	Cl_2 和 SO_2 均可使品红溶液永久褪色
C	蛋清变性	醋酸铅溶液和甲醛溶液均可使蛋白质变性
D	铜板刻蚀	氯化铁溶液和浓硫酸均可在常温下刻蚀铜板

5. (2025 湖北, 3) 下列描述不能正确地反映事实的是

- A. 室温下 SiO_2 与碳不发生反应, 高温下可生成 Si 和 CO
- B. 室温下苯与溴不发生反应, 温度升高生成大量溴苯
- C. 通常含硒的化合物有毒性, 但微量硒元素有益健康
- D. 某些镇痛类生物碱可用于医疗, 但滥用会危害健康

6. (2025 陕晋宁青, 3) 下列有关物质性质与用途对应关系错误的是

- A. 单晶硅熔点高, 可用于制造芯片
- B. 金属铝具有还原性, 可用于冶炼金属
- C. 浓硫酸具有吸水性, 可用作干燥剂
- D. 乙炔燃烧火焰温度高, 可用于切割金属

7. (2025 北京, 3) 下列说法不正确的是

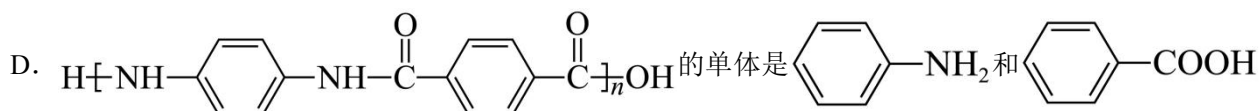
- A. 糖类、蛋白质和油脂均为天然高分子
- B. 蔗糖发生水解反应所得产物互为同分异构体
- C. 蛋白质在酶的作用下水解可得到氨基酸
- D. 不饱和液态植物油通过催化加氢可提高饱和度

8. (2025 安徽, 3) 用下列化学知识解释对应劳动项目不合理的是

选项	劳动项目	化学知识
A	用大米制麦芽糖	淀粉水解生成麦芽糖
B	用次氯酸钠溶液消毒	次氯酸钠溶液呈碱性
C	给小麦施氮肥	氮是小麦合成蛋白质的必需元素
D	用肥皂洗涤油污	肥皂中的高级脂肪酸钠含有亲水基和疏水基

9. (2025 海南, 3) 下列说法错误的是

- A. 聚四氟乙烯的单体是四氟乙烯
- B. 脱脂棉完全水解最终生成葡萄糖
- C. 由我国首次人工合成的结晶牛胰岛素(一种蛋白质)完全水解的最终产物是氨基酸



10. (2025 海南, 4) 下列化合物性质描述错误的是

① CO ② SO_2 ③ NO_2 ④ Na_2O_2

- A. 既可作氧化剂也可作还原剂: ①②③④
- B. 与水作用后溶液呈酸性: ②③
- C. 与水反应释放 O_2 : ④
- D. 常态下呈现颜色: ①②③④

11. (2025 广东, 4) 劳动创造美好生活。下列对劳动项目涉及的相关化学知识表述错误的是

选项	劳动项目	化学知识
A	向燃煤中加入生石灰以脱硫减排	$\text{CaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$
B	用 BaCl_2 和盐酸检验粗盐中是否含 SO_4^{2-}	$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$
C	使用 MgCl_2 溶液点卤制豆腐	MgCl_2 使蛋白质盐析
D	用铁粉、活性炭、食盐等制暖贴	使用时铁粉被氧化, 反应放热

12. (2025.6 浙江, 5) 物质的性质决定用途, 下列两者对应关系正确的是

- A. 金刚石硬度大, 可用于制作切削刀具 B. 氧化铝具有两性, 可用于制作坩埚
C. SiO_2 熔点高, 可用于生产光导纤维 D. 氨气有还原性, 可用于生产铵态氮肥

13. (2025.1 浙江, 6) 关于溴的性质, 下列说法不正确的是

- A. Br^- 可被 Cl_2 氧化为 Br_2
B. Br_2 与 SO_2 水溶液反应的还原产物为 Br^-
C. $\text{Br}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}^-$, 说明氧化性: $\text{Br}_2 > \text{Fe}^{3+}$
D. 1mol Br_2 与足量 NaOH 溶液反应生成 NaBr 和 NaBrO_3 , 转移 5mol 电子

14. (2025.6 浙江, 6) 可根据物质结构推测其性质, 下列推测的性质不合理的是

选项	结构	性质
A	正戊醇和乙醇分子中均含有一个羟基	两者的水溶性相当
B	金属钨晶体中金属键强	金属钨熔点高
C	聚乳酸的结构是 $\text{H}-\text{O}-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\overset{\text{O}}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{OH}$	聚乳酸可降解
D	油酸甘油酯分子中有碳碳双键	油酸甘油酯易被氧化变质

15. (2025.1 浙江, 7) 下列物质的结构或性质不能说明其用途的是

- A. 葡萄糖分子结构中有多个羟基, 故葡萄糖可与银氨溶液反应制作银镜
B. 具有网状结构的交联橡胶弹性好、强度高, 故可用作汽车轮胎材料
C. SiC 的碳、硅原子间通过共价键形成空间网状结构, 硬度大, 故 SiC 可用作砂轮磨料
D. NaHCO_3 能中和酸并受热分解产生气体, 故可用作加工馒头的膨松剂

16. (2025 天津, 8) 油脂、淀粉、纤维素和蛋白质是重要的物质。下列说法错误的是

- A. 油脂为高级脂肪酸的甘油酯, 属于高分子化合物
- B. 油脂、淀粉、纤维素和蛋白质均可发生水解反应
- C. 蛋白质是由多种氨基酸通过肽键等相互连接形成的有机分子
- D. 淀粉和纤维素的分子式均可表示为 $(C_6H_{10}O_5)_n$, 二者结构不同

17. (2025 甘肃, 8) 物质的性质决定用途, 下列物质的性质与用途对应关系不成立的是

选项	物质的性质	用途
A	$NaHCO_3$ 具有热分解性	餐具洗涤剂
B	酚醛树脂具有耐高温、隔热性	飞船外层烧蚀材料
C	离子液体具有导电性	原电池电解质
D	水凝胶具有亲水性	隐形眼镜材料

18. (2025 广东, 8) 下列陈述 I 与陈述 II 均正确, 且两者间具有因果关系的是

选项	陈述 I	陈述 II
A	浓硝酸保存在棕色试剂瓶中	浓硝酸具有强氧化性
B	向蔗糖中加适量浓硫酸, 蔗糖变黑	浓硫酸具有脱水性
C	Fe^{2+} 与 $K_3[Fe(CN)_6]$ 可生成蓝色物质	KSCN 溶液可用于检验 Fe^{3+}
D	MnO_2 与浓盐酸共热, 生成黄绿色气体	$Cl_2 + SO_2 + 2H_2O = H_2SO_4 + 2HCl$

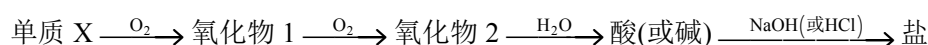
19. (2025 北京, 9) 依据下列事实进行的推测正确的是

	事实	推测
A	NaCl 固体与浓硫酸反应可制备 HCl 气体	NaI 固体与浓硫酸反应可制备 HI 气体
B	$BaSO_4$ 难溶于盐酸, 可作“钡餐”使用	$BaCO_3$ 可代替 $BaSO_4$ 作“钡餐”
C	盐酸和 $NaHCO_3$ 溶液反应是吸热反应	盐酸和 NaOH 溶液反应是吸热反应
D	H_2O 的沸点高于 H_2S	HF 的沸点高于 HCl

20. (2025.6 浙江, 10) 下列含铁化合物的制备方案正确的是选项

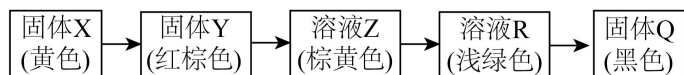
选项	目标产物	制备方案
A	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	FeCl_2 溶液通足量 Cl_2 后, 蒸发浓缩、冷却结晶、过滤
B	Fe_2O_3	红热的铁粉与水蒸气反应
C	FeCl_2	$\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 在干燥的 HCl 气流中脱水
D	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	FeCl_2 溶液中滴加煮沸过的 NaOH 溶液, 在空气中过滤

21. (2025 广东, 7) 能满足下列物质间直接转化关系, 且推理成立的是



- A. X 可为铝, 盐的水溶液一定显酸性
 B. X 可为硫, 氧化物 1 可使品红溶液褪色
 C. X 可为钠, 氧化物 2 可与水反应生成 H_2
 D. X 可为碳, 盐的热稳定性: $\text{NaHCO}_3 > \text{Na}_2\text{CO}_3$

22. (2025 河南, 4) X 是自然界中一种常见矿物的主要成分, 可以通过如图所示的四步反应转化为 Q(略去部分参与反应的物质和反应条件)。已知 X 和 Q 的组成元素相同。



下列说法错误的是

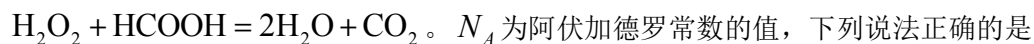
- A. Y 常用作油漆、涂料等的红色颜料
 B. 溶液 Z 加热煮沸后颜色会发生变化
 C. $\text{R} \rightarrow \text{Q}$ 反应需要在强酸性条件下进行
 D. Q 可以通过单质间化合反应制备

四、物质的量

1. (2025 湖南, 3) 加热时, 浓硫酸与木炭发生反应: $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) + \text{C} \triangleq \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

- A. $12\text{g}^{12}\text{C}$ 含质子数为 $6N_A$
 B. 常温常压下, 6.72LCO_2 含 σ 键数目为 $0.6N_A$
 C. $1.0\text{LpH} = 1$ 的稀硫酸中含 H^+ 数目为 $0.2N_A$
 D. 64gSO_2 与 16gO_2 充分反应得到 SO_3 的分子数为 N_A

2. (2025 广西, 3) 虫蚁叮咬时所分泌的蚁酸, 会引起肿痛。医用双氧水既可消毒, 又可将蚁酸氧化, 氧化原理为



- A. $0.1 \text{ mol H}_2\text{O}_2$ 含非极性共价键的数目为 $0.1N_A$
- B. $\text{pH} = 1$ 的 HCOOH 溶液中, H^+ 的数目为 $0.1N_A$
- C. 反应 $0.1 \text{ mol H}_2\text{O}_2$, 转移的电子数目为 $0.1N_A$
- D. 反应 0.1 mol HCOOH , 标准状况下生成 $4.48 \text{ L H}_2\text{O}$

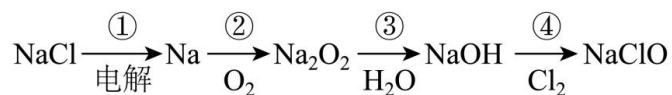
3. (2025 云南, 4) N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

- A. 22.4 L CH_4 中原子的数目为 $5N_A$
- B. $1 \text{ mol } ^{18}\text{O}$ 所含中子的数目为 $10N_A$
- C. 28 g Fe 粉和足量 S 完全反应, 转移电子的数目为 $1.5N_A$
- D. $0.1 \text{ L } 12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 盐酸与足量 MnO_2 反应, 生成 Cl_2 的数目为 $0.3N_A$

4. (2025 河北, 4) 设 N_A 是阿伏加德罗常数的值, 下列说法错误的是

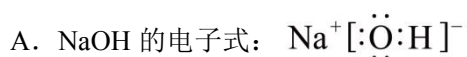
- A. $18 \text{ g H}_2\text{O}$ 晶体内氢键的数目为 $2N_A$
- B. $1 \text{ L } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaF 溶液中阳离子总数为 N_A
- C. 28 g 环己烷和戊烯的混合物中碳原子的数目为 $2N_A$
- D. 铅酸蓄电池负极增重 96 g , 理论上转移电子数为 $2N_A$

5. (2025 黑吉辽蒙, 4) 钠及其化合物的部分转化关系如图。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是



- A. 反应①生成的气体, 每 11.2 L (标准状况) 含原子的数目为 N_A
- B. 反应②中 2.3 g Na 完全反应生成的产物中含非极性键的数目为 $0.1N_A$
- C. 反应③中 $1 \text{ mol Na}_2\text{O}_2$ 与足量 H_2O 反应转移电子的数目为 $2N_A$
- D. $100 \text{ mL } 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaClO}$ 溶液中, ClO^- 的数目为 $0.1N_A$

6. (2025 贵州, 6) NaOH 溶液可吸收硝酸工业尾气中的 NO_x , N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法错误的是



B. NO 和 NO_2 在一定条件下可以相互转化

C. 标准状况下, 11.2 L NO_2 和 N_2O_4 混合物中原子总数为 $1.5N_A$

D. 尾气处理中涉及的反应有: $\text{NO} + \text{NO}_2 + 2\text{OH}^- = 2\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$

7. (2025 天津, 7) 利用反应 $\text{NaClO} + 2\text{NaN}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} = \text{NaCl} + 2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + 3\text{N}_2 \uparrow$ 可处理 NaN_3 。

设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法正确的是

A. 1 mol N_3^- 中含有的电子数目为 $21N_A$

B. 消耗 1 mol NaClO, 生成 N_2 的体积为 67.2 L

C. 处理 6.5 g NaN_3 , 至少需要 NaClO 0.05 mol

D. 处理 1 mol NaN_3 , 反应转移的电子数目为 $2N_A$

8. (2025 广东, 10) 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

A. 1 mol $^{18}\text{O}_2$ 的中子数, 比 1 mol $^{16}\text{O}_2$ 的多 $2N_A$

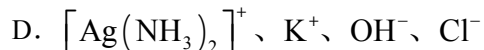
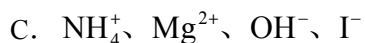
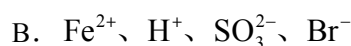
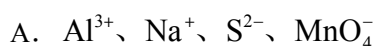
B. 1 mol Fe 与水蒸气完全反应, 生成 H_2 的数目为 $2N_A$

C. 在 1 L 0.1 mol/L 的 NH_4Cl 溶液中, NH_4^+ 的数目为 $0.1N_A$

D. 标准状况下的 22.4 L Cl_2 与足量 H_2 反应, 形成的共价键数目为 $2N_A$

五、离子反应、方程式正误判断

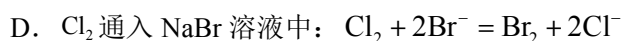
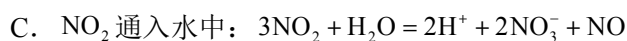
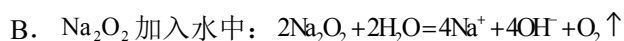
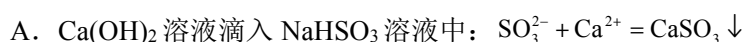
1. (2025 天津, 3) 下列离子在溶液中能大量共存的是



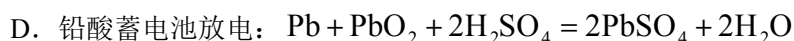
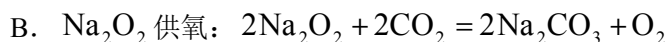
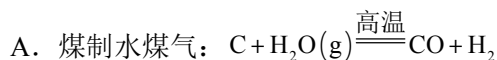
2. (2025 安徽, 8) 下列实验产生的废液中, 可能大量存在的粒子组是

选项	实验	粒子组
A	稀硝酸与铜片制 NO	H^+ 、 Cu^{2+} 、 NO_3^- 、NO
B	70% 硫酸与 Na_2SO_3 制 SO_2	H^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 HSO_3^-
C	浓盐酸与 KMnO_4 制 Cl_2	H^+ 、 K^+ 、 Mn^{2+} 、 Cl^-
D	双氧水与 FeCl_3 溶液制 O_2	H^+ 、 Fe^{2+} 、 Cl^- 、 H_2O_2

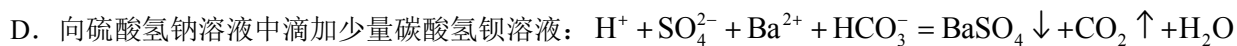
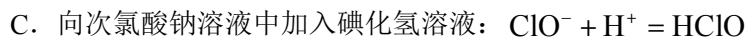
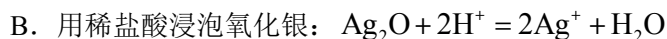
3. (2025 重庆, 3) 下列有关离子反应错误的是



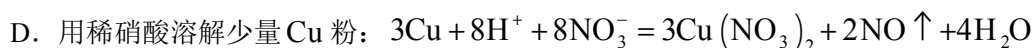
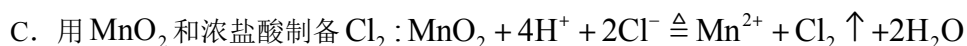
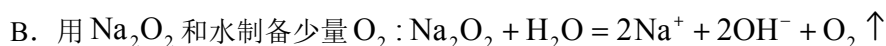
4. (2025 云南, 3) 下列化学方程式错误的是



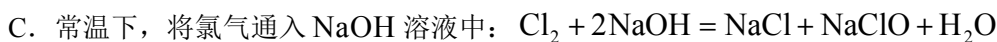
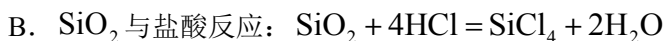
5. (2025 河南, 5) 对于下列过程中发生的化学反应。相应离子方程式正确的是



6. (2025 山东, 5) 下列实验涉及反应的离子方程式书写正确的是



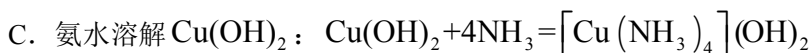
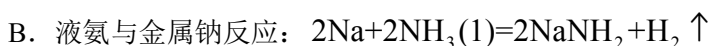
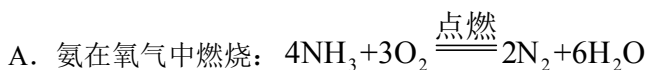
7. (2025 天津, 5) 下列叙述和反应方程式相对应且正确的是



8. (2025 安徽, 6) 阅读材料, 完成下列小题。

氨是其他含氮化合物的生产原料。氨可在氧气中燃烧生成 N_2 。金属钠的液氨溶液放置时缓慢放出气体, 同时生成 NaNH_2 。 NaNH_2 遇水转化为 NaOH 。 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 溶于氨水得到深蓝色 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ 溶液, 加入稀硫酸又转化为蓝色 $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4\text{SO}_4]$ 溶液。氨可以发生类似于水解反应的氨解反应, 浓氨水与 HgCl_2 溶液反应生成 $\text{Hg}(\text{NH}_2)\text{Cl}$ 沉淀。

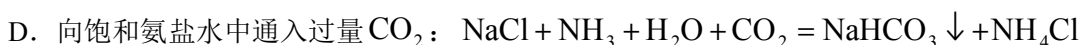
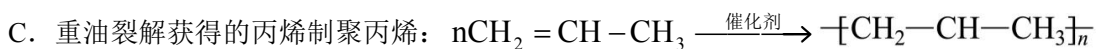
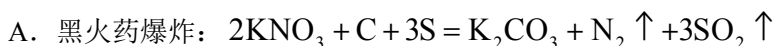
下列有关反应的化学方程式错误的是



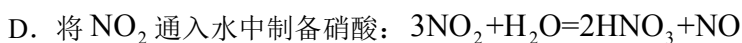
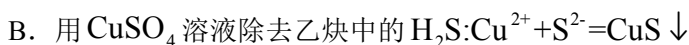
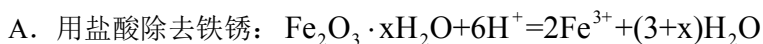
9. (2025 江苏, 6) 阅读材料, 完成下列小题:

中国对人类科学进步与技术发展贡献卓著。黑火药(主要成分: KNO_3 、 S 和 C)是中国古代四大发明之一。侯德榜发明的“联合制碱法”将合成氨法与氨碱法联合, 突破了国外制碱技术封锁。我国科学家在世界上首次人工合成结晶牛胰岛素; 采用有机合成与酶促合成相结合的方法, 人工合成了酵母丙氨酸转移核糖核酸。徐光宪提出的稀土串级萃取理论使我国稀土提取技术取得重大进步。屠呦呦等采用低温、乙醚冷浸提取的青蒿素($\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_5$, 含 $-\text{O}-\text{O}-$)在治疗疟疾中起到重要作用。闵恩泽研制新型催化剂解决了重油裂解难题。

下列化学反应表示正确的是



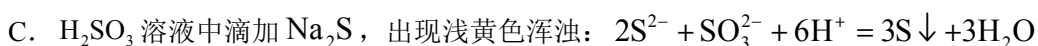
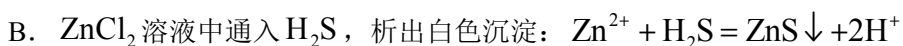
10. (2025 北京, 6) 下列方程式与所给事实不相符的是



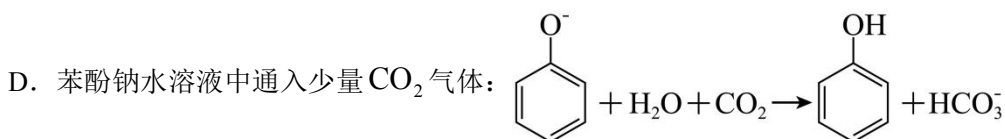
11. (2025 黑吉辽蒙, 6) 微粒邂逅时的色彩变化是化学馈赠的视觉浪漫。下列对颜色变化的解释错误的是

选项	颜色变化	解释
A	空气中灼烧过的铜丝伸入乙醇中, 黑色铜丝恢复光亮的紫红色	$2\text{CuO} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$
B	$\text{Mg}(\text{OH})_2$ 悬浊液中加入 FeCl_3 溶液, 固体由白色变为红褐色	$3\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3\text{Mg}^{2+}$
C	FeSO_4 溶液中加入 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, 浅绿色溶液出现蓝色浑浊	$\text{Fe}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + \text{K}^+ = \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$
D	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中加入 NaOH 溶液, 溶液由橙色变为黄色	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 2\text{OH}^- = 2\text{CrO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

12. (2025 四川, 7) 解释下列实验现象的离子方程式错误的是



13. (2025.6 浙江, 7) 下列离子方程式正确的是



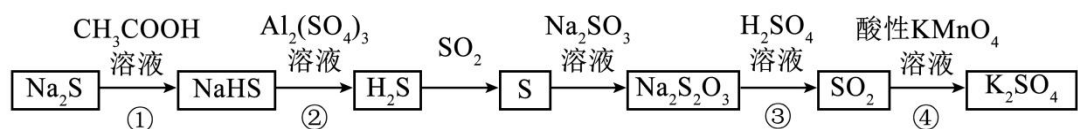
14. (2025 陕晋宁青, 7) 下列有关反应方程式错误的是

- A. 泡沫灭火器反应原理: $6\text{NaHCO}_3 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 6\text{CO}_2 \uparrow$
- B. 用金属钠除去甲苯中的微量水: $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2 \uparrow$
- C. 用 NaOH 溶液吸收尾气中的 NO_2 : $2\text{NO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$
- D. 氯气通入冷的石灰乳中制漂白粉: $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

15. (2025.1 浙江, 8) 下列方程式不正确的是

- A. MnO_2 与浓盐酸反应: $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \triangleq \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. NO_2 与 H_2O 反应: $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{NO}$
- C. 将少量灼热的 CuO 加入 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 中: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CuO} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CHO} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
- D. 将 SO_2 通入酸性 KMnO_4 溶液: $5\text{SO}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ = 5\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

16. (2025 广西, 8) 不同含硫物质间可相互转化。下列离子方程式书写正确的是



- A. 反应①: $\text{S}^{2-} + \text{H}^+ = \text{HS}^-$
- B. 反应②: $4\text{HS}^- + \text{Al}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O} = [\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 4\text{H}_2\text{S} \uparrow$
- C. 反应③: $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- D. 反应④: $\text{SO}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

17. (2025 海南, 12) (不定项) 下列化学实例与方程式不匹配的是

选项	实例	方程式
A	纯碱熔样致石英(SiO_2)坩埚损坏	$\text{SiO}_2(\text{s}) + \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{l}) \xrightarrow{\text{高温}} \text{Na}_2\text{SiO}_3(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$
B	早期用铬酸酐(CrO_3)检测酒驾	$4\text{CrO}_3(\text{s}) + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) = 2\text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{Cr}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
C	用熟石灰净化酸性高氟废水	$\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{HF}(\text{aq}) = \text{CaF}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
D	用氮化镁(Mg_3N_2)干燥液氨	$\text{Mg}_3\text{N}_2(\text{s}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) = 2\text{NH}_3(\text{l}) + 3\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$

六、氧化还原反应

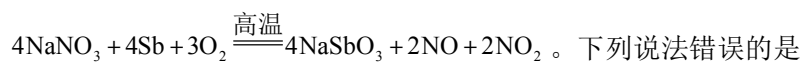
1. (2025 北京, 5) 下列反应中, 体现 NH_4^+ 还原性的是

- A. NH_4HCO_3 加热分解有 NH_3 生成
B. NH_4Cl 和 NaNO_2 的混合溶液加热有 N_2 生成
C. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 固体在 NH_4Cl 溶液中溶解
D. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液中滴加 BaCl_2 溶液出现白色沉淀

2. (2025 贵州, 5) 化学变化五彩缤纷。下列颜色变化涉及氧化还原反应的是

- A. 向 CuBr_2 固体中加入蒸馏水, 深褐色固体变为天蓝色溶液
B. 将 Na_2O_2 置于空气中, 淡黄色固体逐渐变为白色
C. 向 K_2CrO_4 溶液中加入稀硫酸, 溶液由黄色变为橙色
D. 将白磷在真空中加热到 260°C , 白色固体变为暗红色粉末

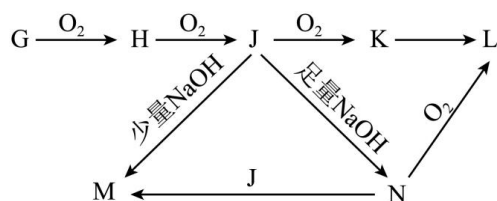
3. (2025 湖南, 8) NaSbO_3 是一种合成聚酯的催化剂, 可用“硝酸钠法”制备, 反应方程式为



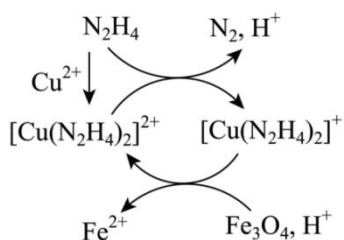
- A. NaSbO_3 中 Sb 元素的化合价为 +5
B. NO_3^- 的空间结构为平面三角形
C. 反应中氧化剂和还原剂的物质的量之比为 4:7
D. 反应中消耗 3mol O_2 , 转移 20mol e^-

4. (2025 陕晋宁青, 11) 某元素的单质及其化合物的转化关系如图。常温常压下 G、J 均为无色气体, J 具有漂白性。阿伏加德罗常数的值为 N_A 。下列说法错误的是

- A. G、K 均能与 NaOH 溶液反应
B. H、N 既具有氧化性也具有还原性
C. M 和 N 溶液中的离子种类相同
D. 1mol G 与足量的 J 反应, 转移电子数为 N_A



5. (2025 山东, 9) 用肼 (N_2H_4) 的水溶液处理核冷却系统内壁上的铁氧化物时, 通常加入少量 CuSO_4 , 反应原理如图所示。下列说法正确的是



- A. N_2 是还原反应的产物
B. 还原性: $\text{N}_2\text{H}_4 < \text{Fe}^{2+}$
C. 处理后溶液的 pH 增大
D. 图示反应过程中起催化作用的是 Cu^{2+}

第二部分 化学实验

一、化学实验基础

1. (2025 海南, 2) 重结晶法提纯苯甲酸的实验中, 必须佩戴防烫手套的操作步骤是

- A. 称取药品 B. 加水搅拌 C. 趁热过滤 D. 冷却结晶

2. (2025 河北, 2) 下列不符合实验安全要求的是

- A. 酸、碱废液分别收集后直接排放 B. 进行化学实验时需要佩戴护目镜
C. 加热操作时选择合适的工具避免烫伤 D. 乙醇应存放在阴凉通风处, 远离火种

3. (2025 江西, 3) 实验安全是科学探究的前提。下列实验要求错误的是

- A. NaCl 溶液的导电性实验, 禁止湿手操作
B. 焰色试验, 应开启排风管道或排风扇
C. 钠在空气中燃烧实验, 需佩戴护目镜才能近距离俯视坩埚
D. 比较 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的热稳定性实验, 应束好长发、系紧宽松衣物

4. (2025 山东, 3) 实验室中, 下列试剂保存方法正确的是

- A. 液溴加水封保存在广口试剂瓶中 B. 硝酸银溶液保存在棕色细口试剂瓶中
C. 高锰酸钾与苯酚存放在同一药品柜中 D. 金属锂保存在盛有煤油的广口试剂瓶中

5. (2025 山东, 4) 称取 1.6g 固体 NaOH 配制 400mL 浓度约为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液, 下列仪器中不需要使用的是

- A. 100mL 烧杯 B. 500mL 容量瓶
C. 500mL 量筒 D. 500mL 细口试剂瓶(具橡胶塞)

6. (2025.1 浙江, 5) 关于实验室安全, 下列说法不正确的是

- A. 若不慎盐酸沾到皮肤上, 应立即用大量水冲洗, 然后用 3%~5% NaHCO_3 溶液冲洗
B. 实验室制备 Cl_2 时, 可用 NaOH 溶液吸收尾气
C. 水银易挥发, 若不慎有水银洒落, 无需处理
D. PbS 难溶于水, 可用 Na_2S 处理废水中的 Pb^{2+} , 再将沉淀物集中送至环保单位进一步处理

7. (2025 天津, 6) 仪器分析在化学研究中有重要应用。下列方法选择错误的是

- A. 用 pH 计区分 KCl 溶液和 NaNO_3 溶液 B. 用 X 射线衍射法区分玻璃和蓝宝石
C. 用原子光谱鉴定样品中含有元素 Li D. 用质谱区分正己醇和正庚醇

8. (2025 山东, 11) (不定项) 完成下列实验所用部分仪器或材料选择正确的是

	实验内容	仪器或材料
A	灼烧海带	坩埚、泥三角
B	加热浓缩 NaCl 溶液	表面皿、玻璃棒
C	称量 5.0gNaOH 固体	电子天平、称量纸
D	量取 25.00mL 稀 H ₂ SO ₄	25mL 移液管、锥形瓶

二、物质的检验和分离

1. (2025 湖南, 4) 只用一种试剂, 将 Na₂SO₄、(NH₄)₂CO₃、AlCl₃、KNO₃ 四种物质的溶液区分开, 这种试剂是

- A. NaOH 溶液 B. AgNO₃ 溶液 C. H₂SO₄ 溶液 D. Ba(OH)₂ 溶液

2. (2025.6 浙江, 4) 下列实验原理或方法不正确的是

- A. 可用 CCl₄ 萃取碘水中的 I₂
 B. 可用重结晶法提纯含有少量 NaCl 的苯甲酸
 C. 可用浓 NaOH 溶液除去乙酸乙酯中的乙酸
 D. 可用浓 Na₂CO₃ 溶液将 CaSO₄ 转化为 CaCO₃

3. (2025 海南, 5) 下列检验材料不能一步鉴别出对应物质的是

选项	检验材料	待鉴别物质
A	湿润的 pH 试纸	HCl, NH ₃
B	氨水	MgSO ₄ , Al ₂ (SO ₄) ₃
C	Na ₂ CO ₃ 溶液	CH ₃ COOH, HOCH ₂ CH ₂ OH
D	水	CH ₃ COOC ₂ H ₅ , BrCH ₂ CH ₂ Br

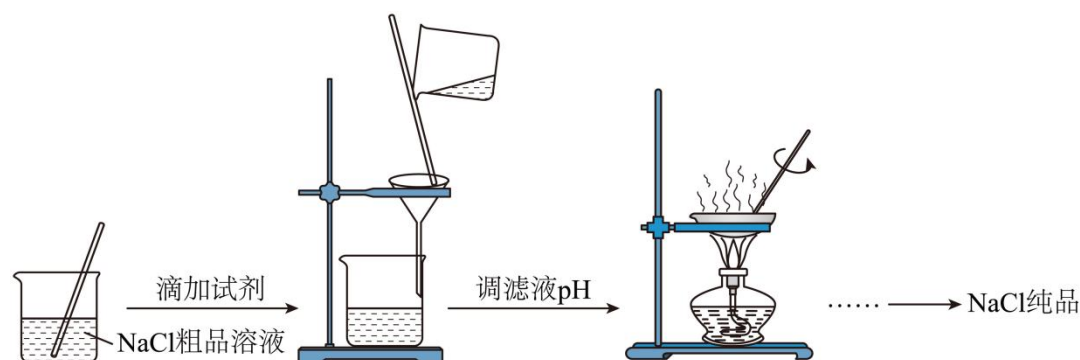
4. (2025 江苏, 7) 阅读材料, 完成下列小题:

中国对人类科学进步与技术发展贡献卓著。黑火药(主要成分: KNO_3 、S 和 C)是中国古代四大发明之一。侯德榜发明的“联合制碱法”将合成氨法与氨碱法联合, 突破了国外制碱技术封锁。我国科学家在世界上首次人工合成结晶牛胰岛素; 采用有机合成与酶促合成相结合的方法, 人工合成了酵母丙氨酸转移核糖核酸。徐光宪提出的稀土串级萃取理论使我国稀土提取技术取得重大进步。屠呦呦等采用低温、乙醚冷浸提取的青蒿素($\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_5$, 含 $-\text{O}-\text{O}-$)在治疗疟疾中起到重要作用。闵恩泽研制新型催化剂解决了重油裂解难题。

下列物质组成或性质与分离提纯方法对应关系正确的是

- A. 蛋白质能水解, 可用饱和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液提纯蛋白质
- B. 乙醚与青蒿素组成元素相同, 可用乙醚提取青蒿素
- C. CCl_4 难溶于水、比水易溶解 I_2 , 可用 CCl_4 萃取碘水中的 I_2
- D. 不同的烃密度不同, 可通过分馏从石油中获得汽油、柴油

5. (2025.1 浙江, 10) 提纯 NaCl 粗品(含少量的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 和 SO_4^{2-})得到 NaCl 纯品的方案如下, 所用试剂为 BaCl_2 溶液、 Na_2CO_3 溶液、盐酸和 NaOH 溶液。

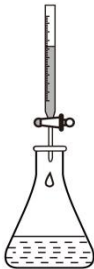
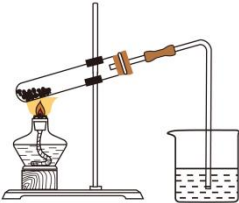


下列说法不正确的是

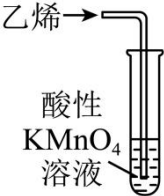
- A. 用过量的 BaCl_2 溶液除去 SO_4^{2-}
- B. Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 通过生成沉淀后过滤除去
- C. 4 种试剂的使用顺序为 BaCl_2 溶液、 Na_2CO_3 溶液、盐酸、 NaOH 溶液
- D. 调 pH 后的滤液蒸发至大量固体析出, 趁热过滤、洗涤、干燥后即得 NaCl 纯品

三、实验装置

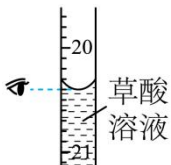
1. (2025 广西, 2) 下列实验操作规范的是

A	B	C	D
			
蒸发 NaCl 溶液	量取 25.00 mL NaOH 溶液	加热 NaHCO ₃ 固体	转移 Na ₂ CO ₃ 溶液

2. (2025 湖南, 2) 化学实验充满着五颜六色的变化。下列描述错误的是

			
A. 溶液褪色	B. 产生红色沉淀	C. 溶液呈紫色	D. 试纸变为蓝色

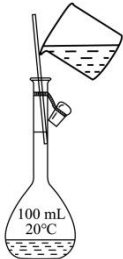
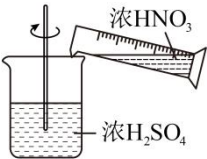
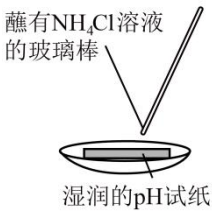
3. (2025 江苏, 3) 用 $0.05000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 草酸 ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) 溶液滴定未知浓度的 NaOH 溶液。下列实验操作规范的是

			
A. 配制草酸溶液	B. 润洗滴定管	C. 滴定	D. 读数

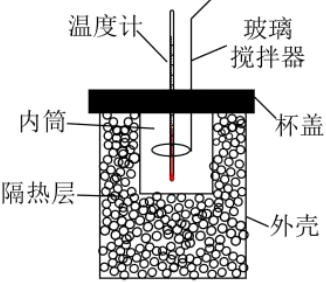
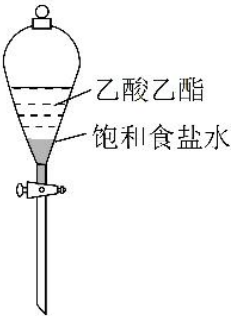
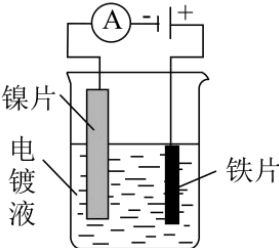
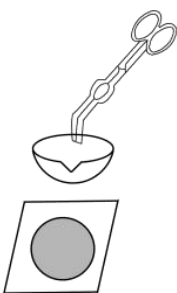
4. (2025 河南, 3) 下列图示中, 实验操作或方法符合规范的是

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

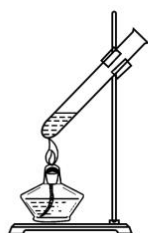
5. (2025 贵州, 3) 下列实验操作规范的是

A	B	C	D
			
向容量瓶中转移溶液	用胶头滴管滴加溶液	混合浓 HNO_3 和浓 H_2SO_4	测 NH_4Cl 溶液的 pH

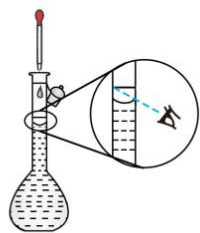
6. (2025 湖北, 4) 下列化学实验目的与相应实验示意图不相符的是

选项	A	B
实验目的	用量热计测定反应热	分离乙酸乙酯和饱和食盐水
实验示意图		
选项	C	D
实验目的	在铁片上镀镍	转移热蒸发皿至陶土网
实验示意图		

7. (2025 重庆, 4) 下列实验操作符合规范的是



A. 加热



B. 定容



C. 稀释



D. 滴定

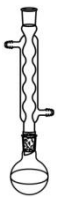
8. (2025 云南, 5) 下列装置(省略部分夹持装置)或操作正确的是

NH_4Cl 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 棉花团	KCl 100 mL 20°C	Na H_2O (含酚酞)	NO_2 和 N_2O_4 热水 冷水
A. 制备 NH_3	B. 配制 100mL $1.00\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KCl}$ 溶液	C. 探究 Na 与 H_2O 反应	D. 探究温度对化学平衡的影响

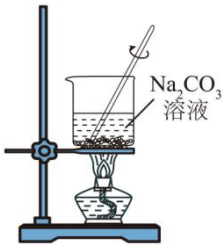
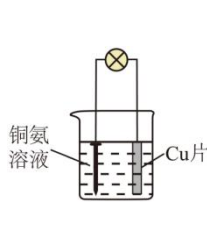
9. (2025 四川, 5) 下列实验装置使用正确的是

NH_4Cl $\text{Ca}(\text{OH})_2$	浓盐酸 MnO_2 饱和食盐水 水
A. 实验室制取氨气	B. 实验室制取氯气
浓硫酸 CH_3COOH $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 饱和 Na_2CO_3 溶液	浓硫酸 KBr $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 进水 出水
C. 实验室制备乙酸乙酯	D. 实验室制备溴乙烷

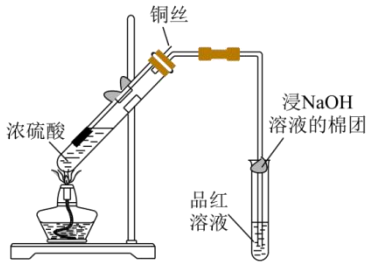
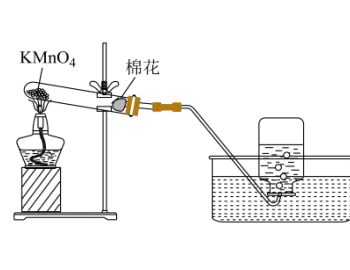
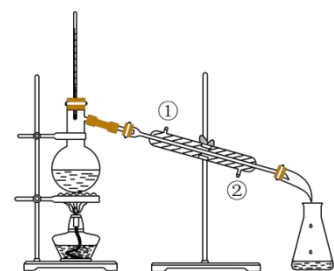
10. (2025 甘肃, 6) 丁酸乙酯有果香味。下列制备、纯化丁酸乙酯的实验操作对应的装置错误的是(加热及夹持装置略)

A	B	C	D
回流	蒸馏	分液	干燥
			

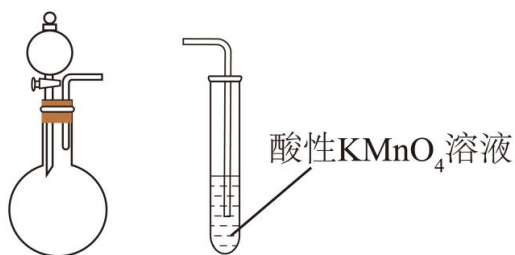
11. (2025 广东, 6) 对铁钉进行预处理, 并用铜氨溶液给铁钉镀铜。下列操作不能达到实验目的的是

			
A. 除油污	B. 除铁锈	C. 制铜氨溶液	D. 铁钉镀铜

12. (2025 北京, 7) 下列实验的相应操作中, 不正确的是

A. 制备并检验 SO ₂	B. 实验室制取 O ₂
	
为防止有害气体逸出, 先放置浸 NaOH 溶液的棉团, 再加热	实验结束时, 先把导管移出水面, 再熄灭酒精灯
C. 分液	D. 蒸馏
	
先打开分液漏斗上方的玻璃塞, 再打开下方的活塞	冷却水从冷凝管①口通入, ②口流出

13. (2025 河北, 7) 如图所示装置(加热、除杂和尾气处理装置任选)不能完成相应气体的制备和检验的是



- A. 电石与饱和 NaCl 溶液
 B. Na_2SO_3 固体与 70% 的浓 H_2SO_4
 C. 大理石与稀 HCl
 D. Al_2S_3 固体与水

14. (2025 贵州, 8) 实验室制备 Cl_2 并验证其性质的装置及试剂正确的是

A. 制备 Cl_2	B. 除去 HCl 杂质
C. 验证 Cl_2 的氧化性	D. 收集 Cl_2 及尾气处理

15. (2025 黑吉辽蒙, 8) 巧设实验, 方得真知。下列实验设计合理的是

A. 除去 Cl_2 中的 HCl	B. 制备少量 NO 避免其被氧化	C. 用乙醇萃取 CS_2 中的 S	D. 制作简易氢氧燃料电池

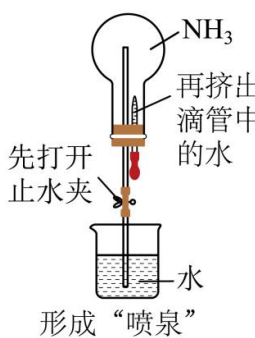
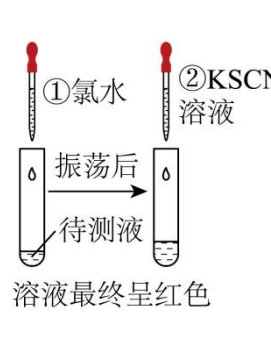
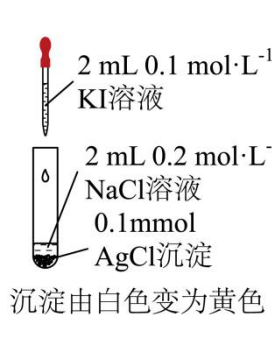
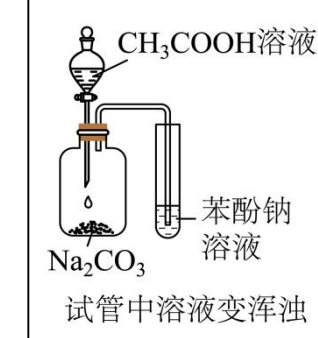
16. (2025.6 浙江, 8) 利用下列装置进行实验, 能达到实验目的的是

A. 铁制镀件上镀铜	B. 实验室快速制备氨气
C. 实验室蒸馏分离 CCl_4 和 CH_2Cl_2	D. 检验乙醇脱水生成乙烯

17. (2025 陕晋宁青, 10) 下列实验方案不能得出相应结论的是

A	B
观察电流表指针偏转方向	观察溶液颜色变化
结论: 金属活动性顺序为 $\text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu}$	结论: 氧化性顺序为 $\text{Cl}_2 > \text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$
C	D
观察溶液颜色变化	观察出现浑浊所用时间
结论: 甲基使苯环活化	结论: 增大反应物浓度, 该反应速率加快

18. （2025 海南，10）（不定项）根据下列实验操作及现象能推导出相应结论的是

选项	A	B	C	D
实验操作及现象	 先打开止水夹，再挤出滴管中的水，形成“喷泉”	 ①氯水 ②KSCN 溶液 振荡后 待测液 溶液最终呈红色	 2 mL 0.1 mol·L⁻¹ KI 溶液 2 mL 0.2 mol·L⁻¹ NaCl 溶液 0.1 mmol AgCl 沉淀 沉淀由白色变为黄色	 CH₃COOH 溶液 Na₂CO₃ 苯酚钠 溶液 试管中溶液变浑浊
实验结论	NH ₃ 极易溶于水	待测液中含有 Fe ²⁺	$K_{sp}(\text{AgCl}) > K_{sp}(\text{AgI})$	酸性：乙酸>碳酸>苯酚

四、实验表格题

1. （2025 江西，7）由下列实验事实得出的结论正确的是

	实验事实	结论
A	NH ₃ 和空气的混合气体通过热的 Cr ₂ O ₃ ，Cr ₂ O ₃ 持续红热	该反应 $\Delta H < 0$
B	向 NCCl 溶液中滴入硝酸酸化的 AgNO ₃ 溶液，生成白色沉淀	NCCl 是离子化合物
C	向 Na ₂ O 与水反应后的溶液中滴入酚酞溶液，先变红后褪色	Na ₂ O 有漂白性
D	向 CaCl ₂ 溶液中通入 CO ₂ ，无明显现象，再通入 NH ₃ 生成白色沉淀	$\frac{c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})}{c(\text{NH}_4^+)} < \frac{c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{HCO}_3^-)}$

2. （2025 天津，9）依据下列实验操作及现象，不能得出相应结论的是

	实验操作及现象	结论
A	将稀盐酸滴入 NaHCO ₃ 溶液中，产生的气体通入澄清的石灰水，石灰水变浑浊	非金属性：Cl>C
B	硫化锌(ZnS，白色)、硫化镉(CdS，黄色)为难溶电解质。向浓度均为 0.1 mol/L 的 Zn ²⁺ 、Cd ²⁺ 混合液中，滴加 Na ₂ S 稀溶液，先出现的沉淀是黄色的	$K_{sp}(\text{ZnS}) > K_{sp}(\text{CdS})$
C	向可能含有 Fe ²⁺ 的未知溶液中，滴加 1 滴 K ₃ [Fe(CN) ₆] 溶液，有特征蓝色沉淀生成	原未知溶液中含有 Fe ²⁺
D	向含有新制的氢氧化铜的碱性溶液中，加入乙醛溶液并加热，出现砖红色沉淀	乙醛具有还原性

3. (2025 重庆, 9) 下列实验操作及其现象不能推出相应结论的是

选项	操作及现象	结论
A	将点燃的镁条迅速伸入集满 CO_2 的集气瓶种, 产生白烟和黑色固体	CO_2 具有氧化性
B	用 pH 计测得碳酸钠溶液的 pH 小于苯酚钠溶液的 pH	酸性: 碳酸>苯酚
C	在盛有稀盐酸的试管中加入锌片, 产生气泡; 再将铜丝插入试管且接触锌片, 产生气泡的速率增大	反应速率: 电化学腐蚀>化学腐蚀
D	将一定浓度的葡萄糖溶液滴入新制 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液中, 加热, 生成砖红色沉淀	葡萄糖属于还原糖

4. (2025 四川, 10) 根据下列操作及现象, 得出结论错误的是

选项	操作及现象	结论
A	分别测定 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 HCOONa 和 CH_3COONa 溶液的 pH, HCOONa 溶液的 pH 更小	结合 H^+ 的能力: $\text{HCOO}^- > \text{CH}_3\text{COO}^-$
B	向 NaBr 和 NaI 均为 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的混合溶液中加入 CCl_4 , 再逐滴加入氯水并振荡, CCl_4 层先出现紫红色	还原性: $\text{I}^- > \text{Br}^-$
C	分别向含等物质的量的 BaC_2O_4 、 CaC_2O_4 悬浊液中, 加入等体积 $2\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 乙酸, 加热, 仅 BaC_2O_4 完全溶解	溶度积常数: $\text{BaC}_2\text{O}_4 > \text{CaC}_2\text{O}_4$
D	分别向 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的三氯乙酸和乙酸溶液中加入等量镁条, 三氯乙酸溶液中产生气泡的速率更快	酸性: 三氯乙酸>乙酸

5. (2025 安徽, 10) 下列实验操作能达到实验目的的是

选项	实验操作	实验目的
A	将铁制镀件与铜片分别接直流电源的正、负极, 平行浸入 CuSO_4 溶液中	在铁制镀件表面镀铜
B	向粗盐水中先后加入过量 Na_2CO_3 溶液、 NaOH 溶液和 BaCl_2 溶液	粗盐提纯中, 去除 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 SO_4^{2-} 杂质离子
C	向 $2\text{mL } 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中滴加 5 滴 $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液, 再滴加 5 滴 $6\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液	探究 $c(\text{H}^+)$ 对如下平衡的影响: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$ (橙色) (黄色)
D	将有机物 M 溶于乙醇, 加入金属钠	探究 M 中是否含有羟基

6. (2025 贵州, 11) 下列实验操作及现象得出的结论正确的是

选项	实验操作及现象	结论
A	常温下, 浓硫酸中加入 Al 片无明显气泡生成, 稀硫酸中加入 Al 片产生大量气泡	氧化性: 稀 $\text{H}_2\text{SO}_4 >$ 浓 H_2SO_4
B	向溴的四氯化碳溶液中通入 C_2H_6 , 溶液不褪色; 向溴的四氯化碳溶液中通入 C_2H_4 , 溶液褪色	键能: $\text{C}-\text{C} > \text{C}=\text{C}$
C	常温下, 分别向等体积等 pH 的苯甲酸和对硝基苯甲酸溶液中加入蒸馏水稀释至等体积, 测得 pH: 对硝基苯甲酸 $>$ 苯甲酸	酸性: 苯甲酸 $>$ 对硝基苯甲酸
D	向 CuSO_4 溶液与过量氨水反应后的深蓝色溶液中加入乙醇, 析出深蓝色晶体	分子的极性: $\text{H}_2\text{O} > \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

7. (2025 河北, 13) 下列实验操作及现象能得出相应结论的是

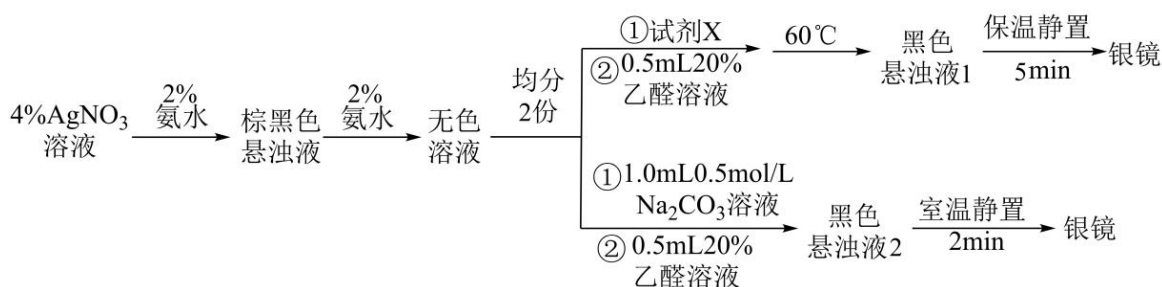
选项	实验操作及现象	结论
A	向盛有 NO_2 与 N_2O_4 的恒压密闭容器中通入一定体积的 N_2 , 最终气体颜色变浅	化学平衡向 NO_2 减少的方向移动
B	以 K_2CrO_4 为指示剂, 用 AgNO_3 标准溶液滴定溶液中的 Cl^- , 先出现白色沉淀, 后出现砖红色沉淀	$K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) < K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)$
C	向盛有 2mL FeCl_3 溶液的试管中加入过量铁粉, 充分反应后静置, 滴加 KSCN 溶液无明显变化; 静置, 取上层清液滴加几滴氯水, 溶液变红	Fe^{2+} 具有还原性
D	向盛有 2mL 饱和 Na_2SO_4 溶液的试管中滴加鸡蛋清溶液, 振荡, 有沉淀析出; 加蒸馏水稀释, 再振荡, 沉淀溶解	蛋白质沉淀后活性改变

8. (2025 甘肃, 13) 下列实验操作能够达到目的的是

选项	实验操作	目的
A	测定 0.01mol/L 某酸溶液的 pH 是否为 2	判断该酸是否为强酸
B	向稀 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液滴入几滴浓硫酸, 观察溶液颜色变化	探究 H^+ 对 Fe^{3+} 水解的影响
C	向 AgNO_3 溶液先滴入几滴 NaCl 溶液, 再滴入几滴 NaI 溶液, 观察沉淀颜色变化	比较 AgCl 和 AgI 的 K_{sp} 大小
D	将氯气通入 Na_2S 溶液, 观察是否产生淡黄色沉淀	验证氯气的氧化性

五、化学实验综合题

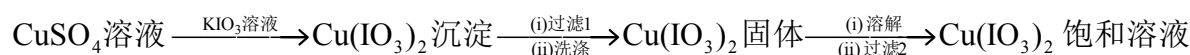
1. (2025 福建, 6) 探究 Na_2CO_3 对银镜反应的影响, 实验步骤如下:



下列说法错误的是

- A. 棕黑色悬浊液中固体主要为 Ag_2O B. 试剂 X 为 1.0 mL 蒸馏水
- C. 黑色悬浊液 1 与 2 中固体的主要成分不同 D. 实验后可用稀硝酸洗去银镜

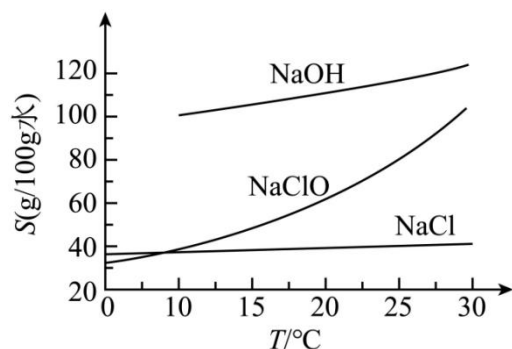
2. (2025 福建, 7) 在 25°C 下测定 $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ 溶度积 K_{sp} , 所需 $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ 饱和溶液的配制步骤如下:



下列说法或操作错误的是

- A. 洗涤时须洗净 SO_4^{2-}
- B. “洗涤”后所得 $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2$ 固体无需干燥
- C. “溶解”后须静置至固液分层、上层澄清
- D. “过滤 2”中用蒸馏水润湿滤纸, 使其贴紧漏斗内壁

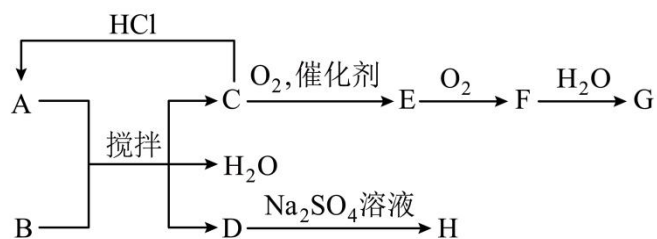
3. (2025 北京, 8) 25°C 时, 在浓 NaOH 溶液中通入过量 Cl_2 , 充分反应后, 可通过调控温度从反应后的固液混合物中获得 NaCl 和 NaClO 固体。已知: NaOH 、 NaClO 、 NaCl 溶解度(S)随温度变化关系如下图。



下列说法不正确的是

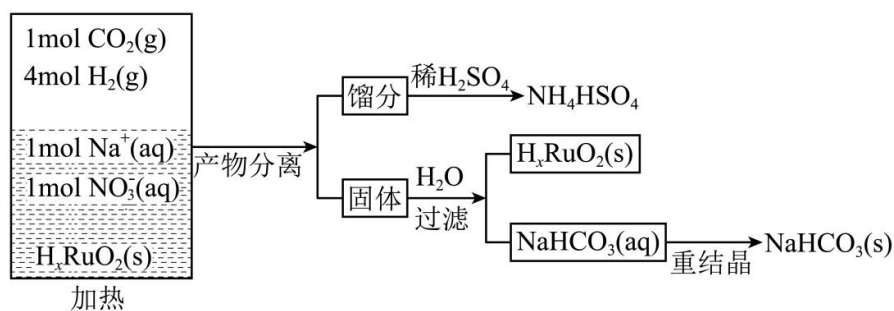
- A. 通入 Cl_2 后开始发生反应: $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- B. 25°C 时, 随反应进行 NaCl 先析出
- C. 将反应后的固液混合物过滤, 滤液降温可析出 NaClO 固体
- D. 在冷却结晶的过程中, 大量 NaOH 会和 NaClO 一起析出

4. (2025 湖北, 8) 如图所示的物质转化关系中, 固体 A 与固体 B 研细后混合, 常温下搅拌产生气体 C 和固体 D, 温度迅速下降。气体 C 能使湿润的红色石蕊试纸变蓝。G 是一种强酸。H 是白色固体, 常用作钡餐。下列叙述错误的是



- A. 在 C 的水溶液中加入少量固体 A, 溶液 pH 升高
- B. D 为可溶于水的有毒物质
- C. F 溶于雨水可形成酸雨
- D. 常温下可用铁制容器来盛装 G 的浓溶液

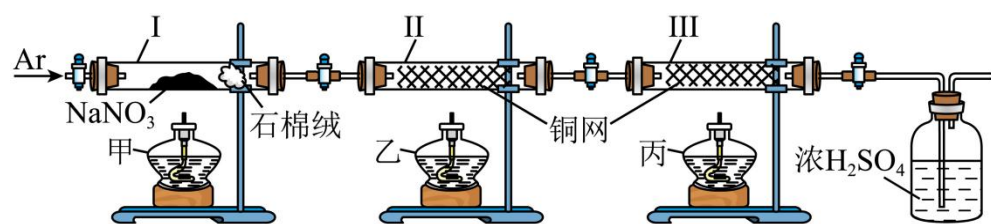
5. (2025 江西, 8) 一种以 H_xRuO_2 为催化剂, 捕捉 CO_2 制备 $NaHCO_3$ 的流程为:



下列说法正确的是

- A. 氢气的作用是还原 CO_2
- B. 反应中有 NH_4HCO_3 生成
- C. “产物分离”方法为过滤
- D. 温度升高, $NaHCO_3$ 的产率增大

6. (2025 云南, 8) 某化学兴趣小组设计如下实验装置, 通过测定反应前后质量的变化, 验证 NaNO_3 固体在酒精灯加热条件下, 受热分解的气态产物。

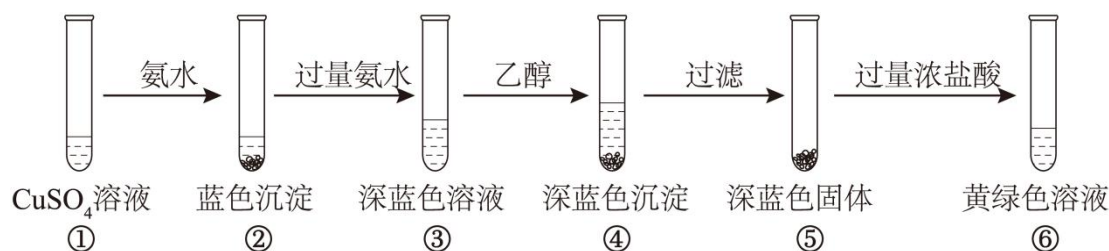


实验步骤: 先缓慢通入 Ar 气, 排尽装置内空气; 关闭 I 左侧阀门, 点燃酒精灯; 一段时间后, II 中灼热的铜网变黑, 熄灭酒精灯甲; 再次缓慢通入 Ar 气……

下列说法错误的是

- A. 实验步骤中, 点燃酒精灯的顺序为甲、乙、丙
- B. 整个过程中, 若 III 中灼热的铜网未变黑, 则说明生成的 O_2 在 II 中反应完全
- C. 实验结束后, 若 I 中减少的质量等于 II 中增加的质量, 则分解的气态产物只有 O_2
- D. NaNO_3 应远离热源、可燃物, 并与还原性物质分开存放

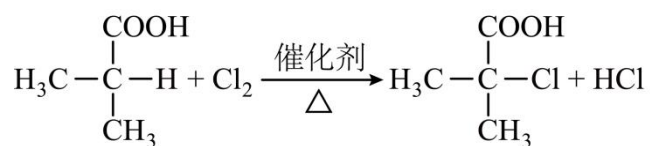
7. (2025 河南, 8) 某同学设计以下实验, 探究简单配合物的形成和转化。



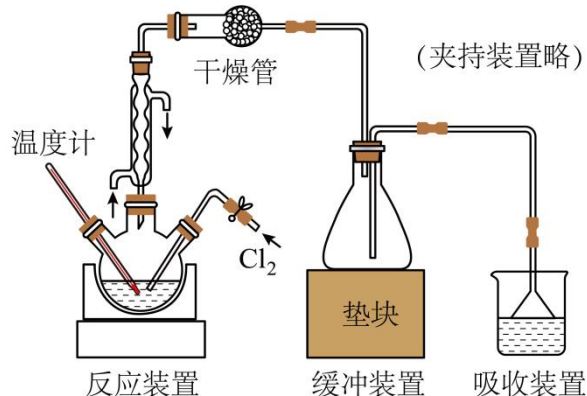
下列说法错误的是

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

8. (2025 湖北, 10) 制备 α -氯代异丁酸的装置如图。在反应瓶中加入异丁酸与催化剂(易水解), 加热到 70°C , 通入 Cl_2 , 反应剧烈放热, 通气完毕, 在 120°C 下继续反应。反应结束, 常压蒸馏得产物。反应方程式:



下列说法错误的是



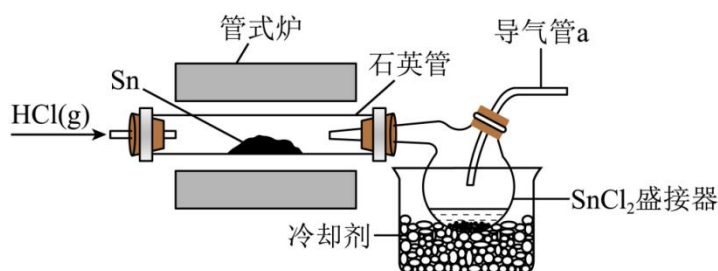
- A. 干燥管可防止水蒸气进入反应瓶
B. 可用 NaOH 溶液作为吸收液
C. Cl_2 通入反应液中可起到搅拌作用
D. 控制 Cl_2 流速不变可使反应温度稳定

9. (2025 广西, 10) 为探究不同浓度 HNO_3 被 Fe 还原的产物, 进行如下实验。下列说法错误的是

装置	实验	HNO_3 溶液的浓度	步骤与现象	
	①	$12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	铁丝表面	液面上方出现红棕色气体
	②	$4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$	有气泡产生, 溶液变为黄色; 取出铁丝	试管口出现红棕色气体
	③	$0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$		无明显红棕色气体; 取少量上层溶液, 加入足量 NaOH 溶液, 加热, 产生能使湿润红色石蕊试纸变蓝的气体

- A. ①中溶液变为黄色, 可能是 NO_2 溶于溶液
B. “试管口出现红棕色气体”说明②中的 HNO_3 被 Fe 还原为 NO_2
C. ③中无明显红棕色气体, 可能是生成了 N_2
D. “石蕊试纸变蓝”说明③中有 HNO_3 被 Fe 还原为 NH_4^+

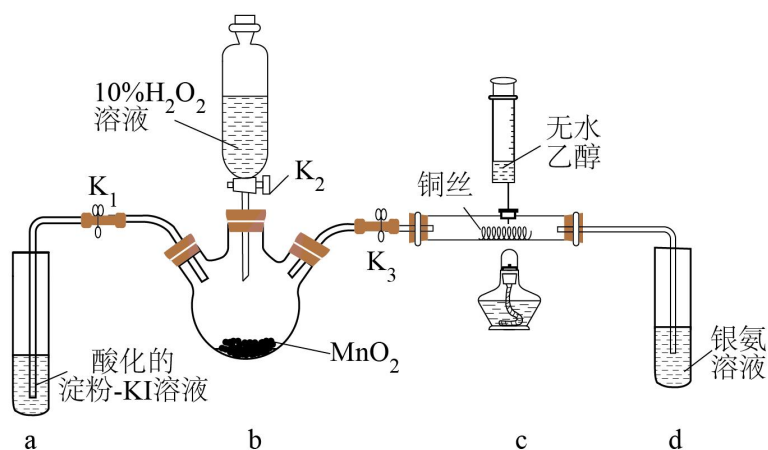
10. (2025 湖南, 11) SnCl_2 具有还原性, 易水解。一种制备纯净的 SnCl_2 的装置示意图如下:



下列说法错误的是

- A. 导气管 a 需接一个装有碱石灰的干燥管
- B. 实验过程中应先通入 $\text{HCl}(\text{g})$, 再开启管式炉加热
- C. 若通入气体更换为 Cl_2 , 也可制备纯净的 SnCl_2
- D. 配制 SnCl_2 溶液需加盐酸和金属 Sn

11. (2025 广东, 11) 利用如图装置进行实验: 打开 K_1 、 K_2 , 一定时间后, a 中溶液变蓝; 关闭 K_1 , 打开 K_3 , 点燃酒精灯加热数分钟后, 滴入无水乙醇。下列说法错误的是



- A. a 中现象体现了 I^- 的还原性
- B. b 中 H_2O_2 既作氧化剂也作还原剂
- C. 乙醇滴加过程中, c 中的铜丝由黑变红, 说明乙醇被氧化
- D. d 中有银镜反应发生, 说明 c 中产物有乙酸

12. （2025 江苏，11）探究含铜化合物性质的实验如下：

- 步骤 I 取一定量 5%CuSO₄ 溶液，加入适量浓氨水，产生蓝色沉淀。
- 步骤 II 将沉淀分成两等份，分别加入相同体积的浓氨水、稀盐酸，沉淀均完全溶解，溶液分别呈现深蓝色、蓝色。
- 步骤 III 向步骤 II 所得的深蓝色溶液中插入一根打磨过的铁钉，无明显现象；继续加入稀盐酸，振荡后静置，产生少量气泡，铁钉表面出现红色物质。

下列说法正确的是

- A. 步骤 I 产生的蓝色沉淀为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$
- B. 步骤 II 的两份溶液中： $c_{\text{深蓝色}}(\text{Cu}^{2+}) < c_{\text{蓝色}}(\text{Cu}^{2+})$
- C. 步骤 III 中无明显现象是由于铁钉遇深蓝色溶液迅速钝化
- D. 步骤 III 中产生气体、析出红色物质的反应为 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{Fe}^{2+} + 4\text{NH}_3 \uparrow$

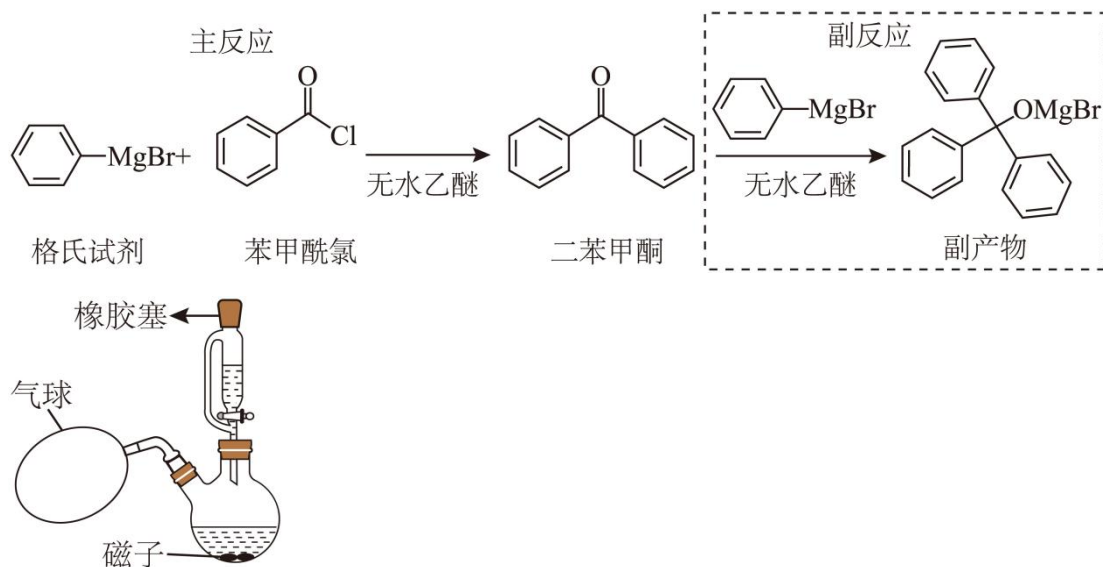
13. （2025 江西，11）X、Y 分别是由 2 种和 3 种前四周期元素组成的化合物，溶于水后混合，溶液转变成紫色，得到溶液 Z，用 pH 试纸检测显红色。取 3 支试管分别装入少量溶液 Z，进行实验，记录为：

序号	加入试剂	现象
1	H ₂ O ₂ 溶液	产生大量气泡、溶液紫色褪去
2	AgNO ₃ 溶液	产生白色沉淀
3	溴水	产生白色沉淀

关于溶液 Z，下列说法正确的是

- A. 含 Fe³⁺ B. 含 MnO₄⁻ C. 可能含 H⁺ D. 不含 Cl⁻

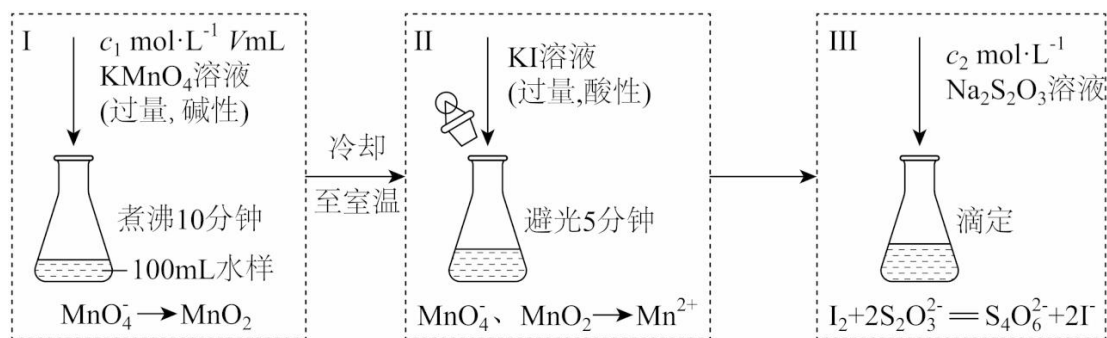
14. (2025 陕晋宁青, 12) 格氏试剂性质活泼, 可与空气中的 H_2O 和 O_2 等反应。某兴趣小组搭建了图示无水无氧装置(部分装置略), 以乙醚(沸点 34.5°C)为溶剂, 利用下述反应高产率地制备二苯甲酮。



下列说法错误的是

- A. 气球中填充保护气, 并起缓冲压力的作用
- B. 烧瓶中液体是格氏试剂的乙醚溶液
- C. 图中的漏斗不能用球形分液漏斗代替
- D. 产率高表明苯甲酰氯比二苯甲酮更易与格氏试剂反应

15. (2025 黑吉辽蒙, 12) 化学需氧量(COD)是衡量水体中有机物污染程度的指标之一, 以水样消耗氧化剂的量折算成消耗 O_2 的量(单位为 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)来表示。碱性 KMnO_4 不与 Cl^- 反应, 可用于测定含 Cl^- 水样的 COD, 流程如图。



下列说法错误的是

- A. II 中发生的反应有 $\text{MnO}_2 + 2\text{I}^- + 4\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. II 中避光、加盖可抑制 I^- 被 O_2 氧化及 I_2 的挥发
- C. III 中消耗的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 越多, 水样的 COD 值越高
- D. 若 I 中为酸性条件, 测得含 Cl^- 水样的 COD 值偏高

16. (2025 北京, 12) 为研究三价铁配合物性质进行如下实验(忽略溶液体积变化)。

滴加数滴浓盐酸 滴加1滴KSCN溶液 加NaF固体 滴加KI溶液、淀粉溶液

0.1mol/L FeCl₃溶液

① ② ③ ④

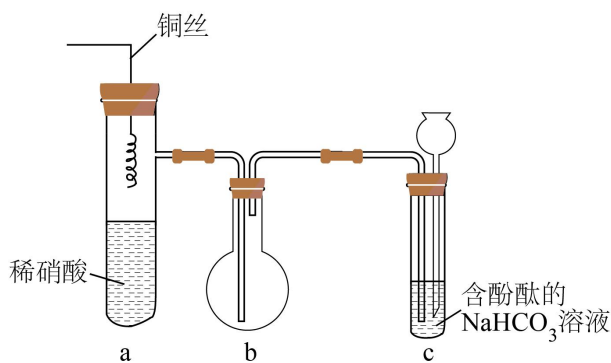
溶液黄色加深 溶液变为红色 溶液红色褪去变为无色 无色溶液未见明显变化

已知: $[\text{FeCl}_4]^-$ 为黄色、 $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ 为红色、 $[\text{FeF}_6]^{3-}$ 为无色。

下列说法不正确的是

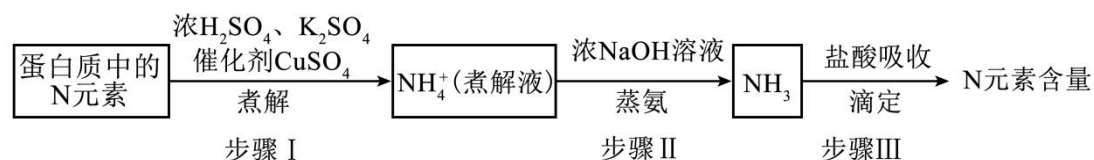
- A. ①中浓盐酸促进 $\text{Fe}^{3+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{FeCl}_4]^-$ 平衡正向移动
- B. 由①到②, 生成 $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ 并消耗 $[\text{FeCl}_4]^-$
- C. ②、③对比, 说明 $c(\text{Fe}^{3+})$: ② > ③
- D. 由①→④推断, 若向①深黄色溶液中加入 KI、淀粉溶液, 溶液也无明显变化

17. (2025 广东, 15) 按如图组装装置并进行实验: 将铜丝插入溶液中, 当 c 中红色褪去时, 将铜丝拔离液面。下列叙述错误的是



- A. a 中有化合反应发生, 并有颜色变化
- B. b 中气体变红棕色时, 所含氮氧化物至少有两种
- C. c 中溶液红色刚好褪去时, HCO_3^- 恰好完全反应
- D. 若将 a 中稀硝酸换为浓硫酸并加热, 则 c 中溶液颜色会褪去

18. (2025.1 浙江, 16) 蛋白质中 N 元素含量可按下列步骤测定:



下列说法不正确的是

- A. 步骤 I, 须加入过量浓 H_2SO_4 , 以确保 N 元素完全转化为 NH_4^+
- B. 步骤 II, 浓 NaOH 溶液过量, 有利于氨的蒸出
- C. 步骤 III, 用定量、过量盐酸标准溶液吸收 NH_3 , 以甲基红(变色的 pH 范围: 4.4 ~ 6.2)为指示剂, 用 NaOH 标准溶液滴定, 经计算可得 N 元素的含量
- D. 尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 样品、 NaNO_3 样品的 N 元素含量均可按上述步骤测定

19. (2025.6 浙江, 16) NaOH 中常含 Na_2CO_3 。为配制不含 Na_2CO_3 的 NaOH 溶液, 并用苯甲酸标定其浓度, 实验方案如下:

步骤 I——除杂: 称取 NaOH 配制成饱和溶液, 静置, 析出 Na_2CO_3 ;

步骤 II——配制: 量取一定体积的上层清液, 稀释配制成 NaOH 溶液;

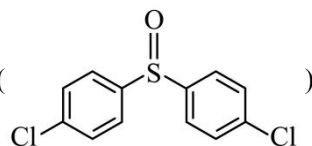
步骤 III——标定: 准确称量苯甲酸固体, 加水溶解, 加指示剂, 用步骤 II 所配制的 NaOH 溶液滴定。

下列说法正确的是

- A. 步骤 I 中 Na_2CO_3 析出的主要原因是: $c(\text{OH}^-)$ 很大, 抑制 CO_3^{2-} 水解
- B. 步骤 II 中可用量筒量取上层清液
- C. 步骤 III 中可用甲基橙作指示剂
- D. 步骤 II、III 中所需的蒸馏水都须煮沸后使用, 目的是除去溶解的氧气

六、化学实验综合题（非选择题）

1. (2025.1 浙江, 19) 某研究小组探究 AlCl_3 催化氯苯与氯化亚砷(SOCl_2)转化为化合物 Z(



的反应。实验流程为：



已知：

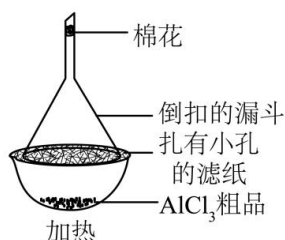
①实验在通风橱内进行。

② SOCl_2 遇水即放出 SO_2 和 HCl ； AlCl_3 易升华。

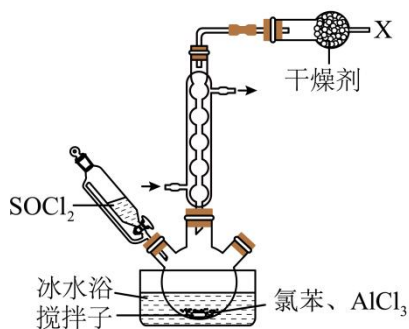
③氯苯溶于乙醚，难溶于水；Z 易溶于乙醚，难溶于水；乙醚不易溶于水。

请回答：

(1) 在无水气氛中提纯少量 AlCl_3 的简易升华装置如图所示，此处漏斗的作用是_____。



(2) 写出下图中干燥管内可用的酸性固体干燥剂_____ (填 1 种)。



(3) 步骤 I，下列说法正确的是_____。

- A. 氯苯试剂可能含有水，在使用前应作除水处理
- B. 三颈烧瓶置于冰水浴中，是为了控制反应温度
- C. 因实验在通风橱内进行，X 处无需连接尾气吸收装置
- D. 反应体系中不再产生气泡时，可判定反应基本结束

(4) 步骤 II，加入冰水的作用是_____。

(5) 步骤 III，从混合物 M_2 中得到 Z 粗产物的所有操作如下，请排序_____ (填序号)。

- ①减压蒸馏 ②用乙醚萃取、分液 ③过滤 ④再次萃取、分液，合并有机相 ⑤加入无水 Na_2SO_4 干燥剂吸水

(6) AlCl_3 可促进氯苯与 SOCl_2 反应中 S-Cl 键的断裂，原因是_____。

2. (2025 云南, 16) 三氟甲基亚磺酸锂 ($M_r = 140$) 是我国科学家通过人工智能设计开发的一种锂离子电池补锂剂,

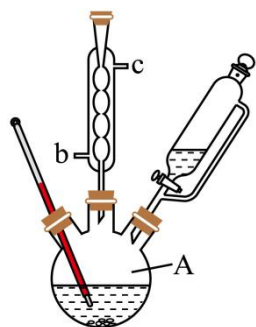
其合成原理如下:



实验步骤如下:

I. 向 A 中加入 3.5g NaHCO_3 、5.2g Na_2SO_3 和 20.0mL 蒸馏水, 搅拌下逐滴加入 2.1mL (3.3g) 三氟甲磺酰氯

($M_r = 168.5$), 有气泡产生(装置如图, 夹持及加热装置省略)。80℃ 下反应 3h 后, 减压蒸除溶剂得浅黄色固体。



II. 向上述所得固体中加入 10.0mL 四氢呋喃(THF), 充分搅拌后, 加入无水 Na_2SO_4 , 振荡, 抽滤、洗涤。将所得滤液减压蒸除 THF, 得黏稠状固体。加入适量乙醇进行重结晶。

III. 将所得三氟甲基亚磺酸钠和 3.0mL THF 加入圆底烧瓶中, 搅拌溶解后逐滴加入足量浓盐酸, 析出白色固体。抽滤、洗涤。

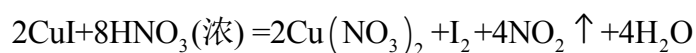
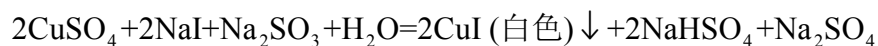
IV. 将滤液转入圆底烧瓶中, 加入 2.0mL 蒸馏水和过量 LiOH。室温搅拌反应 1h 后, 减压蒸除溶剂, 得粗产品。加入适量乙醇进行重结晶, 得产品 1.1g。

已知: THF 是一种有机溶剂, 与水任意比互溶。

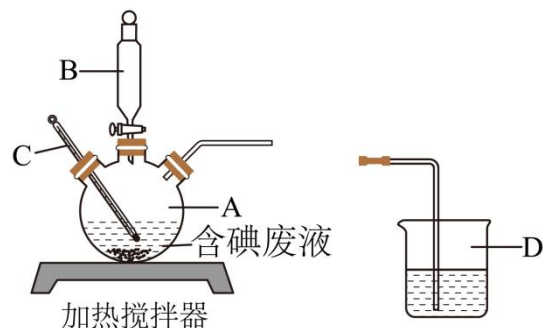
回答下列问题:

- (1) 仪器 A 的名称为_____, 冷凝管中冷却水应从_____(填“b”或“c”)口通入。
- (2) 步骤 I 反应中有气泡产生, 其主要成分为_____。
- (3) 步骤 II 中第一次洗涤的目的是_____。
- (4) 步骤 III 中发生反应的化学方程式为_____, 判断加入浓盐酸已足量的方法为_____。
- (5) 步骤 IV 中加入蒸馏水的作用是_____。
- (6) 三氟甲基亚磺酸锂的产率为_____(保留至 0.01%)。

3. (2025 新课标, 26) 碘具有重要经济价值。实验室利用沉淀法从含碘废液中回收碘, 相关反应的化学方程式为:



实验装置如图所示。



实验步骤如下:

- ①向 A 中加入 Na_2SO_3 , 搅拌使其溶解。将 CuSO_4 饱和溶液加入 B 中。
- ②加热至 $60\sim 70^\circ\text{C}$, 逐滴加入饱和 CuSO_4 溶液。停止加热, 静置, 沉降。
- ③检查 I^- 是否沉淀完全。确认沉淀完全后, 弃去上层清液。
- ④将 B 中溶液更换为浓硝酸, 连接装置 D。不断搅拌下, 逐滴加入浓硝酸。
- ⑤待析出的 I_2 沉降后, 过滤, 洗涤, 干燥得到产品。

回答下列问题:

- (1) 仪器 A 和 C 的名称分别是_____、_____。
- (2) 称取 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 于烧杯中, 向其中加入适量蒸馏水, 微热, 搅拌, 静置冷却, 得到 CuSO_4 饱和溶液。判断 CuSO_4 溶液饱和的实验现象是_____。
- (3) 步骤③中, 确认 I^- 沉淀完全的操作及现象是: 取少量清液, 加入一滴淀粉溶液, _____。
- (4) 步骤④中, 加入浓硝酸后 A 中的现象是_____, D 中盛放_____。
- (5) 步骤⑤中, 使用_____(填标号)洗涤。
a. 水 b. 四氯化碳 c. 乙醇
- (6) 若要进一步精制产品, 可采取的方法是_____。

4. (2025 天津, 15) 硫酸铜铵可用作杀虫剂等, 其晶体组成可表示为 $(\text{NH}_4)_x \text{Cu}_y (\text{SO}_4)_z \cdot n\text{H}_2\text{O}$ 。某学习小组为探究其组成进行了如下实验。

I. 溶液的配制

将硫酸铜铵晶体研细, 准确称量 20.000 g, 在烧杯中加入适量水溶解, 用容量瓶配制成 500 mL 溶液。

II. 组成的测定

① SO_4^{2-} 定量分析: 取 25.00 mL 硫酸铜铵溶液放入烧杯中, 加入过量的经盐酸酸化的 BaCl_2 溶液, 使 SO_4^{2-} 完全沉淀, 经过滤、洗涤、干燥至恒重, 得到 BaSO_4 固体并记录质量。重复四次实验, 结果分别为 1.066 g、1.164 g、1.165 g 和 1.166 g。

② Cu^{2+} 定量分析: 取 25.00 mL 硫酸铜铵溶液放入锥形瓶中, 调节溶液的 pH 至 3~4, 加入过量的 KI 溶液, 用 0.1000 mol/L $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液滴定至浅黄色, 加入指示剂, 充分摇动后继续滴定至终点。重复四次实验, 消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液的平均体积为 25.00 mL。

已知: $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$, $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$

(1) 研细晶体的仪器名称为_____。

(2) 配制 500 mL 溶液定容时, 操作的正确顺序为_____ (填序号)。

a. 将蒸馏水注入容量瓶

b. 改用胶头滴管滴加蒸馏水

c. 观察到液面离刻度线 1~2 cm

d. 至凹液面与刻度线相切

(3) 分析 SO_4^{2-} 时, 洗涤沉淀能否用稀硫酸作为洗涤试剂? _____ (填“能”或“不能”)。实验得到 BaSO_4 的平均质量为_____。

(4) 分析 Cu^{2+} 时: ①选用的指示剂为_____; ②临近滴定终点时, 需改为半滴滴加, 其具体操作为_____;

③达到滴定终点的标志为_____。

(5) 硫酸铜铵晶体中元素 Cu 的质量分数为_____。

(6) 判断下列操作的影响(填“偏高”“偏低”或“无影响”);

①若在配制硫酸铜铵溶液时, 烧杯中的溶液有少量溅出, 则所配溶液浓度_____;

②若在滴定终点读数时, 俯视液面, 则 Cu^{2+} 含量的测定结果_____。

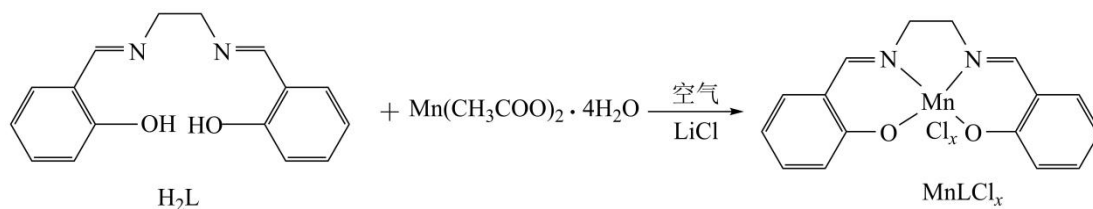
(7) 根据上述实验和结果, 能否推断出硫酸铜铵晶体的化学式? 说明理由。_____ (填“能”或“不能”), 理由是_____。

5. (2025 四川, 16) 双水杨醛缩乙二胺(H_2L , $M_r=268$)的锰配合物(MnLCl_x)常用作有机氧化反应的催化剂。

某化学课外小组制备了该配合物并确定其组成。

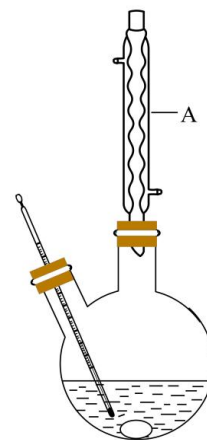
I. MnLCl_x 配合物的制备

制备原理:



实验步骤:

实验装置如图所示(省略夹持和加热等装置)。将反应物用乙醇溶解,在空气中, $65 \sim 70^\circ\text{C}$ 反应 30 分钟。反应结束后,经冷却、结晶、过滤、洗涤、干燥,获得产物。

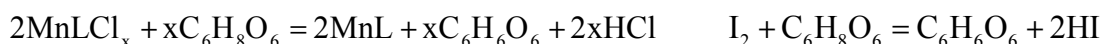


II. MnLCl_x 配合物中 x 的测定

①移取 20.00mL $3.5\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 的 MnLCl_x 溶液置于锥形瓶中,加入 10.00mL $0.03000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的维生素 $\text{C}(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)$ 溶液充分混合,放置 $3 \sim 4$ 分钟。

②往上述锥形瓶中加入 5 滴 1% 的淀粉溶液,立即用 $0.01000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 I_2 标准溶液滴定至终点。平行测定三次,消耗标准溶液的平均体积为 20.20mL 。

上述测定过程所涉及的反应如下:



回答下列问题:

(1) 制备过程中,仪器 A 的名称是_____,最适宜的加热方式为_____(填标号)。

A. 酒精灯 B. 水浴 C. 油浴

(2) 制备过程中,空气的作用是_____。

(3) 步骤①中,“ 10.00mL 维生素 C 溶液”应用_____(填标号)量取。

a. 烧杯 b. 量筒 c. 移液管

(4) 步骤①中,加入维生素 C 溶液后,“放置 $3 \sim 4$ 分钟”,时间不宜过长的原因是_____。

(5) 步骤②中, I_2 标准溶液应置于_____(填“酸式”或“碱式”)滴定管;滴定接近终点时,加入半滴 I_2 标准溶液的操作过程是_____。

(6) 若滴定时过量,将引起测定结果_____(填“偏大”“偏小”或“不变”)。

(7) 根据实验数据, MnLCl_x 中 $x =$ _____(保留整数)。

6. (2025 上海, 5) 铁红是一种常见的铁的化合物。最早, 史前人类利用赭石沉淀物获得浅黄色和红色绘画颜料, 其主要成分便是伴有少量硫化物的铁红

(1) 在我国古代, 赭红是一种重要的红色颜料, 其主要成分为铁的化合物。该化合物可能是_____。

- A. Fe_2O_3 B. Fe_3O_4 C. FeS D. FeS_2

(2) 如图所示, 加热试管中的铁粉和硫粉, 下列说法正确的是_____。

- A. 移开酒精灯后, 固体保持红色
B. 反应中 S 只做还原剂
C. 反应中主要产生的气体副产物为 SO_3
D. 最终得到黑色的 Fe_2S_3 固体



(3) 基态铁原子中, _____。

- A. 有 4 个不同能级的电子 B. 有 5 个未成对电子
C. 核外电子共占据 15 个原子轨道 D. 有 26 种能量不同的电子

在 FeCl_3 溶液中滴加 KSCN 溶液, 产生 $[\text{Fe}(\text{SCN})(\text{H}_2\text{O})_5]\text{Cl}_2$, 溶液变为血红色。

(4) 下列关于饱和 FeCl_3 溶液的说法正确的是_____。

- A. 常温下显中性 B. 加入铁粉后溶液变为红褐色
C. 遇沸水时产生胶体 D. 加入氨水后产生白色沉淀

(5) 在配合物 $[\text{Fe}(\text{SCN})(\text{H}_2\text{O})_5]\text{Cl}_2$ 中, 内界为_____, 配体有_____种

工业盐酸常混有少量 Fe^{3+} , 会使溶液呈黄色, 是因为形成了一系列含铁配合物, 这些配合物可简写为 $[\text{FeCl}_x]^{3-x}$ ($x=1, 2, 3, 4$)。

室温下, 在溶液中 Fe^{3+} 与 Cl^- 存在平衡: $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + x\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{FeCl}_x]^{3-x}(\text{aq})$

(6) 现加水稀释 FeCl_3 溶液至体积为原来的两倍, 则溶液中 Fe^{3+} 的物质的量 $n(\text{Fe}^{3+})$ _____。

- A. 增大 B. 不变 C. 减小

并用离子积 Q 与平衡常数 K 的大小关系解释 $n(\text{Fe}^{3+})$ 变化的原因_____。

(7) 室温下, x 取不同值时, 对应的平衡常数见下表:

x	1	2	3	4
K	30.20	134.90	97.72	1.02

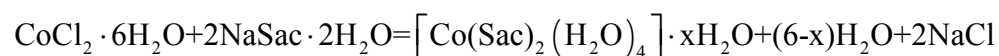
某工业盐酸中 $c(\text{Cl}^-)=12.00\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, 则 $c(\text{FeCl}_3)$ 的摩尔分数为_____。(用小数表示, 精确到小数点后 2 位)

已知: $c([\text{FeCl}_x]^{3-x})$ 的摩尔分数

$$= \frac{c([\text{FeCl}_x]^{3-x}) \text{ 的平衡浓度}}{\text{所有含铁微粒的平衡浓度之和}} = \frac{c([\text{FeCl}_x]^{3-x})}{c(\text{Fe}^{3+}) + c([\text{FeCl}]^{2+}) + c([\text{FeCl}_2]^+) + c([\text{FeCl}_3]) + c([\text{FeCl}_4]^-)}$$

7. (2025 陕晋宁青, 15) 某实验室制备糖精钴 $[\text{Co}(\text{Sac})_2(\text{H}_2\text{O})_4] \cdot x\text{H}_2\text{O}$, 并测定其结晶水含量。

已知: Sac^- 表示糖精根离子, 其摩尔质量为 $182\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$, 糖精钴的溶解度在热水中较大, 在冷水中较小; 丙酮沸点为 56°C , 与水互溶。



(一)制备

I. 称取 $1.0\text{g CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 加入 18mL 蒸馏水, 搅拌溶解, 得溶液 1。

II. 称取 2.6g (稍过量) 糖精钠 ($\text{NaSac} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 加入 10mL 蒸馏水, 加热搅拌, 得溶液 2。

III. 将溶液 2 加入到接近沸腾的溶液 1 中, 反应 3 分钟后停止加热, 静置, 冷却结晶。

IV. 过滤, 依次用三种不同试剂洗涤晶体, 晾干得产品。

回答下列问题:

(1) I 和 II 中除烧杯外, 还需用到的玻璃仪器有____、____(写出两种)

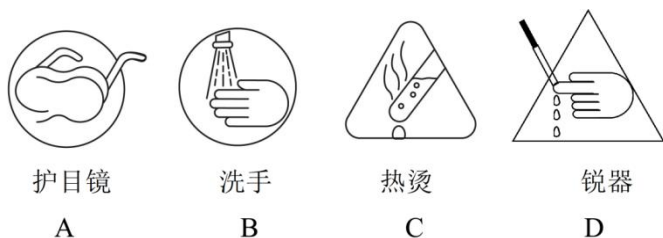
(2) III 中静置过程有少量晶体出现时, 可将烧杯置于____中, 以使大量晶体析出。

(3) IV 中用①丙酮、②冷水、③冷的 $1\% \text{NaSac}$ 溶液洗涤晶体, 正确顺序为_____。

A. ①③② B. ③②① C. ②①③

(4) IV 中为了确认氯离子已经洗净, 取水洗时的最后一次滤液于试管中, _____(将实验操作、现象和结论补充完整)。

(5) 与本实验安全注意事项有关的图标有_____。



(二)结晶水含量测定

EDTA 和 Co^{2+} 形成 $1:1$ 配合物。准确称取 $m\text{g}$ 糖精钴产品于锥形瓶中, 加蒸馏水, 加热溶解, 再加入缓冲溶液和指示剂, 在 $50\sim 60^\circ\text{C}$ 下, 用 $c\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 EDTA 标准溶液滴定。

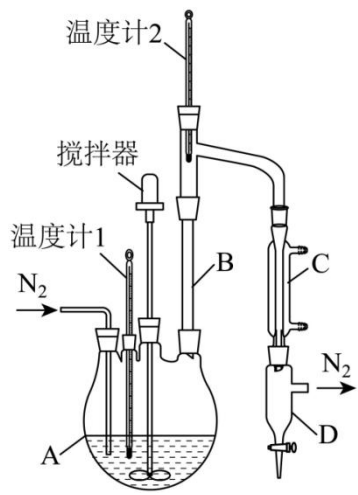
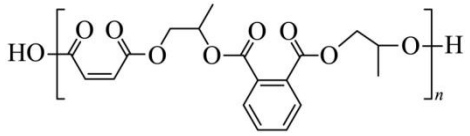
(6) 下列操作的正确顺序为_____(用字母排序)。

- a. 用标准溶液润洗滴定管 b. 加入标准溶液至“0”刻度以上 $2\sim 3\text{mL}$ 处
c. 检查滴定管是否漏水并清洗 d. 赶出气泡, 调节液面, 准确记录读数

(7) 滴定终点时消耗标准溶液 $V\text{mL}$, 则产品 $[\text{Co}(\text{Sac})_2(\text{H}_2\text{O})_4] \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 中 x 的测定值为_____(用含 m 、 c 、 V 的代数式表示); 若滴定前滴定管尖嘴处无气泡, 滴定后有气泡, 会导致 x 的测定值_____(填“偏高”“偏低”或“无影响”)。

8. (2025 山东, 18) 如下不饱和聚酯可用于制备玻璃钢。

实验室制备该聚酯的相关信息和装置示意图如下(加热及夹持装置略):



原料	结构简式	熔点/℃	沸点/℃
顺丁烯二酸酐		52.6	202.2
邻苯二甲酸酐		130.8	295.0
1, 2-丙二醇		-60.0	187.6

实验过程:

①在装置 A 中加入上述三种原料, 缓慢通入 N_2 。搅拌下加热, 两种酸酐分别与 1, 2-丙二醇发生醇解反应, 主要

生成 和 。然后逐步升温至 $190 \sim 200^\circ\text{C}$, 醇解产物发生缩聚反应生成聚酯。

②缩聚反应后期, 每隔一段时间从装置 A 中取样并测量其酸值, 直至酸值达到聚合度要求(酸值: 中和 1 克样品所消耗 KOH 的毫克数)。

回答下列问题:

- (1) 理论上, 原料物质的量投料比 $n(\text{顺丁烯二酸酐}): n(\text{邻苯二甲酸酐}): n(1, 2\text{-丙二醇})$ _____。
- (2) 装置 B 的作用是_____; 仪器 C 的名称是_____; 反应过程中, 应保持温度计 2 示数处于一定范围, 合理的是_____(填标号)。
- A. $55 \sim 60^\circ\text{C}$ B. $100 \sim 105^\circ\text{C}$ C. $190 \sim 195^\circ\text{C}$

(3) 为测定酸值, 取 $a\text{g}$ 样品配制 250.00mL 溶液。移取 25.00mL 溶液, 用 $c\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{KOH}$ —乙醇标准溶液滴定至终点, 重复实验, 数据如下:

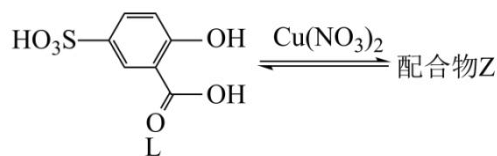
序号	1	2	3	4	5
滴定前读数/mL	0.00	24.98	0.00	0.00	0.00
滴定后读数/mL	24.98	49.78	24.10	25.00	25.02

应舍弃的数据为_____(填序号); 测得该样品的酸值为_____(用含 a, c 的代数式表示)。若测得酸值高于聚合度要求, 可采取的措施为_____(填标号)。

- A. 立即停止加热 B. 排出装置 D 内的液体 C. 增大 N_2 的流速

(4) 实验中未另加催化剂的原因是_____。

9. (2025 江西, 18) 摩尔比法测定配合物磺基水杨酸铜(Z)组成的实验如下:



回答下列问题:

(1) L 的合成与表征

i. 向装有浓硫酸的反应容器中, 搅拌下慢慢加入水杨酸粉末, 加热至 50°C , 全溶后升至 75°C , 有固体析出, 继续升温至 115°C , 反应 4h, 冷却至 40°C 。上述步骤中需用到的仪器有_____ (填标号)。

A. 圆底烧瓶 B. 干燥管 C. 球形冷凝管 D. 恒压滴液漏斗
E. 二颈烧瓶 F. 温度计 G. 直形冷凝管 H. 分液漏斗

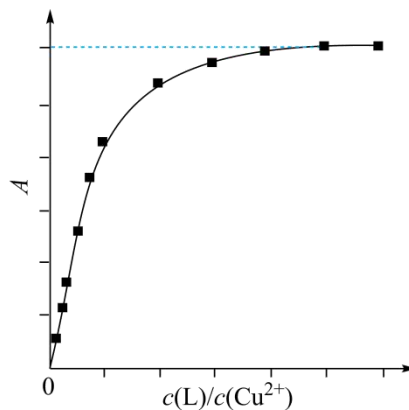
ii. 下列分析方法中可以确定 L 分子结构的是_____ (填标号)。

A. X 射线衍射 B. 质谱 C. 元素分析 D. 滴定分析

(2) Z 的合成与配位比 $n(\text{L}):n(\text{Cu}^{2+})$ 分析

取 12 个烧杯, 分别加入 10.00mL 硝酸铜溶液(0.05000mol/L), 按表所示, 依次加入对应体积的 L 溶液(0.2500mol/L), 调 pH, 用 50mL 容量瓶配制溶液。在一定条件下, 分别测定溶液吸光度 A, 得到吸光度 $A-c(\text{L})/c(\text{Cu}^{2+})$ 的曲线(如图)。

编号	$V(\text{L})/\text{mL}$	$c(\text{L})/c(\text{Cu}^{2+})$	吸光度 A
1	0.00	0.00	0.003
2	0.20	0.10	0.055
3	0.40	0.20	0.113
4	0.60	0.30	0.163
5	1.00	0.50	0.258
6	1.50	0.75	0.364
7	2.00	1.00	0.435
8	4.00	2.00	0.546
9	6.00	3.00	0.579
10	8.00	4.00	0.6031
11	10.00	5.00	0.6061
12	12.00	6.00	0.608



已知: $A=k \cdot c(\text{Z})$, k 为常数。

i. 图中已给出全部数据点、拟合曲线及 1 条趋势线(虚线), 根据表中实验数据, 补全坐标轴_____。

ii. 图中趋势线方程为 $A=k \cdot c(\text{Cu}^{2+})$, 其与拟合曲线重合部分的化学含义为_____。

iii. 在图中作出另 1 条趋势线, 找到理论反应终点 X。_____。

iv. 通过理论反应终点, 推断配位比 $n(\text{L}):n(\text{Cu}^{2+})=$ _____。

v. $A-c(\text{L})/c(\text{Cu}^{2+})$ 的拟合曲线与趋势线偏离的原因是_____。

10. (2025 江苏, 16) 海洋出水铁质文物表面有凝结物, 研究其形成原理和脱氯方法对保护文物意义重大。

(1) 文物出水清淤后, 须尽快浸泡在稀 NaOH 或 Na_2CO_3 溶液中进行现场保护。

①玻璃中的 SiO_2 能与 NaOH 反应生成_____ (填化学式), 故不能使用带磨口玻璃塞的试剂瓶盛放 NaOH 溶液。

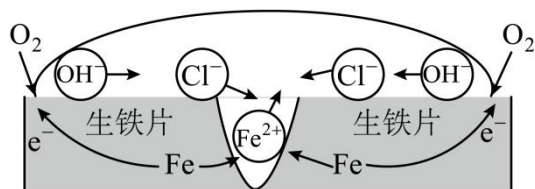
②文物浸泡在碱性溶液中比暴露在空气中能减缓吸氧腐蚀, 其原因有_____。

(2) 文物表面凝结物种类受文物材质和海洋环境等因素的影响。

①无氧环境中, 文物中的 Fe 与海水中的 SO_4^{2-} 在细菌作用下形成 FeS 等含铁凝结物。写出 Fe 与 SO_4^{2-} 反应生成 FeS 和 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 的离子方程式: _____。

②有氧环境中, 海水中的铁质文物表面形成 FeOOH 等凝结物。

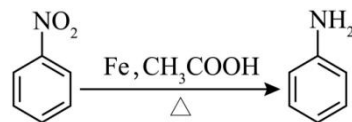
(i) 铁在盐水中腐蚀的可能原理如图所示。依据原理设计如下实验: 向 NaCl 溶液中加入 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液(能与 Fe^{2+} 形成蓝色沉淀)和酚酞, 将混合液滴到生铁片上。预测该实验的现象为_____。



(ii) 铁的氢氧化物吸附某些阳离子形成带正电的胶粒, 是凝结物富集 Cl^- 的可能原因。该胶粒的形成过程中, 参与的主要阳离子有_____ (填离子符号)。

(3) 为比较含氯 FeOOH 在 NaOH 溶液与蒸馏水中浸泡的脱氯效果, 请补充实验方案: 取一定量含氯 FeOOH 模拟样品, 将其分为两等份, _____, 比较滴加 AgNO_3 溶液体积[$K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$ 。实验须遵循节约试剂用量的原则, 必须使用的试剂: 蒸馏水、 $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液、 $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{HNO}_3$ 溶液、 $0.05\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{AgNO}_3$ 溶液]。

11. (2025 湖南, 15) 苯胺是重要的有机化工原料, 其实验室制备原理如下:



相关信息如下:

物质	相对分子质量	熔点/℃	沸点/℃	密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	溶解性
硝基苯	123	5.9	210.9	1.20	不溶于水, 易溶于乙醚
苯胺	93	-6.3	184.0	1.02	微溶于水, 易溶于乙醚
乙酸	60	16.6	117.9	1.05	与水互溶
乙醚	74	-116.3	34.5	0.71	微溶于水

反应装置 I 和蒸馏装置 II (加热、夹持等装置略) 如下:

实验步骤为:

①向装置 I 双颈烧瓶中加入 13.5 g 铁粉、25.0 mL 水及 1.50 mL 乙酸

加热煮沸 10 min ;

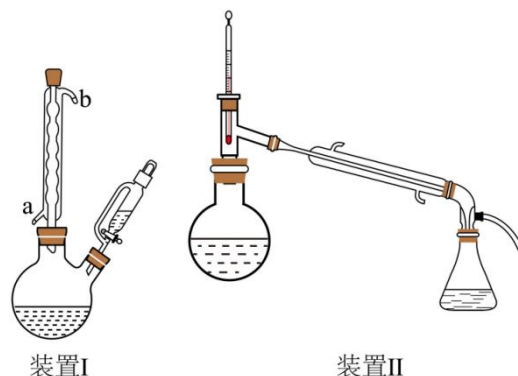
②稍冷后, 通过恒压滴液漏斗缓慢滴入 8.20 mL 硝基苯 (0.08 mol),

再加热回流 30 min ;

③将装置 I 改成水蒸气蒸馏装置, 蒸馏收集苯胺-水馏出液;

④将苯胺-水馏出液用 NaCl 饱和后, 转入分液漏斗静置分层, 分出有机层; 水层用乙醚萃取, 分出醚层; 合并有机层和醚层, 用粒状氢氧化钠干燥, 得到苯胺醚溶液;

⑤将苯胺醚溶液加入圆底烧瓶(装置 II), 先蒸馏回收乙醚, 再蒸馏收集 180–185℃ 馏分, 得到 5.58 g 苯胺。



回答下列问题:

(1) 实验室保存硝基苯的玻璃容器是_____ (填标号)。

(2) 装置 I 中冷凝管的进水口为_____ (填 “a” 或 “b”)。

(3) 步骤④中将苯胺-水馏出液用 NaCl 饱和的原因是_____。

(4) 步骤④中第二次分液, 醚层位于_____层 (填 “上” 或 “下”)。

(5) 蒸馏回收乙醚时, 锥形瓶需冰水浴的原因是_____; 回收乙醚后, 需要放出冷凝管中的冷凝水再蒸馏, 这样操作的原因是_____。

(6) 下列说法正确的是_____ (填标号)。

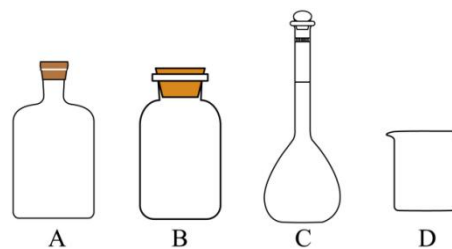
A. 缓慢滴加硝基苯仅仅是为了减小反应速率

B. 蒸馏时需加沸石, 防止暴沸

C. 用红外光谱不能判断苯胺中是否含有硝基苯

D. 蒸馏回收乙醚, 无需尾气处理

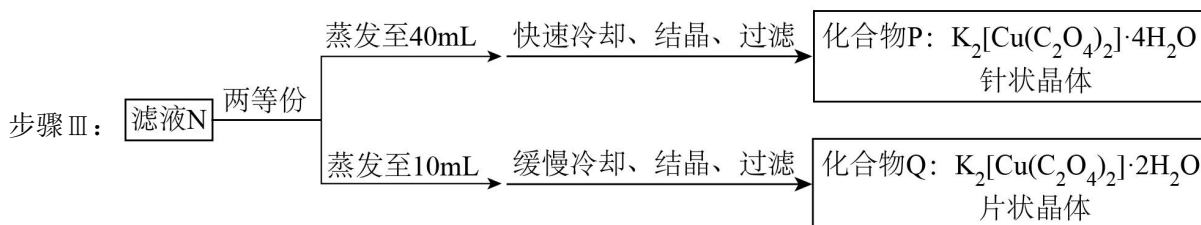
(7) 苯胺的产率为_____。



12. (2025.6 浙江, 19) 配合物二草酸合铜(II)酸钾 $K_2[Cu(C_2O_4)_2]$ ($M = 318\text{g/mol}$), 是制备金属有机框架材料的一种前驱体。某研究小组开展探究实验, 步骤如下:

步骤 I: 80°C 下, 100mL 水中依次加入 $0.024\text{molH}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、 $0.016\text{molK}_2\text{CO}_3$ 充分反应后, 得到混合溶液 M;

步骤 II: 混合溶液 M 中加入 0.008molCuO 充分反应, 趁热过滤得滤液 N;



步骤 IV: 200°C 加热脱水, 化合物 P、化合物 Q 均转化为 $K_2[Cu(C_2O_4)_2]$ 。

已知:

i. 25°C 时, $H_2C_2O_4$ 的 $K_{a1} = 5.6 \times 10^{-2}$ 、 $K_{a2} = 5.4 \times 10^{-5}$; H_2CO_3 的 $K_{a1} = 4.5 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2} = 4.7 \times 10^{-11}$ 。

ii. $K_2[Cu(C_2O_4)_2]$ 微溶于冷水、易溶于热水, 在约 250°C 时分解。

请回答:

(1) $K_2[Cu(C_2O_4)_2] \cdot 4H_2O$ 中, 与 Cu^{2+} 形成配位键的配位原子是_____ (填元素符号)。

(2) 步骤 I 所得的混合溶液 M, 在 25°C 时其 pH 最接近于_____。

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

(3) 步骤 II, 过滤去除杂质需趁热进行的原因是_____。

(4) 下列说法不正确的是_____。

A. 步骤 I, 制备混合溶液 M 时, K_2CO_3 应一次性快速加入, 以确保反应完全

B. 步骤 IV, 应用水浴控制温度, 以避免 $K_2[Cu(C_2O_4)_2]$ 分解

C. 热重分析法测得 $K_2[Cu(C_2O_4)_2] \cdot xH_2O$ 样品完全脱水后质量降低 10.17% , 则 $x = 4$

D. 粉末形态的化合物 P 和化合物 Q, 可通过 X 射线衍射法进行区分

(5) 室温下, 化合物 P 在空气中会转化为化合物 Q。下列选项中, 通过计算能得到混合样品中化合物 P 和化合物 Q 物质的量分数的是_____。

A. 样品质量、钾的物质的量

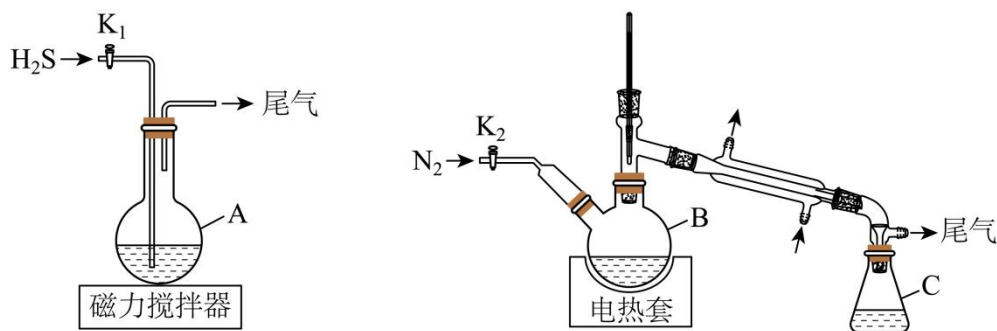
B. 钾的物质的量、铜的物质的量

C. 铜的物质的量、草酸根的物质的量

D. 草酸根的物质的量、水的物质的量

(6) 有同学认为: 根据现有探究实验结果可知, 化合物 P、化合物 Q 结晶形状不同是由降温速率不同引起的。请判断该同学观点正误, 并说明理由_____。

13. (2025 河北, 15) 氢碘酸常用于合成碘化物。某化学兴趣小组用如图装置(夹持装置等略)制备氢碘酸。



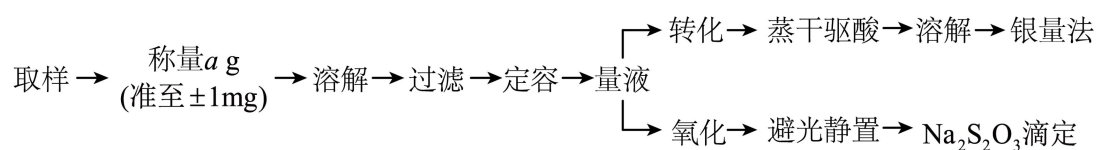
步骤如下:

- i. 在 A 中加入 150mL H_2O 和 127g I_2 , 快速搅拌, 打开 K_1 通入 H_2S , 反应完成后, 关闭 K_1 , 静置、过滤得滤液;
- ii. 将滤液转移至 B 中, 打开 K_2 通入 N_2 , 接通冷凝水, 加热保持微沸, 直至 H_2S 除尽;
- iii. 继续加热蒸馏, C 中收集沸点为 $125 \sim 127^\circ\text{C}$ 间的馏分, 得到 117mL 氢碘酸(密度为 $1.7\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, HI 质量分数为 57%)。

回答下列问题:

- (1) 仪器 A 的名称: _____, 通入 H_2S 发生反应的化学方程式: _____。
- (2) 步骤 i 中快速搅拌的目的: _____(填序号)
 - a. 便于产物分离 b. 防止暴沸 c. 防止固体产物包覆碘
- (3) 步骤 i 中随着反应的进行, 促进碘溶解的原因 _____(用离子方程式表示)。
- (4) 步骤 ii 中的尾气常用 _____(填化学式)溶液吸收。
- (5) 步骤 ii 实验开始时的操作顺序: 先通入 N_2 , 再加热; 步骤 iii 实验结束时相对应的操作顺序: _____。
- (6) 列出本实验产率的计算表达式: _____。
- (7) 氢碘酸见光易分解, 易被空气氧化, 应保存在 _____。

14. (2025 海南, 17) $\text{NaNO}_3 - \text{NaNO}_2$ 混合熔盐是“中国光塔(光热发电)”的基本热媒介质。其准确组成是保障光塔稳定运行的重要参数, 熔盐中组分含量测定, 可用如下流程进行。

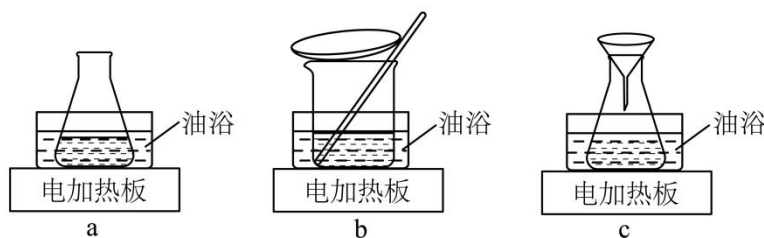


回答问题:

(1) “称量”时应使用_____ (填“台秤”或“分析天平”)。“过滤”操作中承接滤液需用_____ (填仪器名称)。滤液定量转移至 250 mL 容量瓶, 需要玻璃棒辅助, 玻璃棒的作用是_____。定容得到混合盐样品溶液。

(2) 熔盐中总硝态盐($\text{NaNO}_3 - \text{NaNO}_2$)含量测定

①准确量取 25.00 mL 混合盐样品溶液于装置_____ (填标号)的反应容器中, 加入过量盐酸, 缓缓蒸干, 完成由 Na^+ 将 Cl^- 定量固定的“转化”。“蒸干驱酸”产生 NO_x 、 HNO_3 及 HCl , 需置于_____ 橱中进行, 其废气处理需用_____ 溶液吸收。



②银量法的滴定剂为 AgNO_3 标准液, 指示剂为 K_2CrO_4 , 终点变化为乳白色至砖红色沉淀。滴定中, 溶液 pH 应保持在 6~9 范围, 原因是_____。

(3) 熔盐中 NaNO_2 含量测定

①测定 准确量取 25.00 mL 混合盐样品溶液于加有过量 KI 的碘量瓶中, 加入 10 mL 稀 H_3PO_4 , 避光静置 5 min 完成“氧化”: $4\text{H}^+ + 2\text{NO}_2^- + 3\text{I}^- = \text{I}_3^- + 2\text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, 以浓度为 $c_1\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定, 消耗体积为 $V_1\text{ mL}$, 反应式: $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_3^- = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 3\text{I}^-$ 。

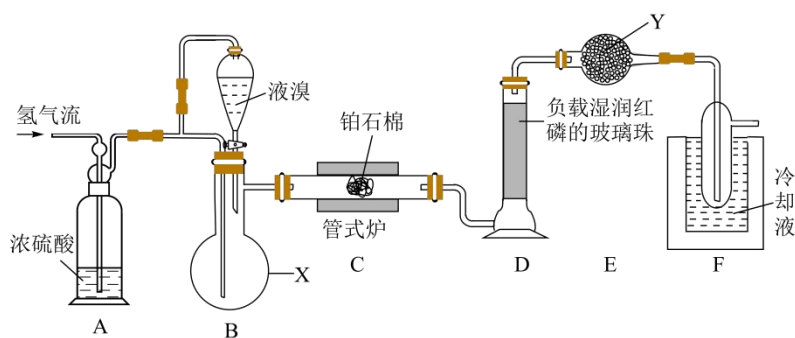
②空白测定准 确量取 25.00 mL 蒸馏水替换混合盐样品溶液, 并重复上述“测定”过程, 消耗 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液体积为 $V_0\text{ mL}$ 。

样品中 NaNO_2 质量分数为_____。

15. (2025 广西, 15) HBr 和 MgBr_2 广泛应用于精细化工领域。回答下列问题:

I. 制备无水 HBr

实验室用 H_2 和 Br_2 制备无水 HBr 的装置 (省略夹持仪器) 如图。



已知: PBr_3 极易水解

(1) 按上图连接仪器进行实验, 正确的操作顺序是_____ (填标号)。

①通入氢气流 ②收集 HBr ③管式炉加热 ④打开活塞, 滴加液溴

(2) 装置 A 的作用是_____。

(3) 仪器 X 的名称为_____。

(4) 装置 D 中, 用湿润红磷的目的是_____ (用化学方程式表示)。

(5) 仪器 Y 中盛装的试剂是_____ (填标号)。

a. CaO b. CaCl_2 c. KOH d. KNO_3

(6) 整套实验装置的不足之处是_____。

II. 制备无水 MgBr_2

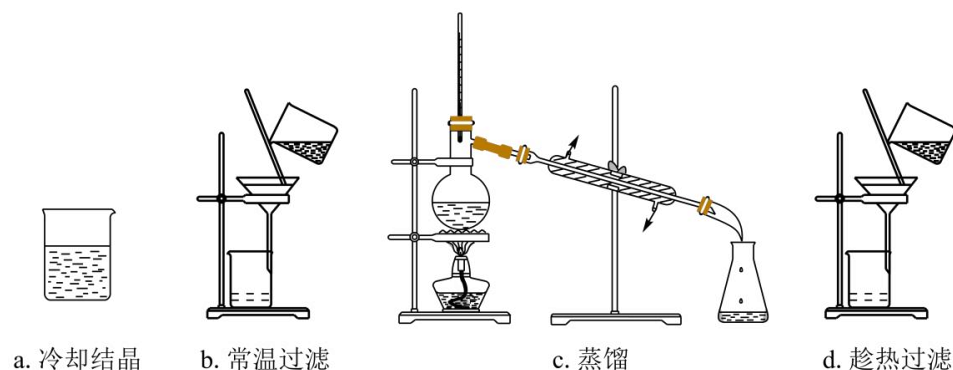
(7) 尝试直接加热 $\text{MgBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($M_r = 292$) 制备无水 MgBr_2 。当加热至 460°C , 失重后固体残渣质量为原化合物质量的 30.7%。经分析该固体残渣为 $\text{Mg}_x(\text{OH})_y\text{Br}_z$, 则 $x:y:z =$ _____ (x 、 y 、 z 均为正整数)。继续加

热, 最终得到 MgO 。据以上结果判断, 欲从 $\text{MgBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 获得无水 MgBr_2 , 应采取的措施是_____。

16. (2025 广东, 17) 酸及盐在生活生产中应用广泛。

(1) 甲苯氧化可生成苯甲酸。向盛有 2mL 甲苯的试管中, 加入几滴酸性 KMnO_4 溶液, 振荡, 观察到体系颜色_____。

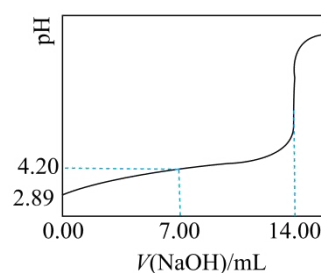
(2) 某苯甲酸粗品含少量泥沙和氯化钠。用重结晶法提纯该粗品过程中, 需要的操作及其顺序为: 加热溶解、_____(填下列操作编号)。



(3) 兴趣小组测定常温下苯甲酸饱和溶液的浓度 c_0 和苯甲酸的 K_a , 实验如下: 取 50.00mL 苯甲酸饱和溶液, 用 0.1000mol/L NaOH 溶液滴定, 用 pH 计测得体系的 pH 随滴入溶液体积 V 变化的曲线如图。据图可得:

① $c_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{mol/L}$ 。

② 苯甲酸的 $K_a = \underline{\hspace{2cm}}$ (列出算式, 水的电离可忽略)。

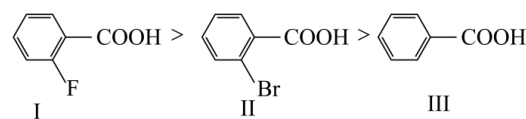


(4) 该小组继续探究取代基对芳香酸酸性的影响。

① 知识回顾 羧酸酸性可用 K_a 衡量。下列羧酸 K_a 的变化顺序为:

$\text{CH}_3\text{COOH} < \text{CH}_2\text{ClCOOH} < \text{CCl}_3\text{COOH} < \text{CF}_3\text{COOH}$ 。随着卤原子电负性_____, 羧基中的羟基_____增大, 酸性增强。

② 提出假设 甲同学根据①中规律推测下列芳香酸的酸性强弱顺序为:



③ 验证假设 甲同学测得常温下三种酸的饱和溶液的 pH 大小顺序为 $\text{III} > \text{II} > \text{I}$, 据此推断假设成立。但乙同学认为该推断依据不足, 不能用所测得的 pH 直接判断 K_a 大小顺序, 因为_____。

乙同学用(3)中方法测定了上述三种酸的 K_a , 其顺序为 $\text{II} > \text{I} > \text{III}$ 。

④ 实验小结 假设不成立, 芳香环上取代基效应较复杂, ①中规律不可随意推广。

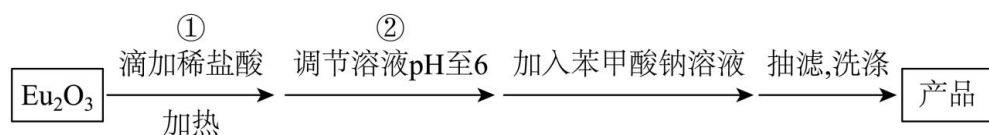
(5) 该小组尝试测弱酸 HClO 的 K_a 。

① 丙同学认为不宜按照(3)中方法进行实验, 其原因之一是次氯酸易分解。该分解反应的离子方程式为_____。

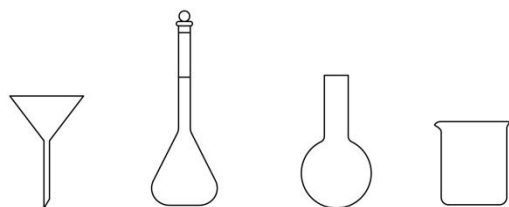
② 小组讨论后, 选用 0.100mol/L NaClO 溶液(含少量 NaCl)进行实验, 以获得 HClO 的 K_a 。简述该方案_____(包括所用仪器及数据处理思路)。

③ 教师指导: 设计实验方案时, 需要根据物质性质, 具体问题具体分析。

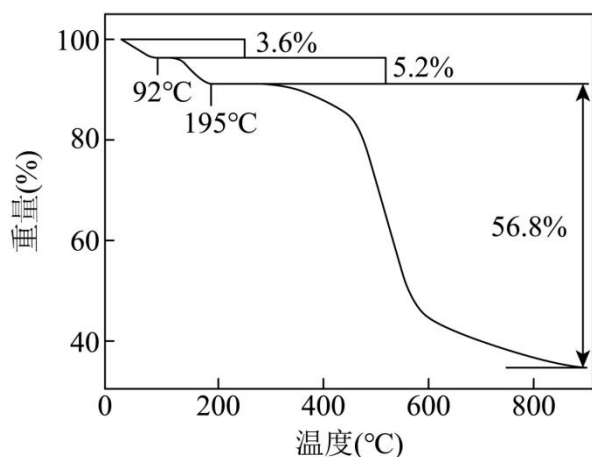
17. (2025 甘肃, 15) 某兴趣小组按如下流程由稀土氧化物 Eu_2O_3 和苯甲酸钠制备配合物 $\text{Eu}(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, 并通过实验测定产品纯度和结晶水个数(杂质受热不分解)。已知 Eu^{3+} 在碱性溶液中易形成 $\text{Eu}(\text{OH})_3$ 沉淀。
 $\text{Eu}(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 在空气中易吸潮, 加强热时分解生成 Eu_2O_3 。



- (1) 步骤①中, 加热的目的为_____。
- (2) 步骤②中, 调节溶液 pH 时需搅拌并缓慢滴加 NaOH 溶液, 目的为_____; pH 接近 6 时, 为了防止 pH 变化过大, 还应采取的操作为_____。
- (3) 如图所示玻璃仪器中, 配制一定物质的量浓度的苯甲酸钠溶液所需的仪器名称为_____。



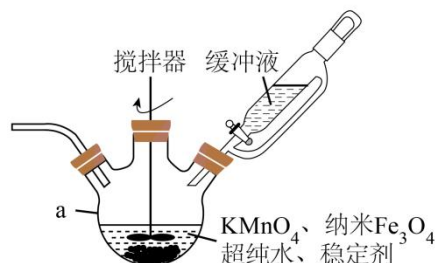
- (4) 准确称取一定量产品, 溶解于稀 HNO_3 中, 萃取生成的苯甲酸, 蒸去有机溶剂, 加入一定量的 NaOH 标准溶液, 滴入 1~2 滴酚酞溶液, 用 HCl 标准溶液滴定剩余的 NaOH 。滴定终点的现象为_____。实验所需的指示剂不可更换为甲基橙, 原因为_____。
- (5) 取一定量产品进行热重分析, 每个阶段的重量降低比例数据如图所示。0~92℃ 范围内产品质量减轻的原因为_____。结晶水个数 $x = \underline{\hspace{2cm}}$ 。[$M(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2^-) = 121$, 结果保留两位有效数字]。



18. (2025 贵州, 15)纳米 $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{MnO}_2$ 可用于痕量酚类物质的快速检测。

I. 制备纳米 $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{MnO}_2$ 并测定其活性成分 MnO_2 的质量(装置如图, 夹持等装置已略)。

将 KMnO_4 和纳米 Fe_3O_4 加入装有纯水的仪器 a 搅拌器中, 搅拌, 缓慢加入稳定剂后, 加入缓冲液调节溶液 pH 为 6.0, 继续搅拌 12 h。转移至烧杯中静置, 磁分离、洗涤、干燥, 制得纳米 $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{MnO}_2$ 。



(1) 仪器 a 的名称是_____。

(2) 调节溶液 pH 为 6.0 的原因是_____。

(3) 磁分离获得纳米 $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{MnO}_2$ 的原理为_____。

(4) MnO_2 质量的测定: 向一定量的纳米 $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{MnO}_2$ 样品中加入稀 H_2SO_4 和 H_2O_2 溶液充分反应, 加热, 冷却至室温后, 调节溶液 pH 为 5.0, 过滤; 向滤液中加入指示剂和掩蔽剂, 用 $c\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ EDTA 标准溶液滴定滤液中 Mn^{2+} , 平行滴定三次, 平均消耗 EDTA 标准溶液体积 $V\text{ mL}$ (EDTA 与 Mn^{2+} 反应的化学计量数之比为 1:1)。

① MnO_2 转化为 Mn^{2+} 的化学方程式为_____。

② 纳米 $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{MnO}_2$ 样品中 MnO_2 的质量为_____mg (用含 c 、 V 的代数式表示)。

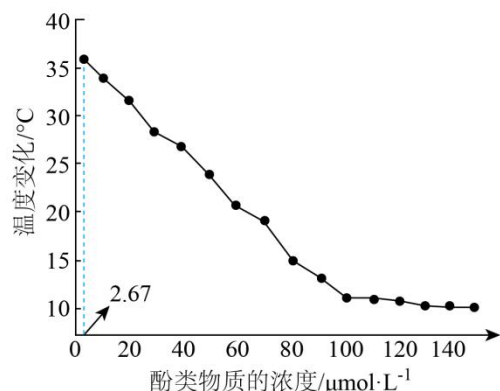
II. 检测酚类物质

向 TMB 溶液中加入纳米 $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{MnO}_2$, 得到检测液; 向检测液中加入酚类物质, 溶液变色, 激光照射溶液 2 min, 通过照射前后温度变化检测酚类物质的浓度。

变色原理为: $\text{TMB(无色)} \xrightleftharpoons[\text{酚类物质}]{\text{O}_2, \text{Fe}_3\text{O}_4@\text{MnO}_2} \text{氧化态 TMB(蓝色)}$

(5) 当检测液中加入酚类物质时, 溶液颜色的变化是_____, 该过程体现了酚类物质的_____性。

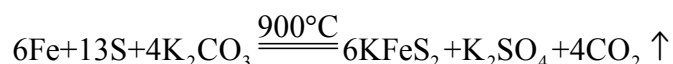
(6) 温度变化与酚类物质的浓度关系如图, 该检测液能定量检测酚类物质的浓度范围为_____ $\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。



19. (2025 福建, 12) 导电材料二硫代铁酸钾(KFeS_2)晶体呈紫色, 不溶于水, 可被盐酸酸解。

I. KFeS_2 的制备

将 7.0 g 铁粉、48.0 g 硫粉和过量 K_2CO_3 充分混合后, 900°C 焙烧 1.5 小时。反应方程式:



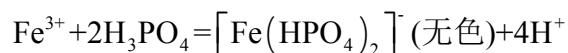
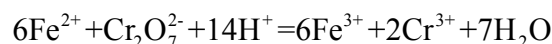
(1) 反应所需的容器为_____。(填标号)

(2) 将反应所得混合物置入水中煮沸, 溶液呈深绿色(因可溶性杂质), 并有淡黄色_____ (填化学式) 浮渣, 倾去上层溶液及浮渣; 重复多次直至上层溶液_____ (填现象)。过滤、洗涤和干燥后得到 KFeS_2 粗产品 15.9 g, 产率为_____ % (保留至整数位)。

II. KFeS_2 的纯度测定(平行测定 3 次, 以 1 次为例)

(3) 准确称取 KFeS_2 粗产品 m g 于锥形瓶中, 加入浓盐酸加热至紫色固体完全溶解, 有臭鸡蛋味的有毒气体放出, 溶液中铁以 $[\text{FeCl}_4]^-$ 形式存在。酸解反应的离子方程式为_____。

(4) 将上述酸解液中的 Fe(III) 全部还原成 Fe(II) , 加入硫酸-磷酸混酸和指示剂, 立即用 $\text{cmol} \cdot \text{L}^{-1} \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 标准溶液滴定至终点(呈紫色), 消耗体积为 V mL。滴定过程发生反应:



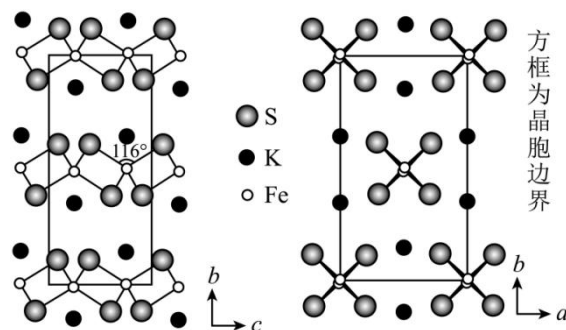
①加入磷酸的目的是_____。

②测得 KFeS_2 纯度为_____ $\times 100\%$ (用 m 、 c 、 V 列出计算式)。

(5) 上述实验过程中, 下列操作正确的是_____。(填标号)

- a. 将粗产品置于托盘天平右盘称量
- b. 在通风橱中酸解 KFeS_2 粗产品
- c. 配制标准溶液时, 定容后反复上下颠倒容量瓶混匀
- d. 滴定管用蒸馏水洗涤后, 装入标准溶液并调零

III. KFeS_2 单晶的结构(投影如图)



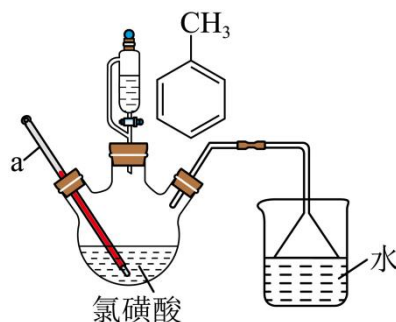
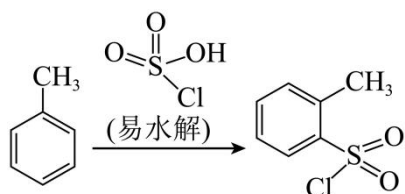
(6) 一个 Fe 与所有紧邻 S 形成的空间结构为_____, 共边连成_____ 状(填“链”、“层”或“空间网”)。

(7) 晶体中微粒间作用力有_____。(填标号)

- a. 离子键
- b. 金属键
- c. 配位键
- d. 非极性共价键

20. (2025 重庆, 16) 糖精钠是一种甜味剂。某实验小组在实验室利用甲苯氯磺化法按一下五个步骤制备糖精钠(部分操作及反应条件略)。

(1) 步骤 I: 氯磺化

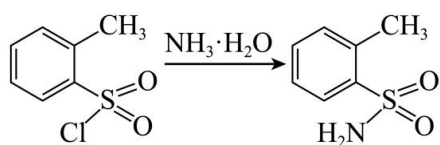


实验装置示意图如图所示(夹持及控温装置略)。

①仪器 a 的名称为_____。

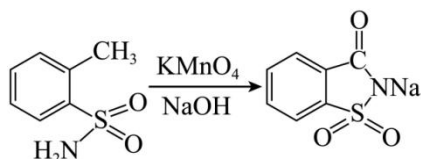
②烧杯中吸收的尾气是_____ (填化学式)。

(2) 步骤 II: 氨化



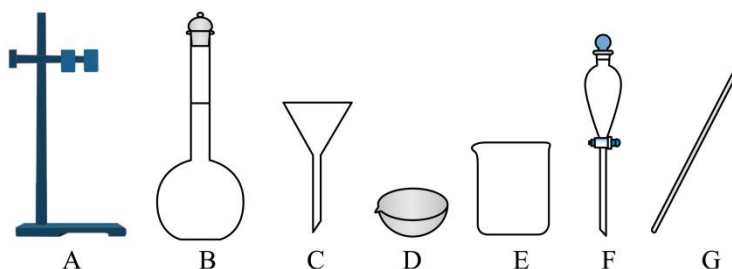
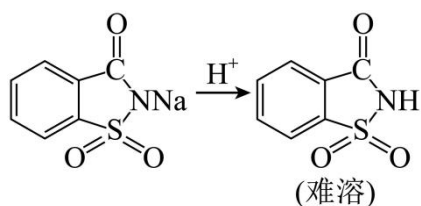
若取邻甲苯磺酰氯 0.3mol, 理论上至少需加入 $15\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 氨水_____ mL。

(3) 步骤 III: 氧化



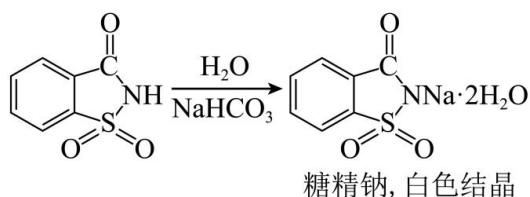
氧化过程中为保证氧化完全, 需加入过量的 KMnO_4 。反应完成后, 向其中滴加 Na_2SO_3 溶液将过量的 KMnO_4 转化成 MnO_2 。观察到现象为_____时, 停止加入 Na_2SO_3 溶液, 其离子方程式为_____。

(4) 步骤 IV: 酸化



将步骤 III 所得溶液进行酸化, 经过滤得糖精。过滤需用到下列的仪器有_____。

(5) 步骤 V: 成盐



加热反应体系, 过程中产生大量气体, 该气体为_____ (填化学式)。待 NaHCO_3 反应完全, 趁热过滤。由滤液获得糖精钠产品的过程中, 冷却结晶之后的操作步骤还有_____。

21. (2025 北京, 16) 铅酸电池是用途广泛并不断发展的化学电源。

(1) 十九世纪, 铅酸电池工作原理初步形成并延续至今。

铅酸电池工作原理: $\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

①充电时, 阴极发生的电极反应为_____。

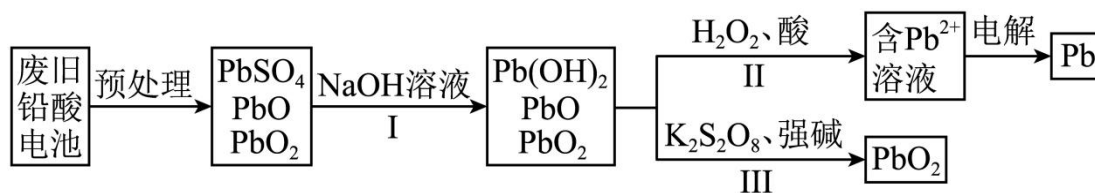
②放电时, 产生 a 库仑电量, 消耗 H_2SO_4 的物质的量为_____ mol。已知: 转移 1 mol 电子所产生的电量为 96500 库仑。

③ 35% ~ 40% H_2SO_4 作为电解质溶液性质稳定、有较强的导电能力, SO_4^{2-} 参与电极反应并有利于保持电压稳定。

该体系中 SO_4^{2-} 不氧化 Pb , SO_4^{2-} 氧化性弱与其结构有关, SO_4^{2-} 的空间结构是_____。

④铅酸电池储存过程中, 存在化学能的缓慢消耗: PbO_2 电极在 H_2SO_4 作用下产生的 O_2 可将 Pb 电极氧化。 O_2 氧化 Pb 发生反应的化学方程式为_____。

(2) 随着铅酸电池广泛应用, 需要回收废旧电池材料, 实现资源的再利用。回收过程中主要物质的转化关系示意图如下。



①将 PbSO_4 等物质转化为 Pb^{2+} 的过程中, 步骤 I 加入 NaOH 溶液的目的是_____。

②步骤 II、III 中 H_2O_2 和 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 作用分别是_____。

(3) 铅酸电池使用过程中, 负极因生成导电性差的大颗粒 PbSO_4 , 导致电极逐渐失活。通过向负极添加石墨、多孔碳等碳材料, 可提高铅酸电池性能。碳材料的作用有_____(填序号)。

a. 增强负极导电性

b. 增大负极材料比表面积, 利于生成小颗粒 PbSO_4

c. 碳材料作还原剂, 使 PbO_2 被还原

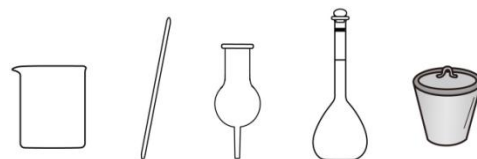
22. (2025 安徽, 16) 侯氏制碱法以 NaCl 、 CO_2 和 NH_3 为反应物制备纯碱。某实验小组在侯氏制碱法基础上, 以 NaCl 和 NH_4HCO_3 为反应物, 在实验室制备纯碱, 步骤如下:

①配制饱和食盐水;

②在水浴加热下, 将一定量研细的 NH_4HCO_3 , 加入饱和食盐水中, 搅拌, 使 NH_4HCO_3 溶解, 静置, 析出 NaHCO_3 晶体;

③将 NaHCO_3 晶体减压过滤、煅烧, 得到 Na_2CO_3 固体。

回答下列问题:

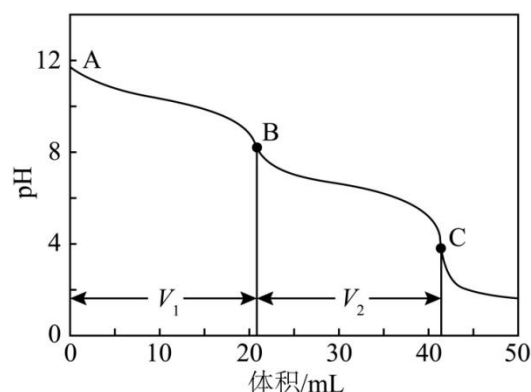


(1) 步骤①中配制饱和食盐水, 下列仪器中需要使用的有_____ (填名称)。

(2) 步骤②中 NH_4HCO_3 需研细后加入, 目的是_____。

(3) 在实验室使用 NH_4HCO_3 代替 CO_2 和 NH_3 制备纯碱, 优点是_____

(4) 实验小组使用滴定法测定了产品的成分。滴定过程中溶液的 pH 随滴加盐酸体积变化的曲线如下图所示。



i. 到达第一个滴定终点 B 时消耗盐酸 $V_1\text{mL}$, 到达第二个滴定终点 C 时又消耗盐酸 $V_2\text{mL}$ 。 $V_1=V_2$, 所得产品的成分为_____ (填标号)。

a. Na_2CO_3 b. NaHCO_3 c. Na_2CO_3 和 NaHCO_3 d. Na_2CO_3 和 NaOH

ii. 到达第一个滴定终点前, 某同学滴定速度过快, 摇动锥形瓶不均匀, 致使滴入盐酸局部过浓。该同学所记录的 V_1' _____ V_1 (填 “>” “<” 或 “=”)。

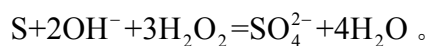
(5) 已知常温下 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 的溶解度分别为 30.7g 和 10.3g。向饱和 Na_2CO_3 溶液中持续通入 CO_2 气体, 会产生 NaHCO_3 晶体。实验小组进行相应探究:

实验	操作	现象
a	将 CO_2 匀速通入置于烧杯中的 20mL 饱和 Na_2CO_3 溶液, 持续 20min, 消耗 600mL CO_2	无明显现象
b	将 20mL 饱和 Na_2CO_3 溶液注入充满 CO_2 的 500mL 矿泉水瓶中, 密闭, 剧烈摇动矿泉水瓶 1~2min, 静置	矿泉水瓶变瘪, 3min 后开始有白色晶体析出

i. 实验 a 无明显现象的原因是_____。

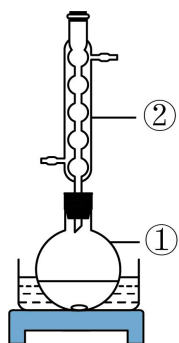
ii. 析出的白色晶体可能同时含有 NaHCO_3 和 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 。称取 0.42g 晾干后的白色晶体, 加热至恒重, 将产生的气体依次通过足量的无水 CaCl_2 和 NaOH 溶液, NaOH 溶液增重 0.088g, 则白色晶体中 NaHCO_3 的质量分数为_____。

23. (2025 河南, 16) 某研究小组设计了如下实验测定某药用硫黄中硫的含量, 其中硫转化的总反应为



主要实验步骤如下:

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



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

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

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

V. 平行测定三次, 计算硫含量的平均值。

回答下列问题:

(1) 仪器①的名称是: _____; ②的名称是_____。

(2) 步骤 I 中, 乙醇的作用是_____。

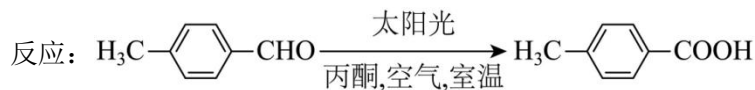
(3) 步骤 I 中, 样品完全溶解后, 必须蒸馏除去乙醇的原因是_____。

(4) 步骤 II 中不宜采用水浴加热的原因是_____。步骤 II 结束后, 若要检验反应后溶液中的 SO_4^{2-} , 实验操作是_____。

(5) 步骤 III 中, 判断滴定达到终点的现象为_____。

(6) 单次样品测定中硫的质量分数可表示为_____ (写出计算式)。

24. (2025 黑吉辽蒙, 17) 某实验小组采用如下方案实现了对甲基苯甲酸的绿色制备。

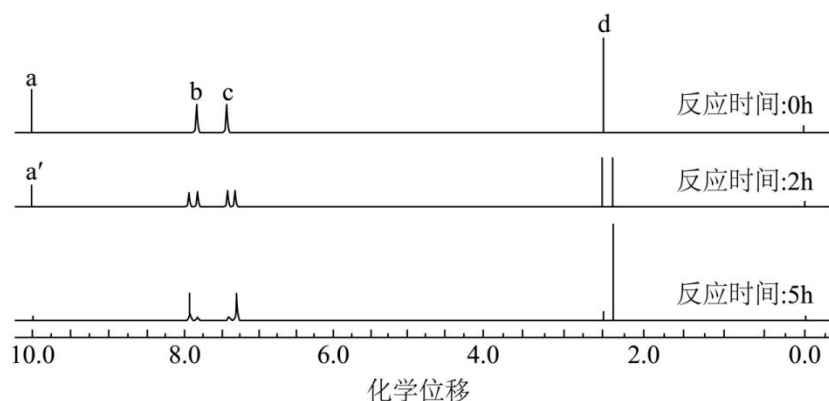


步骤:

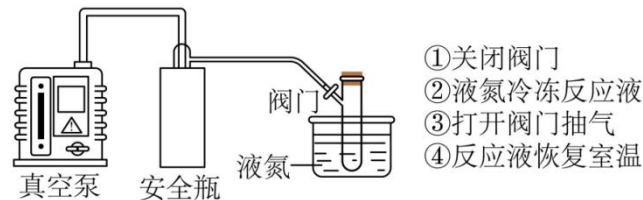
- I. 向反应管中加入 0.12g 对甲基苯甲醛和 1.0mL 丙酮, 光照, 连续监测反应进程。
- II. 5h 时, 监测结果显示反应基本结束, 蒸去溶剂丙酮, 加入过量稀 NaOH 溶液, 充分反应后, 用乙酸乙酯洗涤, 弃去有机层。
- III. 用稀盐酸调节水层 pH=1 后, 再用乙酸乙酯萃取。
- IV. 用饱和食盐水洗涤有机层, 无水 Na_2SO_4 干燥, 过滤, 蒸去溶剂, 得目标产物。

回答下列问题:

- (1) 相比 KMnO_4 作氧化剂, 该制备反应的优点为 _____、_____ (答出 2 条即可)。
- (2) 根据反应液的核磁共振氢谱(已去除溶剂 H 的吸收峰, 谱图中无羧基 H 的吸收峰)监测反应进程如下图。已知峰面积比 $a:b:c:d=1:2:2:3$, $a:a'=2:1$ 。反应 2h 时, 对甲基苯甲醛转化率约为 _____ %。



- (3) 步骤 II 中使用乙酸乙酯洗涤的目的是 _____。
- (4) 步骤 III 中反应的离子方程式为 _____、_____。
- (5) 用同位素示踪法确定产物羧基 O 的来源。丙酮易挥发, 为保证 $^{18}\text{O}_2$ 气氛, 通 $^{18}\text{O}_2$ 前, 需先使用“循环冷冻脱气法”排出装置中(空气中和溶剂中的) $^{16}\text{O}_2$, 操作顺序为: ①→②→_____→_____→_____ (填标号), 重复后第四步操作数次。



同位素示踪结果如下表所示, 则目标产物中羧基 O 来源于醛基和 _____。

反应条件	质谱检测目标产物相对分子质量
太阳光, $^{18}\text{O}_2$, 室温, CH_3COCH_3 , 5h	138
太阳光, 空气, 室温, $\text{CH}_3\text{C}^{18}\text{OCH}_3$, 5h	136

25. (2025 湖北, 18) 某小组在探究 Cu^{2+} 的还原产物组成及其形态过程中, 观察到的实验现象与理论预测有差异。

根据实验描述, 回答下列问题:

(1) 向 2mL 10% NaOH 溶液加入 5 滴 5% CuSO_4 溶液, 振荡后加入 2mL 10% 葡萄糖溶液, 加热。

① 反应产生的砖红色沉淀为 _____ (写化学式), 葡萄糖表现出 _____ (填“氧化”或“还原”) 性。

② 操作时, 没有加入葡萄糖溶液就加热, 有黑色沉淀生成。用化学反应方程式说明该沉淀产生的原因: _____。

(2) 向 20mL $0.5\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ CuSO_4 溶液中加入 Zn 粉使蓝色完全褪去, 再加入盐酸并加热至溶液中无气泡产生为止。

过滤得固体, 洗涤并真空干燥。

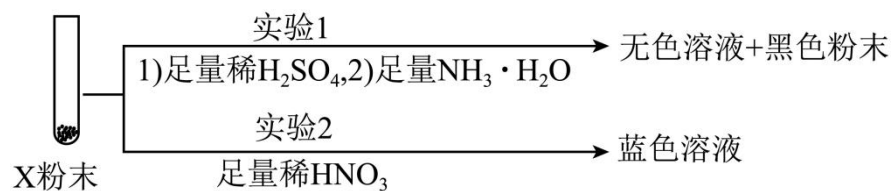
① 加入盐酸的目的是 _____

② 同学甲一次性加入 1.18g Zn 粉, 得到 0.78g 红棕色固体, 其组成是 _____ (填标号)。

a. Cu b. Cu 包裹 Zn c. CuO d. Cu 和 Cu_2O

③ 同学乙搅拌下分批加入 1.18g Zn 粉, 得到黑色粉末 X。分析结果表明, X 中不含 Zn 和 Cu(I) 。关于 X 的组成提

出了三种可能性: I CuO; II CuO 和 Cu; III Cu, 开展了下面 2 个探究实验:

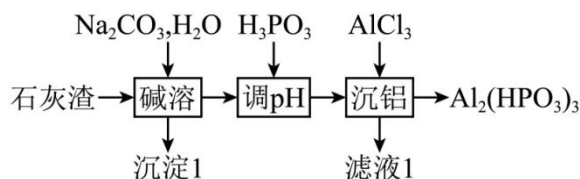


由实验结果可知, X 的组成是 _____ (填“ I ” “ II ” 或 “ III ”)。从物质形态角度分析, X 为黑色的原因是 _____。

第三部分 化学工艺流程

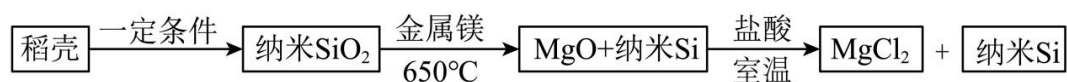
一、化学工艺流程题

1. (2025 福建, 4) 以磷化工品的副产物石灰渣(主要含亚磷酸钙和少量氢氧化钙)为原料, 制备阻燃剂亚磷酸铝 $[\text{Al}_2(\text{HPO}_3)_3]$ 的工艺流程如图。下列说法错误的是



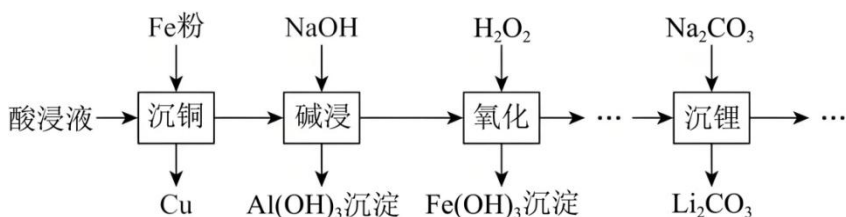
- A. “沉淀 1” 可用于实验室制备 CO_2
- B. “调 pH” 时应将溶液调至酸性
- C. “沉铝” 时存在反应: $2\text{AlCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{HPO}_3 = \text{Al}_2(\text{HPO}_3)_3 \downarrow + 6\text{NaCl}$
- D. 电解“滤液 1” 可制得 Na 和 Cl_2

2. (2025 云南, 7) 稻壳制备纳米 Si 的流程图如下。下列说法错误的是



- A. SiO_2 可与 NaOH 溶液反应
- B. 盐酸在该工艺中体现了还原性
- C. 高纯 Si 可用于制造硅太阳能电池
- D. 制备纳米 Si: $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} \xrightarrow{650^\circ\text{C}} \text{Si} + 2\text{MgO}$

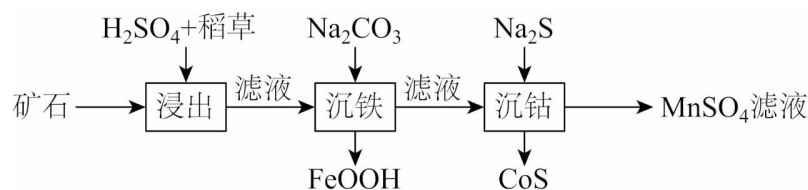
3. (2025 甘肃, 11) 处理某酸浸液(主要含 Li^+ 、 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Al^{3+})的部分流程如下:



下列说法正确的是

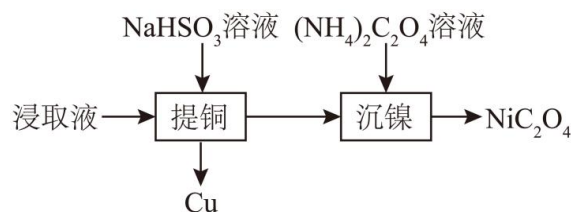
- A. “沉铜” 过程中发生反应的离子方程式: $2\text{Fe} + 3\text{Cu}^{2+} = 3\text{Cu} + 2\text{Fe}^{3+}$
- B. “碱浸” 过程中 NaOH 固体加入量越多, $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀越完全
- C. “氧化” 过程中铁元素化合价降低
- D. “沉锂” 过程利用了 Li_2CO_3 的溶解度比 Na_2CO_3 小的性质

4. (2025 黑吉辽蒙, 11) 某工厂利用生物质(稻草)从高锰钴矿(含 MnO_2 、 Co_3O_4 和少量 Fe_2O_3)中提取金属元素, 流程如图。已知“沉钴”温度下 $K_{\text{sp}}(\text{CoS}) = 10^{-20.4}$, 下列说法错误的是



- A. 硫酸用作催化剂和浸取剂
- B. 使用生物质的优点是其来源广泛且可再生
- C. “浸出”时, 3 种金属元素均被还原
- D. “沉钴”后上层清液中 $c(\text{Co}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-}) = 10^{-20.4}$

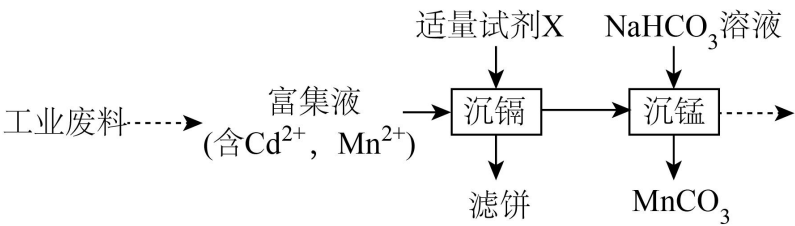
5. (2025 江苏, 12) 室温下, 有色金属冶炼废渣(含 Cu 、 Ni 、 Si 等的氧化物)用过量的较浓 H_2SO_4 溶液酸浸后, 提取铜和镍的过程如下所示。



已知: $K_{\text{a}}(\text{HSO}_4^-) = 1.2 \times 10^{-2}$, $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 1.2 \times 10^{-2}$, $K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 6.0 \times 10^{-8}$ 。下列说法正确的是

- A. 较浓 H_2SO_4 溶液中: $c(\text{H}^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$
- B. NaHSO_3 溶液中: $2\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{SO}_3$ 的平衡常数 $K = 5.0 \times 10^{-6}$
- C. $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中: $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{H}^+)$
- D. “提铜”和“沉镍”后的两份滤液中: $c_{\text{提铜}}(\text{Na}^+) = c_{\text{沉镍}}(\text{Na}^+)$

6. （2025 湖南，12）工业废料的综合处理有利于减少环境污染并实现资源循环利用。从某工业废料中回收镉、锰的部分工艺流程如下：



已知：①富集液中两种金属离子浓度相当。

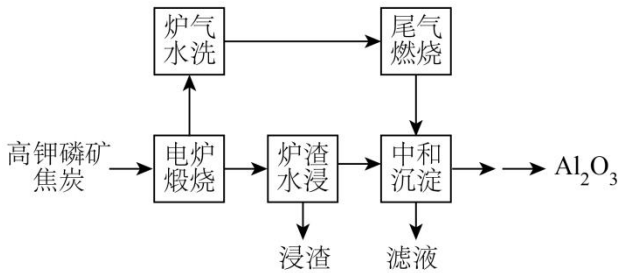
②常温下，金属化合物的 K_{sp} ：

金属化合物	CdS	CdCO ₃	MnS	MnCO ₃
K_{sp}	8.0×10^{-27}	1.0×10^{-12}	2.5×10^{-13}	2.3×10^{-11}

下列说法错误的是

- A. 粉碎工业废料有利于提高金属元素的浸出率
- B. 试剂 X 可以是 Na_2S 溶液
- C. “沉镉”和“沉锰”的顺序不能对换
- D. “沉锰”时，发生反应的离子方程式为 $\text{Mn}^{2+} + \text{HCO}_3^- = \text{MnCO}_3 \downarrow + \text{H}^+$

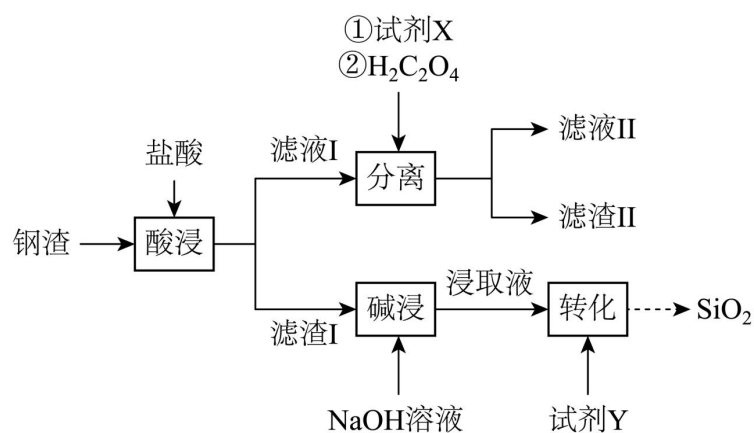
7. （2025 四川，13）一种主要成分为 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 和 KAlSi_3O_8 的高钾磷矿，通过如下流程可制得重要的化工产品白磷(P_4)、 K_2CO_3 、 Al_2O_3 。其中，电炉煅烧发生的反应为：



下列说法错误的是

- A. “电炉煅烧”必须隔绝空气
- B. 浸渣的主要成分是 CaSiO_3
- C. “炉气水洗”使 P_4 溶于水而与 CO 分离
- D. “中和沉淀”需要控制溶液的 pH

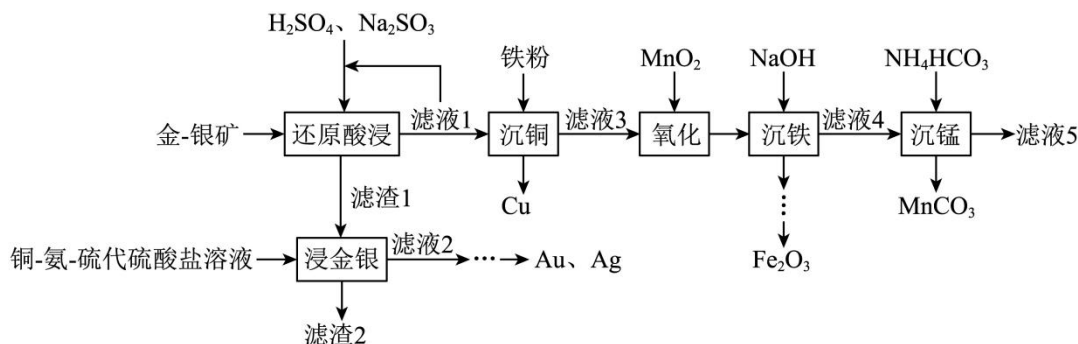
8. (2025 山东, 13) (不定项) 钢渣中富含 CaO 、 SiO_2 、 FeO 、 Fe_2O_3 等氧化物, 实验室利用酸碱协同法分离钢渣中的 Ca 、 Si 、 Fe 元素, 流程如下。已知: $\text{Fe}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ 能溶于水; $K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 2.3 \times 10^{-9}$, $K_{\text{sp}}(\text{FeC}_2\text{O}_4) = 3.2 \times 10^{-7}$ 。下列说法错误的是



- A. 试剂 X 可选用 Fe 粉
- B. 试剂 Y 可选用盐酸
- C. “分离”后 Fe 元素主要存在于滤液 II 中
- D. “酸浸”后滤液 I 的 pH 过小会导致滤渣 II 质量减少

二、化学工艺流程题（非选择题）

1. （2025 云南，15）从褐铁矿型金-银矿(含 Au、Ag、Fe₂O₃、MnO₂、CuO、SiO₂ 等)中提取 Au、Ag，并回收其它有价金属的一种工艺如下：



已知：①金-银矿中 Cu、Mn 元素的含量分别为 0.19%、2.35%。

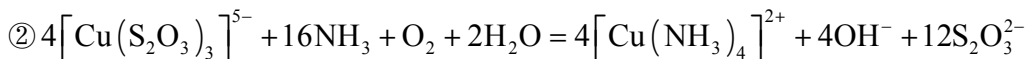
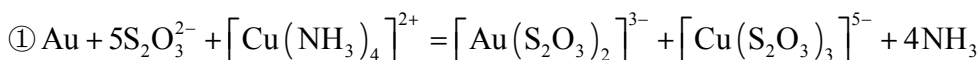
②25℃时，Mn(OH)₂ 的 K_{sp} 为 1.9×10⁻¹³。

回答下列问题：

(1) 基态 Cu 原子的价层电子排布式为_____。

(2) “还原酸浸”时，MnO₂ 反应的离子方程式为_____。

(3) “浸金银”时，Au 溶解涉及的主要反应如下：



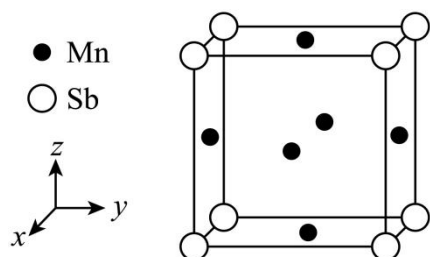
上述过程中的催化剂为_____。

(4) “沉铜”前，“滤液 1”多次循环的目的为_____。

(5) 根据“还原酸浸”“氧化”，推断 Fe³⁺、Cu²⁺、MnO₂ 的氧化性由强到弱的顺序为_____。

(6) 25℃“沉铁”后，调节“滤液 4”的 pH 至 8.0，无 Mn(OH)₂ 析出，则 c(Mn²⁺) ≤ _____ mol·L⁻¹。

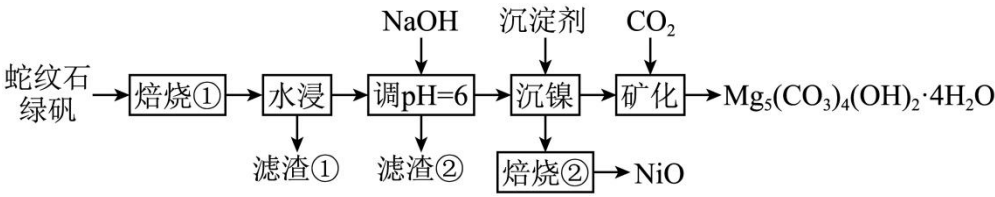
(7) 一种锑锰(Mn₃Sb)合金的立方晶胞结构如图。



①该晶胞中，每个 Sb 周围与它最近且相等距离的 Mn 有_____个。

② N_A 为阿伏加德罗常数的值，晶胞边长为 a nm，则晶体的密度为_____ g·cm⁻³ (列出计算式即可)。

2. (2025 新课标, 27) 我国的蛇纹石资源十分丰富, 它的主要成分是 $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, 伴生有少量 Ni 、 Fe 、 Al 等元素。利用蛇纹石转化与绿矾分解的耦合回收 NiO 并矿化固定二氧化碳的实验流程如图所示。

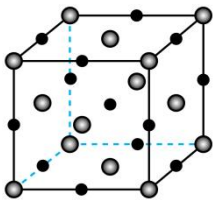


已知:

	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$\text{Ni}(\text{OH})_2$
K_{sp}	1.3×10^{-33}	2.8×10^{-39}	5.6×10^{-12}	5.5×10^{-16}

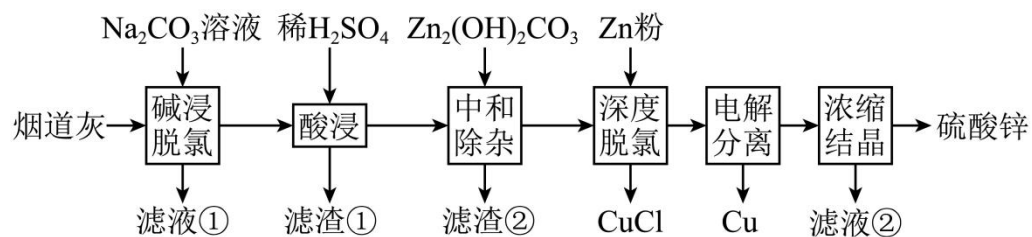
回答下列问题:

- (1) 绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)在高温下分解, 得到红棕色固体和气体产物, 反应的化学方程式为_____。
- (2) 经“焙烧①”“水浸”, 过滤分离后, 滤液中金属离子的浓度($\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)分别为: Ni^{2+} 0.005、 Fe^{3+} 0.150、 Mg^{2+} 0.430、 Al^{3+} 0.010。滤渣①的主要成分是_____、_____。
- (3) 加入 NaOH “调 $\text{pH}=6$ ”, 过滤后, 滤渣②是_____, 滤液中 Al^{3+} 的浓度为_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
- (4) “焙烧②”后得到 NiO 。 NiO 晶胞如图所示, 晶胞中含有 Ni^{2+} 的个数为_____。



- (5) 调节“沉镍”后的溶液为碱性, “矿化”反应的离子方程式为_____。
- (6) 1.0kg 蛇纹石“矿化”固定 CO_2 , 得到 0.466kg $\text{Mg}_5(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 相当于固定 CO_2 _____ L(标准状况)。

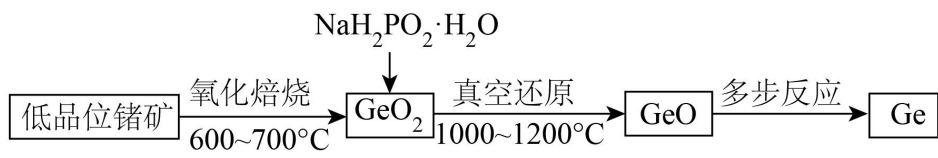
3. (2025 四川, 17) 为了节约资源, 减少重金属对环境的污染, 一研究小组对某有色金属冶炼厂的高氯烟道灰(主要含有 CuCl_2 、 ZnCl_2 、 CuO 、 ZnO 、 PbO 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 等)进行研究, 设计如下工艺流程。实现了铜和锌的分离回收。



回答下列问题:

- (1) 铜元素位于元素周期表第_____周期、第_____族。
- (2) “碱浸脱氯”使可溶性铜盐、锌盐转化为碱式碳酸盐沉淀。其中, 铜盐发生反应的化学方程式为_____。
- (3) 滤渣①中, 除 SiO_2 外, 主要还有_____。
- (4) “中和除杂”步骤, 调控溶液 $\text{pH}=3.5$ 左右, 发生反应的离子方程式为_____。
- (5) “深度脱氯”时, Cl^- 的存在使锌粉还原产生的 Cu 与 Cu^{2+} 反应, 生成能被空气氧化的 CuCl 沉淀, 使 Cl^- 被脱除。欲脱除 1.0molCl^- , 理论上需要锌粉_____mol。
- (6) CuCl 可以通过_____ (填标号) 将其溶解, 并返回到_____步骤中。
 - a. 盐酸酸化、双氧水氧化
 - b. 硫酸酸化、 KMnO_4 氧化
 - c. 硝酸酸化和氧化
 - d. 硫酸酸化、双氧水氧化
- (7) “电解分离”采用无隔膜电解槽, 以石墨为阳极, 铜为阴极。
 - ① “电解分离”时, 阴极产生大量气泡, 说明铜、锌分离已完成, 其理由是_____。
 - ② “电解分离”前, 需要脱氯的原因有_____。

4. （2025 上海，4）工业从低品位锗矿中提取精锗，使用分步升温的方法：



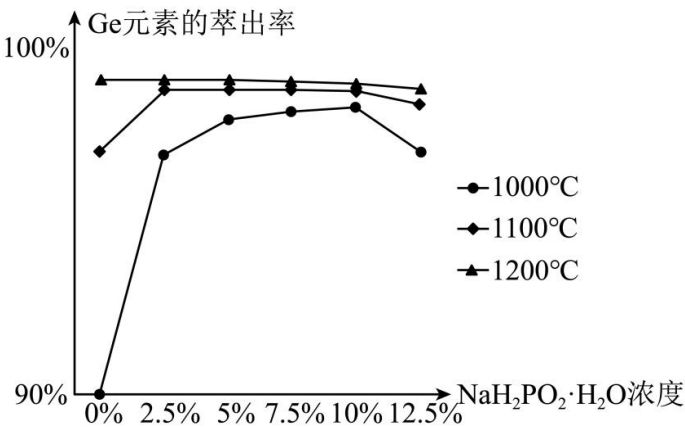
- (1) 验证锗矿石中含有锗元素可使用的方法为_____。
- A. 原子发射光谱法 B. 红外光谱法 C. X 射线衍射

(2) GeO_2 既能与强酸反应，也能与强碱反应，由此推测 GeO_2 是_____氧化物。

锗矿石中含有 H_2O 、煤焦油、 As_2O_3 等杂质，相关物质的熔、沸点如下表所示：

	H_2O	煤焦油	As_2O_3	GeO	GeO_2
熔点	0°C	$20 \sim 30^\circ\text{C}$	312°C	710°C 升华	1100°C
沸点	100°C	$70 \sim 80^\circ\text{C}$	465°C	— / —	— / —

- (3) 分析提取精锗时采用分步升温的原因_____。
- (4) 真空还原阶段用 $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 除 GeO_2 ，产物还有 GeO 、 $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ 、 H_3PO_4 等生成，写出该阶段的化学方程式_____。
- (5) 在不同温度下，使用不同浓度的 $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 真空还原时，Ge 元素的萃出率如下图所示。由此判断，真空还原采用的最佳温度及 $\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 浓度分别为_____。

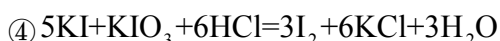
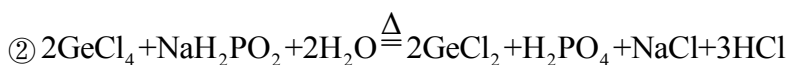
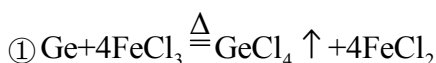
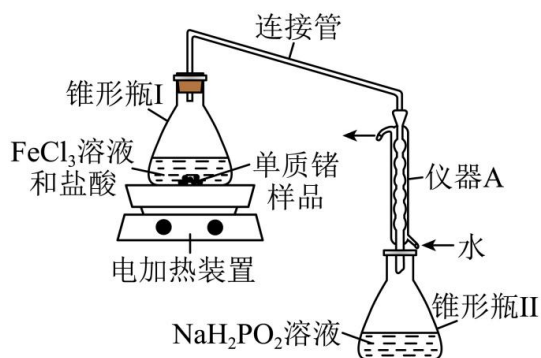


- A. 1000°C ，2.5% B. 1000°C ，5.0% C. 1100°C ，2.5% D. 1200°C ，2.5%

测定单质锗样品纯度的方法和相关装置如下(杂质不参与反应):

- 称取 $m\text{ g}$ 单质锗样品, 置于锥形瓶 I 中: 向锥形瓶 II 中加入过量的 NaH_2PO_2 溶液。
- 向锥形瓶 I 中加入足量 FeCl_3 溶液和盐酸, 加热充分反应。
- 反应结束后, 用盐酸冲洗连接管和仪器 A, 冲洗液并入锥形瓶 II 中。
- 向锥形瓶 II 中加一定量磷酸和盐酸, 隔绝空气加热至微沸。充分反应后, 用橡皮塞塞紧锥形瓶 II, 并冷却到 10°C 以下(防止在步骤 e 中过量的 NaH_2PO_2 与 KIO_3 发生反应)
- 向锥形瓶 II 的无色溶液中加入淀粉溶液, 用 $c\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ KIO_3 标准溶液滴定, 终点时消耗 $V\text{ mL}$ 标准溶液。

测定单质锗样品纯度的方法和相关装置如下(杂质不参与反应):



(6) 装置图中仪器 A 的名称为_____。

- A. 滴定管 B. 恒压滴液漏斗 C. 冷凝管 D. 干燥管

(7) 到达滴定终点时, 溶液颜色由_____变成_____, 且半分钟不褪色。

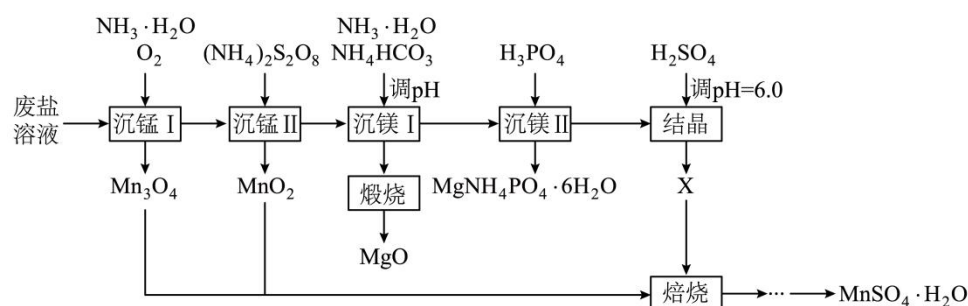
(8) 步骤 d 中, 在滴定前要用橡胶塞密封锥形瓶, 请解释其原因。_____

(9) 已知 $M(\text{Ge}) = 73\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$, 求 $m\text{ g}$ 锗矿石样品中锗元素的质量分数为_____ (用 c 、 V 、 m 的代数式表示)。

(10) 若滴定测得的锗元素含量偏大, 可能的原因是_____。

- 未用 KIO_3 标准溶液润洗滴定管
- 未用稀硝酸洗涤仪器 A 并将洗涤液并入锥形瓶
- 滴定结束后, 在滴定管尖嘴处出现气泡
- 未保持在 10°C 以下滴定

5. (2025 陕晋宁青, 16) 一种综合回收电解锰工业废盐(主要成分为 Mn^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NH_4^+ 的硫酸盐)的工艺流程如下。

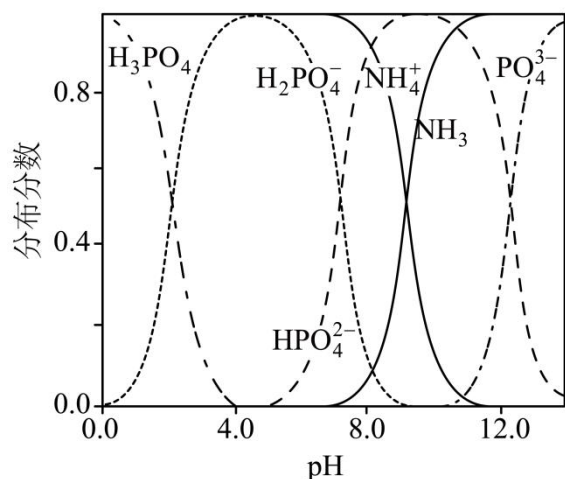


已知: ①常温下 $K_{\text{sp}}(\text{MgCO}_3)=10^{-5.17}$, $K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2]=10^{-11.25}$, $K_{\text{sp}}[\text{Mn}(\text{OH})_2]=10^{-12.72}$;

② $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 结构式为 $\left[\text{O}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\text{O}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\parallel}}{\text{S}}-\text{O} \right]^{2-}$ 。

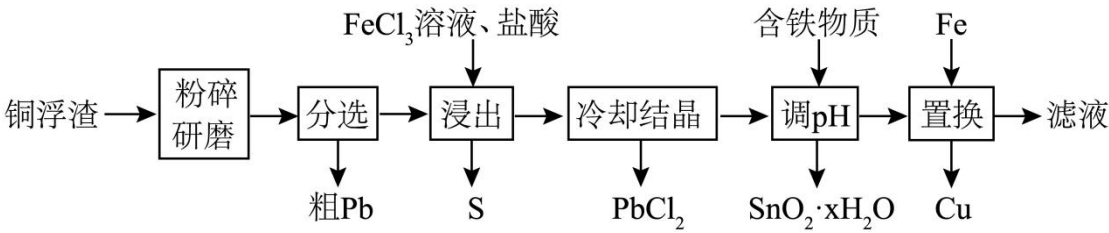
回答下列问题:

- (1) 制备废盐溶液时, 为加快废盐溶解, 可采取的措施有_____、_____。(写出两种)
- (2) “沉锰 I”中, 写出形成的 $\text{Mn}(\text{OH})_2$ 被氧化成 Mn_3O_4 的化学方程式_____。当 Mg^{2+} ($c=10^{-0.68} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) 将开始沉淀时, 溶液中剩余 Mn^{2+} 浓度为_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。
- (3) “沉锰 II”中, 过量的 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 经加热水解去除, 最终产物是 NH_4HSO_4 和_____ (填化学式)。
- (4) “沉镁 I”中, 当 pH 为 8.0~10.2 时, 生成碱式碳酸镁 $[\text{xMgCO}_3 \cdot \text{yMg}(\text{OH})_2 \cdot \text{zH}_2\text{O}]$, 煅烧得到疏松的轻质 MgO 。pH 过大时, 不能得到轻质 MgO 的原因是_____。
- (5) “沉镁 II”中, 加 H_3PO_4 至 pH=8.0 时, Mg^{2+} 沉淀完全; 若加至 pH=4.0 时沉淀完全溶解, 据图分析, 写出沉淀溶解的离子方程式_____。



- (6) “结晶”中, 产物 X 的化学式为_____。
- (7) “焙烧”中, Mn 元素发生了_____ (填“氧化”或“还原”)反应。

6. （2025 贵州，16)某铜浮渣主要成分为 Pb、PbS、Cu₂S、SnS，分离和回收铅、锡、铜的工艺流程如图。



已知：

①部分物质的密度如表：

物质	Pb	PbS	Cu ₂ S	SnS
密度/g·cm ⁻³	11.3	7.5	5.6	5.2

②PbCl₂ 在冷水中溶解度很小，但易溶于热水； $\text{PbCl}_2 + 2\text{Cl}^- = [\text{PbCl}_4]^{2-}$ 。

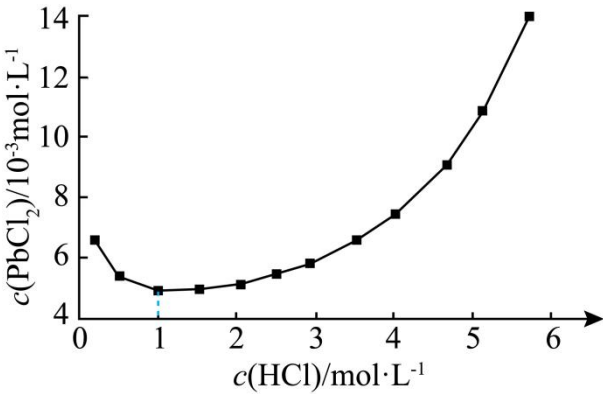
③25℃时， $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2.8 \times 10^{-39}$ ， $10^{-1.5} \approx 0.03$ 。

回答下列问题：

(1)“分选”得到粗 Pb 的原因是_____。

(2)“浸出”时按一定比例加入 FeCl₃ 和盐酸的混合溶液，控制温度为 80℃，其中 Cu₂S、SnS 被氧化为 CuCl₂ 和 SnCl₄，则 Cu₂S 被氧化的离子方程式为_____；“浸出”时分离 S 的操作为_____。

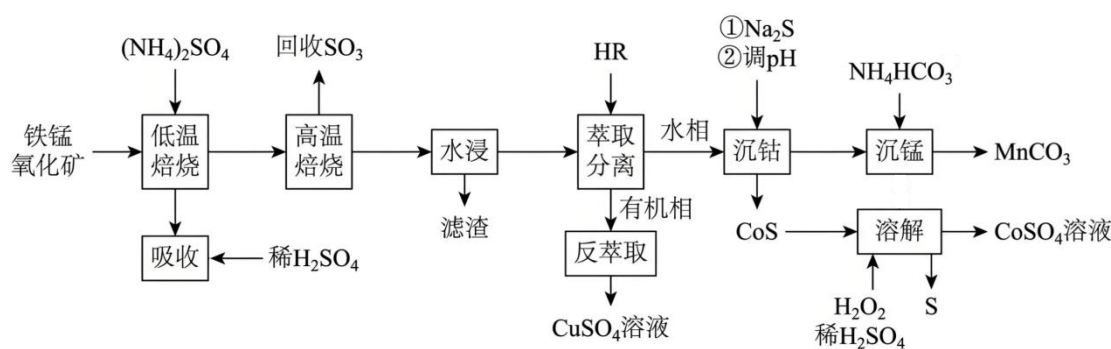
(3)25℃时，PbCl₂ 在不同浓度 HCl 溶液中的溶解度曲线如图，当 $c(\text{HCl}) = 1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时，PbCl₂ 溶解度最小的原因是_____。



(4)25℃时，“调 pH”控制 pH = 1.5，则生成 SnO₂·xH₂O 的化学方程式为_____，此时溶液中 $c(\text{Fe}^{3+})$ 的最大值约为 mol·L⁻¹。

(5)“置换”后滤液中溶质的主要成分为_____ (填化学式)，滤液进行“系列操作”后返回“浸出”操作循环利用并达到原浸出率，则“系列操作”为_____。

7. (2025 山东, 17) 采用两段焙烧—水浸法从铁锰氧化矿(主要含 Fe_2O_3 、 MnO_2 及 Co 、 Cu 、 Ca 、 Si 等元素的氧化物)分离提取 Cu 、 Co 、 Mn 等元素, 工艺流程如下:



已知: 该工艺条件下, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 低温分解生成 NH_4HSO_4 , 高温则完全分解为气体; $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 在 650°C 完全分解, 其他金属硫酸盐分解温度均高于 700°C 。

回答下列问题:

(1) “低温焙烧”时金属氧化物均转化为硫酸盐。 MnO_2 与 NH_4HSO_4 反应转化为 MnSO_4 时有 N_2 生成, 该反应的化学方程式为_____。“高温焙烧”温度为 650°C , “水浸”所得滤渣主要成分除 SiO_2 外还含有_____(填化学式)。

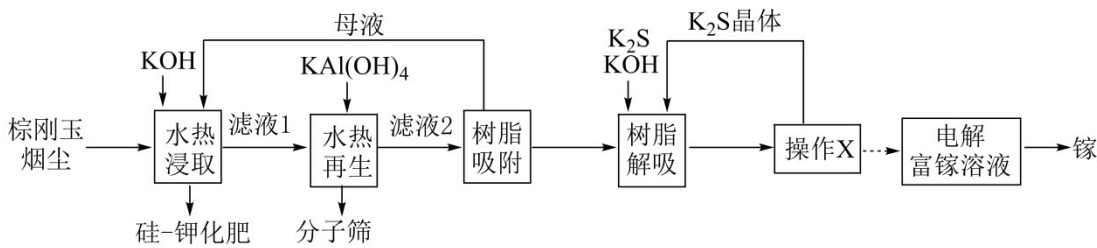
(2) 在 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 投料量不变的情况下, 与两段焙烧工艺相比, 直接“高温焙烧”, “水浸时金属元素的浸出率”_____(填“增大”“减小”或“不变”)。

(3) HR 萃取 Cu^{2+} 反应为: $2\text{HR}(\text{有机相}) + \text{Cu}^{2+}(\text{水相}) \rightleftharpoons \text{CuR}_2(\text{有机相}) + 2\text{H}^+(\text{水相})$ 。“反萃取”时加入的试剂为_____(填化学式)。

(4) “沉钴”中, $\text{pH} = 4$ 时 Co^{2+} 恰好沉淀完全 $\left[c(\text{Co}^{2+}) = 1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \right]$, 则此时溶液中 $c(\text{H}_2\text{S}) = \text{_____} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。已知: $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = 1 \times 10^{-7}$, $K_{a2}(\text{HS}^-) = 1 \times 10^{-13}$, $K_{sp}(\text{CoS}) = 4 \times 10^{-21}$ 。 CoS “溶解”时发生反应的离子方程式为_____。

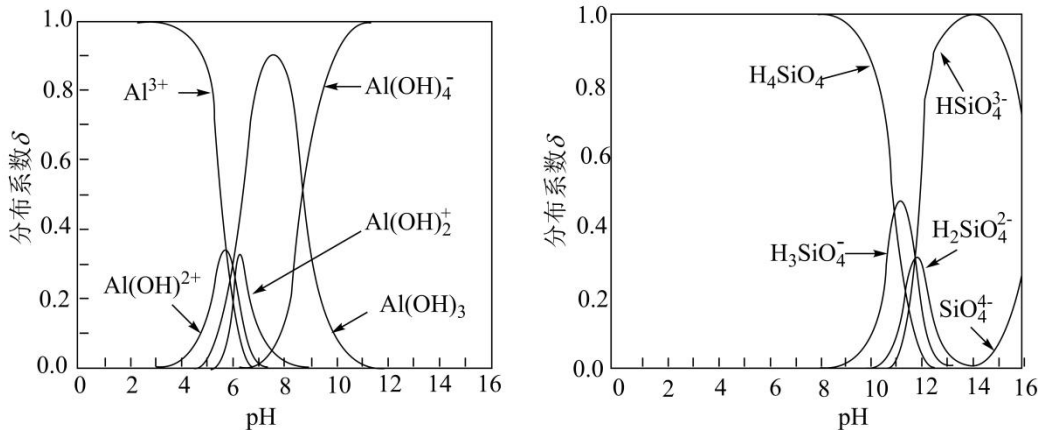
(5) “沉锰”所得滤液并入“吸收”液中, 经处理后所得产品导入_____(填操作单元名称)循环利用。

8. (2025 江西, 16) 稀散金属镓(Ga, IIIA 族)是重要的战略资源。以棕刚玉烟尘(主要成分为 SiO_2 、 KAlSi_3O_8 、 Al_2O_3 、 Al_2SiO_5 和少量 Ga)为原料制备金属镓的工艺流程图如下:



回答下列问题:

(1) 滤液 1 的 pH 为 14.78, 依据 Al(III)和 Si(IV)的分布系数图, 铝元素在溶液中的主要存在形式为_____(填化学式), SiO_2 与碱反应的离子方程式为_____、_____。

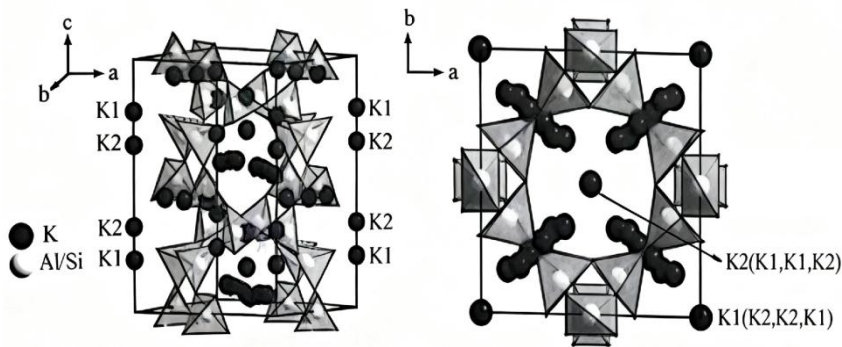


(2) 水热再生过程中, 需要定量补充 $\text{KAl}(\text{OH})_4$ 固体的目的是_____, 以获得高纯度分子筛($\text{KAlSiO}_4 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$)材料。滤液 2 的 pH _____(填“大于”或“小于”)滤液 1 的 pH。

(3) 已知树脂片段的结构为 $\text{--}\text{N}^+(\text{OH})\text{--}$ 。在吸附 $\text{Ga}(\text{OH})_4^-$ 时, 中心镓离子与树脂间存在的主要相互作用是_____。

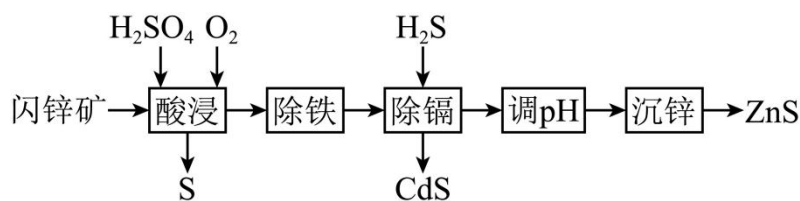
(4) 操作 X 为_____。

(5) 硅-钾化肥可改良土壤环境。依据其一有效组分的晶胞结构, 推测该组分中钾离子能被植物吸收的原因是_____。



9. (2025 江苏, 14) ZnS 可用于制备光学材料和回收砷。

(1) 制备 ZnS 。由闪锌矿[含 ZnS 、 FeS 及少量硫化镉(CdS)等]制备 ZnS 的过程如下:



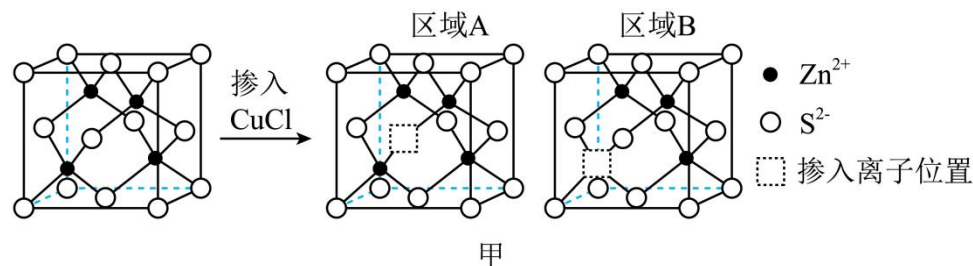
已知: $K_{\text{sp}}(\text{ZnS}) = 1.6 \times 10^{-24}$, $K_{\text{sp}}(\text{CdS}) = 8.0 \times 10^{-27}$, $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{S}) = 1.0 \times 10^{-7}$, $K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{S}) = 1.2 \times 10^{-13}$ 。当离子浓度小于 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 认为离子沉淀完全。

①酸浸时通入 O_2 可提高 Zn^{2+} 浸出率的原因是_____。

②通入 H_2S 除镉。通过计算判断当溶液 $\text{pH} = 0$ 、 $c(\text{H}_2\text{S}) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, Cd^{2+} 是否沉淀完全_____(写出计算过程)。

③沉锌前调节溶液的 pH 至 4~5, 加入的氧化物为_____(填化学式)。

(2) 制备光学材料。如图甲所示, ZnS 晶体中掺入少量 CuCl 后, 会出现能量不同的“正电”区域、“负电”区域, 光照下发出特定波长的光。

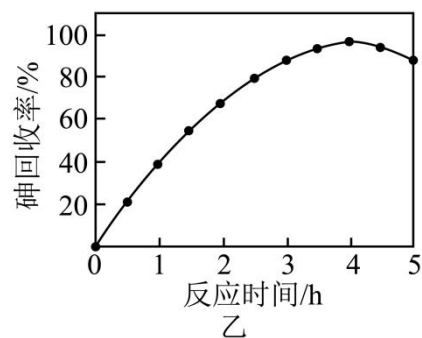


区域 A “ $\square$ ” 中的离子为_____(填离子符号), 区域 B 带_____(填“正电”或“负电”)。

(3) 回收砷。用 ZnS 去除酸性废液中的三价砷[As(III)], 并回收生成的 As_2S_3 沉淀。

已知: 溶液中 As(III) 主要以弱酸 H_3AsO_3 形式存在, $\text{As}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}_3\text{AsO}_3 + 3\text{H}_2\text{S}$ 。

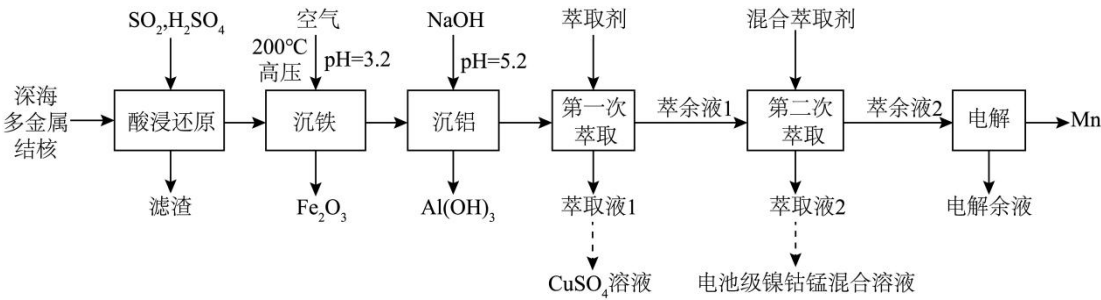
60°C 时, 按 $n(\text{S}):n(\text{As}) = 7:1$ 向酸性废液中加入 ZnS , 砷回收率随反应时间的变化如图乙所示。



①写出 ZnS 与 H_3AsO_3 反应生成 As_2S_3 的离子方程式: _____。

②反应 4h 后, 砷回收率下降的原因有_____。

10. （2025 湖南，16）一种从深海多金属结核[主要含 MnO_2 、 $\text{FeO}(\text{OH})$ 、 SiO_2 ，有少量的 Co_2O_3 、 Al_2O_3 、 NiO 、 CuO]中分离获得金属资源和电池级镍钴锰混合溶液（ NiSO_4 、 CoSO_4 、 MnSO_4 ）的工艺流程如下：

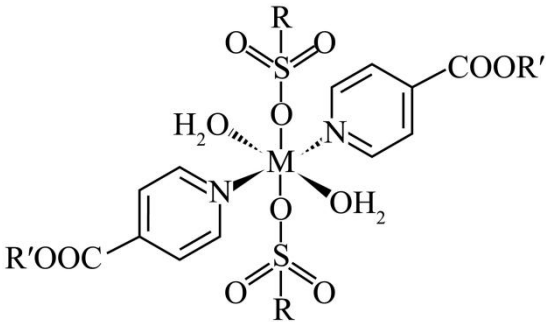


已知：①金属氢氧化物胶体具有吸附性，可吸附金属阳离子。
 ②常温下，溶液中金属离子(假定浓度均为 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)开始沉淀和完全沉淀（ $c \leq 1.0\times 10^{-5}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ）的 pH：

	Fe^{3+}	Al^{3+}	Cu^{2+}	Ni^{2+}	Co^{2+}	Mn^{2+}
开始沉淀的 pH	1.9	3.3	4.7	6.9	7.4	8.1
完全沉淀的 pH	3.2	4.6	6.7	8.9	9.4	10.1

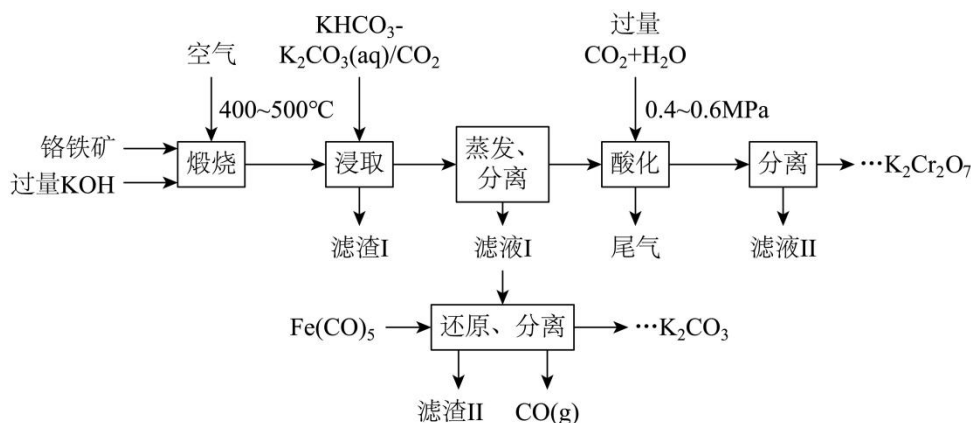
回答下列问题：

- 基态 Ni 的价层电子排布式为_____。
- “酸浸还原”时，“滤渣”的主要成分是_____(写化学式)； SO_2 还原 Co_2O_3 的化学方程式为_____。
- “沉铁”时， Fe^{2+} 转化为 Fe_2O_3 的离子方程式为_____，加热至 200°C 的主要原因是_____。
- “沉铝”时，未产生 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀，该溶液中 $c(\text{Cu}^{2+})$ 不超过_____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。
- “第二次萃取”时，____、_____(填离子符号)与混合萃取剂形成的配合物(其结构如图所示，M 表示金属元素)更稳定，这些配合物中氮原子的杂化类型为_____。



注：R、R'为长链烷基

11. (2025 河北, 16) 铬盐产品广泛应用于化工、医药、印染等领域。通过闭环生产工艺将铬铁矿转化为重铬酸钾同时回收利用钾资源, 可实现绿色化学的目标。过程如下:



已知: 铬铁矿主要成分是 $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ 、 $\text{Mg}(\text{CrO}_2)_2$ 、 Al_2O_3 、 SiO_2 。

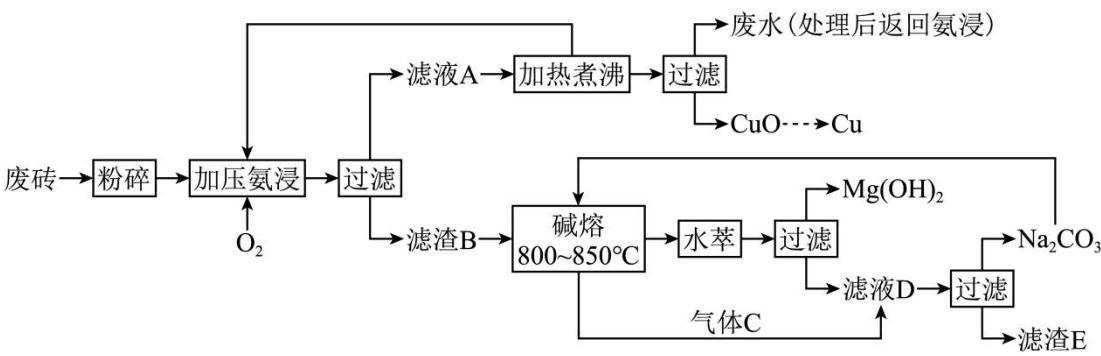
回答下列问题:

- (1) 基态铬原子的价层电子排布式: _____。
- (2) 煅烧工序中 $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ 反应生成 K_2CrO_4 的化学方程式: _____。
- (3) 浸取工序中滤渣 I 的主要成分: Fe_2O_3 、 H_2SiO_3 、____、____(填化学式)。
- (4) 酸化工序中需加压的原因: _____。
- (5) 滤液 II 的主要成分: _____(填化学式)。
- (6) 补全还原、分离工序中发生反应的化学方程式_____。



- (7) 滤渣 II 可返回_____工序。(填工序名称)

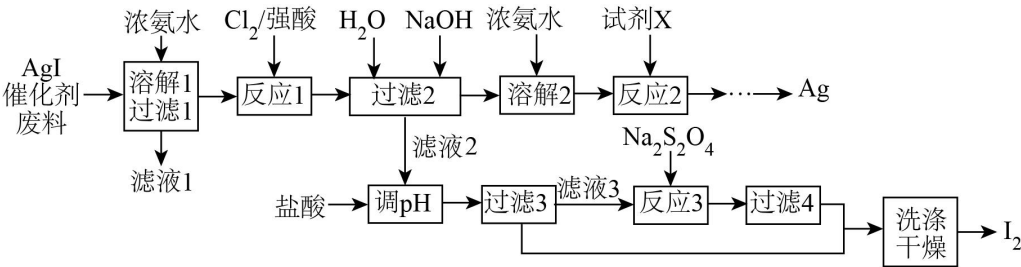
12. (2025 海南, 15) 有色金属冶炼厂炼铜窑炉的废耐火砖极具回收价值。某厂产生的废耐火砖中主要含 $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 75.0%、 Cu 12.0%，其资源化回收的一种工艺流程如图所示。



回答问题：

- “粉碎”的目的是_____。
- “加压氨浸”时铜转化为配位离子，该过程的化学反应方程式为_____。
- “碱熔”中产生的气体 C 为_____，滤渣 E 是_____ (均填化学式)。E 与_____ (填物质名称) 反应可生成用于城市废水处理的 $[\text{Al}_2(\text{OH})_m\text{Cl}_{6-m}]_n$ 。
- 某批次试验，废砖投料 20.0 kg，产出 CuO 2.70 kg，则 Cu 的回收率为_____。
- 从绿色化学与环境保护的角度说明本工艺优点有_____、_____。

13. (2025 广西, 16) 回收实验室废弃物可实现资源的有效利用。从 AgI 催化剂废料(含 Ag_2O 杂质)中回收 Ag 和 I_2 的流程如下。

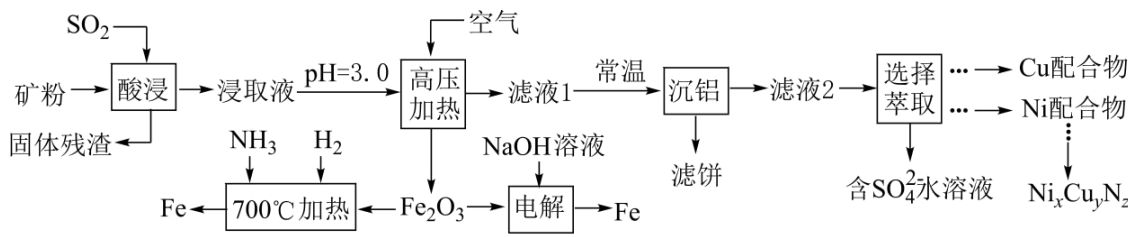


已知： IO^- 在碱性条件下易歧化成 I^- 和 IO_3^- 。

回答下列问题：

- “溶解 1”浓氨水不能溶解 AgI 的原因是_____。“滤液 1”中的主要阳离子有_____ (填化学式)。
- “反应 1”生成 ICl 的化学方程式为_____。
- “试剂 X”可选用_____ (填标号)。
a. 葡萄糖 b. Al c. Na_2O_2 d. H_2SO_4
- “调 pH”至弱酸性的主要目的是_____ (用离子方程式表示)。
- 若“滤液 3”中含有 0.3 mol IO_3^- ，“反应 3”至少需加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 的物质的量为_____ mol。
- 将得到的 I_2 进一步纯化，可采用的方法是_____。不考虑操作和反应损失，该流程回收 Ag 的量低于预期，主要原因是_____。

14. （2025 广东，18）我国是金属材料生产大国，绿色生产是必由之路。一种从多金属精矿中提取 Fe、Cu、Ni 等并探究新型绿色冶铁方法的工艺如下。



已知：多金属精矿中主要含有 Fe、Al、Cu、Ni、O 等元素。

氢氧化物	Fe(OH) ₃	Al(OH) ₃	Cu(OH) ₂	Ni(OH) ₂
K _{sp} (298K)	2.8×10 ⁻³⁹	1.3×10 ⁻³³	2.2×10 ⁻²⁰	5.5×10 ⁻¹⁶

- (1) “酸浸”中，提高浸取速率的措施有_____ (写一条)。
- (2) “高压加热”时，生成 Fe₂O₃ 的离子方程式为： _____ + O₂ + _____ H₂O $\xrightarrow[\Delta]{\text{高压}}$ _____ Fe₂O₃ ↓ + _____ H⁺
- (3) “沉铝”时，pH 最高可调至_____ (溶液体积变化可忽略)。已知：“滤液 1”中 c(Cu²⁺) = 0.022mol/L，c(Ni²⁺) = 0.042mol/L。
- (4) “选择萃取”中，镍形成如图的配合物。镍易进入有机相的原因有_____。
- A. 镍与 N、O 形成配位键

B. 配位时 Ni²⁺ 被还原

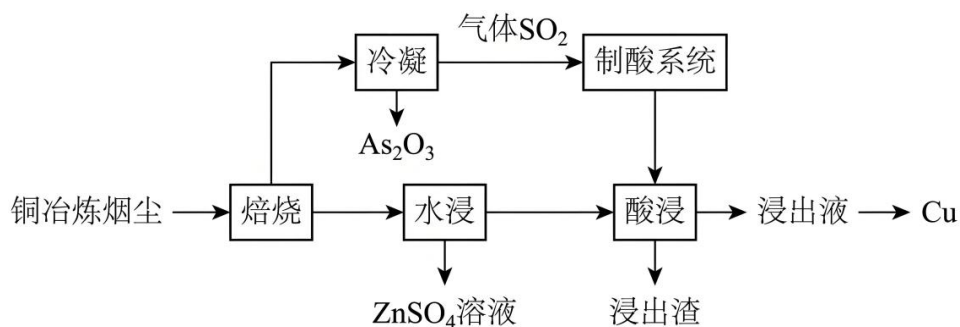
C. 配合物与水能形成分子间氢键

D. 烷基链具有疏水性
-
- (5) Ni_xCu_yN_z 晶体的立方晶胞中原子所处位置如图。已知：同种位置原子相同，相邻原子间的最近距离之比 d_{Ni-Cu} : d_{Ni-N} = √2 : 1，则 x : y : z = _____；晶体中与 Cu 原子最近且等距离的原子的数目为_____。
-
- (6) ① “700℃ 加热”步骤中，混合气体中仅加少量 H₂，但借助工业合成氨的逆反应，可使 Fe 不断生成。该步骤发生反应的化学方程式为_____和_____。

② “电解”时，Fe₂O₃ 颗粒分散于溶液中，以 Fe 片、石墨棒为电极，在答题卡虚线框中，画出电解池示意图并做相应标注_____。

③ 与传统高炉炼铁工艺相比，上述两种新型冶铁方法所体现“绿色化学”思想的共同点是_____ (写一条)。
- 第 84 页 共 231 页

15. (2025 甘肃, 16) 研究人员设计了一种从铜冶炼烟尘(主要含 S、 As_2O_3 及 Cu、Zn、Pb 的硫酸盐)中高效回收砷、铜、锌和铅的绿色工艺, 部分流程如下:

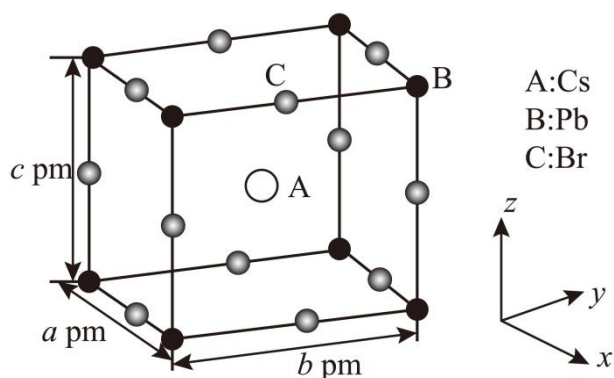


已知: As_2O_3 熔点 314°C , 沸点 460°C

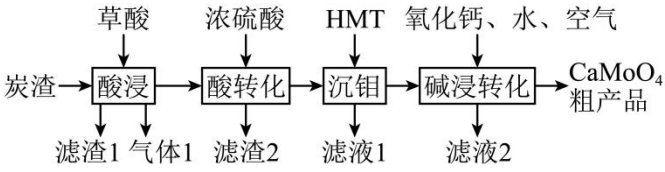
分解温度: CuO 1100°C , CuSO_4 560°C , ZnSO_4 680°C , PbSO_4 高于 1000°C

$$K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4) = 1.8 \times 10^{-8}$$

- (1) 设计焙烧温度为 600°C , 理由为_____。
- (2) 将 SO_2 通入 Na_2CO_3 和 Na_2S 的混合溶液可制得 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 该反应的化学方程式为_____。
- (3) 酸浸的目的为_____。
- (4) 从浸出液得到 Cu 的方法为_____ (任写一种)。
- (5) 某含 Pb 化合物是一种被广泛应用于太阳能电池领域的晶体材料, 室温下该化合物晶胞如图所示, 晶胞参数 $a \neq b \neq c$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ 。Cs 与 Pb 之间的距离为_____ pm (用带有晶胞参数的代数式表示); 该化合物的化学式为_____, 晶体密度计算式为_____ g/cm^3 (用带有阿伏加德罗常数 N_A 的代数式表示 M_{Cs} 、 M_{Pb} 和 M_{Br} 分别表示 Cs、Pb 和 Br 的摩尔质量)。



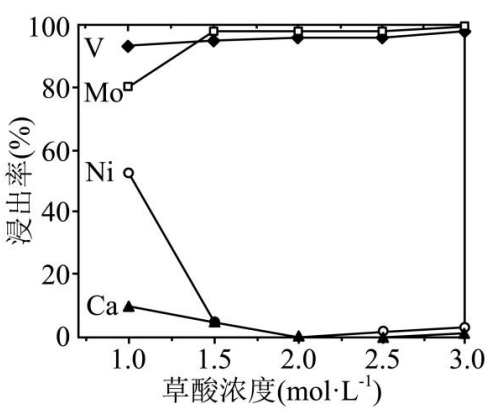
16. （2025 福建，11）从炼油厂焙烧炭渣(主要含炭、 MoO_3 和 V_2O_5 ，以及少量 NiO 、 CaO)中提取钼的工艺流程如下：



已知： VOSO_4 和 $(\text{MoO})_2(\text{SO}_4)_3$ 均易溶于水；草酸($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)在水中溶解度见下表。

温度 $^{\circ}\text{C}$	20	40	60	80
溶解度(g/100 g)	9.5	21.5	44.3	84.5

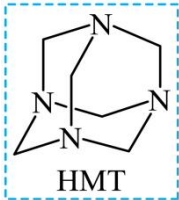
(1) “酸浸”中钼和钒分别转化为 MoO^{3+} 和 VO^{2+} 。100 $^{\circ}\text{C}$ 下各元素浸出率与草酸浓度的关系如图。



①最佳草酸浓度为_____ $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

② VO^{2+} 中钒的价电子排布式为_____。

③生成 $(\text{MoO})_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ 的化学方程式为_____。



(2) “酸转化”中加浓硫酸后，过滤前的操作为_____；“滤渣 2”为_____ (填名称)。

(3) “沉钼”中，HMT(结构如图)在溶液中转变为 $(\text{HMT-H})^+$ ，一个 $(\text{HMT-H})^+$ 有_____个可形成氢键的位点；沉淀为 $[\text{MoO}(\text{OH})_3]_4(\text{HMT-H})_2\text{SO}_4$ 。

(4) “碱浸转化”中， $[\text{MoO}(\text{OH})_3]_4(\text{HMT-H})_2\text{SO}_4$ 在碱作用下分解出 $\text{MoO}(\text{OH})_3$ ，后者转化为 CaMoO_4 的化学方程式为_____；“滤液 2”中可循环利用的物质为_____。

(5) 关于该工艺流程，下列说法错误的是_____。(填标号)

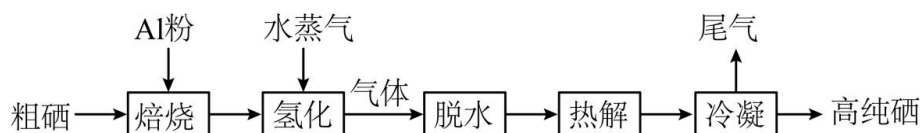
- a. “气体 1”为 CO

b. “滤渣 1”主要含炭、 NiO 和 CaC_2O_4

c. “滤液 1”含 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

d. CaMoO_4 粗产品含 CaSO_4

17. (2025 重庆, 15) 硒(Se)广泛应用于农业和生物医药等领域, 一种利用 H_2Se 热解制备高纯硒的流程如下:



已知 H_2Se 的沸点为 231K, 回答下列问题:

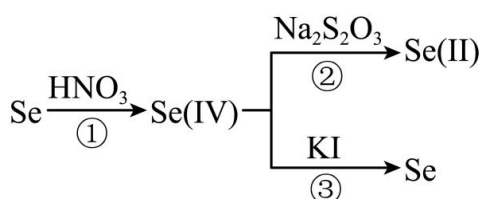
(1) 真空焙烧时生成的主要产物为 Al_2Se_3 , 其中 Se 的化合价为_____, Al 元素基态原子的电子排布式为_____。

(2) 氢化过程没有发生化合价的变化, Al 元素转化为 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, 则反应的化学方程式为_____。

(3) 热解反应: $\text{H}_2\text{Se}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Se}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H > 0$ 。冷凝时, 将混合气体温度迅速降至 500K 得到固态硒。

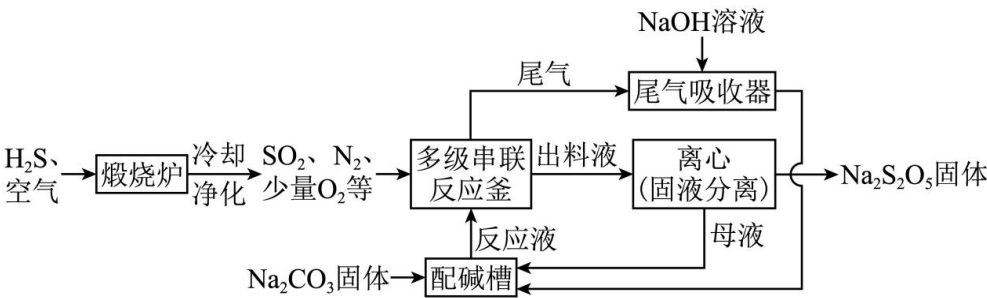
Se 由气态直接转变为固态的过程称为_____。迅速降温的目的_____; 冷凝后尾气的成分为_____ (填化学式)。

(4) Se 的含量可根据行业标准 YS/T 226.12-2009 进行测定, 测定过程中 Se 的化合价变化如下:



称取粗硒样品 0.1000g, 经过程①将其溶解转化为弱酸 H_2SeO_3 , 并消除测定过程中的干扰。在酸性介质中, 先加入 $0.1000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液 40.00mL, 再加入少量 KI 和淀粉溶液, 继续用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定至蓝色消失为终点(原理为 $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$), 又消耗 8.00mL。过程②中 Se(IV)与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 反应的物质的量之比为 1: 4, 且反应最快。过程③的离子方程式为_____。该样品中 Se 的质量分数为_____。

18. (2025 北京, 18) 利用工业废气中的 H_2S 制备焦亚硫酸钠($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)的一种流程示意图如下。

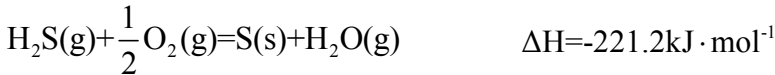


已知：

物质	H_2CO_3	H_2SO_3	
$K_a(25^\circ\text{C})$	$K_{a1}=4.5\times10^{-7}$ 、 $K_{a2}=4.7\times10^{-11}$	$K_{a1}=1.4\times10^{-2}$	$K_{a2}=6.0\times10^{-8}$

(1) 制 SO_2

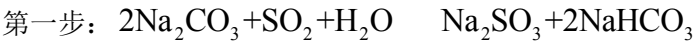
已知：



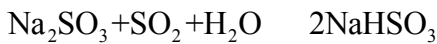
由 H_2S 制 SO_2 的热化学方程式为_____。

(2) 制 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$

I. 在多级串联反应釜中， Na_2CO_3 悬浊液与持续通入的 SO_2 进行如下反应：



第二步：



II. 当反应釜中溶液 pH 达到 3.8~4.1 时，形成的 NaHSO_3 悬浊液转化为 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 固体。

① II 中生成 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 的化学方程式是_____。

②配碱槽中，母液和过量 Na_2CO_3 配制反应液，发生反应的化学方程式是_____。

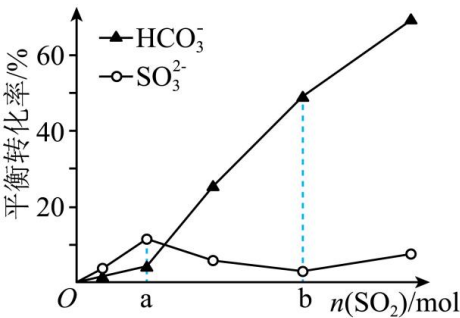
③多次循环后，母液中逐渐增多的杂质离子是_____，需除去。

④尾气吸收器中，吸收的气体有_____。

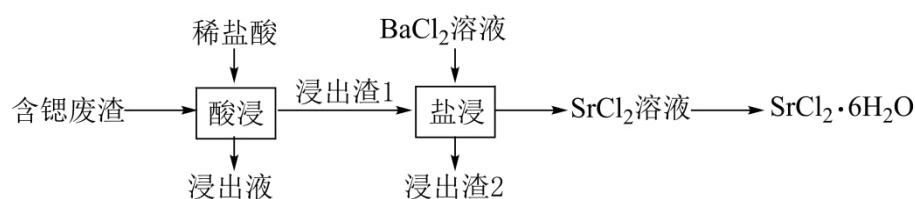
(3) 理论研究 Na_2SO_3 、 NaHCO_3 与 SO_2 的反应。一定温度时，在 1L 浓度均为 $1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 Na_2SO_3 和 NaHCO_3 的混合溶液中，随 $n(\text{SO}_2)$ 的增加， SO_3^{2-} 和 HCO_3^- 平衡转化率的变化如图。

①0~a mol，与 SO_2 优先反应的离子是_____。

②a~b mol， HCO_3^- 平衡转化率上升而 SO_3^{2-} 平衡转化率下降，结合方程式解释原因：_____。



19. (2025 安徽, 15) 某含锶(Sr)废渣主要含有 SrSO_4 、 SiO_2 、 CaCO_3 、 SrCO_3 和 MgCO_3 等, 一种提取该废渣中锶的流程如下图所示。



已知 25°C 时, $K_{\text{sp}}(\text{SrSO}_4)=10^{-6.46}$, $K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4)=10^{-9.97}$

回答下列问题:

- (1) 锶位于元素周期表第五周期第 II A 族。基态原子价电子排布式为_____。
- (2) “浸出液”中主要的金属离子有 Sr^{2+} 、_____(填离子符号)。
- (3) “盐浸”中 SrSO_4 转化反应的离子方程式为_____； 25°C 时, 向 0.01 mol SrSO_4 粉末中加入 $100\text{mL} 0.11\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{BaCl}_2$ 溶液, 充分反应后, 理论上溶液中 $c(\text{Sr}^{2+})\cdot c(\text{SO}_4^{2-})= \text{_____} (\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})^2$ (忽略溶液体积的变化)。
- (4) 其他条件相同时, 盐浸 2h, 浸出温度对锶浸出率的影响如图 1 所示。随温度升高锶浸出率增大的原因是_____。

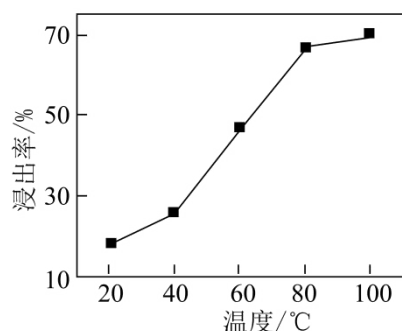


图1

- (5) “浸出渣 2”中主要含有 SrSO_4 、_____(填化学式)。
- (6) 将窝穴体 a(结构如图 2 所示)与 K^+ 形成的超分子加入“浸出液”中, 能提取其中的 Sr^{2+} , 原因是_____。

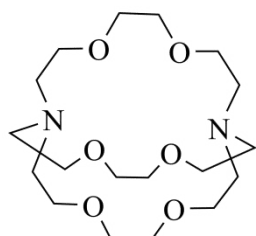
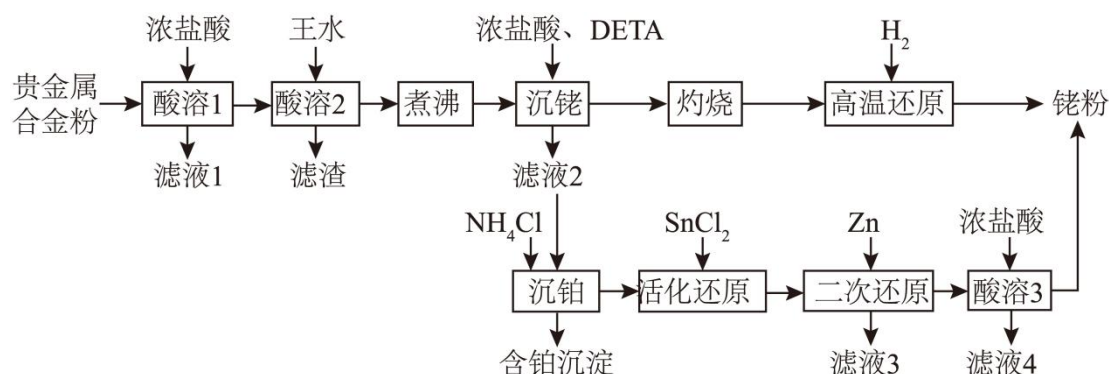


图2

- (7) 由 $\text{SrCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 制备无水 SrCl_2 的最优方法是_____(填标号)。
- a. 加热脱水 b. 在 HCl 气流中加热 c. 常温加压 d. 加热加压

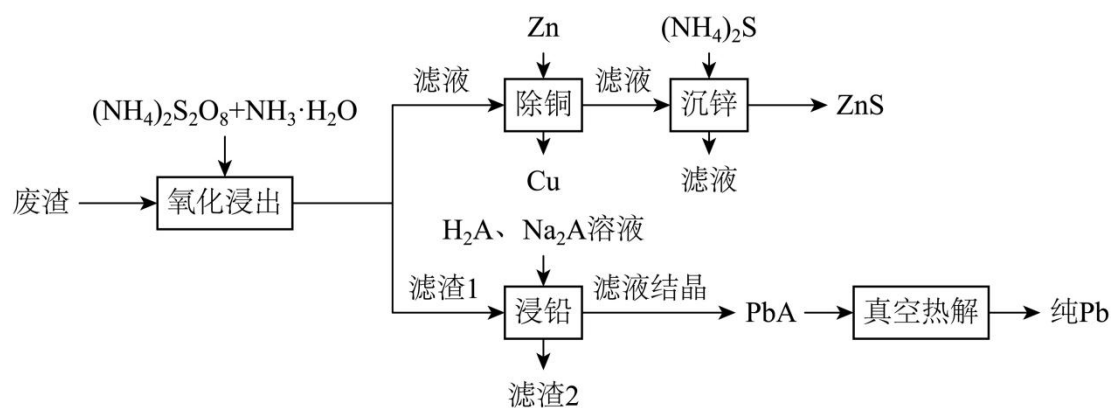
20. (2025 河南, 15) 一种从预处理得到的贵金属合金粉[主要成分为 Fe、Rh (铑)、Pt, 含有少量 SiO_2]中尽可能回收铑的工艺流程如下:



回答下列问题:

- (1) “酸溶 1” 的目的是_____。
- (2) 已知“酸溶 2”中 Rh 转化为 $\text{H}_3[\text{RhCl}_6]$, 则生成该物质的化学方程式为_____; “滤渣”的主要成分是_____(填化学式)。
- (3) “沉铑”中得到的沉淀经“灼烧”后分解成铑单质, 但夹杂少量 Rh_2O_3 和 RhCl_3 , 则“高温还原”中发生反应的化学方程式为_____。
- (4) 若“活化还原”在室温下进行, SnCl_2 初始浓度为 $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 为避免生成 $\text{Sn}(\text{OH})_2$ 沉淀, 溶液适宜的 pH 为_____(填标号)[已知 $\text{Sn}(\text{OH})_2$ 的 $K_{\text{sp}} = 5.5 \times 10^{-28}$]。
A. 2.0 B. 4.0 C. 6.0
- (5) “活化还原”中, SnCl_2 必须过量, 其与 Rh (III) 反应可生成 $[\text{Rh}(\text{SnCl}_3)_5]^{4-}$, 提升了 Rh 的还原速率, 该配离子中 Rh 的化合价为_____; 反应中同时生成 $[\text{SnCl}_6]^{2-}$, Rh (III) 以 $[\text{RhCl}_6]^{3-}$ 计, 则理论上 SnCl_2 和 Rh (III) 反应的物质的量之比为_____。
- (6) “酸溶 3” 的目的是_____。

21. (2025 黑吉辽蒙, 16) 某工厂采用如下工艺回收废渣(含有 ZnS 、 PbSO_4 、 FeS 和 CuCl)中的 Zn 、 Pb 元素。



已知: ① “氧化浸出”时, PbSO_4 不发生变化, ZnS 转变为 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$;

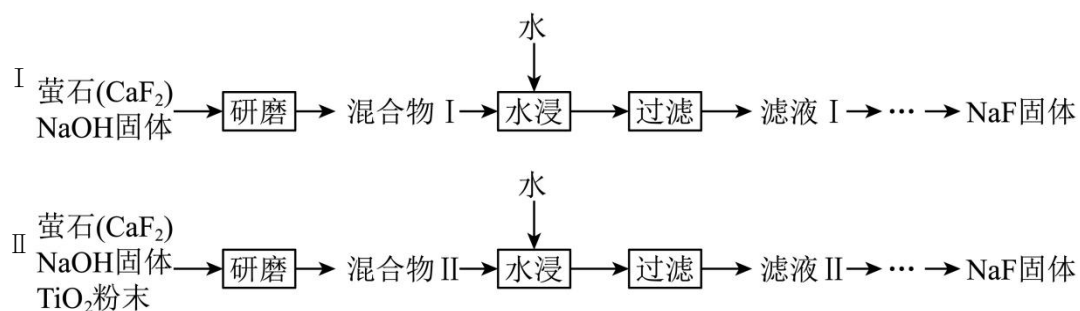
② $K_{\text{sp}}[\text{Pb}(\text{OH})_2] = 10^{-14.8}$;

③ 酒石酸(记作 H_2A)结构简式为 $\text{HOOC}(\text{CHOH})_2\text{COOH}$ 。

回答下列问题:

- (1) H_2A 分子中手性碳原子数目为_____。
- (2) “氧化浸出”时, 过二硫酸根($\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$)转变为_____(填离子符号)。
- (3) “氧化浸出”时, 浸出率随温度升高先增大后减小的原因为_____。
- (4) “除铜”步骤中发生反应的离子方程式为_____。
- (5) 滤渣 2 中的金属元素为_____(填元素符号)。
- (6) “浸铅”步骤, PbSO_4 和 Na_2A 反应生成 PbA 。 PbA 产率随体系 pH 升高先增大的原因为_____, pH 过高可能生成_____(填化学式)。
- (7) 290°C “真空热解”生成 2 种气态氧化物, 该反应的化学方程式为_____。

22. (2025 湖北, 16) 氟化钠是一种用途广泛的氟化试剂, 通过以下两种工艺制备:



已知: 室温下, TiO_2 是难溶酸性氧化物, CaTiO_3 的溶解度极低。

20°C 时, NaF 的溶解度为 4.06g/100g 水, 温度对其溶解度影响不大。

回答下列问题:

- (1) 基态氟离子的电子排布式为_____。
- (2) 20°C 时, CaF_2 饱和溶液的浓度为 $\text{cmol} \cdot \text{L}^{-1}$, 用 c 表示 CaF_2 的溶度积 $K_{\text{sp}} =$ _____。
- (3) 工艺 I 中研磨引发的固相反应为 $\text{CaF}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NaF}$ 。分析沉淀的成分, 测得反应的转化率为 78%。水浸分离, NaF 的产率仅为 8%。
- ① 工艺 I 的固相反应_____ (填“正向”或“逆向”) 进行程度大。
- ② 分析以上产率变化, 推测溶解度 $s(\text{CaF}_2)$ _____ $s[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ (填“>”或“<”)。
- (4) 工艺 II 水浸后 NaF 的产率可达 81%, 写出工艺 II 的总化学反应方程式_____。
- (5) 从滤液 II 获取 NaF 晶体的操作为_____ (填标号)。
- a. 蒸发至大量晶体析出, 趁热过滤 b. 蒸发至有晶膜出现后冷却结晶, 过滤
- (6) 研磨能够促进固相反应的原因可能有_____ (填标号)。
- a. 增大反应物间的接触面积 b. 破坏反应物的化学键
- c. 降低反应的活化能 d. 研钵表面跟反应物更好接触

第四部分 化学反应原理

一、电化学

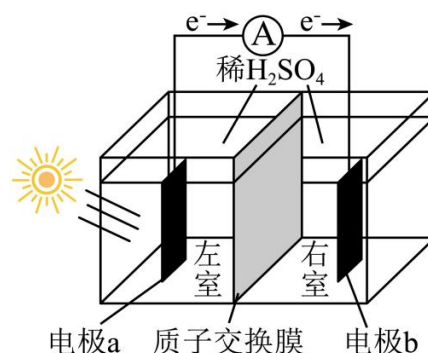
1. (2025 新课标, 8) 下列关于铁腐蚀与防护的反应式正确的是

- A. 酸性环境中铁发生析氢腐蚀的负极反应: $\text{Fe}-2\text{e}^{-}=\text{Fe}^{2+}$
- B. 铁发生腐蚀生锈的反应: $3\text{Fe}+2\text{O}_2+\text{xH}_2\text{O}=\text{Fe}_3\text{O}_4\cdot\text{xH}_2\text{O}$
- C. 铁经过发蓝处理形成致密氧化膜: $\text{Fe}+2\text{HNO}_3(\text{浓})=\text{FeO}+2\text{NO}_2\uparrow+\text{H}_2\text{O}$
- D. 安装锌块保护船舶外壳, 铁电极上发生的反应: $\text{Fe}^{3+}+3\text{e}^{-}=\text{Fe}$

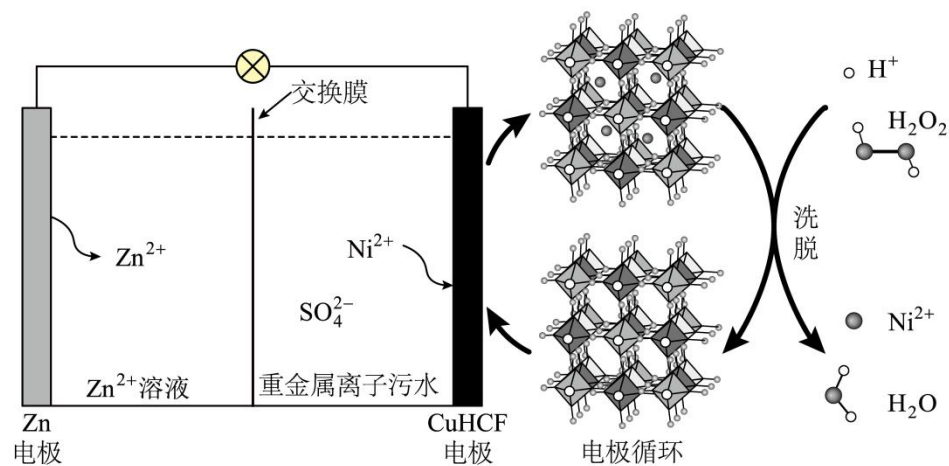
2. (2025 江苏, 8) 以稀 H_2SO_4 为电解质溶液的光解水装置如图所示,

总反应为 $2\text{H}_2\text{O}\xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{光}}2\text{H}_2\uparrow+\text{O}_2\uparrow$ 。下列说法正确的是

- A. 电极 a 上发生氧化反应生成 O_2
- B. H^{+} 通过质子交换膜从右室移向左室
- C. 光解前后, H_2SO_4 溶液的 pH 不变
- D. 外电路每通过 0.01mol 电子, 电极 b 上产生 0.01molH_2



3. (2025 江西, 9) 我国学者设计了一种新型去除工业污水重金属离子的电池(如图)。下列说法错误的是

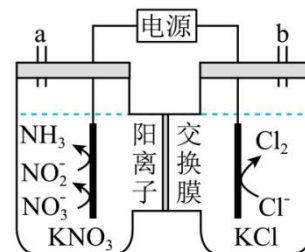


已知: CuHCF 为铜基普鲁士蓝($\text{Cu}[\text{Fe}(\text{CN})_6]_{0.67}\cdot\text{nH}_2\text{O}$)

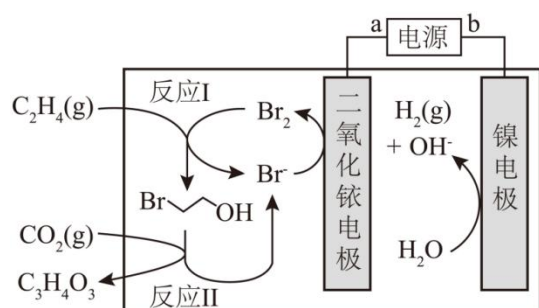
- A. CuHCF 中的铁为 +3 价
- B. 交换膜为阴离子交换膜
- C. 洗脱目的是去除电极吸附的 Ni^{2+}
- D. Zn^{2+} 溶液可电解再生电池负极

4. (2025 湖南, 9) 一种电化学处理硝酸盐产氨的工作原理如图所示。下列说法错误的是

- A. 电解过程中, K^+ 向左室迁移
- B. 电解过程中, 左室中 NO_3^- 的浓度持续下降
- C. 用湿润的蓝色石蕊试纸置于 b 处, 试纸先变红后褪色
- D. NO_3^- 完全转化为 NH_3 的电解总反应:

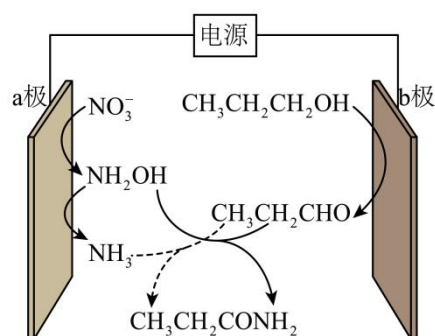


5. (2025 福建, 9) 一种无膜电合成碳酸乙烯酯($C_3H_4O_3$)的工作原理如图。下列说法正确的是



- A. 电源 a 极为负极
- B. 反应中 Br^- 的物质的量不断减少
- C. 总反应为 $C_2H_4 + CO_2 + H_2O = C_3H_4O_3 + H_2$
- D. “反应 II”为 $CO_2 + BrCH_2CH_2OH = C_3H_4O_3 + H^+ + Br^-$

6. (2025 贵州, 9) 以 Co_3O_4/SiC 为阴极反应的催化剂, 在 $KHCO_3$ 溶液中电解 $CH_3CH_2CH_2OH$ 和 KNO_3 , 两极协同合成 $CH_3CH_2CONH_2$ (丙酰胺) 的原理如图。



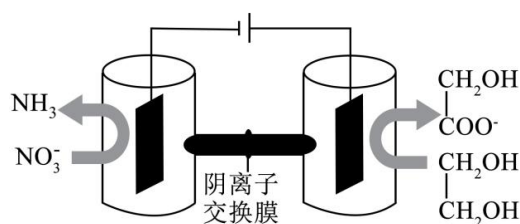
下列说法正确的是

- A. b 极与电源负极相连, 发生氧化反应
- B. a 极涉及的反应有: $NO_3^- + 6e^- + 7H^+ = NH_2OH + 2H_2O$
- C. 当电路转移 2 mol 电子时, 理论上合成 1 mol $CH_3CH_2CONH_2$
- D. 合成 $CH_3CH_2CONH_2$ 时会生成 CH_3CH_2COOK 副产物

7. (2025 新课标, 10) 某研究小组设计如下电解池, 既可将中性废水中的硝酸盐转化为氨, 又可将废塑料(PET) 碱性水解液中的乙二醇转化为羟基乙酸盐, 实现变废为宝。

电解时, 下列说法错误的是

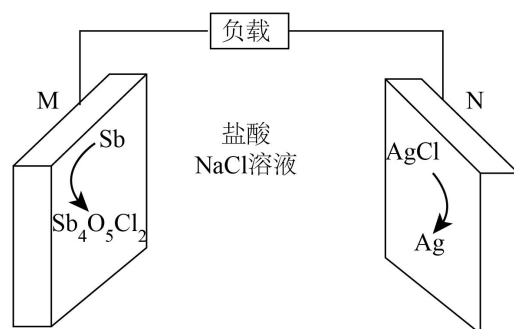
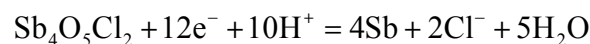
- A. 阳极区 pH 下降
- B. OH^- 从阴极区向阳极区迁移
- C. 阴极发生反应 $\text{NO}_3^- + 7\text{H}_2\text{O} + 8\text{e}^- = \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 9\text{OH}^-$
- D. 阴极转化 1mol NO_3^- , 阳极将生成 $4\text{mol HOCH}_2\text{COO}^-$



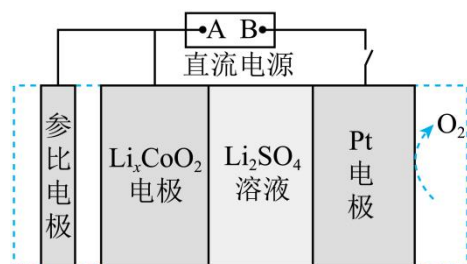
8. (2025 重庆, 10) 下图为 AgCl-Sb 二次电池的放电过程示意图如图所示。

下列叙述正确的是

- A. 放电时, M 极为正极
- B. 放电时, N 极上反应为 $\text{Ag} - \text{e}^- + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$
- C. 充电时, 消耗 4mol Ag 的同时将消耗 $1\text{mol Sb}_4\text{O}_5\text{Cl}_2$
- D. 充电时, M 极上反应为



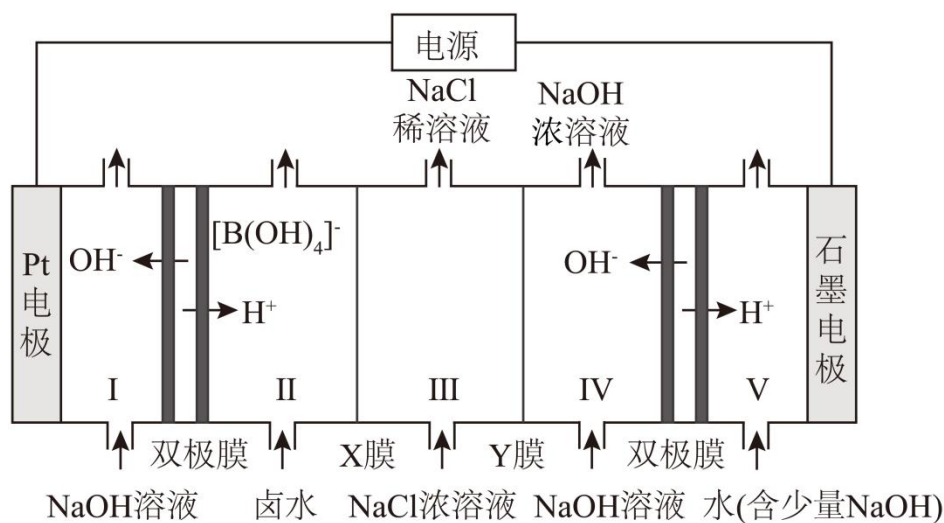
9. (2025 河北, 10) 科研工作者设计了一种用于废弃电极材料 Li_xCoO_2 ($x < 1$) 再锂化的电化学装置, 其示意图如下:



已知: 参比电极的作用是确定 Li_xCoO_2 再锂化为 LiCoO_2 的最优条件, 不干扰电极反应。下列说法正确的是

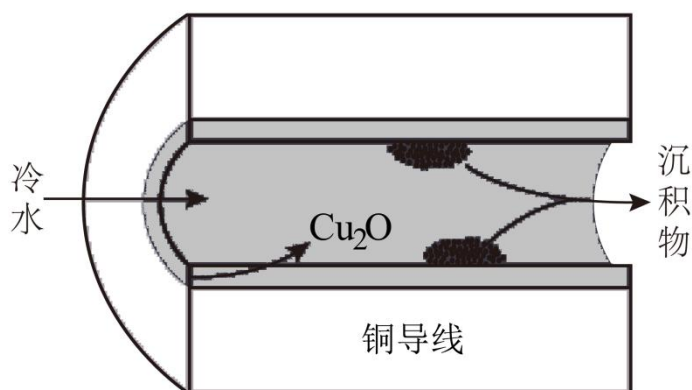
- A. Li_xCoO_2 电极上发生的反应: $\text{Li}_x\text{CoO}_2 + x\text{e}^- + x\text{Li}^+ = \text{LiCoO}_2$
- B. 产生标准状况下 5.6LO_2 时, 理论上可转化 $\frac{1}{1-x}\text{mol}$ 的 Li_xCoO_2
- C. 再锂化过程中, SO_4^{2-} 向 Li_xCoO_2 电极迁移
- D. 电解过程中, 阳极附近溶液 pH 升高

10. (2025 云南, 11) 一种用双极膜电渗析法卤水除硼的装置如图所示, 双极膜中 H_2O 解离的 H^+ 和 OH^- 在电场作用下向两极迁移。除硼原理: $[\text{B}(\text{OH})_4]^- + \text{H}^+ = \text{B}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{O}$ 。下列说法错误的是



- A. Pt 电极反应: $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. 外加电场可促进双极膜中水的电离
- C. Ⅲ室中, X 膜、Y 膜分别为阳离子交换膜和阴离子交换膜
- D. Ⅳ室每生成 1mol NaOH , 同时 Ⅱ 室最多生成 $1\text{mol B}(\text{OH})_3$

11. (2025 广西, 11) 大型发电机的定子线圈由空芯铜导线缠绕制成。发电机运行时, 需向铜导线的空芯通冷水降温, 铜导线内壁因发生电化学反应生成 Cu_2O 层。一段时间后, Cu_2O 表面产生的沉积物会造成堵塞, 空芯铜导线截面如图。下列说法错误的是



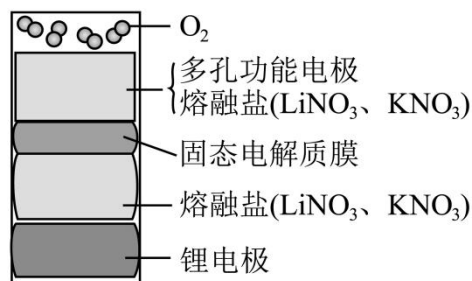
- A. Cu_2O 层对铜导线起保护作用
- B. 正极生成 Cu_2O 的电极反应式为 $4\text{Cu}^+ + \text{O}_2 + 4\text{e}^- = 2\text{Cu}_2\text{O}$
- C. 沉积物的成分可能有 CuO 、 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$
- D. 腐蚀最严重的区域是沉积物最多之处

12. (2025 湖北, 12) 某电池的正极材料为 LiFePO_4 , 负极材料为嵌锂石墨。利用人工智能筛选出的补锂试剂 LiSO_2CF_3 , 能使失活的电池再生并延长寿命, 且保持电池原结构。将 LiSO_2CF_3 注入电池后充电补锂, 过程中 $[\text{SO}_2\text{CF}_3]^-$ 转化为气体离去。下列有关充电补锂的说法错误的是

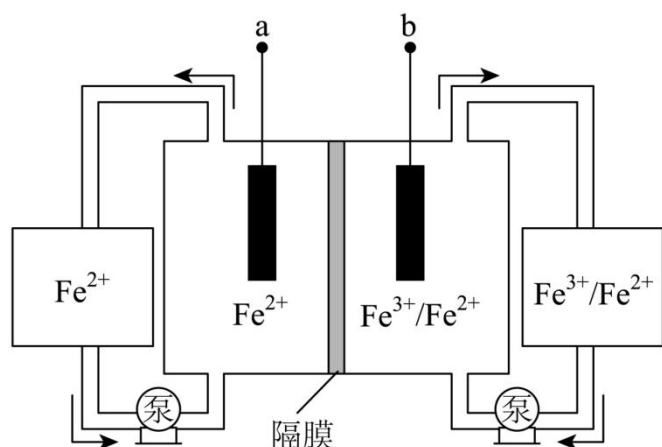
- A. $[\text{SO}_2\text{CF}_3]^-$ 在阳极失去电子
- B. 生成气体中含有氟代烃
- C. 过程中铁元素的价态降低
- D. $[\text{SO}_2\text{CF}_3]^-$ 反应并离去是该电池保持原结构的原因

13. (2025.1 浙江, 12) 一种可充放电 $\text{Li}-\text{O}_2$ 电池的结构示意图如图所示。该电池放电时, 产物为 Li_2O 和 Li_2O_2 , 随温度升高 Q (消耗 1mol O_2 转移的电子数) 增大。下列说法不正确的是

- A. 熔融盐中 LiNO_3 的物质的量分数影响充放电速率
- B. 充放电时, Li^+ 优先于 K^+ 通过固态电解质膜
- C. 放电时, 随温度升高 Q 增大, 是因为正极区 O^{2-} 转化为 O_2^{2-}
- D. 充电时, 锂电极接电源负极

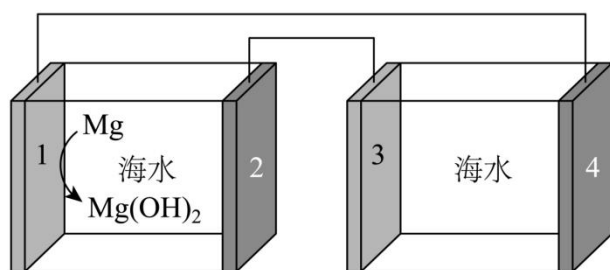


14. (2025 山东, 12) (不定项) 全铁液流电池工作原理如图所示, 两电极分别为石墨电极和负载铁的石墨电极。下列说法正确的是



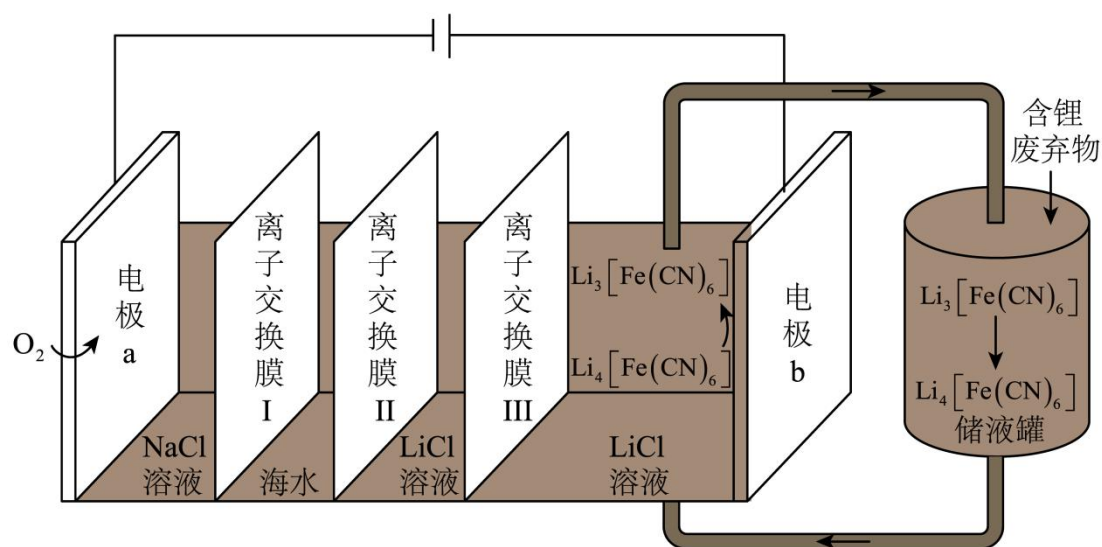
- A. 隔膜为阳离子交换膜
- B. 放电时, a 极为负极
- C. 充电时, 隔膜两侧溶液 Fe^{2+} 浓度均减小
- D. 理论上, Fe^{3+} 每减少 1mol Fe^{2+} 总量相应增加 2mol

15. (2025 甘肃, 12) 我国科研工作者设计了一种 Mg-海水电池驱动海水($\text{pH} = 8.2$)电解系统(如下图)。以新型 $\text{MoNi} / \text{NiMoO}_4$ 为催化剂(生长在泡沫镍电极上)。在电池和电解池中同时产生氢气。下列关于该系统的说法错误的是



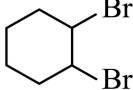
- A. 将催化剂生长在泡沫镍电极上可提高催化效率
- B. 在外电路中, 电子从电极 1 流向电极 4
- C. 电极 3 的反应为: $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$
- D. 理论上, 每通过 2mol 电子, 可产生 1molH_2

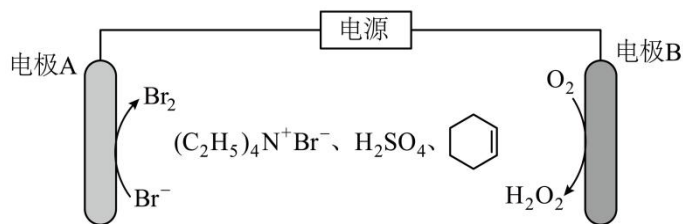
16. (2025 河南, 12) 一种液流电解池在工作时可以实现海水淡化, 并以 LiCl 形式回收含锂废弃物中的锂元素, 其工作原理如图所示。

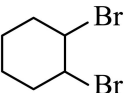


下列说法正确的是

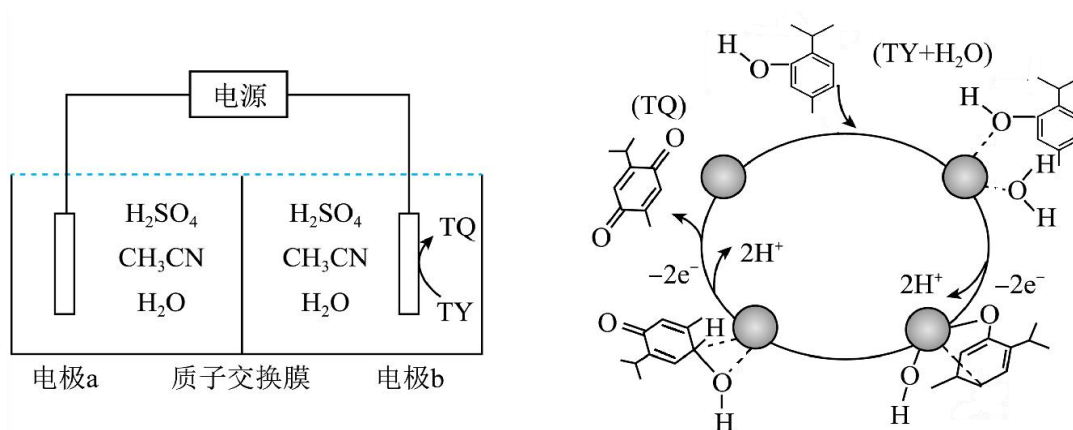
- A. II 为阳离子交换膜
- B. 电极 a 附近溶液的 pH 减小
- C. 电极 b 上发生的电极反应式为 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} + \text{e}^- = [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$
- D. 若海水用 NaCl 溶液模拟, 则每脱除 58.5g NaCl , 理论上可回收 1mol LiCl

17. (2025.6 浙江, 12) 通过电化学方法制备 Br_2 , 进而由 Br_2 与  反应合成 。为提高电流利用效率, 某小组设计电化学合成示意图如下, 已知氧化性: $\text{H}_2\text{O}_2 > \text{Br}_2$ 。下列说法不正确的是

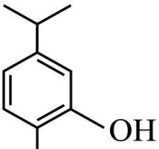


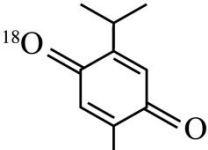
- A. 电极 A 与电源正极相连
- B. 电极 B 的电极反应式为: $\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{H}_2\text{O}_2$
- C. 电解液中 H_2SO_4 可以用氢溴酸代替
- D. 原料足量的情况下, 理论上电路中转移 0.2mole^- 可得到 0.1mol 

18. (2025 陕晋宁青, 13) 我国科研人员采用图示的电解池, 由百里酚(TY)合成了百里醌(TQ)。电极 b 表面的主要反应历程见图(灰球表示电极表面催化剂), 下列说法错误的是

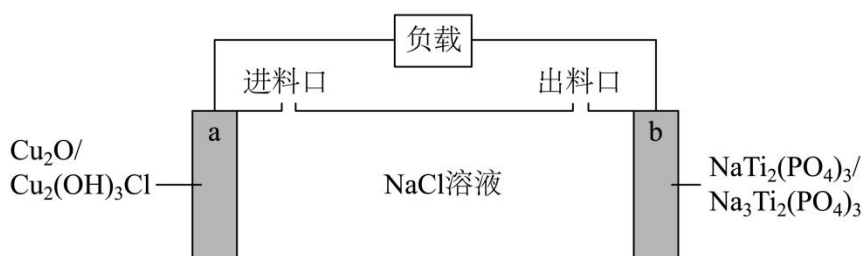


- A. 电解时, H^+ 从右室向左室移动
- B. 电解总反应: $\text{TY} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} \text{TQ} + 2\text{H}_2 \uparrow$

- C. 以  为原料, 也可得到 TQ

- D. 用 ^{18}O 标记电解液中的水, 可得到 

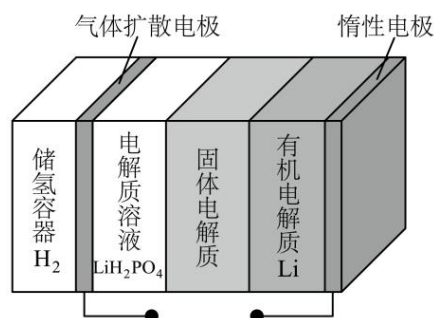
19. (2025 黑吉辽蒙, 13) 一种基于 Cu_2O 的储氯电池装置如图, 放电过程中 a、b 极均增重。若将 b 极换成 Ag/AgCl 电极, b 极仍增重。关于图中装置所示电池, 下列说法错误的是



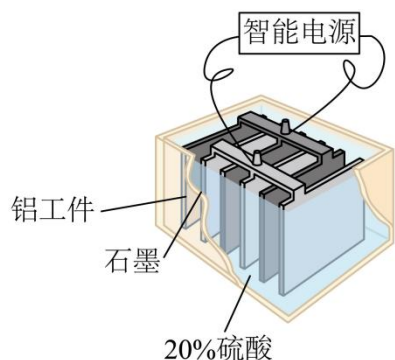
- A. 放电时 Na^+ 向 b 极迁移
- B. 该电池可用于海水脱盐
- C. a 极反应: $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl} + \text{H}^+$
- D. 若以 Ag/AgCl 电极代替 a 极, 电池将失去储氯能力

20. (2025 安徽, 13) 研究人员开发出一种锂-氢可充电电池(如图所示), 使用前需先充电, 其固体电解质仅允许 Li^+ 通过。下列说法正确的是

- A. 放电时电解质溶液质量减小
- B. 放电时电池总反应为 $\text{H}_2 + 2\text{Li} = 2\text{LiH}$
- C. 充电时 Li^+ 移向惰性电极
- D. 充电时每转移 1mol 电子, $c(\text{H}^+)$ 降低 $1\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

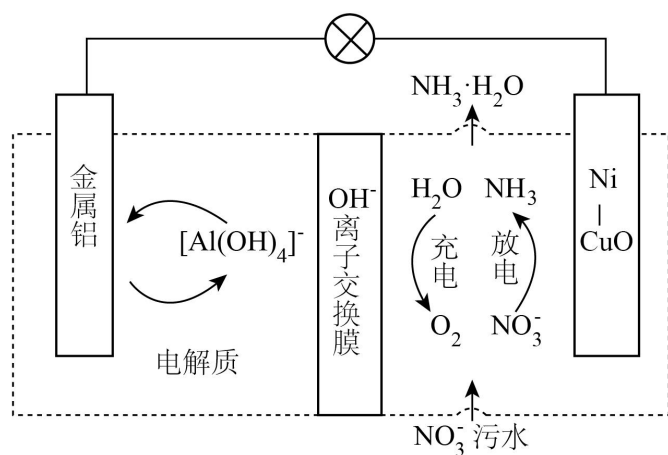


21. (2025 海南, 13) (不定项) 用电解方法在铝表面转化生成致密氧化膜, 实现对铝工件的保护。装置示意如图。电解过程中铝工件表面上有少量气泡逸出。下列说法错误的是



- A. 铝工件连接电源正极
- B. 槽电压越高, 氧化膜的形成速率越快
- C. 电路中每转移 6mol e^- , 铝工件增重 48g
- D. 为获得更加致密的氧化膜, 工作过程中, 应选择适当电流密度

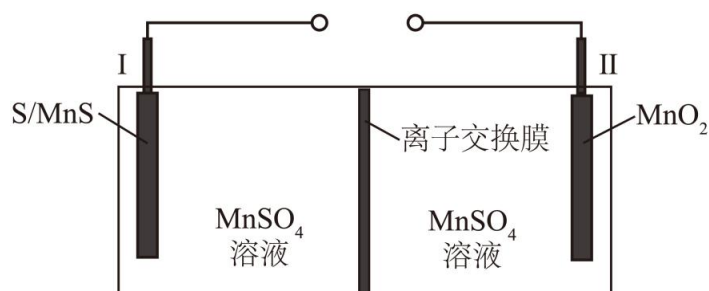
22. (2025 四川, 14) 最近, 我国科学工作者制备了一种 $\text{Ni}-\text{CuO}$ 电催化剂, 并将其与金属铝组装成可充电电池, 用于还原污水中的 NO_3^- 为 NH_3 , 其工作原理如图所示。研究证明, 电池放电时, 水中的氢离子在电催化剂表面获得电子成为氢原子, 氢原子再将吸附在电催化表面的 NO_3^- 逐步还原为 NH_3 。



下列说法错误的是

- A. 放电时, 负极区游离的 OH^- 数目保持不变
- B. 放电时、还原 1.0mol NO_3^- 为 NH_3 , 理论上需要 8.0mol 氢原子
- C. 充电时, OH^- 从阴极区穿过离子交换膜进入阳极区
- D. 充电时, 电池总反应为 $4[\text{Al}(\text{OH})_4]^- = 4\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} + 4\text{OH}^- + 3\text{O}_2 \uparrow$

23. (2025 广东, 14) 一种高容量水系电池示意图如图。已知: 放电时, 电极 II 上 MnO_2 减少; 电极材料每转移 1mol 电子, 对应的理论容量为 $26.8\text{A} \cdot \text{h}$ 。下列说法错误的是

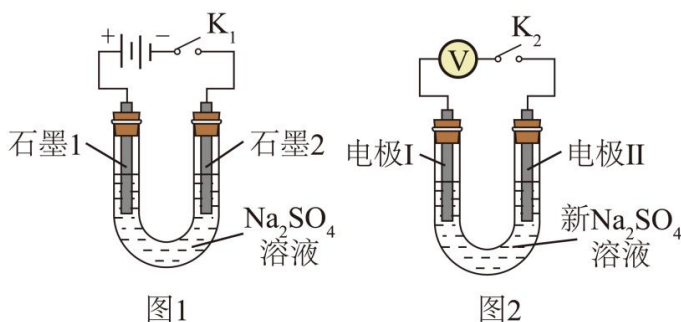


- A. 充电时 II 为阳极
- B. 放电时 II 极室中溶液的 pH 降低
- C. 放电时负极反应为: $\text{MnS} - 2\text{e}^- = \text{S} + \text{Mn}^{2+}$
- D. 充电时 16gS 能提供的理论容量为 $26.8\text{A} \cdot \text{h}$

24. (2025 北京, 14) 用电解 Na_2SO_4 溶液(图 1)后的石墨电极 1、2 探究氢氧燃料电池, 重新取 Na_2SO_4 溶液并用

图 2 装置按 i→iv 顺序依次完成实验。

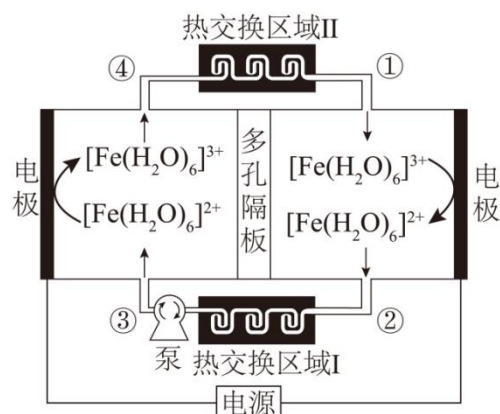
实验	电极 I	电极 II	电压/V	关系
i	石墨 1	石墨 2	a	$a > d > c > b > 0$
ii	石墨 1	新石墨	b	
iii	新石墨	石墨 2	c	
iv	石墨 1	石墨 2	d	



下列分析不正确的是

- A. $a > 0$, 说明实验 i 中形成原电池, 反应为 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$
- B. $b < d$, 是因为 ii 中电极 II 上缺少 H_2 作为还原剂
- C. $c > 0$, 说明 iii 中电极 I 上有 O_2 发生反应
- D. $d > c$, 是因为电极 II 上吸附 H_2 的量: iv > iii

25. (2025 湖北, 15) 某电化学制冷系统的装置如图所示。 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 和 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 在电极上发生相互转化, 伴随着热量的吸收或释放, 经由泵推动电解质溶液的循环流动(① → ② → ③ → ④ → ①)实现制冷。装置只通过热交换区域 I 和 II 与环境进行传热, 其他区域绝热。下列描述错误的是



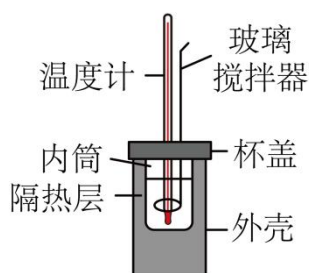
- A. 阴极反应为 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + \text{e}^- = [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$
- B. 已知②处的电解液温度比①处的低, 可推断 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 比 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 稳定
- C. 多孔隔膜可以阻止阴极区和阳极区间的热交换
- D. 已知电子转移过程非常快, 物质结构来不及改变。热效应主要来自于电子转移后 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ 和 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ 离子结构的改变

二、反应热、化学反应机理

1. (2025 海南, 8) 等温等压下, $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\Delta H < 0$ 。此反应放出的热用于火力发电, 能量转化效率为 η 。下列说法错误的是

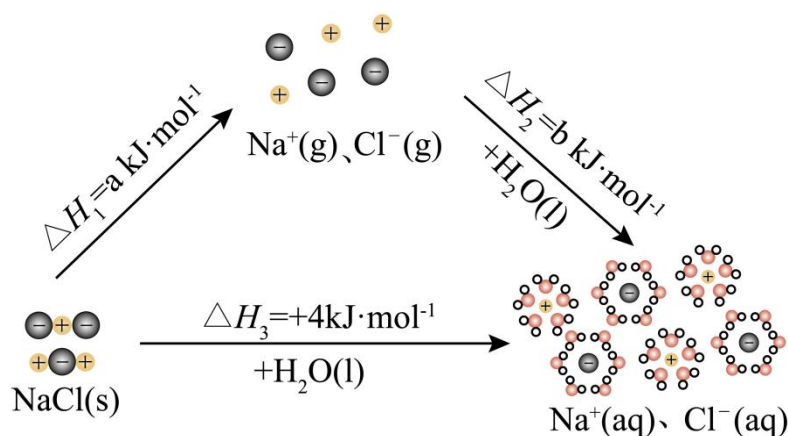
- A. 该反应 $\Delta S < 0$
- B. 产物为 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 时, 反应放出的热量减少
- C. 该反应在燃料电池模式下进行, 反应焓变为 $\Delta H'$, $\Delta H' < \Delta H$
- D. 该反应在燃料电池模式下做电功, 转化效率为 η' , $\eta' > \eta$

2. (2025 天津, 11) 下图是简易量热计装置示意图, 下列反应的反应热不适宜用该装置测定的是



- A. BaO 和足量的水
- B. Al 和足量的 NaOH 溶液
- C. ZnO 和足量的稀硫酸
- D. KOH 溶液和足量的稀盐酸

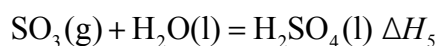
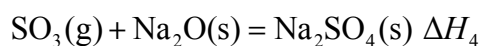
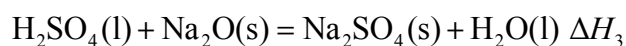
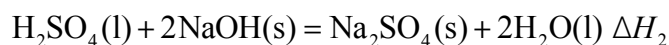
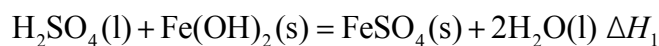
3. (2025 北京, 11) 为理解离子化合物溶解过程的能量变化, 可设想 NaCl 固体溶于水的过程分两步实现, 示意图如下。



下列说法不正确的是

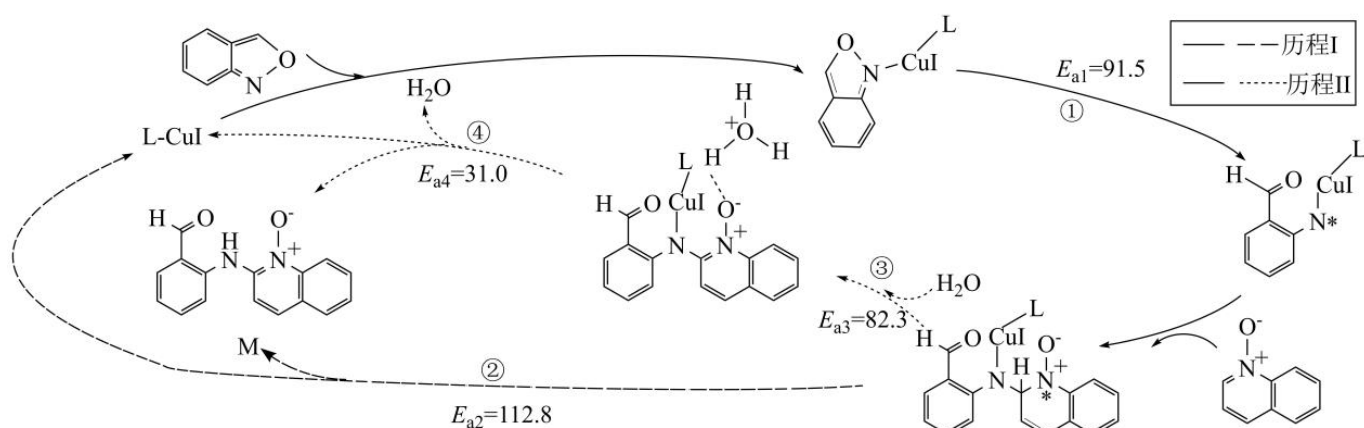
- A. NaCl 固体溶解是吸热过程
- B. 根据盖斯定律可知: $a+b=4$
- C. 根据各微粒的状态, 可判断 $a > 0$, $b > 0$
- D. 溶解过程的能量变化, 与 NaCl 固体和 NaCl 溶液中微粒间作用力的强弱有关

4. (2025.6 浙江, 11) 下列反应均能自发进行, 相关判断不正确的是



- A. $\Delta H_1 - \Delta H_2 > 0$ B. $\Delta H_2 - \Delta H_3 > 0$ C. $\Delta H_3 - \Delta H_4 < 0$ D. $\Delta H_4 - \Delta H_5 < 0$

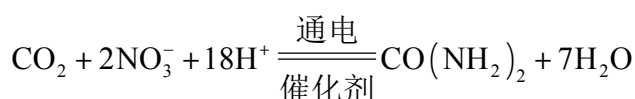
5. (2025 广西, 9) 某种氨基喹啉衍生物(M)合成反应的可能历程如图, E_a 表示活化能($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)。下列说法错误的是



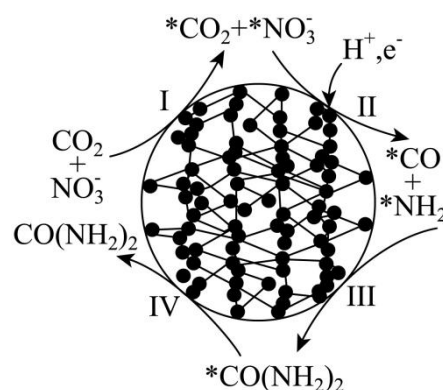
- A. $\text{L}-\text{CuI}$ 是反应的催化剂 B. 步骤①发生了 $\text{N}-\text{O}$ 键断裂
C. 反应速率: 历程 II > 历程 I D. 反应热: 历程 II > 历程 I

6. (2025 江苏, 10) CO_2 与 NO_3^- 通过电催化反应生成 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, 可能的反应机理如图所示(图中吸附在催化剂表面的物种用“*”标注)。下列说法正确的是

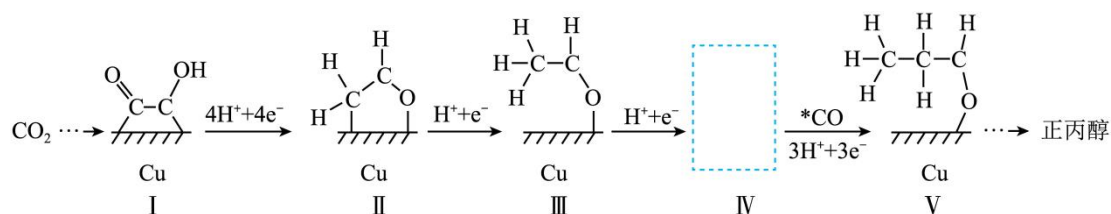
- A. 过程 II 和过程 III 都有极性共价键形成
B. 过程 II 中 NO_3^- 发生了氧化反应
C. 电催化 CO_2 与 NO_3^- 生成 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 的反应方程式:



- D. 常温常压、无催化剂条件下, CO_2 与 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 反应可生产 $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

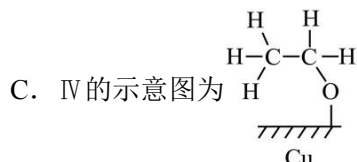


7. (2025 云南, 10) 铜催化下, 由 CO_2 电合成正丙醇的关键步骤如图。下列说法正确的是



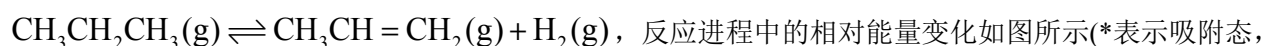
A. I 到 II 的过程中发生氧化反应

B. II 到 III 的过程中有非极性键生成

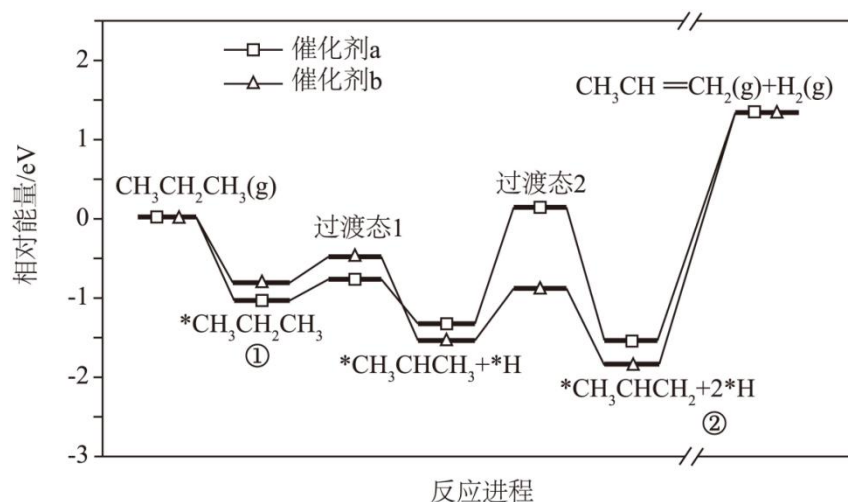


D. 催化剂 Cu 可降低反应热

8. (2025 河南, 10) 在催化剂 a 或催化剂 b 作用下, 丙烷发生脱氢反应制备丙烯, 总反应的化学方程式为



$^*\text{CH}_3\text{CHCH}_2 + 2^*\text{H} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$ 中部分进程已省略)。



下列说法正确的是

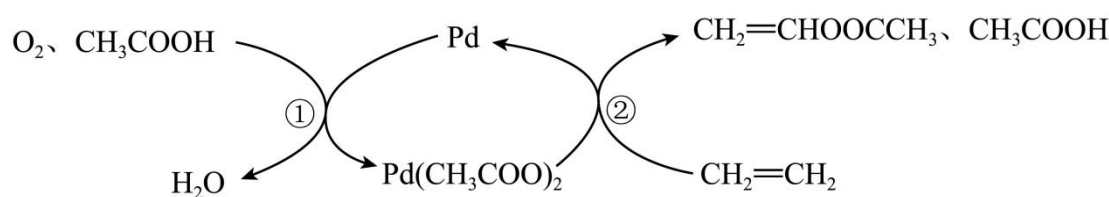
A. 总反应是放热反应

B. 两种不同催化剂作用下总反应的化学平衡常数不同

C. 和催化剂 b 相比, 丙烷被催化剂 a 吸附得到的吸附态更稳定

D. ①转化为②的进程中, 决速步骤为 $^*\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3 \rightarrow ^*\text{CH}_3\text{CHCH}_3 + ^*\text{H}$

9. (2025 北京, 10) 乙烯、醋酸和氧气在钯(Pd)催化下高效合成醋酸乙烯酯($\text{CH}_2=\text{CHOOCCH}_3$)的过程示意图如下。



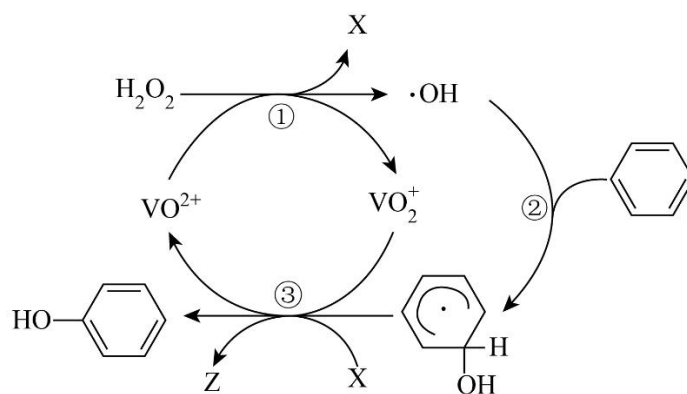
下列说法不正确的是

- A. ①中反应为 $4\text{CH}_3\text{COOH} + \text{O}_2 + 2\text{Pd} \rightarrow 2\text{Pd}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. ②中生成 $\text{CH}_2=\text{CHOOCCH}_3$ 的过程中, 有 σ 键断裂与形成
- C. 生成 $\text{CH}_2=\text{CHOOCCH}_3$ 总反应的原子利用率为100%
- D. Pd 催化剂通过参与反应改变反应历程, 提高反应速率

10. (2025 四川, 11) 钒催化剂对 H_2O_2 氧化苯制备苯酚的反应具有良好的催化活性, 反应机理如图所示, 其中步骤③为放热反应。

下列说法错误的是

- A. 步骤①反应为 $\text{VO}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{VO}_2^+ + \cdot\text{OH} + \text{H}^+$
- B. 步骤③正、逆反应的活化能关系为 $E_{\text{正}} < E_{\text{逆}}$
- C. VO_2^+ 在催化循环中起氧化作用
- D. 步骤③生成的物质 Z 是 H_2



11. (2025 重庆, 12) 肼 (N_2H_4) 与氧化剂剧烈反应, 释放大量的热量, 可作火箭燃料。已知下列反应:

- ① $2\text{NH}_3(\text{g}) + 3\text{N}_2\text{O}(\text{g}) = 4\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_1 = a \text{ kJ/mol}$
- ② $\text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) = \text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_2 = b \text{ kJ/mol}$
- ③ $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + 9\text{H}_2(\text{g}) + 4\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{NH}_3(\text{g}) + 8\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H_3 = c \text{ kJ/mol}$

则反应 $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) = \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的 $\Delta H(\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1})$ 为

- A. $\frac{1}{4}(a + 3b - c)$
- B. $\frac{1}{4}(a - 3b + c)$
- C. $(a - 3b + c)$
- D. $(a + 3b - c)$

$\text{Ga}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{NH}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{GaN}(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 制备。反应历程(TS 代表过渡态)如下:

14. (2025 河南, 13) 在 MoS_2 负载的 Rh-Fe 催

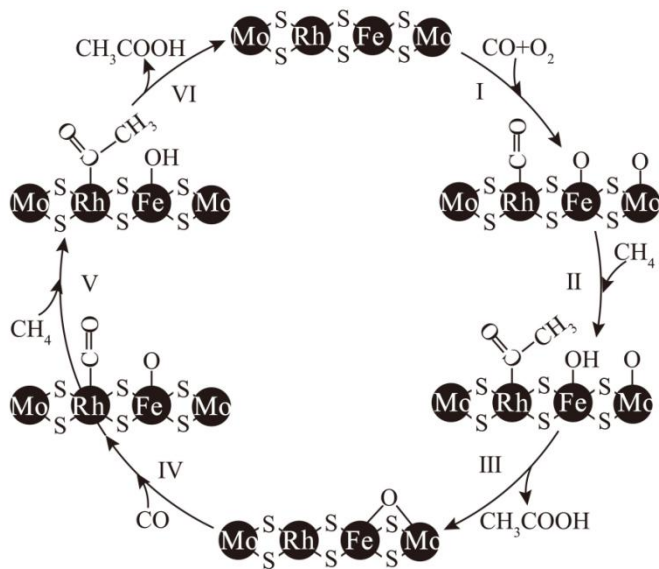
化剂作用下, CH_4 可在室温下高效转化为

CH_3COOH , 其可能的反应机理如图所示。

下列说法错误的是

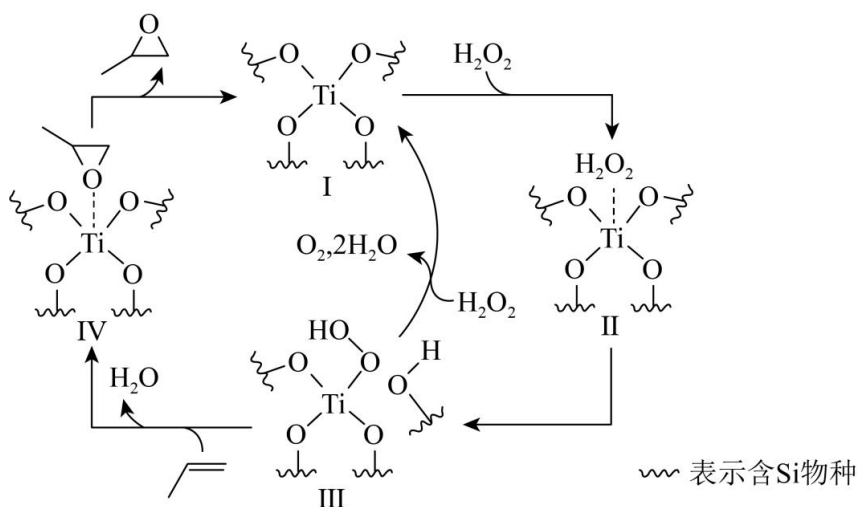
- A. 该反应的原子利用率为100%
- B. 每消耗1mol O_2 可生成1mol CH_3COOH
- C. 反应过程中, Rh 和 Fe 的化合价均发生变化
- D. 若以 CD_4 为原料, 用 H_2O 吸收产物可得到

CD_3COOH



15. (2025 湖南, 14) 环氧化合物是重要的有机合成中间体。以钛掺杂沸石为催化剂, 由丙烯($\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$)为原料生产

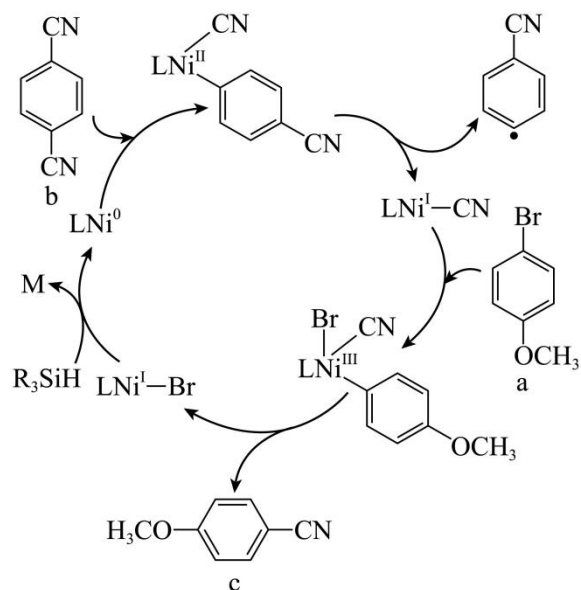
环氧丙烷($\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$)的反应机理如图所示。



下列说法正确的是

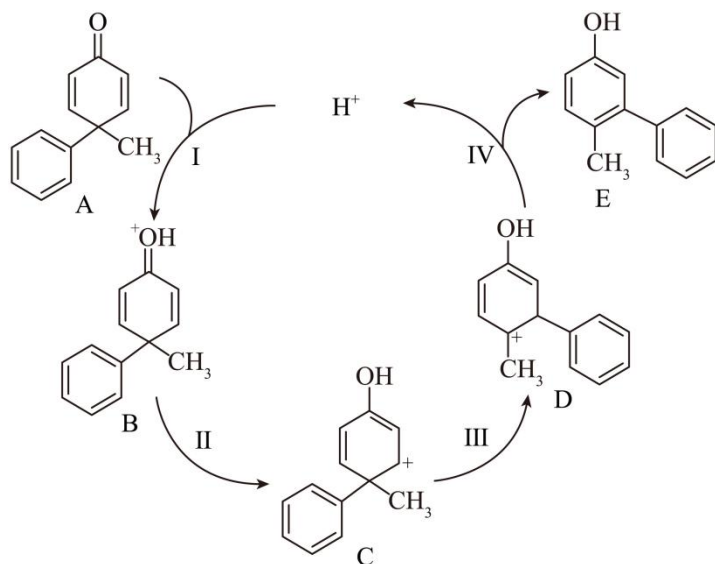
- A. 过程中 II 是催化剂
- B. 过程中有极性键和非极性键的断裂和形成
- C. 过程中 Ti 元素的化合价发生了变化
- D. 丙烯与双氧水反应生成环氧丙烷的原子利用率为 100%

16. (2025.6 浙江, 14) 传统方法中, 制备化合物 **c** 常用到 NaCN 。某课题组提出了一种避免使用 NaCN 的方法, 机理如图所示(L 表示配体, 0、I、II、III 表示价态)。下列说法不正确的是



- A. 化合物 **b** 是 NaCN 的替代品
- B. $\text{NC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$ 是该过程产生的副产物
- C. **M** 可能是 R_3SiBr 和 H^+
- D. 整个过程中, 含镍化合物发生了 2 次氧化反应

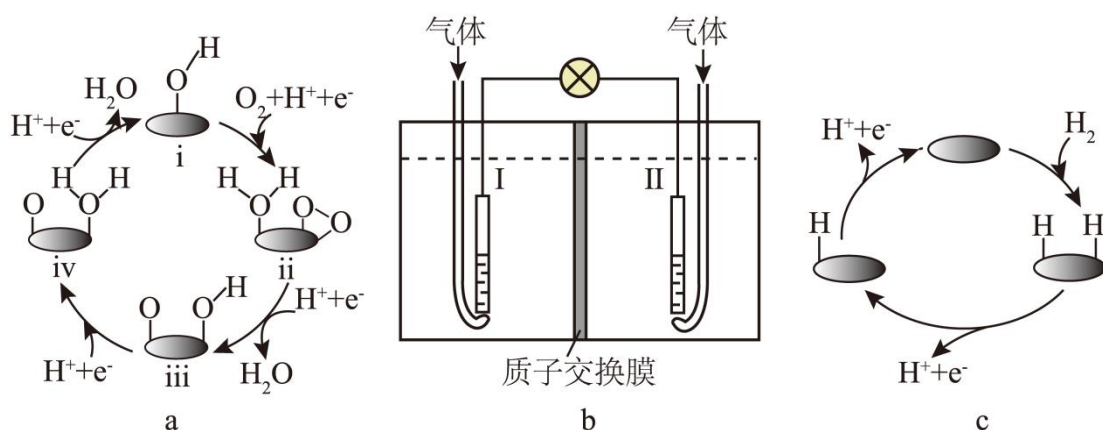
17. (2025.1 浙江, 14) 化合物 **A** 在一定条件下可转变为酚 **E** 及少量副产物, 该反应的主要途径如下:



下列说法不正确的是

- A. H^+ 为该反应的催化剂
- B. 化合物 **A** 的一溴代物有 7 种
- C. 步骤 III, 苯基迁移能力强于甲基
- D. 化合物 **E** 可发生氧化、加成和取代反应

18. (2025 广东, 16) 某理论研究认为: 燃料电池(图 b)的电极 I 和 II 上所发生反应的催化机理示意图分别如图 a 和图 c, 其中 O_2 获得第一个电子的过程最慢。由此可知, 理论上



- A. 负极反应的催化剂是 i
- B. 图 a 中, i 到 ii 过程的活化能一定最低
- C. 电池工作过程中, 负极室的溶液质量保持不变
- D. 相同时间内, 电极 I 和电极 II 上的催化循环完成次数相同

三、化学反应的方向、限度与速率

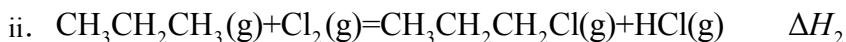
1. (2025 甘肃, 4) CO_2 加氢转化成甲烷, 是综合利用 CO_2 实现“碳中和”和“碳达峰”的重要方式。525℃, 101kPa 下, $\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \Delta H = -185\text{kJ/mol}$ 。反应达到平衡时, 能使平衡向正反应方向移动的是

- A. 减小体系压强
- B. 升高温度
- C. 增大 H_2 浓度
- D. 恒容下充入惰性气体

2. (2025.1 浙江, 11) 下列说法正确的是

- A. 常温常压下 $\text{H}_2(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 混合无明显现象, 则反应 $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 在该条件下不自发
- B. $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g}) \quad \Delta H < 0$, 升高温度, 平衡逆移, 则反应的平衡常数减小
- C. $\text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H < 0$, 则正反应的活化能大于逆反应的活化能
- D. $\text{Na}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{NaCl}(\text{s}) \quad \Delta H < 0$, $\text{Na}^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g}) = \text{NaCl}(\text{s}) \quad \Delta H < 0$, 则 $\text{Na}(\text{s}) + \frac{1}{2}\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{Na}^+(\text{g}) + \text{Cl}^-(\text{g}) \quad \Delta H < 0$

3. (2025 福建, 5) 在 25℃、光照条件下, Cl_2 产生氯自由基, 引发丙烷一氯代反应:

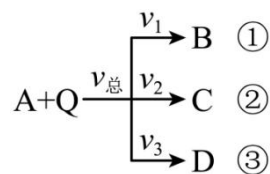


反应体系中产物 $n(2\text{-氯丙烷}): n(1\text{-氯丙烷}) = 3:2$ 。下列说法错误的是

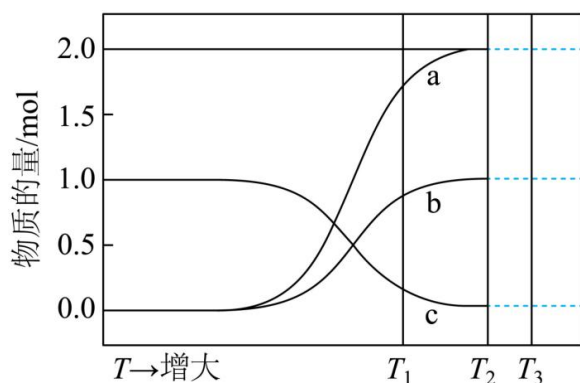
- A. 活化能: 反应 i < 反应 ii
- B. 丙烷中的键能: $-\text{CH}_3$ 的 C-H > $-\text{CH}_2-$ 的 C-H
- C. 当丙烷消耗 2 mol 时上述反应体系的焓变为 $\Delta H_1 + \Delta H_2$
- D. 相同条件下正丁烷与 Cl_2 发生一氯代反应, 产物 $n(2\text{-氯丁烷}): n(1\text{-氯丁烷}) > 3:2$

4. (2025 海南, 7) 恒温下, 反应物 A 与 Q 按图示计量关系, 同时发生三个基元反应, 分别生成产物 B、C、D, 反应速率 $v_1 > v_2 > v_3$ 。下列说法正确的是

- A. 反应的活化能 ① > ② > ③
- B. 提高温度仅提高反应 ② 中活化分子百分数
- C. 加入催化剂, 使反应 ③ 的活化能变小, D 的产量降低
- D. 总反应速率 $v_{\text{总}} = v_1 + v_2 + v_3$

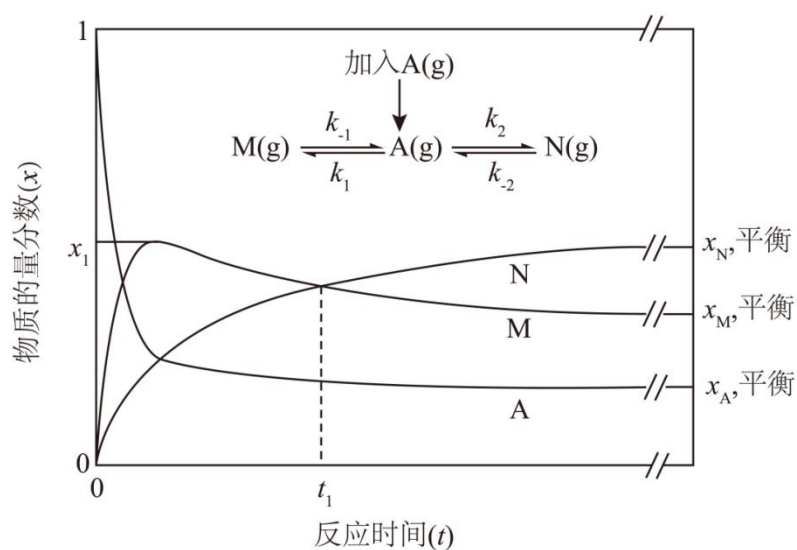


5. (2025 山东, 10) 在恒容密闭容器中, $\text{Na}_2\text{SiF}_6(\text{s})$ 热解反应所得固相产物和气相产物均为含氟化合物。平衡体系中各组分的物质的量随温度的变化关系(实线部分)如图所示。已知: T_2 温度时, $\text{Na}_2\text{SiF}_6(\text{s})$ 完全分解; 体系中气相产物在 T_1 、 T_3 温度时的分压分别为 p_1 、 p_3 。下列说法错误的是



- A. a 线所示物种为固相产物
- B. T_1 温度时, 向容器中通入 N_2 , 气相产物分压仍为 p_1
- C. p_3 小于 T_3 温度时热解反应的平衡常数 K_p
- D. T_1 温度时、向容器中加入 b 线所示物种, 重新达平衡时逆反应速率增大

6. (2025 安徽, 11) 恒温恒压密闭容器中, $t=0$ 时加入 $A(g)$, 各组分物质的量分数 x 随反应时间 t 变化的曲线如图(反应速率 $v=kx$, k 为反应速率常数)。



下列说法错误的是

- A. 该条件下 $\frac{x_{N,平衡}}{x_{M,平衡}} = \frac{k_{-1}k_2}{k_1k_{-2}}$
- B. $0 \sim t_1$ 时间段, 生成 M 和 N 的平均反应速率相等
- C. 若加入催化剂, k_1 增大, k_2 不变, 则 x_1 和 $x_{M,平衡}$ 均变大
- D. 若 $A(g) \rightarrow M(g)$ 和 $A(g) \rightarrow N(g)$ 均为放热反应, 升高温度则 $x_{A,平衡}$ 变大

7. (2025 江西, 12) 一定压强下, 乙烯水合反应为: $C_2H_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons C_2H_5OH(g)$

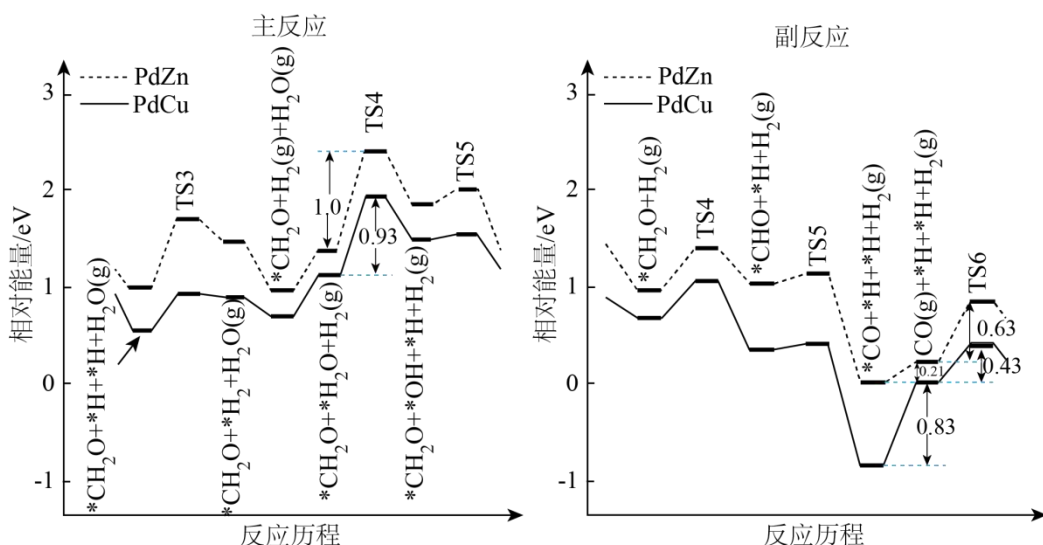
已知: $\Delta H(J/mol) = -34585 - 26.4T$

$\Delta G(J/mol) = -34585 + 26.4T \cdot \ln T + 45.19T$

气体均视为理想气体, 下列说法正确的是

- A. 反应的活化能: $E_{正} > E_{逆}$
- B. 恒温恒容充入 N_2 , 平衡向左移动
- C. ΔS 随温度升高而降低
- D. 平衡后, 升高温度, $\Delta v_{正} > \Delta v_{逆}$

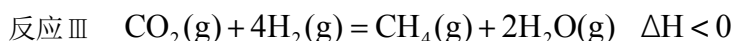
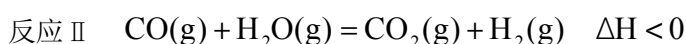
8. (2025 贵州, 13)用 PdCu 和 PdZn 催化甲醇重整制氢的反应有 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$ (主反应)、 $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ (副反应), 部分反应机理如图(TS 表示过渡态, *表示吸附态)。



依据图示信息, 下列说法正确的是

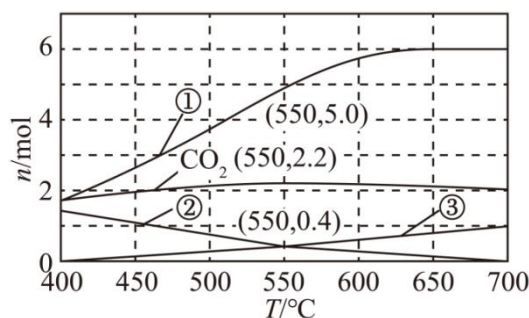
- A. H_2O 在 PdZn 催化剂表面解离的速率更快
- B. 在 PdCu 催化剂表面的 *CO 更容易脱附
- C. 消耗相同质量的 CH_3OH , 选择 PdZn 催化剂有利于生成更多 H_2
- D. 若原料更换为 CD_3OH , 经历 TS3 后可生成 *HD

9. (2025 江苏, 13)甘油($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$)水蒸气重整获得 H_2 过程中的主要反应:

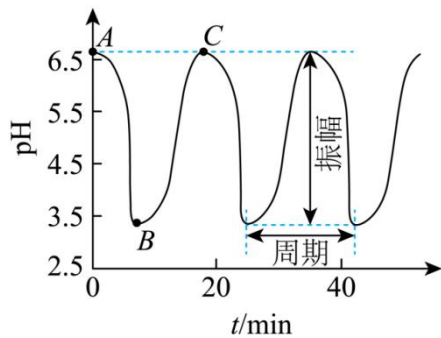
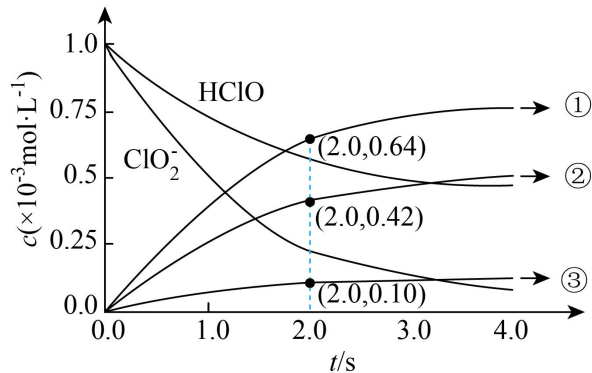


$1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 条件下, $1 \text{ mol C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ 和 $9 \text{ mol H}_2\text{O}$ 发生上述反应达平衡状态时, 体系中 CO 、 H_2 、 CO_2 和 CH_4 的物质的量随温度变化的理论计算结果如图所示。下列说法正确的是

- A. 550°C 时, H_2O 的平衡转化率为 20%
- B. 550°C 反应达平衡状态时, $n(\text{CO}_2):n(\text{CO}) = 11:25$
- C. 其他条件不变, 在 $400 \sim 550^\circ\text{C}$ 范围, 平衡时 H_2O 的物质的量随温度升高而增大
- D. 其他条件不变, 加压有利于增大平衡时 H_2 的物质的量



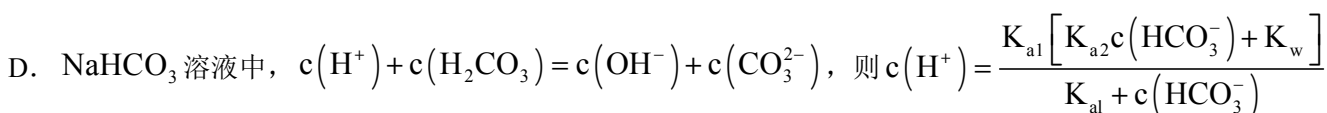
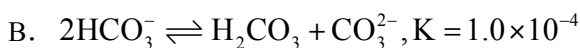
10. (2025 广西, 13) 常温下, 浓度均为 $1\times 10^{-3}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 HClO 和 ClO_2^- 混合溶液体系, 存在竞争反应:
- I. $\text{HClO} + 2\text{ClO}_2^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{ClO}_2 + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$
- II. $\text{HClO} + \text{ClO}_2^- \rightleftharpoons \text{ClO}_3^- + \text{Cl}^- + \text{H}^+$
- 初始 $\text{pH} = 2.5$ 的条件下, 含氯微粒的浓度随时间的变化曲线如图(忽略其他反应)。下列说法正确的是
- A. 曲线②表示的微粒为 ClO_3^-
- B. $0\sim 2.0\text{ s}$ 内, $c(\text{H}^+)$ 逐渐减小
- C. $0\sim 2.0\text{ s}$ 内, $v(\text{HClO}) = 2.9\times 10^{-4}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$
- D. 体系中 $v_{\text{正}}(\text{HClO}):v_{\text{逆}}(\text{ClO}_2) = 1:2$ 时, 反应 I 达到平衡状态
11. (2025 黑吉辽蒙, 14) 一定条件下, “ $\text{BrO}_3^- - \text{SO}_3^{2-} - [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} - \text{H}^+$ ” 4 种原料按固定流速不断注入连续流动反应器中, 体系 pH-t 振荡图像及涉及反应如下。其中 AB 段发生反应①~④, ①②为快速反应。下列说法错误的是
- | | |
|---|--|
| ① | $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{HSO}_3^-$ |
| ② | $\text{HSO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{SO}_3$ |
| ③ | $3\text{HSO}_3^- + \text{BrO}_3^- = 3\text{SO}_4^{2-} + \text{Br}^- + 3\text{H}^+$ |
| ④ | $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{BrO}_3^- \rightarrow$ |
| ⑤ | $\text{BrO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = \text{Br}^- + 6[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} + 3\text{H}_2\text{O}$ |
- A. 原料中 $c(\text{H}^+)$ 不影响振幅和周期
- B. 反应④: $3\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{BrO}_3^- = 3\text{SO}_4^{2-} + \text{Br}^- + 6\text{H}^+$
- C. 反应①~④中, H^+ 对 SO_3^{2-} 的氧化起催化作用
- D. 利用 pH 响应变色材料, 可将 pH 振荡可视化



四、电解质溶液中的离子平衡

1. (2025.1 浙江, 15) 25°C 时, H_2CO_3 的电离常数 $K_{\text{a}1} = 4.5 \times 10^{-7}$, $K_{\text{a}2} = 4.7 \times 10^{-11}$; $K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3) = 3.4 \times 10^{-9}$ 。

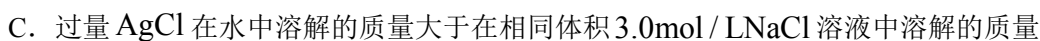
下列描述不正确的是



2. (2025.6 浙江, 15) 已知: $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \quad K_{\text{sp}} = 1.8 \times 10^{-10}$

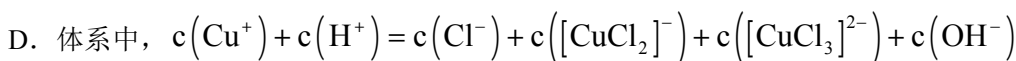
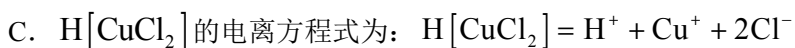
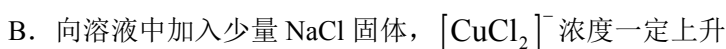


下列有关说法不正确的是

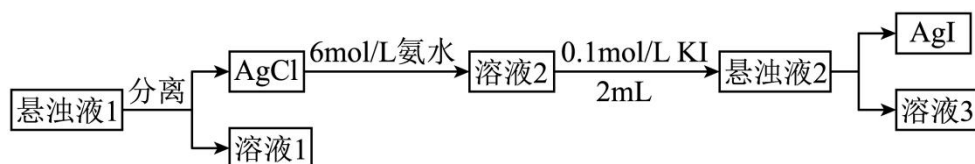


3. (2025 广东, 12) CuCl 微溶于水, 但在 Cl^- 浓度较高的溶液中因形成 $[\text{CuCl}_2]^-$ 和 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ 而溶解。将适量

CuCl 完全溶于盐酸, 得到含 $[\text{CuCl}_2]^-$ 和 $[\text{CuCl}_3]^{2-}$ 的溶液, 下列叙述正确的是



4. (2025 重庆, 13) 某兴趣小组探究沉淀的转化。将 $2\text{mL } 0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$ 溶液与同浓度同体积的 NaCl 溶液混合, 得悬浊液 1, 然后进行如下实验。下列叙述错误的是



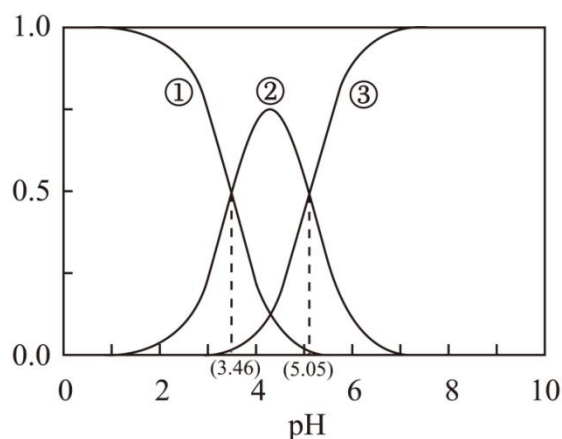
A. 溶液 1 中 $c(\text{Ag}^+) + c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{NO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$

B. 溶液 2 中 $c(\text{Cl}^-) > c([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+)$

C. 溶液 3 中 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$

D. 上述实验可证明 $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) > K_{\text{sp}}(\text{AgI})$

5. (2025 天津, 12) 苹果酸是二元弱酸, 以 H_2A 表示, 常用于制造药物、糖果等。25℃时, 溶液中 H_2A 、 HA^- 和 A^{2-} 的分布系数 $\delta(x)$ 随溶液 pH 变化如图。



例如: A^{2-} 的分布系数 $\delta(\text{A}^{2-}) = \frac{c(\text{A}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{A}^{2-})}$

该温度下, 下列说法错误的是

A. 曲线①是 H_2A 的分布系数曲线

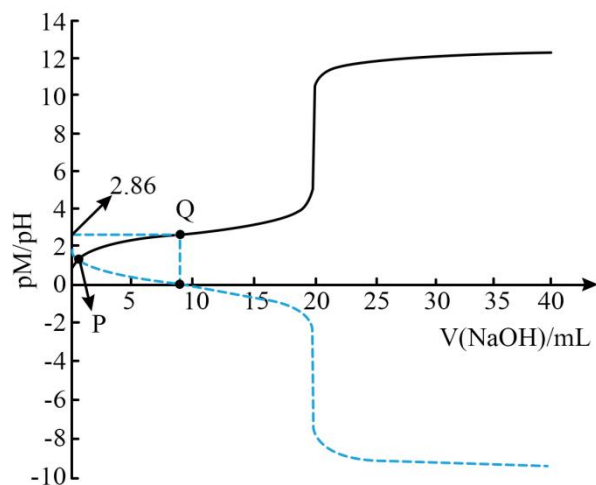
B. H_2A 的 $K_{a1} = 10^{-3.46}$

C. 反应 $\text{H}_2\text{A} + \text{A}^{2-} \rightleftharpoons 2\text{HA}^-$ 的平衡常数 $K = 10^{-1.59}$

D. pH=6 时, 溶液中粒子浓度的大小关系为 $c(\text{A}^{2-}) > c(\text{HA}^-) > c(\text{H}_2\text{A})$

6. (2025 贵州, 12) 25℃ 时, 向 20.00 mL 0.1000 mol·L⁻¹ ClCH₂COOH 溶液中滴入 0.1000 mol·L⁻¹ NaOH 溶液, 溶液的

pH 及 $-\lg \frac{c(\text{ClCH}_2\text{COO}^-)}{c(\text{ClCH}_2\text{COOH})}$ (用 pM 表示) 随 NaOH 溶液体积的变化关系如图。



下列说法错误的是

A. 25℃ 时, $K_a(\text{ClCH}_2\text{COOH}) = 10^{-2.86}$

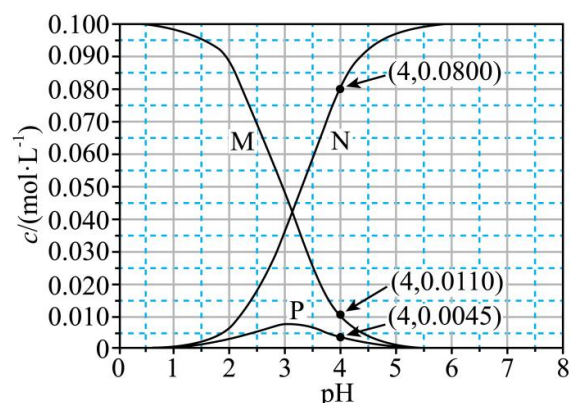
B. P 点溶液的 pH = pM = 1.43

C. 当 $V(\text{NaOH}) = 10.00 \text{ mL}$ 时, $c(\text{ClCH}_2\text{COOH}) > c(\text{ClCH}_2\text{COO}^-)$

D. 当 $V(\text{NaOH}) = 15.00 \text{ mL}$ 时, $4c(\text{Na}^+) = 3c(\text{ClCH}_2\text{COO}^-) + 3c(\text{ClCH}_2\text{COOH})$

7. (2025 新课标, 13) HF 总浓度 $c_{\text{总}}(\text{HF})$ 为 0.1000 mol·L⁻¹ 的水溶液中存在平衡: $\text{HF} \xrightleftharpoons{K_1} \text{H}^+ + \text{F}^-$ 、 $\text{HF} + \text{F}^- \xrightleftharpoons{K_2} \text{HF}_2^-$ 。

溶液中 $c(\text{HF})$ 、 $c(\text{HF}_2^-)$ 、 $c(\text{F}^-)$ 与 pH 关系如下图所示。下列叙述正确的是



A. M、N 分别为 $c(\text{HF}) \sim \text{pH}$ 、 $c(\text{HF}_2^-) \sim \text{pH}$ 关系曲线

B. $K_1 = \frac{c(\text{H}^+)c(\text{F}^-)}{c(\text{HF})} \approx 7 \times 10^{-4}$, $K_2 = \frac{c(\text{HF}_2^-)}{c(\text{HF})c(\text{F}^-)} \approx 5$

C. 溶液中 $c_{\text{总}}(\text{HF}) = c(\text{F}^-) + c(\text{HF}) + c(\text{HF}_2^-)$

D. pH=1 的溶液中 $c(\text{H}^+) = c(\text{F}^-) + c(\text{HF}_2^-) + c(\text{OH}^-)$

8. (2025 湖南, 13) 草酸广泛应用于食品、药品等领域。常温下, 通过下列实验探究了草酸的性质:

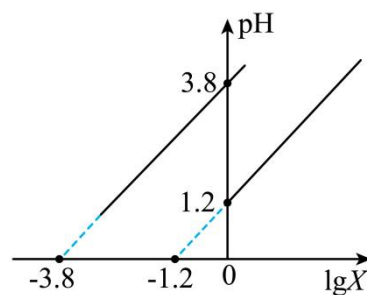
实验 1: 向 $10\text{mL } 0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中滴入一定量 $0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KOH}$ 溶液。混合溶液的 pH 与

$\lg X \left[X = \frac{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)}{c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} \text{ 或 } \frac{c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})}{c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)} \right]$ 的关系如图所示。

实验 2: 向 $10\text{mL } 0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中加入 $10\text{mL } 0.2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{BaCl}_2$ 溶液。

已知: 25°C 时, $K_{\text{sp}}(\text{BaC}_2\text{O}_4) = 10^{-7.6}$ 。混合后溶液体积变化忽略不计。

下列说法错误的是

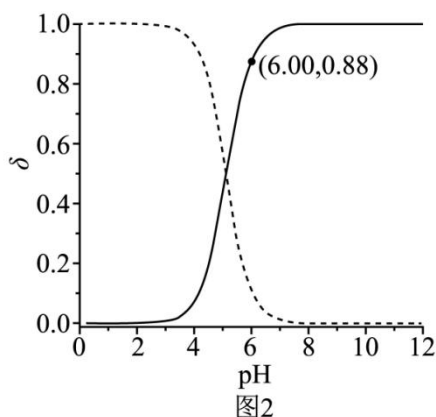
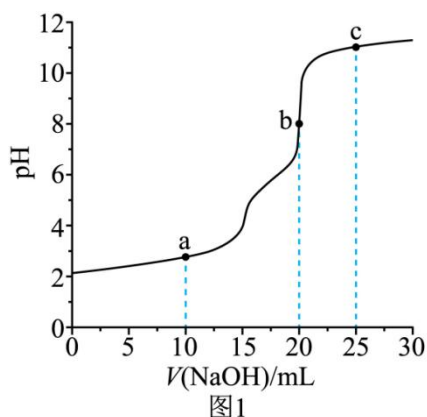


- A. 实验 1, 当溶液中 $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ 时, $\text{pH} = 2.5$
- B. 实验 1, 当溶液呈中性时: $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$
- C. 实验 2, 溶液中有沉淀生成
- D. 实验 2, 溶液中存在: $2c(\text{Ba}^{2+}) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + 2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$

9. (2025 云南, 14) 甲醛法测定 NH_4^+ 的反应原理为 $4\text{NH}_4^+ + 6\text{HCHO} = (\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+ + 3\text{H}^+ + 6\text{H}_2\text{O}$ 。取含 NH_4Cl 的废水浓缩至原体积的 $\frac{1}{10}$ 后, 移取 20.00mL , 加入足量甲醛反应后, 用 $0.01000\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 标准溶液滴定。

滴定曲线如图 1, 含氮微粒的分布分数 δ 与 pH 关系如图 2[比如:

$\delta[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+] = \frac{c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+]}{c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+] + c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4]}]$ 。下列说法正确的是

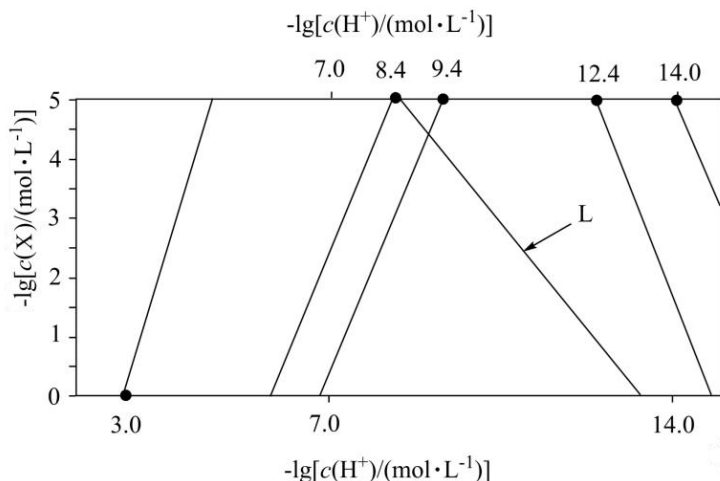


- A. 废水中 NH_4^+ 的含量为 $20.00\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$
- B. c 点: $c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+] + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$
- C. a 点: $c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+] > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-) > c[(\text{CH}_2)_6\text{N}_4]$
- D. $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4\text{H}^+ \rightleftharpoons (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + \text{H}^+$ 的平衡常数 $K \approx 7.3 \times 10^{-6}$

10. (2025 陕晋宁青, 14) 常温下, 溶液中 Al^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 以氢氧化物形式沉淀时, $-\lg\left[\frac{c(\text{X})}{(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})}\right]$ 与 $-\lg\left[\frac{c(\text{H}^+)}{(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})}\right]$ 的关系如图[其中 X 代表 Al^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 、 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ 、 $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 或 $\text{Cd}(\text{OH})_4^{2-}$]。已知: $K_{\text{sp}}[\text{Zn}(\text{OH})_2] < K_{\text{sp}}[\text{Cd}(\text{OH})_2]$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$ 比 $\text{Cd}(\text{OH})_2$ 更易与碱反应, 形成 $\text{M}(\text{OH})_4^{2-}$; 溶液中 $c(\text{X}) \leq 10^{-5} \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时, X 可忽略不计。

下列说法错误的是

- A. L 为 $-\lg\left[\frac{c[\text{Al}(\text{OH})_4^-]}{(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})}\right]$ 与 $-\lg\left[\frac{c(\text{H}^+)}{(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})}\right]$ 的关系曲线
- B. $\text{Zn}^{2+} + 4\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$ 的平衡常数为 $10^{11.2}$
- C. 调节 NaOH 溶液浓度, 通过碱浸可完全分离 $\text{Cd}(\text{OH})_2$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$
- D. 调节溶液 pH 为 4.7~6.4, 可将浓度均为

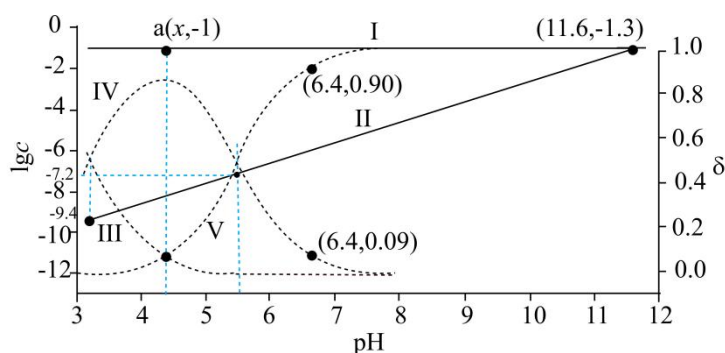


$0.1 \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 Zn^{2+} 和 Al^{3+} 完全分离

11. (2025 河北, 14) 已知 Cu^{2+} 和 L^{3-} 结合形成两种配离子 $[\text{CuL}]^-$ 和 $[\text{CuL}_2]^{4-}$ 常温下, $0.100 \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 H_3L 和 $0.002 \text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 CuSO_4 混合溶液中, HL^{2-} 和 L^{3-} 的浓度对数 $\lg c$ (实线)、含铜微粒的分布系数 δ (虚线)[例如

$$\delta_{\text{Cu}^{2+}} = \frac{c(\text{Cu}^{2+})}{c(\text{Cu}^{2+}) + c([\text{CuL}]^-) + c([\text{CuL}_2]^{4-})}$$

与溶液 pH 的关系如图所示:



下列说法错误的是

- A. $\text{Cu}^{2+} + \text{L}^{3-} \rightleftharpoons [\text{CuL}]^-, K = 10^{9.4}$
- B. $\text{HL}^{2-} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{L}^{3-}, K = 10^{-11.6}$
- C. 图中 a 点对应的 $\text{pH} = 4.2$
- D. 当 $\text{pH} = 6.4$ 时, 体系中 $c(\text{HL}^{2-}) > c([\text{CuL}_2]^{4-}) > c([\text{CuL}]^-) > c(\text{L}^{3-})$

12. (2025 广西, 14) 常温下, 用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaOH}$ 溶液以相同滴速分别滴定下列两种等体积溶液:

I. 硫酸酸化的 $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ FeSO}_4$ 溶液

II. 盐酸酸化的 $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ FeCl}_3$ 溶液

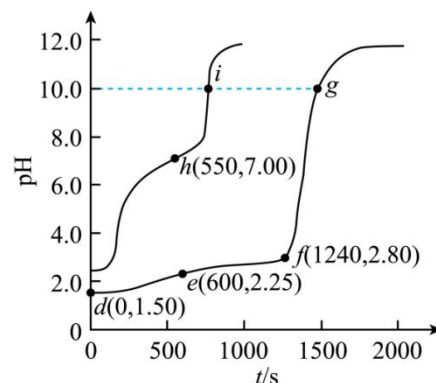
pH 随滴定时间变化的滴定曲线如图。已知: $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_2] = 10^{-16.3}$, $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 10^{-38.6}$; 溶液中某离子的浓度 $\leq 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 可认为该离子沉淀完全。下列说法错误的是

A. d 点水电离的 $c(\text{H}^+) > 10^{-12.5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

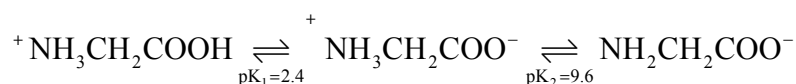
B. II 中 Fe^{3+} 恰好完全沉淀的点为 f 点

C. I 中出现沉淀时的 pH 低于理论值, 说明 Fe^{2+} 被氧化

D. g 点的 $c(\text{Fe}^{3+})$ 大于 i 点的 $c(\text{Fe}^{3+})$



13. (2025 甘肃, 14) 氨基乙酸 ($\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$) 是结构最简单的氨基酸分子, 其分子在水溶液中存在如下平衡:



在 25°C 时, 其分布分数 δ [如

$$\delta(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-) = \frac{c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-)}{c(^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COOH}) + c(\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-) + c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-)}]$$

与溶液 pH 关系如图 1 所示。在 $100 \text{ mL } 0.01 \text{ mol/L } ^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COOH} \cdot \text{Cl}^-$ 溶液中逐滴滴入 0.1 mol/L NaOH 溶液, 溶

液 pH 与 NaOH 溶液滴入体积的变化关系如图 2 所示。下列说法错误的是

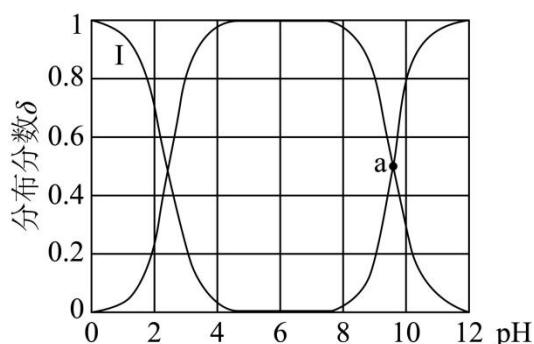


图1

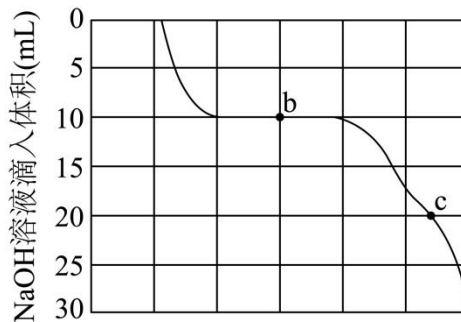


图2

A. 曲线 I 对应的离子是 $^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

B. a 点处对应的 pH 为 9.6

C. b 点处 $c(^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COOH}) = c(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-)$

D. c 点处 $2c(^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COOH}) + c(^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$

14. (2025 福建, 10) 常温下, 在 Cr(VI) 总浓度始终为 $0.025 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 K_2CrO_4 溶液中, 铬元素以

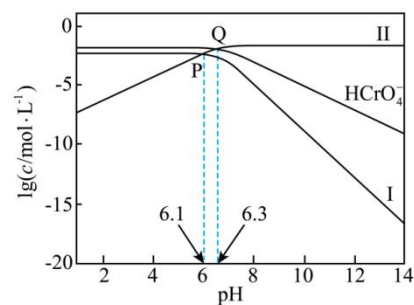
HCrO_4^- 、 CrO_4^{2-} 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 形式存在, $\lg(c/\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})$ 随 pH 变化如图。下列说法正确的是

A. 曲线 I 代表的组分为 CrO_4^{2-}

B. P 点: $c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = \frac{0.025}{3+10^{0.2}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

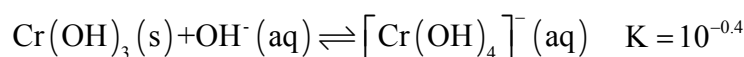
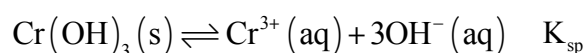
C. $2\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 的平衡常数 $K=10^{12.2}$

D. Q 点: $3c(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) + 2c(\text{CrO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-) = c(\text{K}^+) + c(\text{H}^+)$



15. (2025 重庆, 14) $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 是两性氢氧化物, 其沉淀分离的关键是控制溶液 pH 。25 °C 时, 某溶液中 $c(\text{Cr}^{3+})$ 与 $c([\text{Cr}(\text{OH})_4]^-)$ 的总和为 c 。 $-\lg c$ 随 pH 的变化关系如图所示 (忽略体积变化)。

已知:



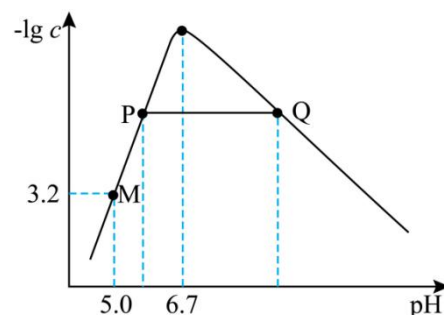
下列叙述正确的是

A. 由 M 点可以计算 $K_{\text{sp}} = 10^{-30.2}$

B. Cr^{3+} 恰好沉淀完全时 pH 为 6.7

C. P 点沉淀质量小于 Q 点沉淀质量

D. 随 pH 增大 $\frac{c(\text{Cr}^{3+})}{c([\text{Cr}(\text{OH})_4]^-)}$ 先减小后增大



16. (2025 安徽, 14) H_2A 是二元弱酸, M^{2+} 不发生水解。25°C 时, 向足量的难溶盐 MA 粉末中加入稀盐酸,

平衡时溶液中 $\lg[c(\text{M}^{2+})/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$ 与 pH 的关系如下图所示。

已知 25°C 时, $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{A})=10^{-1.6}$, $K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{A})=10^{-6.8}$, $\lg 2=0.3$ 。下列

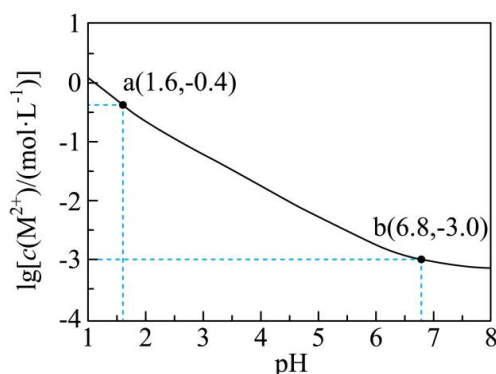
说法正确的是

A. 25°C 时, MA 的溶度积常数 $K_{\text{sp}}(\text{MA})=10^{-6.3}$

B. $\text{pH}=1.6$ 时, 溶液中 $c(\text{M}^{2+}) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{HA}^-) > c(\text{A}^{2-})$

C. $\text{pH}=4.5$ 时, 溶液中 $c(\text{HA}^-) > c(\text{H}_2\text{A}) > c(\text{A}^{2-})$

D. $\text{pH}=6.8$ 时, 溶液中 $c(\text{H}^+) + 2c(\text{HA}^-) + c(\text{H}_2\text{A}) = c(\text{OH}^-) + c(\text{Cl}^-)$



17. (2025 河南, 14) 乙二胺($\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$, 简称为 Y)可结合 H^+ 转化为 $[\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3]^+$ (简称为 HY^+) $[\text{H}_3\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3]^{2+}$ (简称为 H_2Y^{2+})。 Ag^+ 与 Y 可形成 $[\text{AgY}]^+$ 和 $[\text{AgY}_2]^+$ 两种配离子。室温下向 AgNO_3 溶液中加入 Y, 通过调节混合溶液的 pH 改变 Y 的浓度, 从而调控不同配离子的浓度(忽略体积变化)。混合溶液中 Ag^+ 和 Y 的初始浓度分别为 $1.00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 和 $1.15 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。 $-\lg \left[\frac{c(\text{M})}{(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})} \right]$ 与 $-\lg \left[\frac{c(\text{Y})}{(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})} \right]$ 的变化关系如图 1 所示(其中 M 代表 Ag^+ 、 $[\text{AgY}]^+$ 或 $[\text{AgY}_2]^+$)。分布系数 $\delta(\text{N})$ 与 pH 的变化关系如图 2 所示(其中 N 代表 Y、 HY^+ 或 H_2Y^{2+})。比如 $\delta(\text{H}_2\text{Y}^{2+}) = \frac{c(\text{H}_2\text{Y}^{2+})}{c(\text{Y}) + c(\text{HY}^+) + c(\text{H}_2\text{Y}^{2+})}$ 。

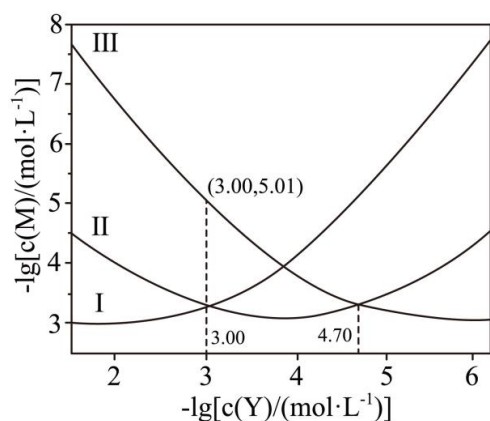


图1

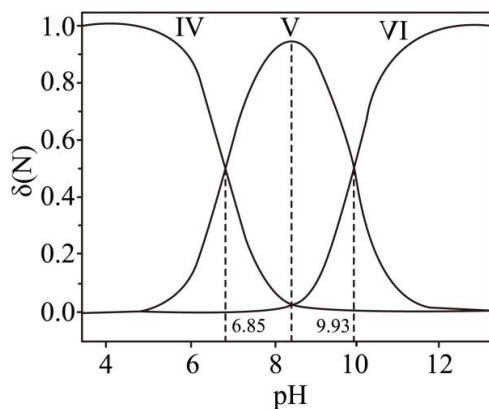


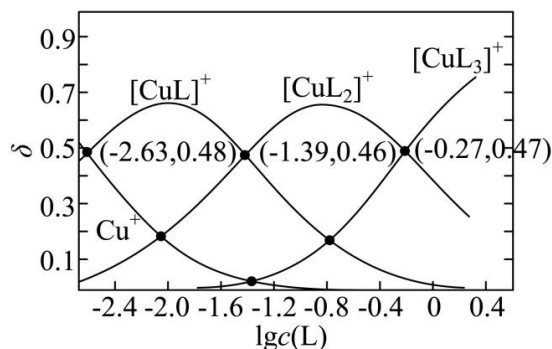
图2

下列说法错误的是

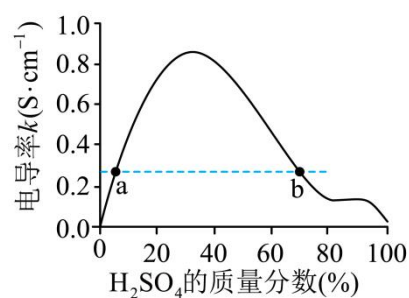
- A. 曲线 I 对应的离子是 $[\text{AgY}_2]^+$
- B. $\delta(\text{HY}^+)$ 最大时对应的 $\text{pH}=8.39$
- C. 反应 $\text{Ag}^+ + \text{Y} \rightleftharpoons [\text{AgY}]^+$ 的平衡常数 $K_1=10^{4.70}$
- D. $-\lg \left[\frac{c(\text{Y})}{(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})} \right] = 3.00$ 时, $c(\text{HY}^+) > c(\text{H}_2\text{Y}^{2+})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

18. (2025 湖北, 14) 铜(I)、乙腈(简称为 L)的某水溶液体系中含铜物种的分布曲线如图。纵坐标(δ)为含铜物种占总铜的物质的量分数, 总铜浓度为 $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。下列描述正确的是

- A. $\text{Cu}^+ + 3\text{L} \rightleftharpoons [\text{CuL}_3]^+$ 的 $\lg K = 0.27$
- B. 当 $c(\text{Cu}^+) = c\{[\text{CuL}]^+\}$ 时, $c\{[\text{CuL}_2]^+\} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- C. n 从 0 增加到 2, $[\text{CuL}_n]^+$ 结合 L 的能力随之减小
- D. 若 $c\{[\text{CuL}]^+\} = c\{[\text{CuL}_3]^+\}$, 则 $2c\{[\text{CuL}_2]^+\} < c\{[\text{CuL}]^+\} + 3c\{[\text{CuL}_3]^+\}$

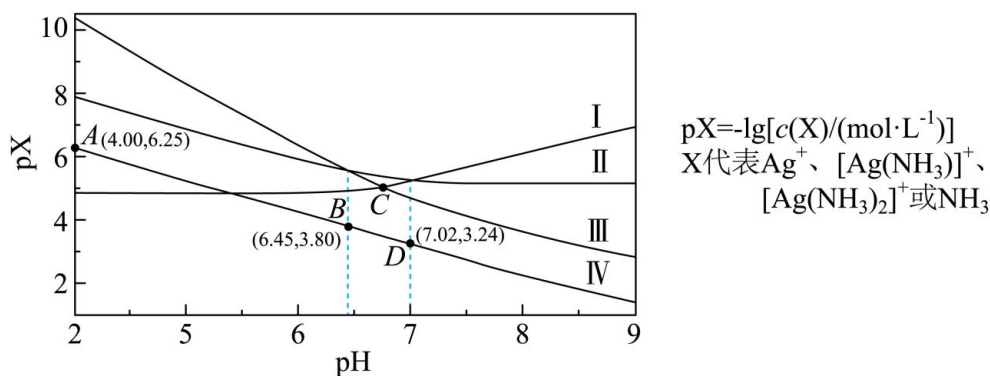


19. (2025 海南, 14) (不定项) 溶液电导率(κ)高低间接体现了电解质溶液中导电粒子的有效浓度。303 K 下, 硫酸质量分数与其电导率关系如图所示。下列说法错误的是



- A. 液态纯 H_2SO_4 存在平衡: $2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \text{H}_3\text{SO}_4^+ + \text{HSO}_4^-$
- B. 因为 $\kappa(a) = \kappa(b)$, 所以 $\text{pH}(a) = \text{pH}(b)$
- C. 电导率最大值对应浓度是构建铅酸蓄电池的重要依据
- D. 在一定质量分数区间(15%~20%), 硫酸电离度随质量分数增加而增大

20. (2025 黑吉辽蒙, 15) 室温下, 将 0.1mol AgCl 置于 $0.1\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{NH}_4\text{NO}_3$ 溶液中, 保持溶液体积和 N 元素总物质的量不变, pX-pH 曲线如图, $\text{Ag}^+ + \text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 和 $\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 的平衡常数分别为 K_1 和 K_2 : NH_4^+ 的水解常数 $K_h(\text{NH}_4^+) = 10^{-9.25}$ 。下列说法错误的是

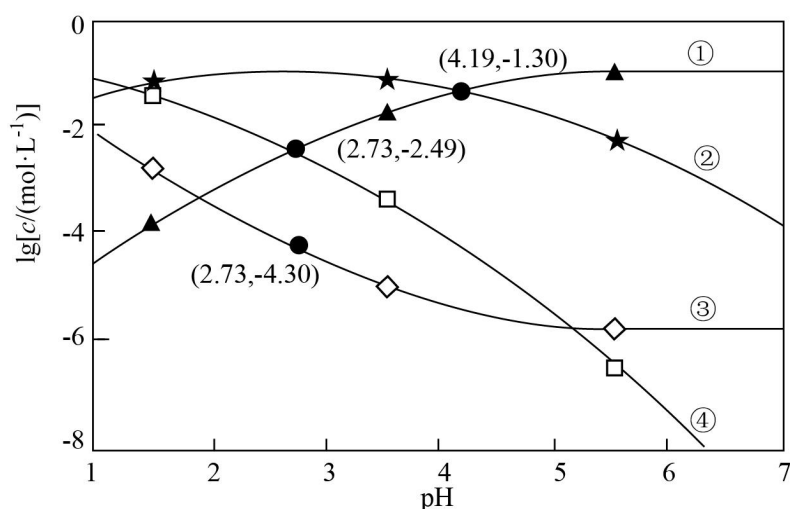


- A. Ⅲ为 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 的变化曲线
- B. D 点: $c(\text{NH}_4^+) - c(\text{OH}^-) > 0.1 - c(\text{H}^+)$
- C. $K_1 = 10^{3.24}$
- D. C 点: $c(\text{NH}_3) = 10^{-3.52}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

21. (2025 四川, 15) H_2A 是一种二元酸, MA 是一种难溶盐。图中曲线分别表示室温下:

(i) $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 H_2A 溶液中, 各物种的 $\lg\left[\frac{c}{(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})}\right]$ 与 pH 的关系;

(ii) 含 MA(s) 的 $0.10\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}\text{Na}_2\text{A}$ 溶液中, $\lg\left[\frac{c(\text{M}^{2+})}{(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})}\right]$ 与 pH 的关系。



下列说法正确的是

A. 曲线④表示 $\lg\left[\frac{c(\text{M}^{2+})}{(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})}\right]$ 与 pH 的关系

B. (i) 中 $\text{pH} = 2.00$ 时, $\frac{c(\text{A}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{A})} = 10^{-1.46}$

C. $\text{pK}_{\text{sp}}(\text{MA}) = 5.60$

D. (ii) 中增加 MA(s) , 平衡后溶液中 H_2A 、 HA^- 、 A^{2-} 浓度之和增大

22. (2025 山东, 15) (不定项) 常温下, 假设 1L 水溶液中 Co^{2+} 和 $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 初始物质的量浓度均为 $0.01\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

平衡条件下, 体系中全部四种含碳物种的摩尔分数随 pH 的变化关系如图所示(忽略溶液体积变化)。

已知: 体系中含钴物种的存在形式为 Co^{2+} 、 $\text{CoC}_2\text{O}_4(\text{s})$ 和 $\text{Co}(\text{OH})_2(\text{s})$; $K_{\text{sp}}(\text{CoC}_2\text{O}_4) = 6.0 \times 10^{-8}$,

$K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2] = 5.9 \times 10^{-15}$ 。

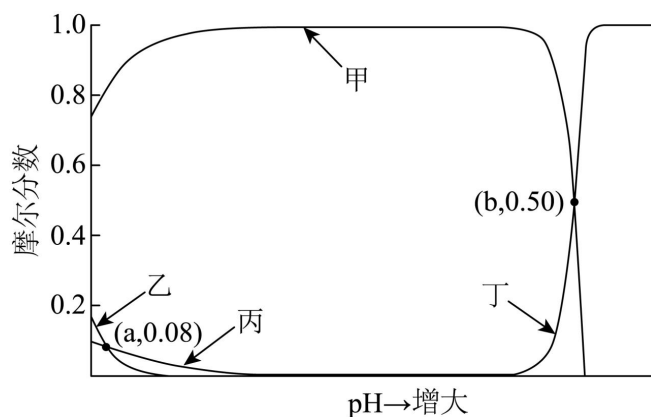
下列说法正确的是

A. 甲线所示物种为 HC_2O_4^-

B. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 的电离平衡常数 $K_{\text{a}2} = 10^{-\text{a}}$

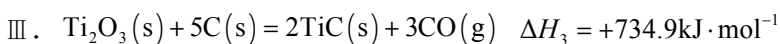
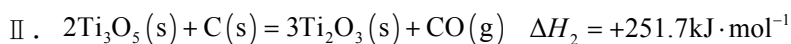
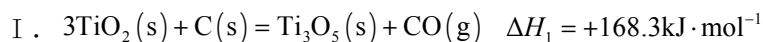
C. $\text{pH} = \text{a}$ 时, Co^{2+} 物质的量浓度为 $1.6 \times 10^{-3}\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

D. $\text{pH} = \text{b}$ 时, 物质的量浓度: $c(\text{OH}^-) < c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$



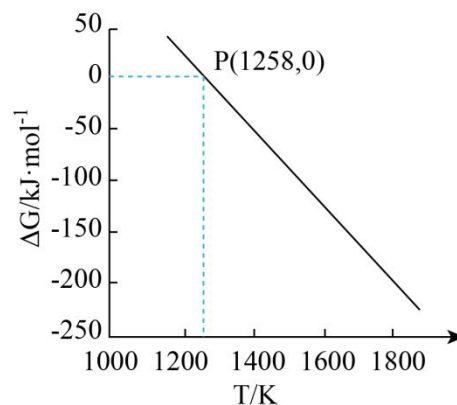
五、化学反应原理综合题（非选择题）

1. (2025 贵州, 17) TiC 是一种极具潜力的超高温结构材料, 其制备总反应为: $\text{TiO}_2(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) = \text{TiC}(\text{s}) + 2\text{CO}(\text{g})$ ΔH 反应步骤如下:



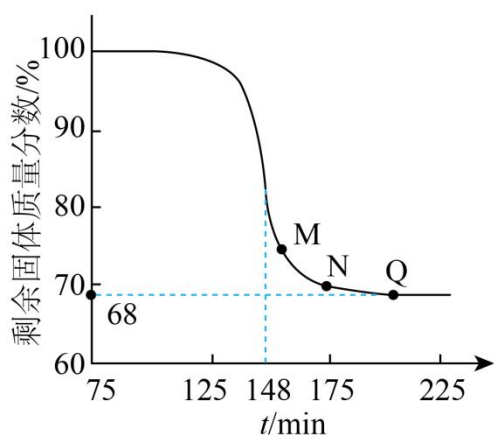
回答下列问题:

(1) $\Delta H =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 总反应的 ΔG 随温度 T 的变化关系如图, 则总反应自发进行的温度条件为_____。



(2) 在恒容密闭容器中, 加入 1 mol TiO_2 、5 mol C 和 8.4 mol 氢气, 以 $10^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 从 20°C 升温至 1500°C 后保持恒温

进行反应, 测得剩余固体质量分数随时间 t 变化关系如图。已知: 剩余固体质量分数 = $\frac{m(\text{剩余固体})}{m(\text{起始固体})} \times 100\%$

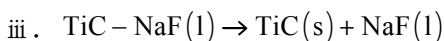
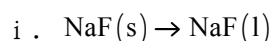


① 148 min 之前反应速率逐渐加快的原因是_____。

② M、N 点的反应速率 $v(\text{M})$ _____ $v(\text{N})$ (选填“>”“=”或“<”), 其原因是_____。

③ 设 Q 点达平衡, 总压为 p kPa, 则 1500°C 时总反应的 $K_p =$ _____ $(\text{kPa})^2$ (分压 = 总压 $\times$ 物质的量分数, 用含 p 的代数式表示)。

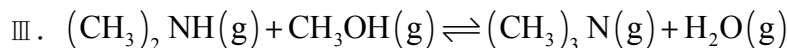
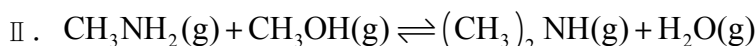
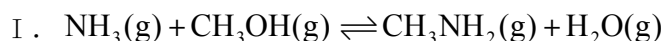
(3) 高温下, 向 TiO_2 和 C 反应体系中加入 NaF, 可形成 TiC-NaF(l) (TiC 与 NaF 共熔体), 最终获得 TiC, 原理如下:



过程 ii 的化学方程式为_____, 加入 NaF 有利于生成更多 TiC 的原因是_____。

2. (2025.1 浙江, 18) 二甲胺 $[(CH_3)_2NH]$ 、N, N-二甲基甲酰胺 $[HCON(CH_3)_2]$ 均是用途广泛的化工原料。请回答:

(1) 用氨和甲醇在闭容器中合成二甲胺, 反应方程式如下:



可改变甲醇平衡转化率的因素是_____。

A. 温度 B. 投料比 $[n(NH_3):n(CH_3OH)]$ C. 压强 D. 催化剂

(2) 25℃下, $(CH_3)_2NH \cdot H_2O$ 的电离常数为 K_b , $-\lg K_b = 3.2$, 则 $1\text{mol/L}[(CH_3)_2NH_2]^+Cl^-$ 水溶液的 $pH =$ _____。

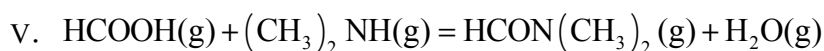
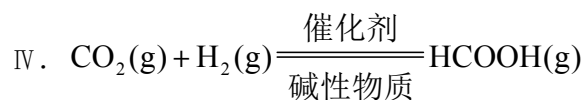
(3) 在 $[(CH_3)_2NH_2]^+Cl^-$ 的有机溶液中电化学还原 CO_2 制备 $HCON(CH_3)_2$ 阴极上生成 $HCON(CH_3)_2$ 的电极反应方程式是_____。

(4) 上述电化学方法产率不高, 工业中常用如下反应生产 $HCON(CH_3)_2$:

$(CH_3)_2NH(g) + CO(g) = HCON(CH_3)_2(l)$ 。某条件下反应自发且熵减, 则反应在该条件下 ΔH _____ 0 (填“>”、“<”或“=”)。

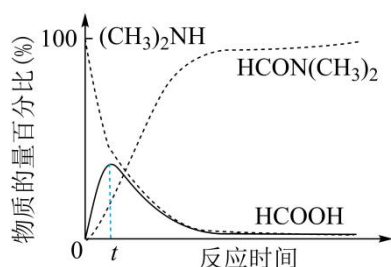
(5) 有研究采用 CO_2 、 H_2 和 $(CH_3)_2NH$ 催化反应制备 $HCON(CH_3)_2$ 。在恒温密闭容器中, 投料比

$n(CO_2):n(H_2):n[(CH_3)_2NH] = 20:15:1$, 催化剂 M 足量。反应方程式如下:



$HCOOH$ 、 $(CH_3)_2NH$ 、 $HCON(CH_3)_2$ 三种物质的物质的量百分比随反应时间变化如图所示。

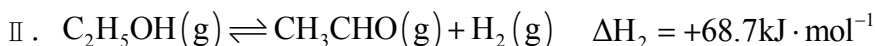
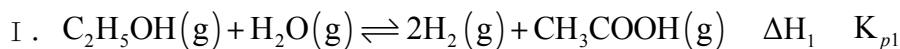
(例: $HCOOH$ 的物质的量百分比 = $\frac{n(HCOOH)}{n(HCOOH) + n[(CH_3)_2NH] + n[HCON(CH_3)_2]} \times 100\%$)



①请解释 $HCOOH$ 的物质的量百分比随反应时间变化的原因(不考虑催化剂 M 活性降低或失活)_____。

②若用 SiH_4 代替 H_2 作为氢源与 CO_2 反应生成 $HCOOH$, 可以降低反应所需温度。请从化学键角度解释原因_____。

3. (2025 云南, 17) 我国科学家研发出一种乙醇(沸点 78.5°C)绿色制氢新途径, 并实现高附加值乙酸(沸点 118°C)的生产, 主要反应为:



回答下列问题:

(1) 乙醇可由秸秆生产, 主要过程为

秸秆 $\xrightarrow{\text{预处理}}$ 纤维素 $\xrightarrow{\text{水解}}$ _____ $\xrightarrow{\text{发酵}}$ 乙醇

(2) 对于反应 I:

①已知 $\text{CH}_3\text{CHO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{CH}_3\text{COOH}(\text{g}) \quad \Delta H = -24.3\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 则 $\Delta H_1 =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

②一定温度下, 下列叙述能说明恒容密闭容器中反应达到平衡状态的是 _____ (填标号)。

A. 容器内的压强不再变化

B. 混合气体的密度不再变化

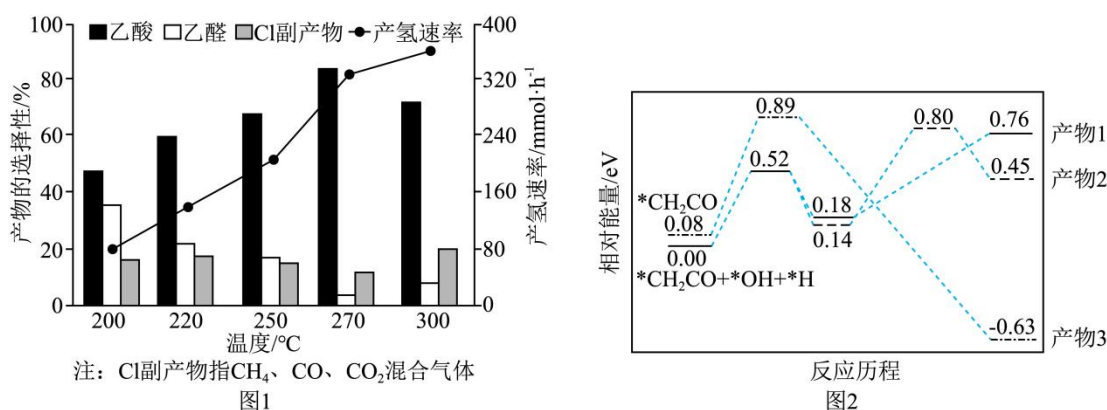
C. CH_3COOH 的体积分数不再变化

D. 单位时间内生成 $1\text{molH}_2\text{O}$, 同时消耗 2molH_2

③反应后从混合气体分离得到 H_2 , 最适宜的方法为 _____。

(3) 恒压 100kPa 下, 向密闭容器中按 $n(\text{H}_2\text{O}):n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 9:1$ 投料, 产氢速率和产物的选择性随温度变化关

系如图 1, 关键步骤中间体的能量变化如图 2。[比如: 乙酸选择性 $= \frac{n(\text{生成的乙酸})}{n(\text{转化的乙醇})} \times 100\%$]



①由图 1 可知, 反应 I 最适宜的温度为 270°C , 原因为 _____。

②由图中信息可知, 乙酸可能是 _____ (填“产物 1”“产物 2”或“产物 3”)。

③ 270°C 时, 若该密闭容器中只发生反应 I、II, 平衡时乙醇的转化率为 90%, 乙酸的选择性为 80%, 则

$p(\text{CH}_3\text{COOH}):p(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) =$ _____, 平衡常数 $K_{p1} =$ _____ kPa (列出计算式即可; 用平衡分压代替平衡浓度计算, 分压=总压 $\times$ 物质的量分数)。

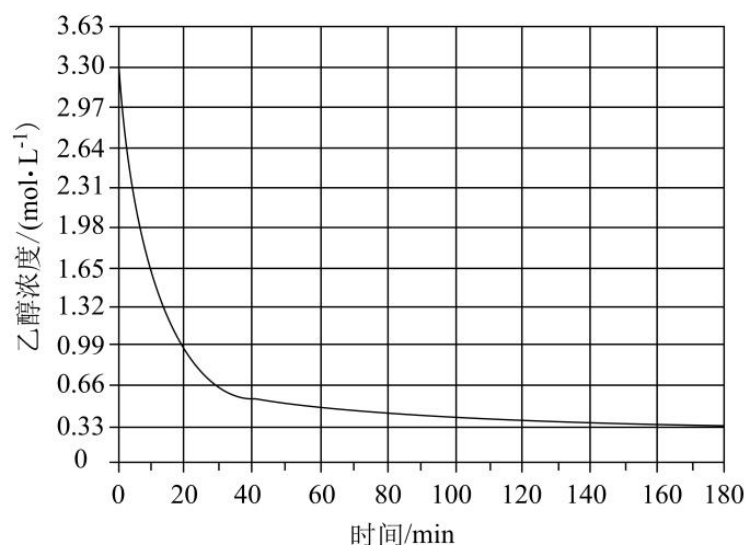
4. (2025 新课标, 28) 乙酸乙酯是一种应用广泛的有机化学品, 可由乙酸和乙醇通过酯化反应制备。回答下列问题:

(1) 乙酸、乙醇和乙酸乙酯的燃烧热分别为 $-874\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、 $-1367\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 和 $-2238\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, 则酯化反应

$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{l}) + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) = \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的 $\Delta H =$ _____ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

(2) 酯化反应中的 3 种有机物的沸点从高到低的顺序为 _____ 原因是 _____。

(3) 在常压和 353.15K 时, 初始组成 $n(\text{CH}_3\text{COOH}):n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})=3:1$ 、 NaHSO_4 作催化剂的条件下进行反应, 得到乙醇浓度随反应时间的变化如下图所示。



平衡时乙酸的转化率 $\alpha =$ _____ %, 平衡常数 $K =$ _____ (保留 2 位有效数字)。已知酯化反应的速率方程为

$r = k_+ c(\text{CH}_3\text{COOH}) c(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) - k_- c(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) c(\text{H}_2\text{O})$, 其中 $k_+ = 1.0 \times 10^{-5} \text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$, 则

$k_- =$ _____ $\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ (保留 2 位有效数字)。

(4) 研究发现, 难以通过改变反应温度或压强来提高乙酸乙酯平衡产率, 原因是 _____。若要提高乙酸乙酯的产率, 可以采用的方法是 _____ (举 1 例)。

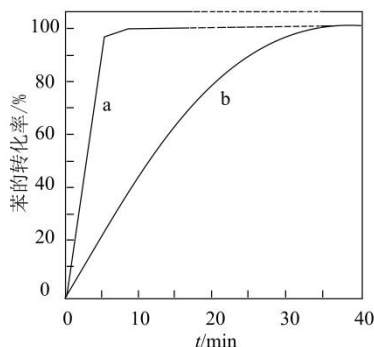
5. (2025 天津, 16) 以苯为代表的挥发性有机污染物可以在 Co_3O_4 的催化作用下, 与 O_2 反应生成 CO_2 和 H_2O , 进一步将 CO_2 转化成高附加值的化学品, 可减少污染和碳排放。

I. CO_2 与苯的分子结构

(1) CO_2 分子中碳原子的杂化轨道类型为_____, 苯是_____ (填“极性”或“非极性”) 分子。

II. 苯的催化氧化

Co_3O_4 做催化剂时, 在有、无光照条件下, 苯的催化氧化产物相同, 但反应历程不同。无光照条件下反应活化能为 38 kJ/mol , 有光照条件下反应活化能为 26 kJ/mol 。如图是 290°C 时, 有、无光照条件下, 苯的转化率随时间的变化曲线。



(2) 光照条件下, 对应的转化率曲线为_____ (填“a”或“b”)。

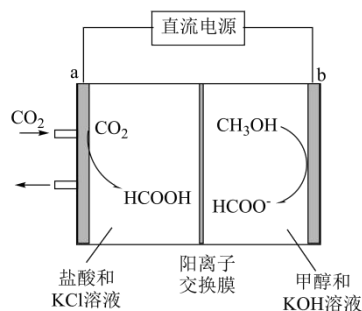
(3) 有、无光照条件下, 两种反应历程的 ΔH _____ (填“相等”或“不等”)。

III. CO_2 的转化

(4) CO_2 与 H_2 反应可以合成甲醇: $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H < 0$ 。一定温度下, 等物质的量的 CO_2 和 H_2 在恒容密闭容器中发生上述反应达到平衡后, 下列各操作有利于平衡正向移动的是_____ (填序号)。

a. 分离出甲醇 b. 充入稀有气体 c. 增加 H_2 量 d. 降低温度

(5) 一定条件下, 以 CO_2 和 CH_3OH 为原料制备 HCOOH 和甲酸盐, 其装置原理如图。

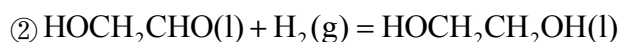
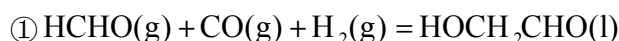


① 电极 a 是_____极, 电极反应式为_____;

② 电解过程中, 电极 b 一侧的溶液 pH 将_____ (填“升高”“不变”或“降低”);

③ 电解过程中通过阳离子交换膜的离子为_____。

6. (2025 四川, 18) 乙二醇是一种应用广泛的化工原料。以甲醛和合成气($\text{CO}+\text{H}_2$)为原料制备乙二醇, 反应按如下两步进行:



已知: $\Delta_f H_m$ 为物质生成焓, 反应焓变 $\Delta H = \text{产物生成焓之和} - \text{反应物生成焓之和}$ 。相关物质的生成焓如下表所示。

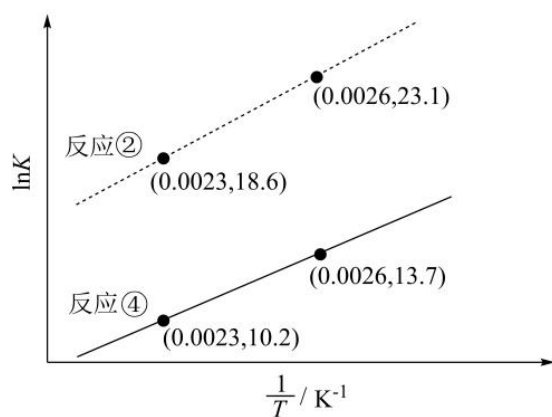
物质	$\text{HCHO}(\text{g})$	$\text{CO}(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}(\text{l})$
$\Delta_f H_m / \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	-116	-111	0	-455

回答下列问题:

(1) 生成乙二醇的总反应③, 其热化学方程式为_____, ΔS _____ 0 (填 “>” “<” 或 “=”), 反应在 _____ (填 “高温” 或 “低温”) 自发进行。

(2) 恒压时, 合成气中 $n(\text{H}_2):n(\text{CO})$ 增大, HOCH_2CHO (羟基乙醛) 单位时间产率降低, 其原因是_____。

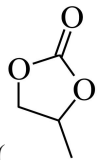
(3) 反应中伴随副反应④: $\text{HCHO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$ 。平衡常数与温度之间满足关系 $\ln K = -\frac{\Delta H}{RT} + \text{常数}$, 反应②和④的 $\ln K$ 与 $\frac{1}{T}$ 的关系如图所示, 则 ΔH_2 _____ ΔH_4 , (填 “>” “<” 或 “=”); 欲抑制甲醇的生成, 应适当 _____ (填 “升高” 或 “降低”) 反应温度, 理由是_____。



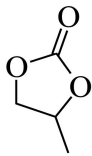
(4) 若反应在恒容密闭容器中进行, 溶剂中甲醛初始浓度为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

① 反应 5h 后, 羟基乙醛、乙二醇、甲醇的产率分别为 38%、8%、10%, 则甲醛的平均消耗速率 $v =$ _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

② 溶剂中 H_2 和 CO 浓度分别保持为 $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $6.0 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 羟基乙醛、乙二醇、甲醇的平衡产率分别为 18%、34%、14%, 生成乙二醇的平衡常数 $K =$ _____ $(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})^{-3}$ (科学记数, 保留小数点后 2 位)。



7. (2025 上海, 1) 碳酸丙烯酯()简称 PC, 是一种重要的有机化合物, 具有多种工业用途。



(1) 中电负性最大的元素是_____。

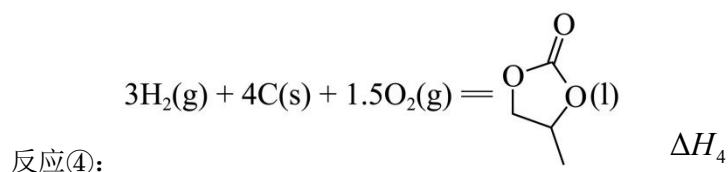
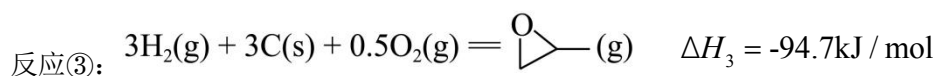
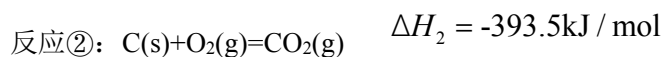
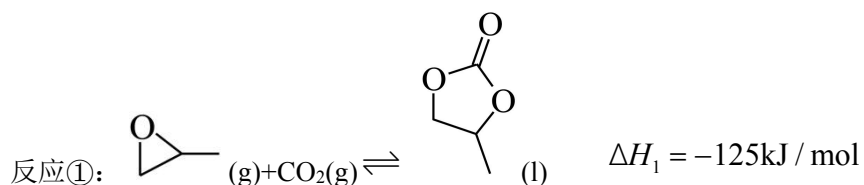
A. C B. H C. O

(2) 1mol PC 分子中 σ 键的数目为_____。

A. $7N_A$ B. $12N_A$ C. $13N_A$ D. $14N_A$

环氧丙烷与二氧化碳催化合成法是目前最常用的生产方法。

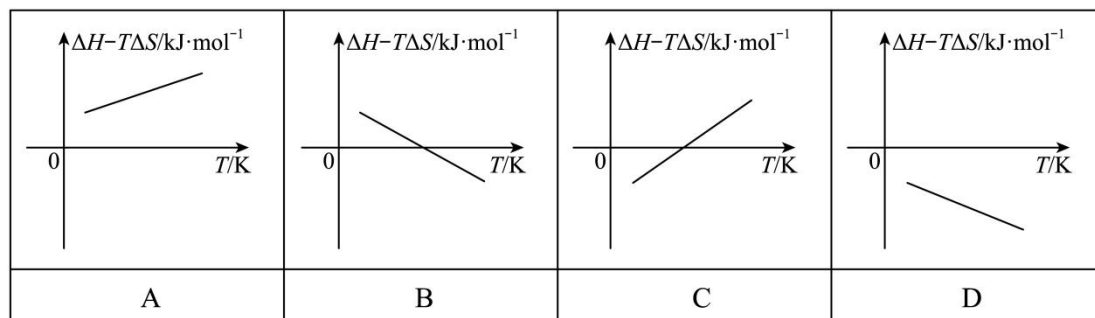
已知:



(3) 反应④的 $\Delta H_4 =$ _____ kJ/mol

A. -613.2 B. 613.2 C. 395.2 D. -395.2

(4) 下列关于反应①的 $\Delta H - T\Delta S$ 随温度 T 的变化趋势正确的是_____。



一定条件下, 在 25mL 恒容密闭容器中, 环氧丙烷气体和过量的 CO₂ 发生反应①, 制得碳酸丙烯酯液体。

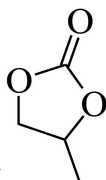
(5) 下列措施可以增加反应物分子中活化分子百分数的是_____。

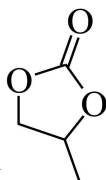
- A. 通入惰性气体 B. 增加 CO_2 浓度 C. 缩小容器体积 D. 升高温度

(6) 能说明上述反应达到化学平衡标志的是_____。

- A. $v_{\text{正}}(\text{CO}_2) = v_{\text{正}}(\text{碳酸丙烯酯})$ B. 物质总质量保持不变
C. 压强保持不变 D. 气体平均摩尔质量保持不变

(7) 反应 4h 后, 液体体积为 10mL, 碳酸丙烯酯的选择性为 95%, 则环氧丙烷的化学反应速率 $v(\text{环氧丙烷}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ (精确到小数点后 2 位)



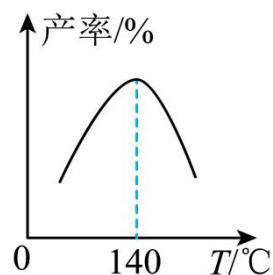
环氧丙烷生成  的过程中可能会发生副反应。

已知:

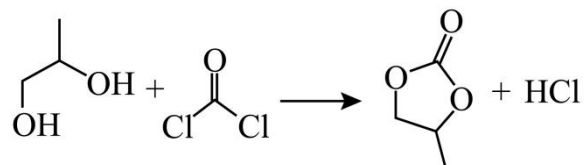
$$\text{①碳酸丙烯酯的选择性} = \frac{\text{转化生成碳酸丙烯酯的环氧丙烷的量}}{\text{消耗环氧丙烷的量}} \times 100\%$$

$$\text{②} M(\text{碳酸丙烯酯}) = 102 \text{g/mol}; \rho(\text{碳酸丙烯酯}) = 1.2 \text{g/mL}。$$

(8) 碳酸丙烯酯相同时间内随温度变化如图所示, 请解释产率随温度先变大后下降的原因_____。

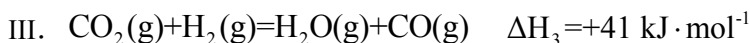
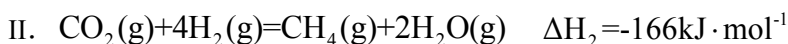
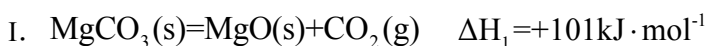


(9) 制备碳酸丙烯酯还有一种光气法, 其原理为利用丙二醇与光气生成碳酸丙烯酯。



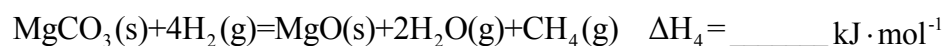
与光气法相比, 请从绿色化学角度写出 3 点环氧丙烷与二氧化碳合成法的优势_____。

8. (2025 陕晋宁青, 17) MgCO_3/MgO 循环在 CO_2 捕获及转化等方面具有重要应用。科研人员设计了利用 MgCO_3 与 H_2 反应生成 CH_4 的路线, 主要反应如下:



回答下列问题:

(1) 计算



(2) 提高 CH_4 平衡产率的条件是_____。

A. 高温高压

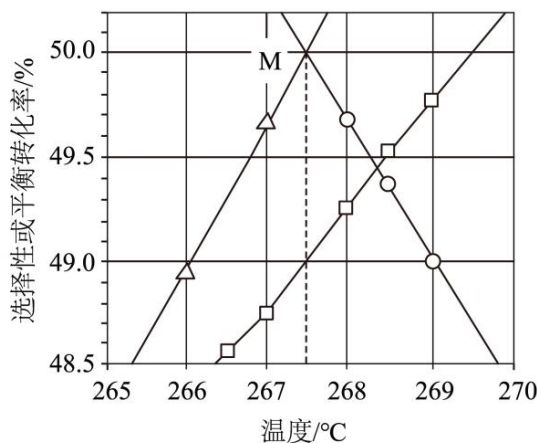
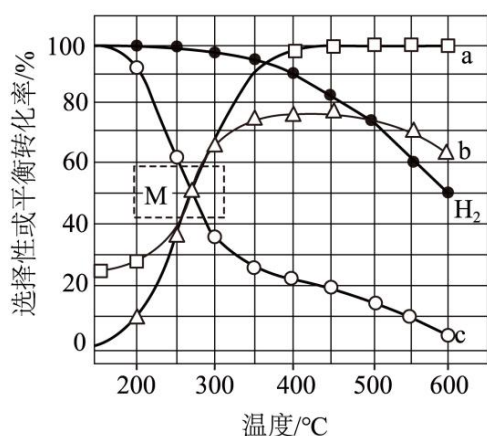
B. 低温高压

C. 高温低压

D. 低温低压

(3) 高温下 MgCO_3 分解产生的 MgO 催化 CO_2 与 H_2 反应生成 CH_4 , 部分历程如图, 其中吸附在催化剂表面的物种用*标注, 所示步骤中最慢的基元反应是_____ (填序号), 生成水的基元反应方程式为_____。

(4) 100kPa 下, 在密闭容器中 $\text{H}_2(\text{g})$ 和 $\text{MgCO}_3(\text{s})$ 各 1mol 发生反应。反应物(H_2 、 MgCO_3)的平衡转化率和生成物(CH_4 、 CO_2)的选择性随温度变化关系如下图(反应 III 在 360°C 以下不考虑)。



图为左图内点M附近区域放大图

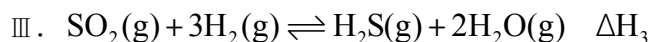
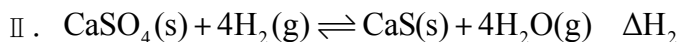
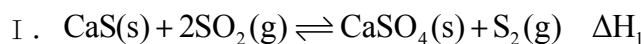
注: 含碳生成物选择性 = $\frac{\text{含碳生成物的物质的量}}{\text{MgCO}_3 \text{转化的物质的量}} \times 100\%$

①表示 CH_4 选择性的曲线是_____ (填字母)。

②点 M 温度下, 反应 II 的 $K_p = \underline{\hspace{2cm}} (\text{kPa})^{-2}$ (列出计算式即可)。

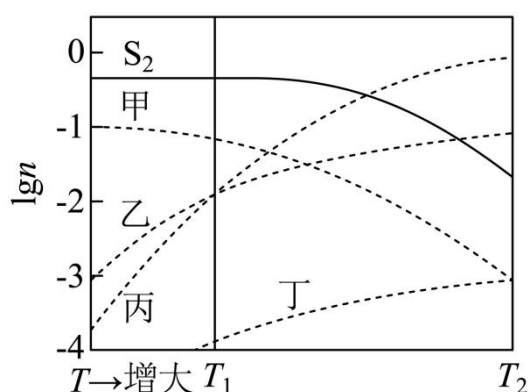
③在 550°C 下达到平衡时, $n(\text{CO}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol}$ 。500 ~ 600°C , 随温度升高 H_2 平衡转化率下降的原因可能是_____。

9. (2025 山东, 20) 利用 CaS 循环再生可将燃煤尾气中的 SO_2 转化生产单质硫, 涉及的主要反应如下:



恒容条件下, 按 1molCaS , 1molSO_2 和 0.1molH_2 投料反应。平衡体系中, 各气态物种的 $\lg n$ 随温度的变化关系如图所示, n 为气态物种物质的量的值。

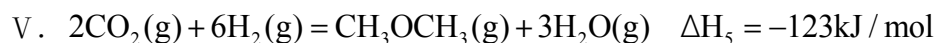
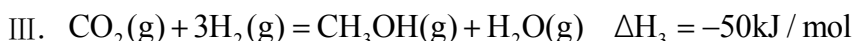
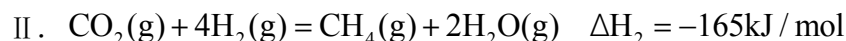
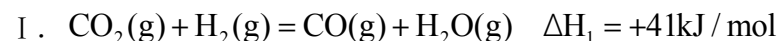
已知: 图示温度范围内反应 II 平衡常数 $K = 10^8$ 基本不变。



回答下列问题:

- (1) 反应 $4\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{H}_2\text{O(g)} + \text{S}_2(\text{g})$ 的焓变 $\Delta H =$ _____ (用含 ΔH_1 、 ΔH_2 的代数式表示)。
- (2) 乙线所示物种为 _____ (填化学式)。反应 III 的焓变 ΔH_3 _____ 0 (填 “>” “<” 或 “=”)。
- (3) T_1 温度下, 体系达平衡时, 乙线、丙线所示物种的物质的量相等, 若丁线所示物种为 $a\text{mol}$, 则 S_2 为 _____ mol (用含 a 的代数式表示); 此时, CaS 与 CaSO_4 物质的量的差值 $n(\text{CaS}) - n(\text{CaSO}_4) =$ _____ mol (用含 a 的最简代数式表示)。
- (4) T_2 温度下, 体系达平衡后, 压缩容器体积 S_2 产率增大。与压缩前相比, 重新达平衡时, H_2S 与 H_2 物质的量之比 $\frac{n(\text{H}_2\text{S})}{n(\text{H}_2)}$ _____ (填 “增大” “减小” 或 “不变”), H_2O 物质的量 $n(\text{H}_2\text{O})$ _____ (填 “增大” “减小” 或 “不变”)。

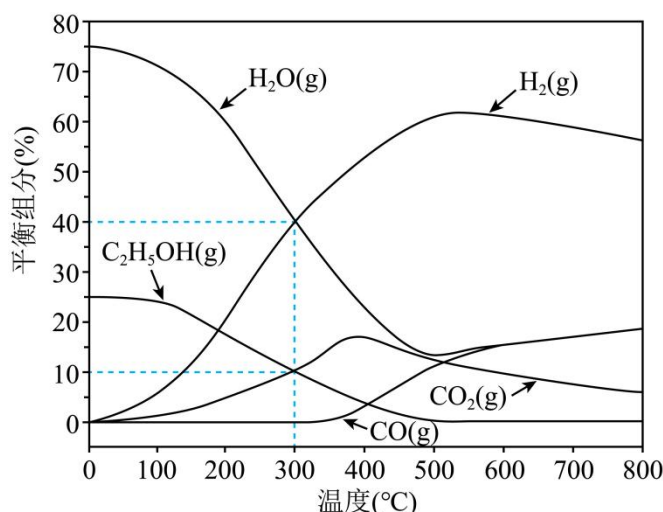
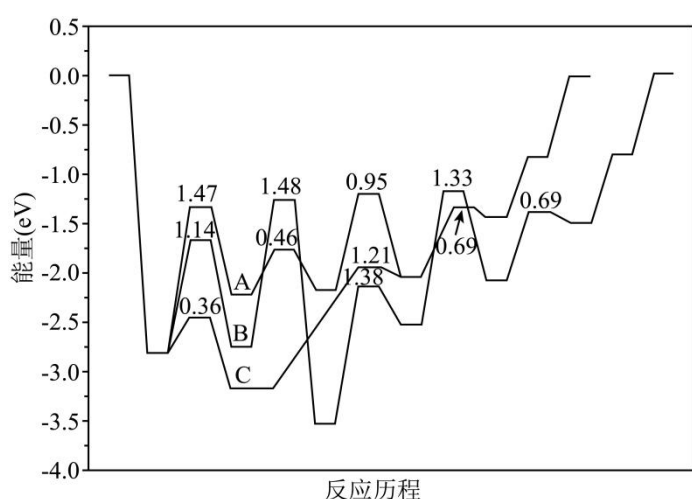
10. (2025 江西, 17) CO_2 与 H_2 通过催化转化为高附加值化学品, 是实现“双碳”目标的途径之一。相关反应体系及其热力学数据(298K、 $p^\ominus$)如下:



回答下列问题:

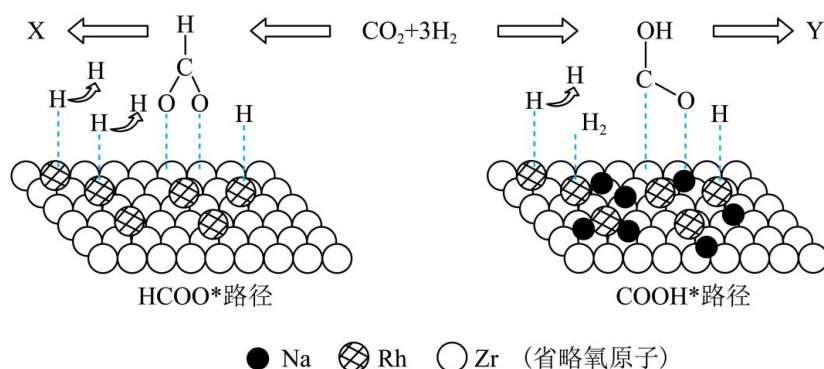
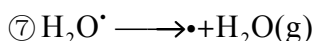
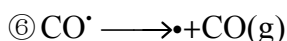
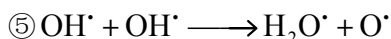
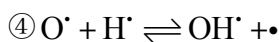
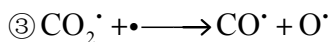
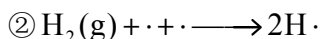
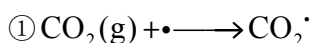


(2) 反应 I 的机理包括 3 种路径(主要步骤如图), 在 A 路径中, 决速步骤的能垒是 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ eV}$, 反应 I 的最优路径是 $\underline{\hspace{2cm}}$ (填标号)。



(3) 某课题组模拟了 CO_2 加氢在不同温度下的平衡组分(如图)。保持总压为 $5 \times 10^3 \text{ kPa}$, 温度为 500°C 以上时, 主要含碳产物是 $\underline{\hspace{2cm}}$, 计算 300°C 时相关反应的平衡常数 $K_p = \underline{\hspace{2cm}} (\text{kPa})^{-4}$ 。

(4) 反应 I 某路径的主要步骤如下(其中*表示吸附态):



写出与第⑤步竞争的基元反应 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(5) 通过对 ZrO_2 负载 Rh 的单原子催化剂进行掺杂, 可调控催化剂选择性生成 CH_4 或 CO , 其示意图如下:

i. 写出 Y 的化学式 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

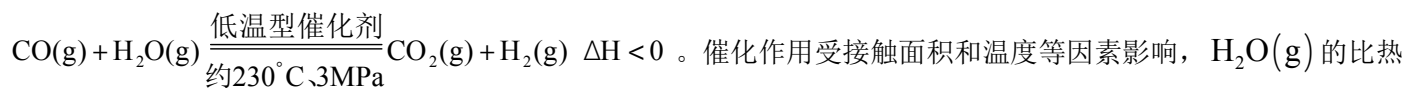
ii. 依据示意图, 掺杂 Na^+ 的催化剂可以提高 Y 的选择性, 其原因是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

11. (2025 江苏, 17) 合成气(CO 和 H_2)是重要的工业原料气。

(1) 合成气制备甲醇: $CO(g) + 2H_2(g) = CH_3OH(g)$ 。CO 的结构式为 $C \equiv O$, 估算该反应的 ΔH 需要_____ (填数字)种化学键的键能数据。

(2) 合成气经“变换”“脱碳”获得纯 H_2 。

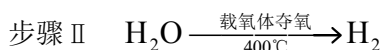
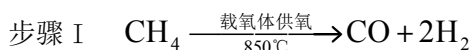
①合成气变换。向绝热反应器中通入 CO、 H_2 和过量的 $H_2O(g)$:



容较大。 $H_2O(g)$ 过量能有效防止催化剂活性下降, 其原因有_____。

②脱碳在钢制吸收塔中进行, 吸收液成分: 质量分数 30%的 K_2CO_3 吸收剂、 K_2CrO_4 (Cr 正价有 +3、+6) 缓蚀剂等。 K_2CO_3 溶液浓度偏高会堵塞设备, 导致堵塞的物质是_____ (填化学式)。 K_2CrO_4 减缓设备腐蚀的原理是_____。

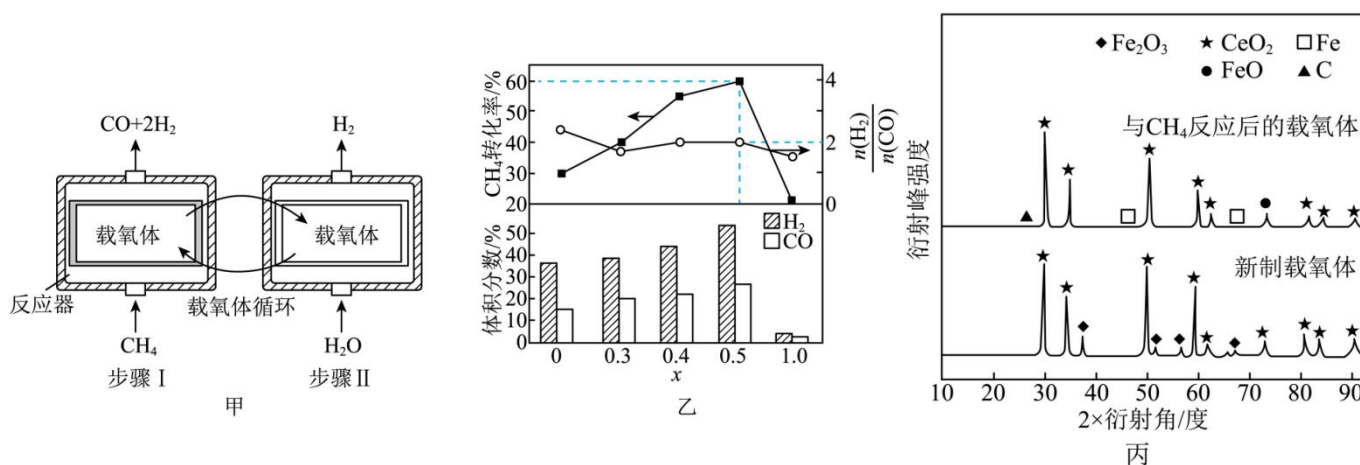
(3) 研究 CH_4 、 $H_2O(g)$ 与不同配比的铁铈载氧体 $[\frac{x}{2}Fe_2O_3 \cdot (1-x)CeO_2, 0 \leq x \leq 1, Ce$ 是活泼金属, 正价有 +3、+4] 反应, 气体分步制备原理示意如图甲所示。相同条件下, 先后以一定流速通入固定体积的 CH_4 、 $H_2O(g)$, 依次发生的主要反应:



①步骤 I 中, 产物气体积分数、 CH_4 转化率、 $\frac{n(H_2)}{n(CO)}$ 与 x 的关系如图乙所示。 $x = 0$ 时, $\frac{n(H_2)}{n(CO)}$ 大于理论值 2 的

可能原因有_____; $x = 0.5$ 时, 通入标准状况下 300mL 的 CH_4 至反应结束, CO 的选择性

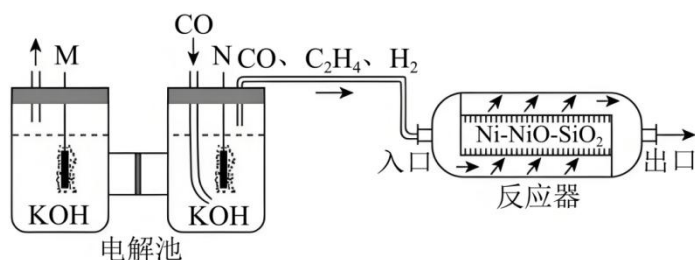
$$= \frac{n_{\text{生成}}(CO)}{n_{\text{转化}}(CH_4)} \times 100\% = 80\%, \text{ 则生成标准状况下 CO 和 } H_2 \text{ 的总体积为 } \underline{\hspace{2cm}} \text{ mL}。$$



② $x = 0.5$ 时, 新制载氧体、与 CH_4 反应后的载氧体的 X 射线衍射谱图如图丙所示(X 射线衍射用于判断某晶态物质是否存在, 不同晶态物质出现衍射峰的衍射角不同)。步骤 II 中, 能与 $H_2O(g)$ 反应的物质有_____ (填化学式)。

③结合图示综合分析, 步骤 I 中 Fe_2O_3 的作用、气体分步制备的价值: _____。

12. (2025 湖南, 18) 在温和条件下, 将 CO 转化为 C_4 烃类具有重要意义。采用电化学-化学串联催化策略可将 CO 高选择性合成 C_4H_{10} , 该流程示意图如下:

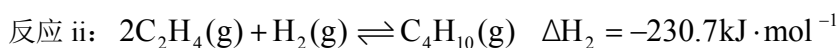
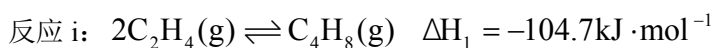


回答下列问题:

(1) 电解池中电极 M 与电源的 _____ 极相连。

(2) CO 放电生成 C_2H_4 的电极反应式为 _____。

(3) 在反应器中, 发生如下反应:

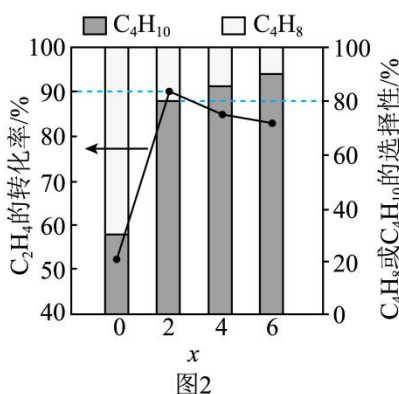
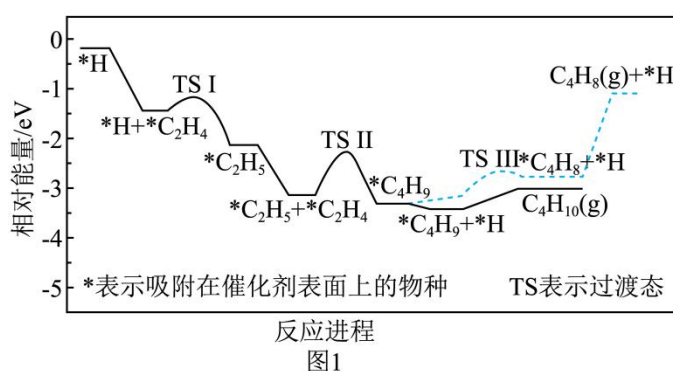


计算反应 $\text{C}_4\text{H}_8(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})$ 的 $\Delta H =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 该反应 _____ (填标号)。

A. 高温自发 B. 低温自发 C. 高温低温均自发 D. 高温低温均不自发

(4) 一定温度下, CO 、 C_2H_4 和 H_2 (体积比为 $x:2:1$) 按一定流速进入装有催化剂的恒容反应器 (入口压强为 100 kPa) 发生反应 i 和 ii。有 CO 存在时, 反应 ii 的反应进程如图 1 所示。随着 x 的增加, C_2H_4 的转化率和产物的

选择性 (选择性 = $\frac{\text{转化为目的产物所消耗乙烯的量}}{\text{已转化的乙烯总量}} \times 100\%$) 如图 2 所示。



① 根据图 1, 写出生成 C_4H_{10} 的决速步反应式 _____; C_4H_{10} 的选择性大于 C_4H_8 的原因是 _____。

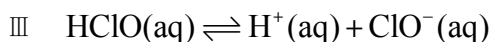
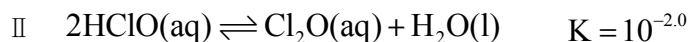
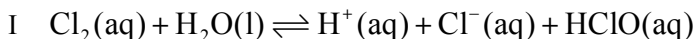
② 结合图 2, 当 $x \geq 2$ 时, 混合气体以较低的流速经过恒容反应器时, 反应近似达到平衡, 随着 x 的增大, C_2H_4 的转化率减小的原因是 _____; 当 $x = 2$ 时, 该温度下反应 ii 的 $K_p =$ _____ $(\text{kPa})^{-2}$ (保留两位小数)。

13. (2025.6 浙江, 18) 氯气、二氧化氯常用于漂白、杀菌, 有重要的应用价值。请回答:

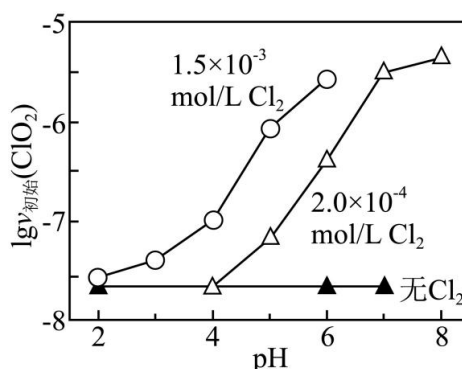
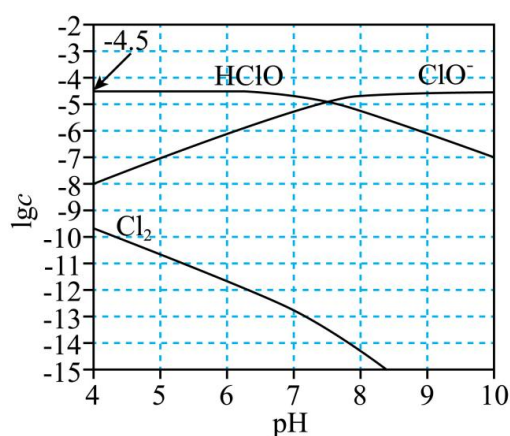
(1) 下列措施中能提高新制饱和氯水中 HClO 浓度的是_____。

- A. 加 NaCl 固体 B. 加水 C. 加 CaCO_3 粉末 D. 加足量 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液

(2) 氯气常用于自来水消毒。稀氯水中存在如下反应(不考虑其他反应):



$T_1^\circ\text{C}$ 时, 在不同 pH 下, 约 2mg/L 氯水中部分含氯微粒的平衡浓度对数值 ($\lg c$) 如图所示(溶液体积保持不变)。



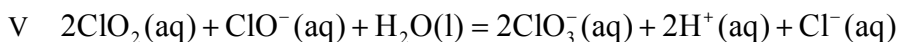
① Cl_2O 分子的空间构型是_____。

②在 $\text{pH} = 4 \sim 9$ 之间, ClO^- 浓度增加, 其最大来源是_____ (填含氯微粒符号)。

③该氯水中氯元素质量守恒表达式: $c(\text{Cl}^-) = c(\text{HClO}) +$ _____。

④在图中画出 $\text{pH} = 4 \sim 9$ 之间, $\lg c(\text{Cl}_2\text{O})$ 随 pH 的变化曲线_____。

(3) 某研究小组提出, 商用 ClO_2 (常含杂质 Cl_2) 在水中易发生如下反应, 影响自来水消毒效果。



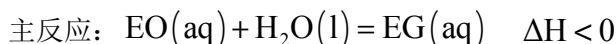
ClO_2 中 Cl_2 含量对 ClO_2 反应初始速率 $[v_{\text{初始}}(\text{ClO}_2)]$ 的影响如图所示。实验条件: $T_2^\circ\text{C}$, ClO_2 初始浓度相同。

① Cl_2 的存在主要加快了反应_____ (填 “IV” 或 “V”)。

②指出改变 $v_{\text{初始}}(\text{ClO}_2)$ 的影响因素, 并解释原因_____。

14. (2025 河北, 17) 乙二醇(EG)是一种重要的基础化工原料, 可通过石油化工和煤化工等工业路线合成。

(1) 石油化工路线中, 环氧乙烷(EO)水合工艺是一种成熟的乙二醇生产方法, 环氧乙烷和水反应生成乙二醇, 伴随生成二乙二醇(DEG)的副反应。



体系中环氧乙烷初始浓度为 $1.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 恒温下反应 30min, 环氧乙烷完全转化, 产物中 $n(\text{EG}):n(\text{DEG}) = 10:1$ 。

① 0~30min 内, $v_{\text{总}}(\text{EO}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 。

② 下列说法正确的是 (填序号)。

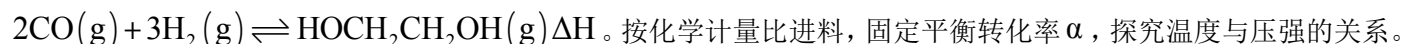
a. 主反应中, 生成物总能量高于反应物总能量

b. 0~30min 内, $v_{\text{总}}(\text{EO}) = v_{\text{总}}(\text{EG})$

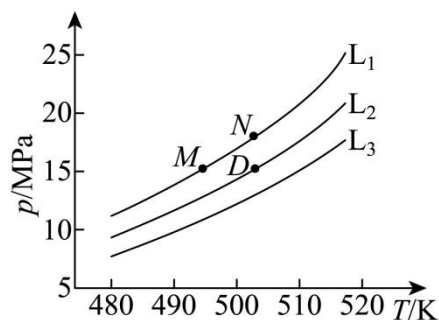
c. 0~30min 内, $v_{\text{主}}(\text{EG}):v_{\text{副}}(\text{DEG}) = 11:1$

d. 选择适当催化剂可提高乙二醇的最终产率

(2) 煤化工路线中, 利用合成气直接合成乙二醇, 原子利用率可达 100%, 具有广阔的发展前景。反应如下:



α 分别为 0.4、0.5 和 0.6 时, 温度与压强的关系如图:



① 代表 $\alpha = 0.6$ 的曲线为 (填 “ L_1 ” “ L_2 ” 或 “ L_3 ”); 原因是 。

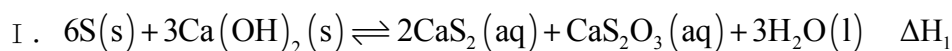
② ΔH 0 (填 “ $>$ ” “ $<$ ” 或 “ $=$ ”)。

③ 已知: 反应 $a\text{A}(\text{g}) + b\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons y\text{Y}(\text{g}) + z\text{Z}(\text{g})$, $K_x = \frac{x^y(\text{Y})x^z(\text{Z})}{x^a(\text{A})x^b(\text{B})}$, x 为组分的物质的量分数。M、N 两点对应的体系, $K_x(\text{M})$ $K_x(\text{N})$ (填 “ $>$ ” “ $<$ ” 或 “ $=$ ”), D 点对应体系的 K_x 的值为 。

④ 已知: 反应 $a\text{A}(\text{g}) + b\text{B}(\text{g}) \rightleftharpoons y\text{Y}(\text{g}) + z\text{Z}(\text{g})$, $K_p = \frac{p^y(\text{Y})p^z(\text{Z})}{p^a(\text{A})p^b(\text{B})}$, p 为组分的分压。调整进料比为

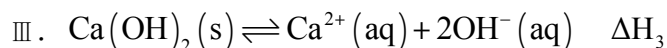
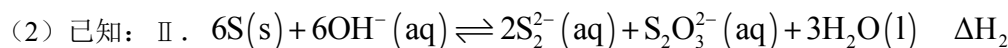
$n(\text{CO}):n(\text{H}_2) = m:3$, 系统压强维持 $p_0 \text{ MPa}$, 使 $\alpha(\text{H}_2) = 0.75$, 此时 $K_p = \underline{\hspace{2cm}} \text{ MPa}^{-4}$ (用含有 m 和 p_0 的代数式表示)。

15. (2025 海南, 16) 石硫合剂是作物抗病抑菌的无机农药。生产上以硫磺、石灰和水为原料, 经加热熬煮得棕红混悬液体。制备反应式:



回答问题:

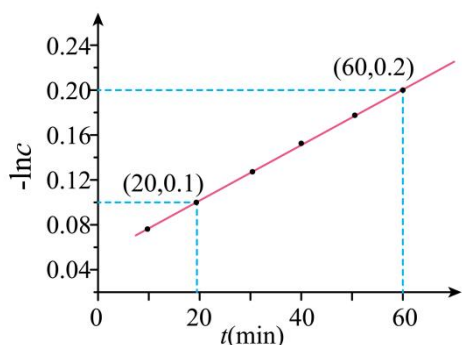
(1) 在熬煮制备反应中, 硫元素的化合价部分降低, 部分升高, 说明单质 S 发生了_____反应。将该反应置于高压釜中, 可大大缩短熬煮时间, 原因是温度升高, 反应速率_____。



所以 $\Delta H_1 =$ _____ (写表达式)。

(3) 在熬煮石硫合剂时加入两亲性的季铵盐氯化十六烷基三甲铵, 使得 S 在水中及 OH^- 在 S 中有有效浓度分别增大, 导致单位时间内分子有效碰撞次数_____。

(4) 某批次实验表明, 硫粉浓度 c 随时间 t 的变化满足关系: $-\ln c = kt + B$ (k 为表观速率常数), 如图所示。该实验条件下 $k =$ _____ min^{-1} 。



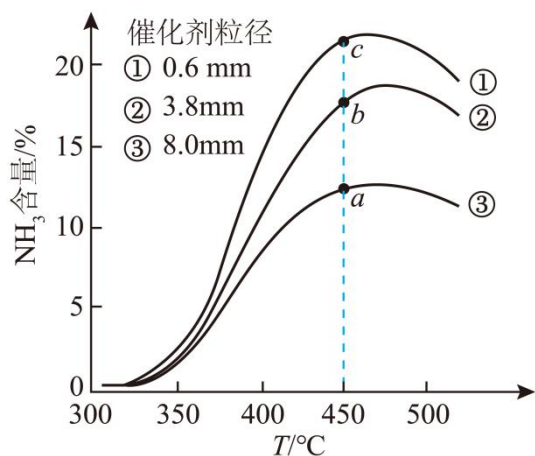
(5) 判断将浓度均为 $2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 CaS_2O_3 、 KH_2PO_4 等体积混合, 构成 K、P、Ca、S 四元肥料混合液后, 是否析出 S 及 CaHPO_4 沉淀, 造成叶面施肥喷头堵塞, 并说明理由_____。已知: 25°C 下, $\text{p}K_{\text{a}1}(\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0.60$, $\text{p}K_{\text{a}2}(\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 1.50$, $\text{p}K_{\text{a}2}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 7.20$, $\text{p}K_{\text{sp}}(\text{CaHPO}_4) = 6.66$ ($\text{p}K = -\lg K$)。 $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 分子不稳定, 生成即分解为 S 和 SO_2 。

16. (2025 广西, 17) 尿素 $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 为农业生产常用氮肥。回答下列问题:

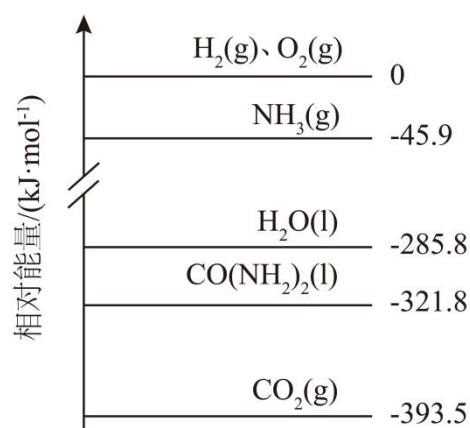
I. 工业合成

(1) NH_3 是合成尿素的原料之一, 在 30.4 MPa 、 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{N}_2)}$ 下, 混合气体以一定流速通过 NH_3 合成塔。测得出口 NH_3

含量随反应温度和催化剂粒径的变化曲线如图。 $a < b < c$ 的原因是_____。达到最高点后, 曲线②下降的原因是_____。

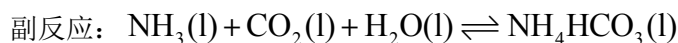
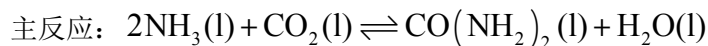


(2) 已知: 常温下各物质的相对能量如图。



则反应 $2\text{NH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的 $\Delta H =$ _____ $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

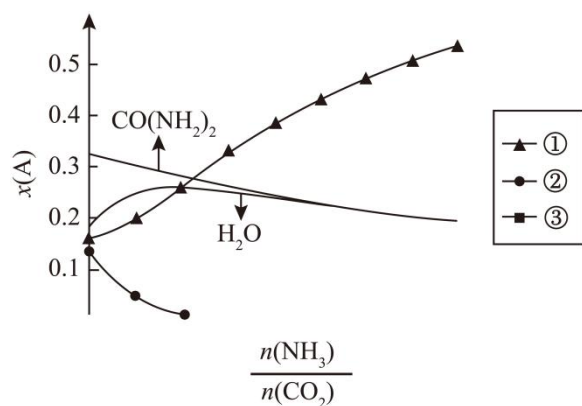
(3) 模拟工业合成尿素。高温高压下，存在如下液相平衡体系。



平衡体系内，部分组分的物质的量分数 $x(\text{A})$ 随初始 $\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{CO}_2)}$ 的变化曲线如图，代表 $x(\text{NH}_3)$ 的是_____（填标

号）。 $\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{CO}_2)} = 2$ 时， $x[\text{CO}(\text{NH}_2)_2] > x(\text{H}_2\text{O})$ ，随着 $\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{CO}_2)}$ 的增大， $x[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 与 $x(\text{H}_2\text{O})$ 趋于一

致，原因是_____。



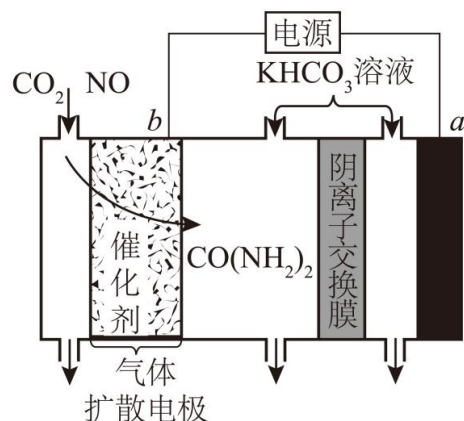
(4) 实际生产中，当初始 $\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{CO}_2)} = 4.5$ 、 $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{CO}_2)} = 0.2$ 时， CO_2 的平衡转化率为

80%， $2\text{NH}_3(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{NH}_2)_2(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 的平衡常数 $K =$ _____（用物质的量分数代替浓度计算，

忽略副反应，保留 1 位小数）。

II. 电催化合成

我国科研工作者以污染物 NO 为氮源，用 ZnO 纳米片电催化 CO_2 与 NO 合成尿素。下图为电催化合成尿素的原理示意图。



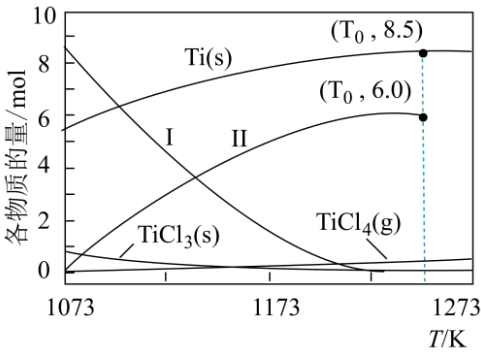
(5) a 电极 of _____ 极。

(6) b 电极发生的电极反应式为_____。

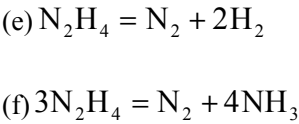
17. (2025 广东, 19) 钛单质及其化合物在航空、航天、催化等领域应用广泛。

- (1) 基态 Ti 原子的价层电子排布式为_____。
- (2) 298K 下, 反应 $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{C}(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{TiCl}_4(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g})$ 的 $\Delta H < 0$ 、 $\Delta S > 0$, 则 298K 下该反应_____ (填“能”或“不能”)自发进行。
- (3) 以 TiCl_4 为原料可制备 TiCl_3 。将 5.0mol TiCl_4 与 10.0mol Ti 放入容积为 $V_0\text{L}$ 的恒容密闭容器中, 反应体系存在下列过程。

编号	过程	ΔH
(a)	$\text{Ti}(\text{s}) + \text{TiCl}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{TiCl}_2(\text{s})$	ΔH_1
(b)	$\text{TiCl}_2(\text{s}) + \text{TiCl}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{TiCl}_3(\text{g})$	$+200.1\text{kJ/mol}$
(c)	$\text{Ti}(\text{s}) + 3\text{TiCl}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 4\text{TiCl}_3(\text{g})$	$+132.4\text{kJ/mol}$
(d)	$\text{TiCl}_3(\text{g}) \rightleftharpoons \text{TiCl}_3(\text{s})$	ΔH_2

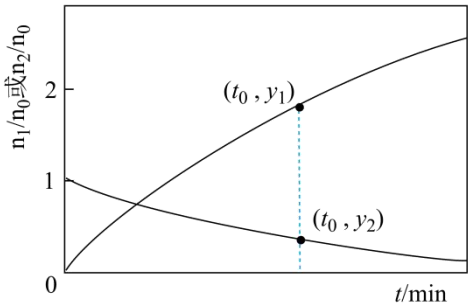


- ① $\Delta H_1 =$ _____ kJ/mol 。
- ② 不同温度下, 平衡时反应体系的组成如图。曲线 I 对应的物质为_____。
- ③ 温度 $T_0\text{K}$ 下, $n[\text{TiCl}_4(\text{g})] =$ _____ mol , 反应(c)的平衡常数 $K =$ _____ (列出算式, 无须化简)。
- (4) 钛基催化剂可以催化储氢物质肼 (N_2H_4) 的分解反应:

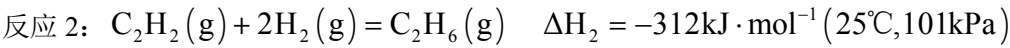
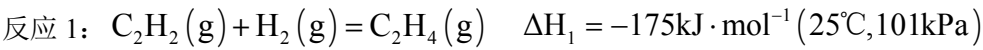


为研究某钛基催化剂对上述反应的影响, 以肼的水溶液为原料(含 N_2H_4 的物质的量为 n_0), 进行实验, 得到 n_1/n_0 、 n_2/n_0 随时间 t 变化的曲线如图。其中, n_1 为 H_2 与 N_2 的物质的量之和; n_2 为剩余 N_2H_4 的物质的量。设 n_e 为 $0 \sim t$ 时间段内反应(e)消耗 N_2H_4 的物质的量, 该时间段内, 本体系中催化剂的选择性用 $\frac{n_e}{n_0 - n_2} \times 100\%$ 表示。

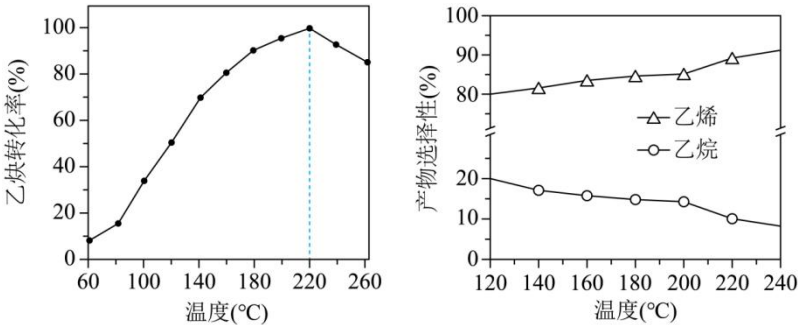
- ① $0 \sim t_0\text{min}$ 内, N_2H_4 的转化率为_____ (用含 y_2 的代数式表示)。
- ② $0 \sim t_0\text{min}$ 内, 催化剂的选择性为_____ (用含 y_1 与 y_2 的代数式表示, 写出推导过程)。



18. (2025 甘肃, 17) 乙炔加氢是除去乙烯中少量乙炔杂质, 得到高纯度乙烯的重要方法。该过程包括以下两个主要反应:



- (1) 25°C , 101kPa 时, 反应 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) \quad \Delta H = \underline{\hspace{2cm}} \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。
- (2) 一定条件下, 使用某含 Co 催化剂, 在不同温度下测得乙炔转化率和产物选择性(指定产物的物质的量/转化的乙炔的物质的量)如图所示(反应均未达平衡)。



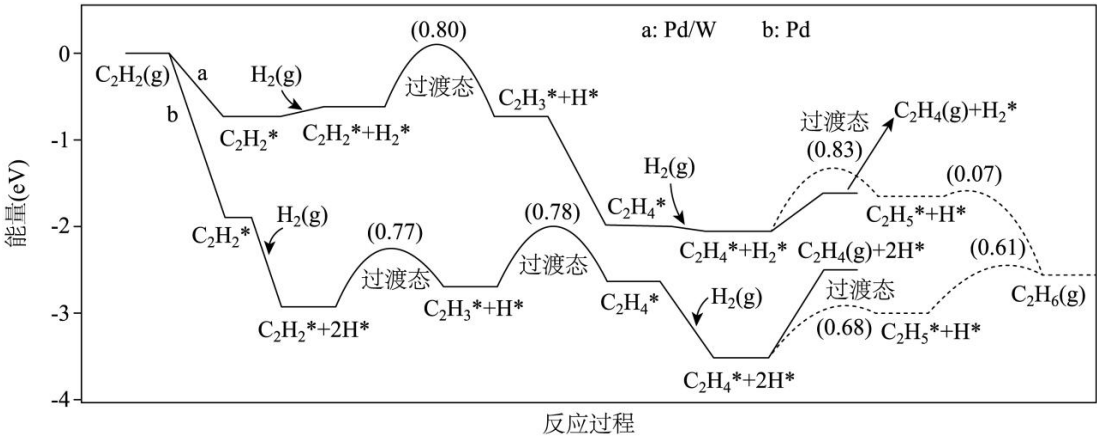
- ①在 $60 \sim 220^\circ\text{C}$ 范围内, 乙炔转化率随温度升高而增大的原因为_____ (任写一条), 当温度由 220°C 升高至 260°C , 乙炔转化率减小的原因可能为_____。
- ②在 $120 \sim 240^\circ\text{C}$ 范围内, 反应 1 和反应 2 乙炔的转化速率大小关系为 v_1 _____ v_2 (填 “>” “<” 或 “=”), 理由为_____。

(3) 对于反应 1, 反应速率 $v(\text{C}_2\text{H}_2)$ 与 H_2 浓度 $c(\text{H}_2)$ 的关系可用方程式 $v(\text{C}_2\text{H}_2) = k[c(\text{H}_2)]^a$ 表示(k 为常数)。 145°C 时, 保持其他条件不变, 测定了

实验组	$c(\text{H}_2) / \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	$v(\text{C}_2\text{H}_2) / \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
一	4.60×10^{-3}	5.06×10^{-5}
二	1.380×10^{-2}	1.518×10^{-4}

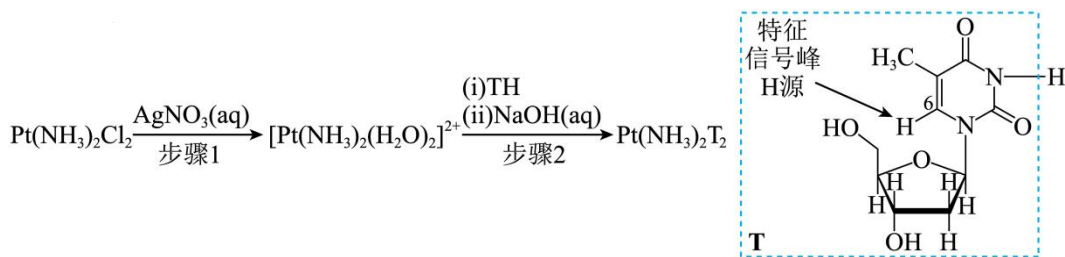
不同浓度时的反应速率(如下表)。当 $v(\text{C}_2\text{H}_2) = 1.012 \times 10^{-4} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 时, $c(\text{H}_2) = \underline{\hspace{2cm}} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(4) 以 Pd/W 或 Pd 为催化剂, 可在常温常压 ($25^\circ\text{C}, 101\text{kPa}$) 下实现乙炔加氢, 反应机理如下图所示(虚线为生成乙烷的路径)。以_____为催化剂时, 乙烯的选择性更高, 原因为_____。(图中 “*” 表示吸附态; 数值为生成相应过渡态的活化能)



19. (2025 福建, 14) 研究抗癌药物顺铂 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ 与胸苷(简称为 TH, 结构如下)的配体交换反应及所形成配合物的稳定性。

I. 配合物 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{T}_2]$ 的制备



(1) “步骤 1”的离子方程式为_____。

(2) “步骤 2”中体系存在以下平衡:



①反应 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+} + 2\text{TH} \rightleftharpoons \text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{T})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$ 的平衡常数 $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(用 K_1 、 K_2 列出计算式)

②加入 NaOH 溶液的目的是_____ (从平衡角度分析)

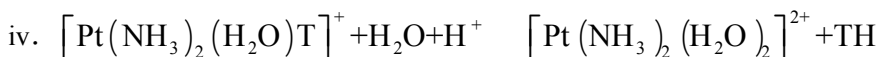
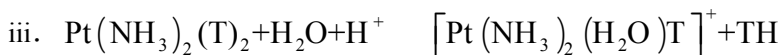
(3) H_2O 、 NH_3 和 T^- 与 $\text{Pt}(\text{II})$ 的配位能力由强到弱的顺序为_____。

II. 探究酸度对 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{T})_2$ 稳定性的影响

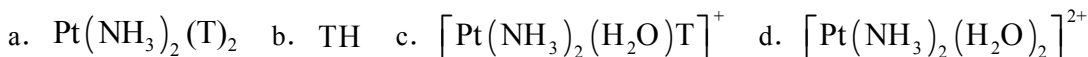
用 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{T})_2$ 配制 3 份酸化程度不同、物质的量浓度均为 Y [以初始 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{T})_2$ 用量计算] 的溶液 S1—S3。

在一定温度下酸化反应达到平衡时, 测定溶液 pH, 并分别取等体积溶液测得 T 中 6-位碳原子上 H 的核磁共振信号 (如图, 峰面积与化学环境相同的 H 原子数成正比), 其中未酸化的溶液 S1 中仅有信号峰 I。

酸化时存在下列反应:



(4) 信号峰 II 代表的物质是_____ (填标号); 信号峰 III 代表的物质是_____ (填标号)



(5) 溶液中酸化反应达到平衡的标志是_____ (填标号)

a. pH 保持不变

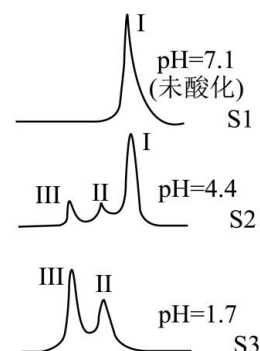
b. 特征信号峰的总面积保持不变

c. 出现 3 个特征信号峰

d. 特征信号峰的数量及其面积保持不变

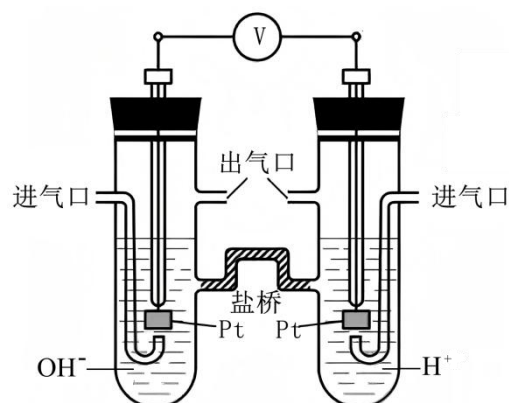
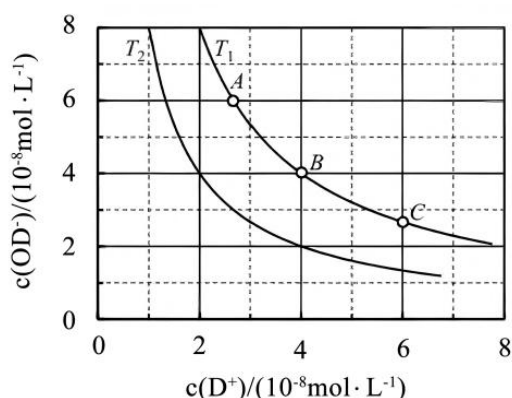
(6) 已知图中溶液 S1 信号峰 I 的面积为 α , 溶液 S2 信号峰 I、II 的面积分别为 β_1 、 β_2 ; 溶液 S2 中

$c[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{T})_2] = \underline{\hspace{2cm}}$, $c(\text{TH}) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(用 α 、 β_1 、 β_2 、 Y 列出计算式) 从而可推得反应 ii 和 iv 的平衡常数。



20. (2025 重庆, 17) 水是化学反应的良好介质, 探索水溶液中的酸碱平衡具有重要意义。

(1) 天然水中可以分离出重水(D_2O)。 D_2O 溶液中存在电离平衡: $D_2O \rightleftharpoons D^+ + OD^-$, $c(D^+)$ 和 $c(OD^-)$ 的关系如图所示。



①图中 3 个状态点对应的溶液呈中性的是_____。

② T_1 _____ T_2 (填 “>” “=” 或者 “<”)。

(2) 用如图所示电化学装置进行如下实验。

①用 H_2 实验: 在左侧通入 H_2 , 产物为 H_2O , 盐桥中 K^+ 移向装置的_____ (填 “左侧” 或者 “右侧”), 电池的总反应为_____。

②用 O_2 实验: 在一侧通入 O_2 , 电池的总反应仍保持不变, 该侧的电极反应为_____。

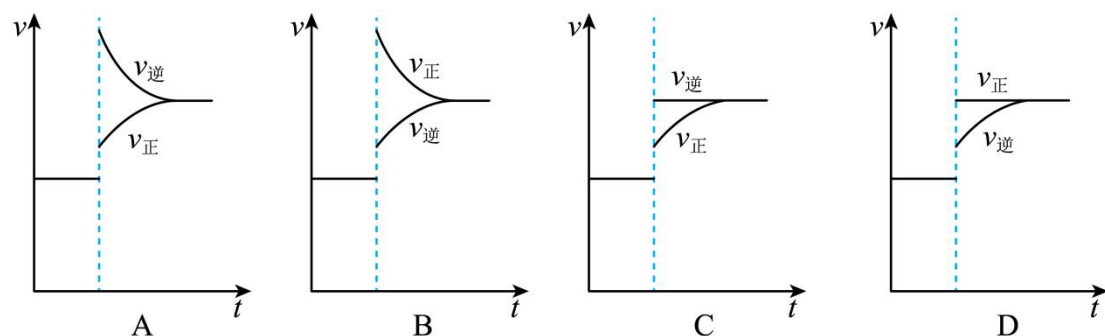
(3) 利用弛豫法可研究快速反应的速率常数(k , 在一定温度下为常数)。其原理是通过微扰(如瞬时升温)使化学平衡发生偏离, 观测体系微扰后从不平衡态趋向新平衡态所需的弛豫时间(τ), 从而获得 k 的信息。对于

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$, 若将纯水瞬时升温到 $25^\circ C$, 测得 $\tau = 4.0 \times 10^{-5} s$ 。已知: $25^\circ C$ 时, $c(H_2O) = 55.6 mol/L$,

$v(\text{正}) = k_1 c(H_2O)$, $v(\text{逆}) = k_2 c(H^+) c(OH^-)$, $\tau = \frac{1}{k_1 + 2k_2 x_e}$ (x_e 为 H^+ 的平衡浓度)。

① $25^\circ C$ 时, $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ 的平衡常数 $K =$ _____ mol/L (保留 2 位有效数字)。

②下列能正确表示瞬时升温后反应建立新平衡的过程示意图为_____。



③ $25^\circ C$ 时, 计算得 k_2 为 _____ $L/(mol \cdot s)$ 。

21. (2025 北京, 19) 化学反应平衡常数对认识化学反应的方向和限度具有指导意义。实验小组研究测定

“ $\text{MnO}_2 + 2\text{Br}^- + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + \text{Br}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ ”平衡常数的方法, 对照理论数据判断方法的可行性。

(1) 理论分析

① Br_2 易挥发, 需控制生成 $c(\text{Br}_2)$ 较小。

② 根据 25°C 时 $K=6.3 \times 10^4$ 分析, 控制合适 pH , 可使生成 $c(\text{Br}_2)$ 较小; 用浓度较大的 KBr 溶液与过量 MnO_2 反应, 反应前后 $c(\text{Br}^-)$ 几乎不变; $c(\text{Mn}^{2+})=c(\text{Br}_2)$, 仅需测定平衡时溶液 pH 和 $c(\text{Br}_2)$ 。

③ Br_2 与水反应的程度很小, 可忽略对测定干扰; 低浓度 HBr 挥发性很小, 可忽略。

(2) 实验探究

序号	实验内容及现象
I	25°C , 将 $0.200\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KBr}$ 溶液($\text{pH} \approx 1$)与过量 MnO_2 混合, 密闭并搅拌, 充分反应后, 溶液变为黄色, 容器液面上方有淡黄色气体。
II	25°C , 将 $0.200\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{KBr}$ 溶液($\text{pH} \approx 2$)与过量 MnO_2 混合, 密闭并搅拌, 反应时间与 I 相同, 溶液变为淡黄色, 容器液面上方未观察到黄色气体。
III	测定 I、II 反应后溶液的 pH ; 取一定量反应后溶液, 加入过量 KI 固体, 用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液滴定, 测定 $c(\text{Br}_2)$ 。

已知: $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2\text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 和 $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$ 溶液颜色均为无色。

① III 中, 滴定时选用淀粉作指示剂, 滴定终点时的现象是_____。用离子方程式表示 KI 的作用: _____。

② I 中, 与反应前的溶液相比, 反应后溶液的 pH _____(填“增大”、“减小”或“不变”)。平衡后, 按

$\frac{c(\text{Mn}^{2+}) \cdot c(\text{Br}_2)}{c^2(\text{Br}^-) \cdot c^4(\text{H}^+)}$ 计算所得值小于 25°C 的 K 值, 是因为 Br_2 挥发导致计算时所用_____的浓度小于其在溶液中实际浓度。

③ II 中, 按 $\frac{c(\text{Mn}^{2+}) \cdot c(\text{Br}_2)}{c^2(\text{Br}^-) \cdot c^4(\text{H}^+)}$ 计算所得值也小于 25°C 的 K 值, 可能原因是_____。

(3) 实验改进

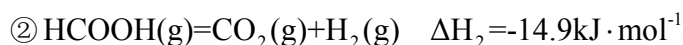
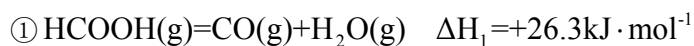
分析实验 I、II 中测定结果均偏小的原因, 改变实验条件, 再次实验。

控制反应温度为 40°C , 其他条件与 II 相同, 经实验准确测得该条件下的平衡常数。

① 判断该实验测得的平衡常数是否准确, 应与_____值比较。

② 综合调控 pH 和温度的目的是_____。

22. (2025 安徽, 17) I. 通过甲酸分解可获得超高纯度的 CO。甲酸有两种可能的分解反应:

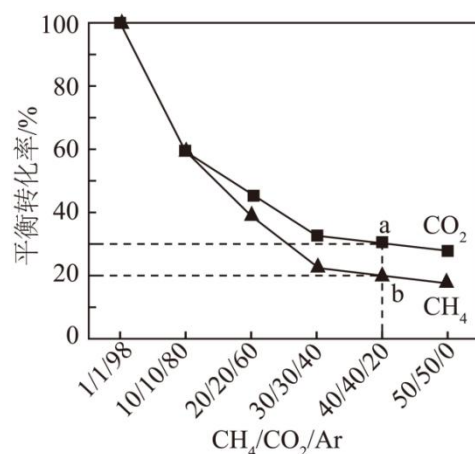
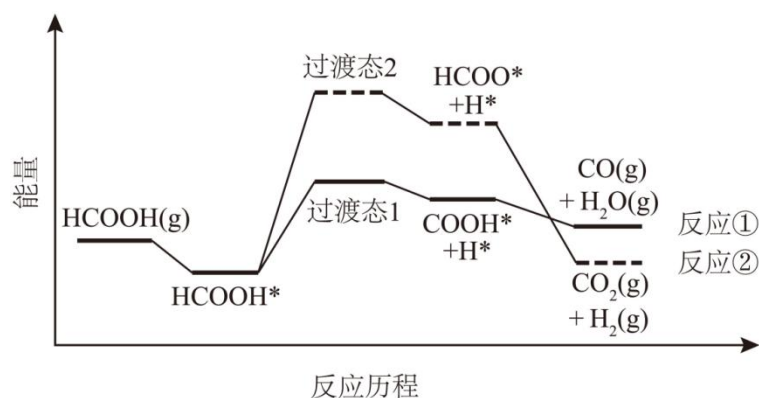


(1) 反应 $\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} = \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$ 的 $\Delta H = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

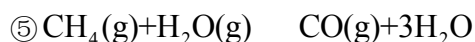
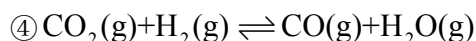
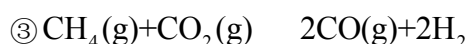
(2) 一定温度下, 向恒容密闭容器中通入一定量的 HCOOH(g) , 发生上述两个分解反应下列说法中能表明反应达到平衡状态的是 (填标号)。

- a. 气体密度不变 b. 气体总压强不变
c. $\text{H}_2\text{O(g)}$ 的浓度不变 d. CO 和 CO_2 的物质的量相等

(3) 一定温度下, 使用某催化剂时反应历程如下图, 反应①的选择性接近 100%, 原因是 ; 升高温度, 反应历程不变, 反应①的选择性下降, 可能的原因是 。



II. 甲烷和二氧化碳重整是制取合成气(CO 和 H_2)的重要方法, 主要反应有:



(4) 恒温恒容条件下, 可提高 CH_4 转化率的措施有 (填标号)。

- a. 增加原料中 CH_4 的量 b. 增加原料中 CO_2 的量 c. 通入 Ar 气

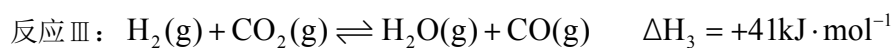
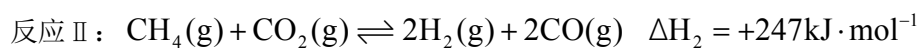
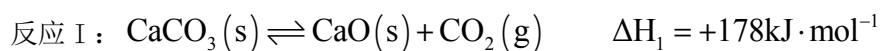
(5) 恒温恒压密闭容器中, 投入不同物质的量之比的 $\text{CH}_4/\text{CO}_2/\text{Ar}$ 混合气, 投料组成与 CH_4 和 CO_2 的平衡转化率之间的关系如下图。

i. 投料组成中 Ar 含量下降, 平衡体系中 $n(\text{CO}):n(\text{H}_2)$ 的值将 (填“增大”“减小”或“不变”)。

ii. 若平衡时 Ar 的分压为 $p \text{ kPa}$, 根据 a、b 两点计算反应⑤的平衡常数 $K_p = \underline{\hspace{2cm}} (\text{kPa})^2$ (用含 p 的代数式表示,

K_p 是用分压代替浓度计算的平衡常数, 分压=总压 $\times$ 物质的量分数)。

23. (2025 河南, 17) CaCO_3 的热分解与 Ni_xP_y 催化的 CH_4 重整结合, 可生产高纯度合成气 ($\text{H}_2 + \text{CO}$), 实现碳资源的二次利用。主要反应如下:



回答下列问题:

(1) **Ca** 位于元素周期表中_____区; 基态 Ni^{2+} 的价电子排布式为_____。

(2) 水分子的 VSEPR 模型与其空间结构模型不同, 原因是_____。

(3) Ni_xP_y 的晶胞如图 1 所示(晶胞参数 $a = b \neq c, \alpha = \beta = 90^\circ, \gamma = 120^\circ$), 该物质的化学式为_____。

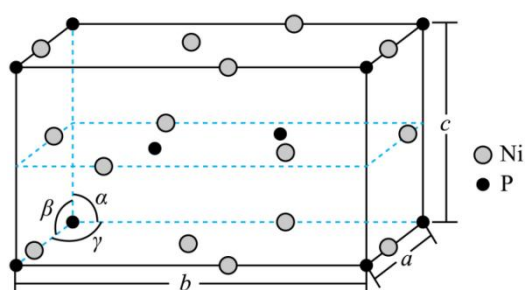


图1

(4) 恒压条件下, CH_4 重整反应可以促进 CaCO_3 分解, 原因是_____。

(5) 在温度分别为 T_1 、 T_2 和 T_3 下, CH_4 的平衡转化率与压强的关系如图 2 所示, 反应温度最高的是_____ (填 “ T_1 ” “ T_2 ” 或 “ T_3 ”), 原因是_____。

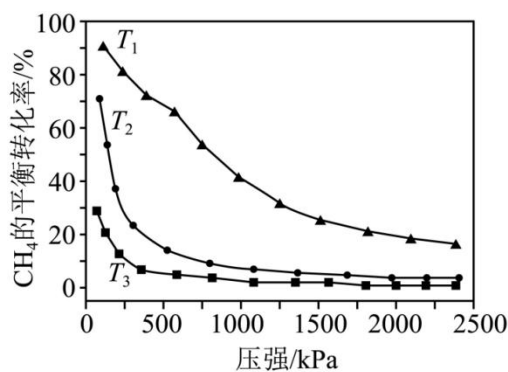


图2

(6) 一定温度、100kPa 下, 向体系中加入 1.0 mol CaCO_3 和 1.0 mol CH_4 , 假设此条件下其他副反应可忽略, 恒压反应至平衡时, 体系中 CaCO_3 转化率为 80%, CH_4 转化率为 60%, CO 物质的量为 1.3mol, 反应 III 的平衡常数 $K_p =$ _____ (保留小数点后一位), 此时原位 CO_2 利用率为_____。

已知: 原位 CO_2 利用率 = $\frac{[n_{\text{CaCO}_3}(\text{初始}) - n_{\text{CaCO}_3}(\text{平衡}) - n_{\text{CO}_2}(\text{平衡})]}{n_{\text{CaCO}_3}(\text{初始})} \times 100\%$

24. (2025 黑吉辽蒙, 18) 乙二醇是一种重要化工原料, 以合成气(CO 、 H_2)为原料合成乙二醇具有重要意义。

I. 直接合成法: $2\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \xrightleftharpoons{\text{催化剂}} \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}(\text{g})$, 不同温度下平衡常数如下表所示。

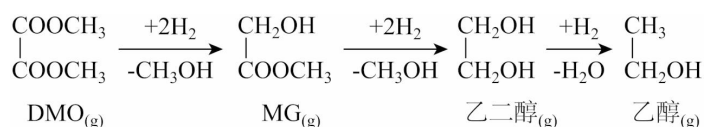
温度	298K	355K	400K
平衡常数	6.5×10^4	1.0	1.3×10^{-3}

(1) 该反应的 ΔH _____ 0 (填 “>” 或 “<”)。

(2) 已知 $\text{CO}(\text{g})$ 、 $\text{H}_2(\text{g})$ 、 $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}(\text{g})$ 的燃烧热 (ΔH) 分别为 $-\text{a} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $-\text{b} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 、 $-\text{c} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 则上述合成反应的 $\Delta H =$ _____ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (用 a、b 和 c 表示)。

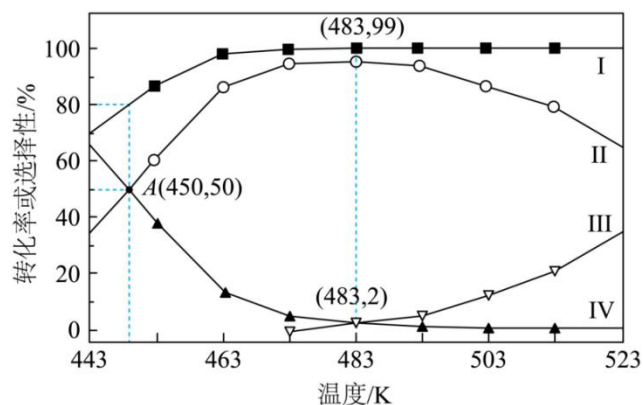
(3) 实验表明, 在 500K 时, 即使压强(34MPa)很高乙二醇产率(7%)也很低, 可能的原因是 _____ (答出 1 条即可)。

II. 间接合成法: 用合成气和 O_2 制备的 DMO 合成乙二醇, 发生如下 3 个均放热的连续反应, 其中 MG 生成乙二醇的反应为可逆反应。



(4) 在 2MPa、 Cu/SiO_2 催化、固定流速条件下, 发生上述反应, 初始氢酯比 $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{DMO})} = 52.4$, 出口处检测到 DMO

的实际转化率及 MG、乙二醇、乙醇的选择性随温度的变化曲线如图所示 [某物质的选择性 = $\frac{n_{\text{全成}}(\text{该物质})}{n_{\text{消耗}}(\text{DMO})} \times 100\%$]。



① 已知曲线 II 表示乙二醇的选择性, 则曲线 _____ (填图中标号, 下同) 表示 DMO 的转化率, 曲线 _____ 表示 MG 的选择性。

② 有利于提高 A 点 DMO 转化率的措施有 _____ (填标号)。

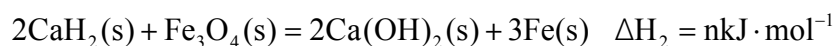
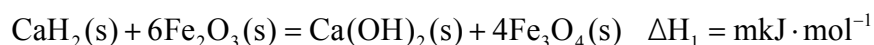
A. 降低温度 B. 增大压强 C. 减小初始氢酯比 D. 延长原料与催化剂的接触时间

③ 483K 时, 出口处 $\frac{n(\text{乙醇})}{n(\text{DMO})}$ 的值为 _____ (精确至 0.01)。

④ A 点反应 $\text{MG}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}(\text{g}) + \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ 的浓度商 $Q_x =$ _____ (用物质的量分数代替浓度计算, 精确至 0.001)。

25. (2025 湖北, 19) $\text{CaH}_2(\text{s})$ 粉末可在较低温度下还原 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ 。回答下列问题:

(1) 已知一定温度下:



则 $3\text{CaH}_2(\text{s}) + 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) = 3\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + 4\text{Fe}(\text{s})$ 的 $\Delta H_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ (用 m 和 n 表示)。

(2) 图 1 分别是 260°C 、 280°C 和 300°C 下 $\text{CaH}_2(\text{s})$ 还原 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ 过程中反应体系电阻 $R(\Omega)$ 随反应时间 $t(\text{h})$ 变化的曲线, 可用 (填标号) 表示反应的快慢。

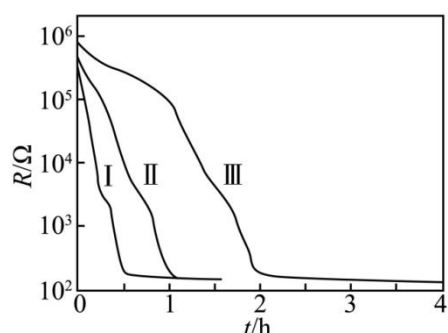


图1

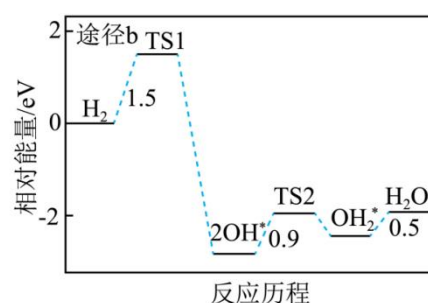
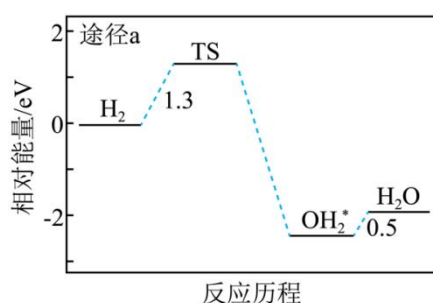


图2 (TS代表过渡态)

- a. $\frac{R}{t}$ b. $-\frac{\Delta R}{t}$ c. $\frac{R}{\Delta t}$ d. $-\frac{\Delta R}{\Delta t}$

(3) 图 1 中曲线 (填“ I ”“ II ”或“ III ”) 对应的反应温度最高。

(4) 研究发现 $\text{CaH}_2(\text{s})$ 对 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ 的还原性主要来自于其产生的 H_2 。一般认为 H_2 在 Fe_2O_3 表面被氧化成 H_2O 有两种可能途径, 图 2 是理论计算得到的相对能量变化图, 据此推测途径 (填“a”或“b”) 是主要途径。

(5) $\text{CaH}_2(\text{s})$ 产生 H_2 的可能反应: ① $\text{CaH}_2(\text{s}) = \text{Ca}(\text{s}) + \text{H}_2(\text{g})$ 或

② $\text{CaH}_2(\text{s}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ 。将 $\text{CaH}_2(\text{s})$ 放在含微量水的 N_2 气流中, 在 200°C 至 300°C 的升温过程中固体质量一直增加, 由此可断定 H_2 的来源之一是反应 (填“①”或“②”)。若要判断另一个反应是否是 H_2 的来源, 必须进行的实验是 。

(6) 已知 $3\text{H}_2(\text{g}) + \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \rightleftharpoons 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{Fe}(\text{s})$ 。研究表明, 在相同温度下, 用 $\text{CaH}_2(\text{s})$ 还原 $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ 比直接用 $\text{H}_2(\text{g})$ 还原更有优势, 从平衡移动原理角度解释原因: 。

第五部分 物质结构与性质

一、物质结构与性质

1. (2025.1 浙江, 1) 下列属于极性分子的是

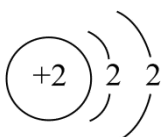
- A. HCl B. N₂ C. He D. CH₄

2. (2025 江苏, 2) 科学家通过核反应 ${}_0^1\text{n} + {}_3^6\text{Li} \rightarrow {}_1^3\text{H} + {}_2^4\text{He}$ 发现氚(${}_1^3\text{H}$)。下列说法正确的是

A. ${}_0^1\text{n}$ 表示一个质子

B. ${}_3^6\text{Li}$ 的基态原子核外电子排布式为 $1s^1 2s^2$

C. ${}_1^3\text{H}$ 与 ${}_1^2\text{H}$ 互为同位素

D. ${}_2^4\text{He}$ 的原子结构示意图为 

3. (2025 江西, 2) 下列说法正确的是

- A. 键长: $\text{CO} > \text{CO}_2$ B. 沸点: $\text{HI} > \text{HCl}$ C. 键能: $\text{O}_2 > \text{N}_2$ D. 键角: $\text{NH}_4^+ > \text{NO}_3^-$

4. (2025.6 浙江, 3) 根据元素周期律推测, 下列说法不正确的是

- A. 原子半径: $\text{Mg} > \text{Na}$ B. 电负性: $\text{C} > \text{Si}$
C. 非金属性: $\text{Br} > \text{I}$ D. 热稳定性: $\text{NH}_3 > \text{PH}_3$

5. (2025 黑吉辽蒙, 3) Cl_2O 可用于水的杀菌消毒, 遇水发生反应: $\text{Cl}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HClO}$ 。下列说法正确的是

- A. 反应中各分子的 σ 键均为 $\text{p}-\text{p}\sigma$ 键
B. 反应中各分子的 VSEPR 模型均为四面体形
C. $\text{Cl}-\text{O}$ 键长小于 $\text{H}-\text{O}$ 键长
D. HClO 分子中 Cl 的价电子层有 2 个孤电子对

6. (2025 天津, 4) 下列比较结果, 错误的是

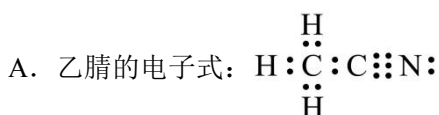
- A. 熔点: 石英 > 苯酚
B. 热稳定性: $\text{HI} > \text{HF}$
C. 离子半径: $\text{Mg}^{2+} > \text{Al}^{3+}$

D. 分散系中分散质粒子的直径: $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体 > NaOH 溶液

7. (2025.1 浙江, 4) 根据元素周期律, 下列说法不正确的是

- A. 第一电离能: $\text{N} > \text{O} > \text{S}$ B. 化合物中键的极性: $\text{SiCl}_4 > \text{PCl}_3$
C. 碱性: $\text{LiOH} > \text{KOH}$ D. 化合物中离子键百分数: $\text{MgO} > \text{Al}_2\text{O}_3$

8. (2025 北京, 4) 物质的微观结构决定其宏观性质。乙腈(CH_3CN)是一种常见的有机溶剂, 沸点较高, 水溶性好。下列说法不正确的是

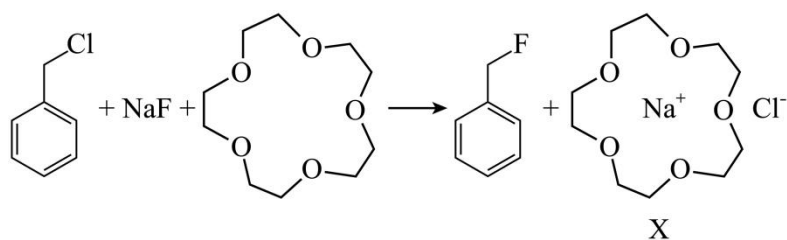


B. 乙腈分子中所有原子均在同一平面

C. 乙腈的沸点高于与其分子量相近的丙炔

D. 乙腈可发生加成反应

9. (2025 江苏, 4) 在溶有 15-冠-5($\text{C}_{15}\text{H}_{18}\text{O}_5$)的有机溶剂中, 苄氯($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$)与 NaF 发生反应:



下列说法正确的是

A. 苄氯是非极性分子

B. 电负性: $\chi(\text{F}) < \chi(\text{Cl})$

C. 离子半径: $r(\text{F}^-) > r(\text{Na}^+)$

D. X 中 15-冠-5 与 Na^+ 间存在离子键

阅读材料: 硅胶可由原硅酸(H_4SiO_4)脱水缩合制得, 如图。硅胶添加无水 CoCl_2 , 呈蓝色; 吸水后, 因 CoCl_2 转化为配合物 $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 而呈粉红色。

据此完成下列小题。

10. (2025 广西, 4) 下列说法正确的是

A. Cl^- 的电子式为 $:\ddot{\text{Cl}}:$

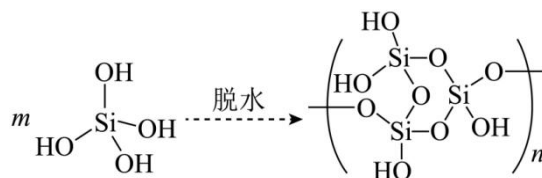
B. $^{59}_{27}\text{Co}$ 的中子数为 27

C. 硅胶中 O 采取 sp^2 杂化

D. SiO_4^{4-} 的空间结构为正四面体

11. (2025 广西, 5) 下列有关结构与性质或应用之间的因果关系错误的是

选项	结构	性质或应用
A	原硅酸分子中含有多个 $-\text{OH}$	可脱水制成硅胶
B	硅胶与 H_2O 形成分子间氢键	烘干失水后可再用
C	无水 CoCl_2 中存在离子键	CoCl_2 易溶于水
D	配合物中 Co^{2+} 与 H_2O 、 Cl^- 配位	可使硅胶变色



12. (2025 湖北, 5) 下列说法错误的是

- A. 胶体粒子对光线散射产生丁达尔效应
- B. 合成高分子是通过聚合反应得到的一类纯净物
- C. 配位化合物通过“电子对给予-接受”形成配位键
- D. 超分子可以由两种或两种以上的分子通过分子间相互作用形成

13. (2025 重庆, 5) 根据元素周期律, 同时满足条件 (i) 和条件 (ii) 的元素是

(i) 电负性大于同族其他元素; (ii) 第一电离能高于同周期相邻的元素

- A. Al
- B. Si
- C. B
- D. Be

14. (2025 江苏, 5) 阅读材料, 完成下列小题:

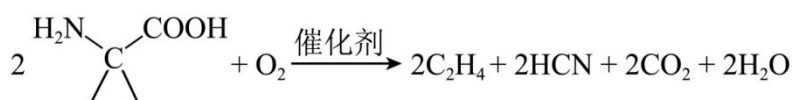
中国对人类科学进步与技术发展贡献卓著。黑火药(主要成分: KNO_3 、S 和 C)是中国古代四大发明之一。侯德榜发明的“联合制碱法”将合成氨法与氨碱法联合, 突破了国外制碱技术封锁。我国科学家在世界上首次人工合成结晶牛胰岛素; 采用有机合成与酶促合成相结合的方法, 人工合成了酵母丙氨酸转移核糖核酸。徐光宪提出的稀土串级萃取理论使我国稀土提取技术取得重大进步。屠呦呦等采用低温、乙醚冷浸提取的青蒿素($\text{C}_{15}\text{H}_{22}\text{O}_5$, 含 $-\text{O}-\text{O}-$)在治疗疟疾中起到重要作用。闵恩泽研制新型催化剂解决了重油裂解难题。

下列说法正确的是



- A. 硫黄有 S_2 、 S^{2-} 、 S_4 等多种同素异形体
- B. 高温下青蒿素分子结构稳定
- C. NH_3 分子中 $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ 键角大于 CH_4 分子中 $\text{H}-\text{C}-\text{H}$ 键角
- D. 题图所示的碱基鸟嘌呤与胞嘧啶通过氢键互补配对

15. (2025 江西, 5) 乙烯是植物激素, 可以催熟果实。植物体内乙烯的生物合成反应为:



阿伏加德罗常数的值为 N_A , 下列说法正确的是

- A. $2.24\text{L C}_2\text{H}_4$ 中 σ 键的数目为 $0.5N_A$
- B. 0.1 mol HCN 中 π 电子的数目为 $0.3N_A$
- C. $9\text{g H}_2\text{O}$ 中孤电子对的数目为 $0.5N_A$
- D. 消耗 1 mol O_2 , 产物中 sp 杂化 C 原子数目为 $4N_A$

16. (2025 安徽, 5) 氟气通过碎冰表面, 发生反应① $\text{F}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{-40^\circ\text{C}} \text{HOF} + \text{HF}$, 生成的 HOF 遇水发生反应② $\text{HOF} + \text{H}_2\text{O} = \text{HF} + \text{H}_2\text{O}_2$ 。下列说法正确的是

- A. HOF 的电子式为 $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{F}}:$ B. H_2O_2 为非极性分子
- C. 反应①中有非极性键的断裂和形成 D. 反应②中 HF 为还原产物

17. (2025 湖南, 5) 下列有关物质性质的解释错误的是

	性质	解释
A	酸性: $\text{CH}_3\text{COOH} < \text{HCOOH}$	$-\text{CH}_3$ 是推电子基团
B	熔点: $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3\text{NO}_3 < \text{NH}_4\text{NO}_3$	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+$ 的体积大于 NH_4^+
C	熔点: $\text{Fe} > \text{Na}$	Fe 比 Na 的金属性弱
D	沸点: $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{S}$	H_2O 分子间存在氢键

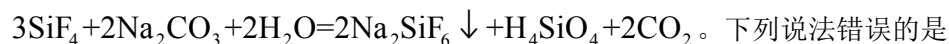
18. (2025 陕晋宁青, 6) 下列对物质性质的解释错误的是

选项	物质性质	解释
A	氯化钠熔点高于氯化铯	氯化钠离子键强于氯化铯
B	碘易溶于四氯化碳	碘和四氯化碳都是非极性分子
C	草酸氢钠溶液显酸性	草酸氢根离子水解程度大于电离程度
D	离子液体导电性良好	离子液体中有可移动的阴、阳离子

19. (2025 山东, 6) 第 70 号元素镱(Yb)的基态原子价电子排布式为 $4f^{14}6s^2$ 。下列说法正确的是

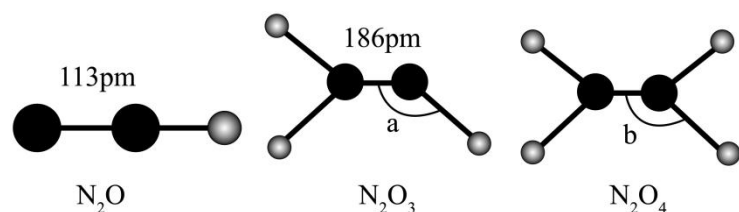
- A. ${}^{174}_{70}\text{Yb}$ 的中子数与质子数之差为 104 B. ${}^{174}_{70}\text{Yb}$ 与 ${}^{176}_{70}\text{Yb}$ 是同一种核素
- C. 基态 Yb 原子核外共有 10 个 d 电子 D. Yb 位于元素周期表中第 6 周期

20. (2025 四川, 6) 生产磷肥时, 利用纯碱溶液吸收 SiF_4 的反应如下:



- A. Na_2SiF_6 中含有配位键 B. SiF_4 和 H_2O 都是由极性键构成的极性分子
- C. CO_2 和 SiO_2 晶体分别为分子晶体和共价晶体 D. CO_3^{2-} 的 VSEPR 模型和空间结构都为平面三角形

21. (2025 重庆, 7) 三种氮氧化物的结构如下所示:



下列说法正确的是

- A. 氮氮键的键能: $\text{N}_2\text{O} > \text{N}_2\text{O}_3$ B. 熔点: $\text{N}_2\text{O}_3 > \text{N}_2\text{O}_4$
- C. 分子的极性: $\text{N}_2\text{O}_4 > \text{N}_2\text{O}$ D. N—N—O 的键角: $a > b$

22. (2025 甘肃, 7) 物质的结构决定性质, 下列事实与结构因素无关的是

选项	事实	结构因素
A	K 与 Na 产生的焰色不同	能量量子化
B	SiH_4 的沸点高于 CH_4	分子间作用力
C	金属有良好的延展性	离子键
D	刚玉 (Al_2O_3) 的硬度大, 熔点高	共价晶体

23. (2025 湖北, 7) 下列关于物质性质或应用解释错误的是

选项	性质或应用	解释
A	石蜡油的流动性比水的差	石蜡油的分子间作用力比水的小
B	NH_3 溶于水显碱性	NH_3 可结合水中的质子
C	OF_2 可以氧化 H_2O	OF_2 中 O 显正电性
D	石墨作为润滑剂	石墨层间靠范德华力维系

24. (2025 山东, 7) 用硫酸和 NaN_3 可制备一元弱酸 HN_3 。下列说法错误的是

- A. NaN_3 的水溶液显碱性
- B. N_3^- 的空间构型为 V 形
- C. NaN_3 为含有共价键的离子化合物
- D. N_3^- 的中心 N 原子所有价电子均参与成键

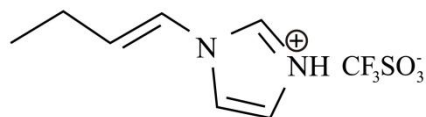
25. (2025 安徽, 7) 阅读材料, 完成下列小题。

氨是其他含氮化合物的生产原料。氨可在氧气中燃烧生成 N_2 。金属钠的液氨溶液放置时缓慢放出气体, 同时生成 $NaNH_2$ 。 $NaNH_2$ 遇水转化为 $NaOH$ 。 $Cu(OH)_2$ 溶于氨水得到深蓝色 $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$ 溶液, 加入稀硫酸又转化为蓝色 $[Cu(H_2O)_4]SO_4$ 溶液。氨可以发生类似于水解反应的氨解反应, 浓氨水与 $HgCl_2$ 溶液反应生成 $Hg(NH_2)Cl$ 沉淀。

下列有关物质结构或性质的比较中, 正确的是

- A. 与 H^+ 结合的能力: $OH^- > NH_2^-$ B. 与氨形成配位键的能力: $H^+ > Cu^{2+}$
- C. H_2O 和 NH_3 分子中的键长: $O-H > N-H$ D. 微粒所含电子数: $NH_4^+ > NH_2^-$

26. (2025 贵州, 7) 某离子液体可作为制备质子交换膜的关键材料, 结构如图。下列说法错误的是



- A. SO_3 的空间结构为平面三角形 B. 阳离子侧链的立体构型为顺式
- C. 该化合物中存在氢键 D. 该化合物具有良好的导电性

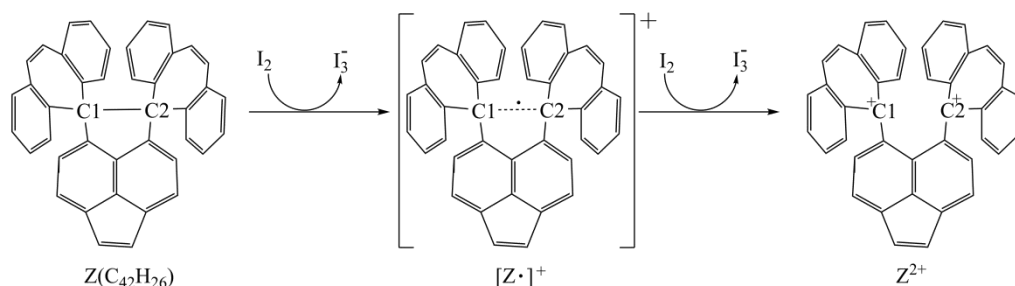
27. (2025 山东, 8) 物质性质与组成元素的性质有关, 下列对物质性质差异解释错误的是

	性质差异	主要原因
A	沸点: $H_2O > H_2S$	电离能: $O > S$
B	酸性: $HClO > HBrO$	电负性: $Cl > Br$
C	硬度: 金刚石 $>$ 晶体硅	原子半径: $Si > C$
D	熔点: $MgO > NaF$	离子电荷: $Mg^{2+} > Na^+, O^{2-} > F^-$

28. (2025 河北, 8) 化学研究应当注重宏观与微观相结合。下列宏观现象与微观解释不符的是

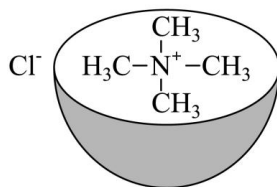
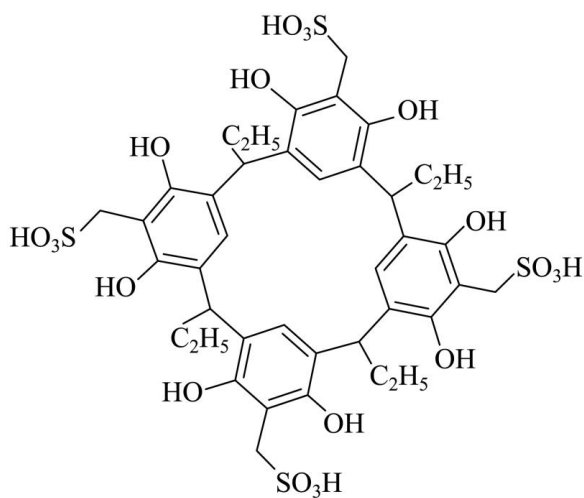
选项	宏观现象	微观解释
A	氮气稳定存在于自然界中	氮分子中存在氮氮三键, 断开该共价键需要较多的能量
B	苯不能使溴的 CCl_4 溶液褪色	苯分子中碳原子形成了稳定的大 π 键
C	天然水晶呈现多面体外形	原子在三维空间里呈周期性有序排列
D	氯化钠晶体熔点高于氯化铝晶体	离子晶体中离子所带电荷数越少, 离子半径越大, 离子晶体熔点越低

29. (2025 福建, 8) 分子 $Z(C_{42}H_{26})$ 有超长碳碳— σ 键(C1-C2 键长 180.6 pm), 被 I_2 氧化过程如图。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法错误的是



- A. 1.0 mol Z 的 sp^3 杂化碳原子数为 $2N_A$
- B. 1.0 mol $[Z\cdot]^+$ 的未成对电子数为 N_A
- C. 1.0 mol Z^{2+} 的 sp^2 杂化碳原子数为 $40N_A$
- D. 0.1 mol Z 完全氧化为 Z^{2+} , 生成的阴离子数为 $0.2N_A$

30. (2025 甘肃, 9) 我国化学家合成了一种带有空腔的杯状主体分子(结构式如图 a), 该分子和客体分子 $(CH_3)_4NCl$ 可形成主客体包合物: $(CH_3)_4N^+$ 被固定在空腔内部(结构示意图见图 b)。下列说法错误的是



- A. 主体分子存在分子内氢键
- B. 主客体分子之间存在共价键
- C. 磺酸基中的 S—O 键能比 $S=O$ 小
- D. $(CH_3)_4N^+$ 和 $(CH_3)_3N$ 中 N 均采用 sp^3 杂化

34. (2025 广东, 13) 由结构不能推测出对应性质的是

选项	结构	性质
A	SO_3 的 VSEPR 模型为平面三角形	SO_3 具有氧化性
B	钾和钠的原子结构不同, 电子跃迁时能量变化不同	钾和钠的焰色不同
C	乙烯和乙炔分子均含有 π 键	两者均可发生加聚反应
D	石墨层中未参与杂化的 p 轨道中的电子, 可在整个碳原子平面中运动	石墨具有类似金属的导电性

35. (2025 湖北, 13) N 和 P 为同主族相邻元素。下列关于物质性质或现象的解释错误的是

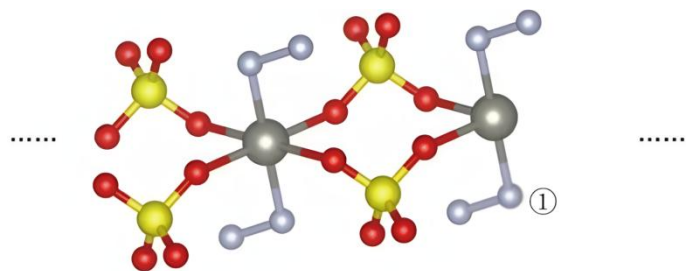
A. KNO_3 的熔点比 K_3PO_4 的低, 因为 KNO_3 的离子键更强

B. 磷单质通常不以 P_2 形式存在, 因为磷磷之间难以形成三键

C. 次磷酸 $\text{HO}-\text{P}(\text{H})_2 \rightarrow \text{O}$ 比硝酸 $\text{HO}-\text{N}(\text{O})_2 \rightarrow \text{O}$ 的酸性弱, 因为前者的 $\text{H}-\text{O}$ 键极性小

D. P 形成 PF_5 而 N 形成 NF_3 , 因为 P 的价层电子轨道更多且半径更大

36. (2025.6 浙江, 13) 能代表化合物 $(\text{N}_2\text{H}_5)_2\text{Zn}(\text{SO}_4)_2$ 的结构片段如图(氢原子未画出), 下列有关该化合物的描述不正确的是



A. 图中球①代表原子团 NH_2

B. 该化合物易溶于水

C. 作还原剂时, 该化合物释放 H^+

D. 氮原子上没有孤电子对, 晶体中不存在氢键

二、晶胞结构

1. (2025 湖南, 7) K^+ 掺杂的铋酸钡具有超导性。 K^+ 替代部分 Ba^{2+} 形成 $\text{Ba}_{0.6}\text{K}_{0.4}\text{BiO}_3$ (摩尔质量为 $354.8\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$),

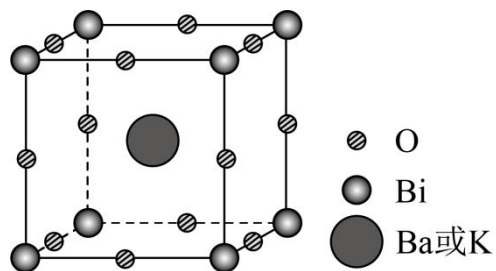
其晶胞结构如图所示。该立方晶胞的参数为 $a\text{nm}$, 设 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

A. 晶体中与铋离子最近且距离相等的 O^{2-} 有 6 个

B. 晶胞中含有的铋离子个数为 8

C. 第一电离能: $\text{Ba} > \text{O}$

D. 晶体的密度为 $\frac{3.548 \times 10^{21}}{a^3 \cdot N_A} \text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$



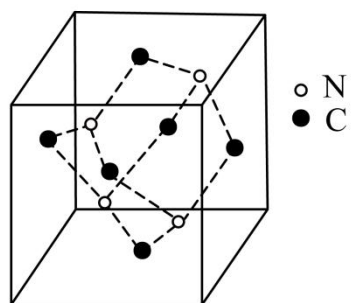
2. (2025 重庆, 8) 化合物 X 的晶胞如图所示, 下列叙述正确的是

A. X 中存在 π 键

B. X 属于混合型晶体

C. X 的化学式可表示为 C_3N_4

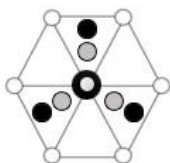
D. X 中 C 原子上有 1 对孤电子对



3. (2025 陕晋宁青, 8) 一种负热膨胀材料的立方晶胞结构如图, 晶胞密度为 $d\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, 阿伏加德罗常数的值为 N_A ,

下列说法错误的是

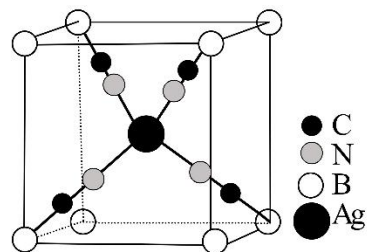
A. 沿晶胞体对角线方向的投影图为



B. Ag 和 B 均为 sp^3 杂化

C. 晶体中与 Ag 最近且距离相等的 Ag 有 6 个

D. Ag 和 B 的最短距离为 $\frac{\sqrt{3}}{2} \times \sqrt{\frac{223}{N_A d}} \times 10^{10} \text{pm}$



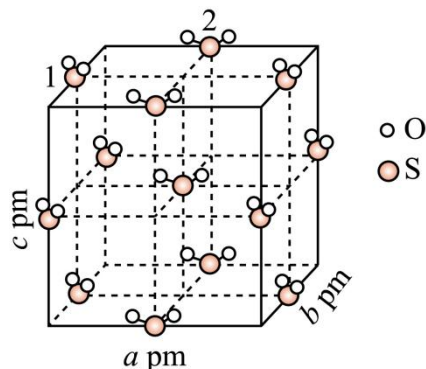
4. (2025 湖北, 9) SO_2 晶胞是长方体, 边长 $a \neq b \neq c$, 如图所示。下列说法正确的是

A. 一个晶胞中含有 4 个 O 原子

B. 晶胞中 SO_2 分子的取向相同

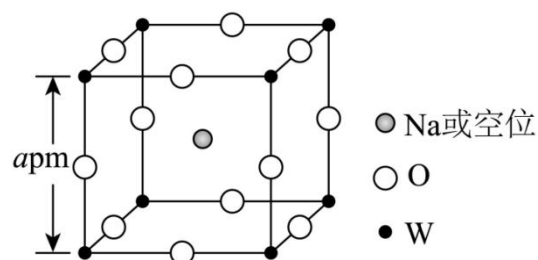
C. 1 号和 2 号 S 原子间的核间距为 $\frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{a^2 + b^2} \text{pm}$

D. 每个 S 原子周围与其等距且紧邻的 S 原子有 4 个



5. (2025 黑吉辽蒙, 9) Na_xWO_3 晶体因 x 变化形成空位而导致颜色各异, 当 $0.44 \leq x \leq 0.95$ 时, 其立方晶胞结构

如图。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值, 下列说法错误的是



A. 与 W 最近且等距的 O 有 6 个

B. x 增大时, W 的平均价态升高

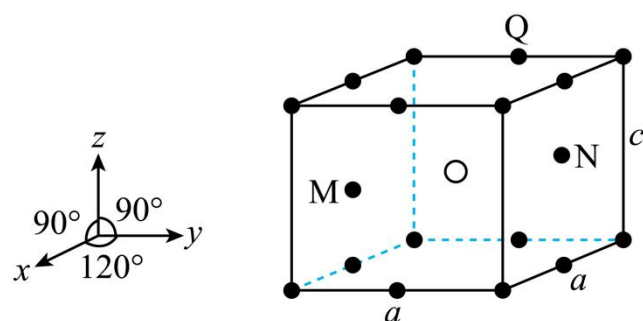
C. 密度为 $\frac{243.5 \times 10^{30}}{a^3 \cdot N_A} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 时, $x = 0.5$

D. 空位数不同, 吸收的可见光波长不同

6. (2025 河北, 11) $\text{SmCo}_k (k > 1)$ 是一种具有优异磁性能的稀土永磁材料, 在航空航天等领域中获得重要应用。

SmCo_k 的六方晶胞示意图如下, 晶胞参数 $a = 500 \text{pm}$ 、 $c = 400 \text{pm}$, M、N 原子的分数坐标分别为 $\left(\frac{5}{6}, \frac{1}{6}, \frac{1}{2}\right)$ 、

$\left(\frac{1}{6}, \frac{5}{6}, \frac{1}{2}\right)$ 。设 N_A 是阿伏加德罗常数的值。



下列说法错误的是

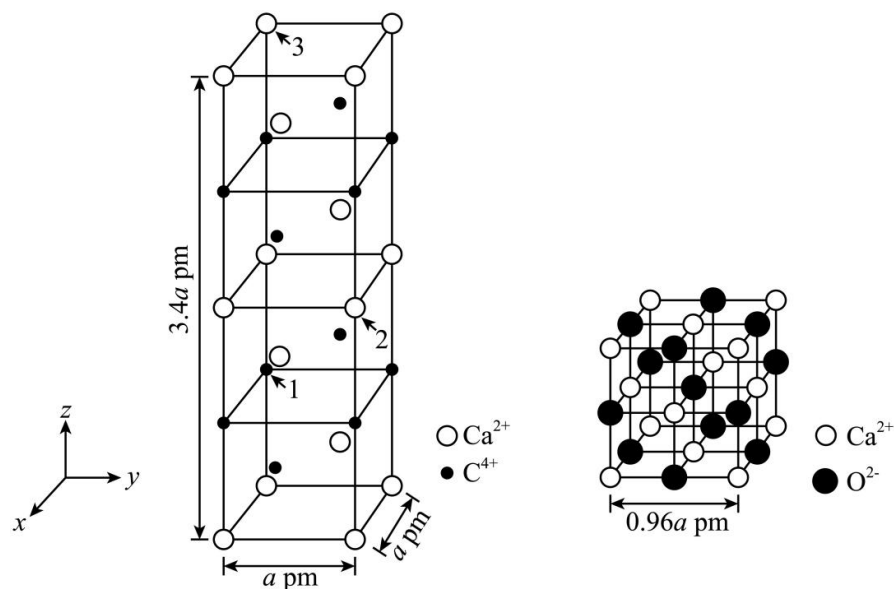
A. 该物质的化学式为 SmCo_5

B. 体心原子的分数坐标为 $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$

C. 晶体的密度为 $\frac{890\sqrt{3}}{3N_A \times 10^{-22}} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$

D. 原子 Q 到体心的距离为 $100\sqrt{41} \text{pm}$

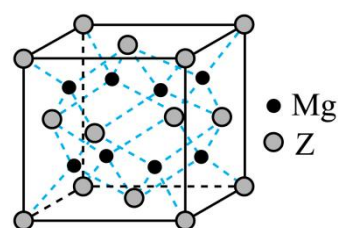
7. (2025 四川, 12) CaCO_3 的四方晶胞(晶胞参数 $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$, 省略 CO_3^{2-} 中的氧, 只标出 C^{4+})和 CaO 的立方晶胞如图所示, N_A 为阿伏加德罗常数的值。



下列说法错误的是

- A. CaCO_3 晶胞中 1 位 C^{4+} 的分数坐标为 $\left(0, 0, \frac{1}{4}\right)$
- B. CaCO_3 晶胞中 2 位和 3 位 Ca^{2+} 的核间距为 $\sqrt{4.89}a\text{pm}$
- C. CaO 晶胞和 CaCO_3 晶胞中原子数之比是 4:15
- D. CaO 晶体密度小于 CaCO_3 晶体密度

8. (2025 广西, 12) $\text{Mg}-\text{Z}$ 型晶态半导体材料由 Mg 与碳族元素 (Z) 形成, 其立方晶胞结构如图。已知: 晶胞参数 $a(\text{Mg}-\text{Si}) = 634\text{ pm}$, $a(\text{Mg}-\text{Ge}) = 639\text{ pm}$ 。下列说法正确的是

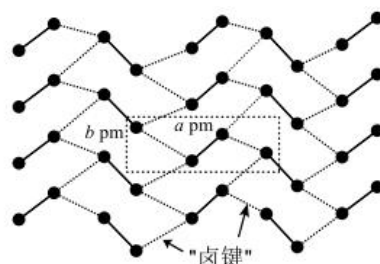


- A. 与 Z 紧邻的 Mg 有 4 个
- B. 晶胞内 Mg 之间最近的距离为 $\frac{\sqrt{2}}{2}a$
- C. 晶胞密度: $\rho(\text{Mg}-\text{Ge}) > \rho(\text{Mg}-\text{Si})$
- D. 若 $\text{Mg}-\text{Sn}$ 晶胞顶点 Sn 替换为 Ge , 则 $\frac{n(\text{Sn})}{n(\text{Ge})} = \frac{1}{3}$

9. (2025 安徽, 12) 碘晶体为层状结构, 层间作用为范德华力, 层间距为 $d \text{ pm}$ 。下图给出了碘的单层结构, 层内碘分子间存在“卤键”(强度与氢键相近)。 N_A 为阿伏加德罗常数的值。下列说法错误的是

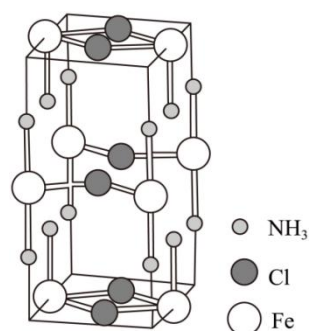
- A. 碘晶体是混合型晶体
- B. 液态碘单质中也存在“卤键”
- C. 127 g 碘晶体中有 N_A 个“卤键”

D. 碘晶体的密度为 $\frac{2 \times 254}{abd \times N_A \times 10^{-30}} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$

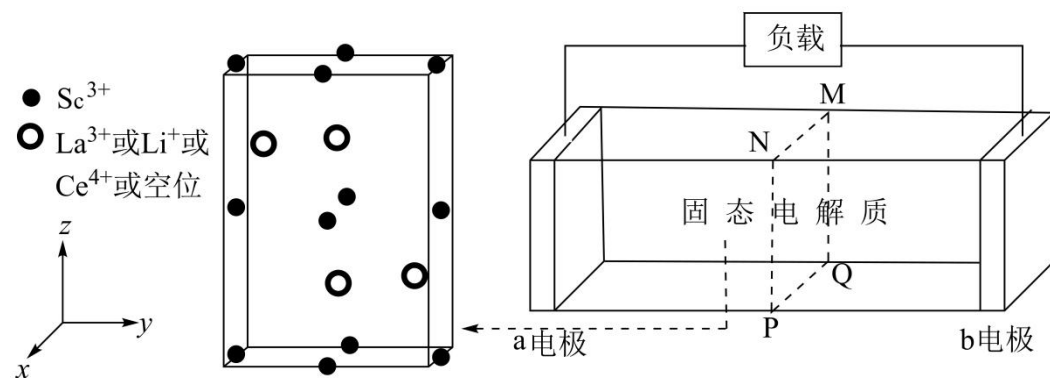


10. (2025.1 浙江, 13) 某化合物 $\text{Fe}(\text{NH}_3)_2 \text{Cl}_2$ 的晶胞如图所示, 下列说法不正确的是

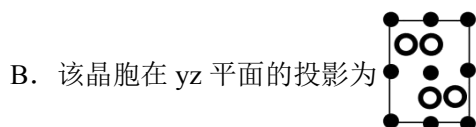
- A. 晶体类型为混合晶体
- B. NH_3 与二价铁形成配位键
- C. 该化合物与水反应有难溶物生成
- D. 该化合物热稳定性比 FeCl_2 高



11. (2025 云南, 13) $(\text{Li}_{0.45} \text{La}_{0.85}) \text{ScO}_3$ 是优良的固态电解质材料, Ce^{4+} 取代部分 La^{3+} 后产生空位, 可提升 Li^+ 传导性能。取代后材料的晶胞结构示意图(O^{2-} 未画出)及其作为电解质的电池装置如下。下列说法错误的是



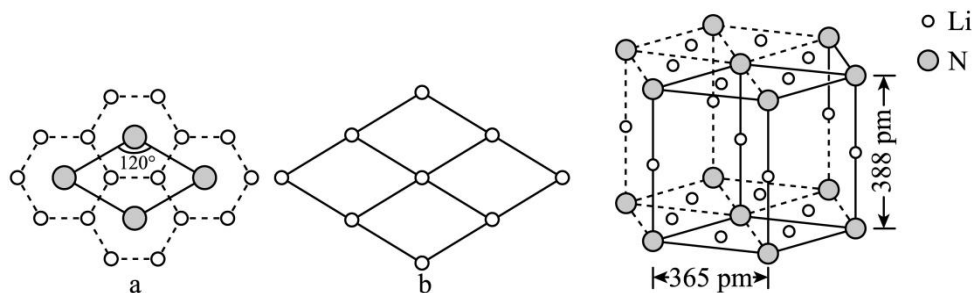
- A. 每个晶胞中 O^{2-} 个数为 12



C. Ce^{4+} 取代后, 该电解质的化学式为 $(\text{Li}_{0.45} \text{La}_{0.85-y} \text{Ce}_y) \text{ScO}_3$

- D. 若只有 Li^+ 发生迁移, 外电路转移的电子数与通过截面 MNPQ 的 Li^+ 数目相等

12. (2025 贵州, 14) 常温常压下, Li 和 N_2 反应生成红棕色、具有高度离子导电性的 $\alpha-Li_3N$ 。 $\alpha-Li_3N$ 由 a、b 两层构成, 其 a、b 层及晶体结构如图。



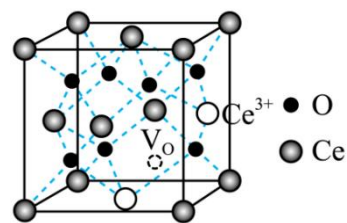
下列说法正确的是

- A. 每生成 1 mol $\alpha-Li_3N$, 转移 1 mol 电子
 B. 相邻 Li 与 N 间的作用力: 层间 > 层内
 C. N 周围最近且等核间距的 Li 数目为 6
 D. $\alpha-Li_3N$ 的晶体类型为共价晶体

13. (2025 江西, 14) CeO_2 晶格中的 O 被去除, 产生一个氧空位(V_O), V_O 相对原点的分数坐标为 $(\frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{1}{4})$,

则图中 Ce^{3+} 的分数坐标分别为

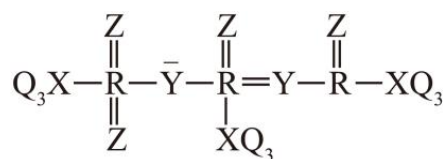
- A. $(0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}), (1, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$
 B. $(\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2}), (1, 0, 0)$
 C. $(0, \frac{1}{2}, 0), (\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2})$
 D. $(0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}), (\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0)$



三、元素推断题

1. (2025 福建, 3) 某电解质阴离子的结构如图。X、Y、Z、Q、R 为原子序数依次增大短周期元素, 下列说法错误的是

- A. 键角: $XZ_2 < RZ_2$
 B. 电负性: $Q > Z > Y$
 C. 最简单氢化物沸点: $Z > Y > X$
 D. X、Y、R 均可与 Z 组成标况下为气态的化合物



2. (2025 甘肃, 5) X、Y、Z、W、Q 分别为原子序数依次增大的短周期主族元素。Y、Q 基态原子的价电子数相同, 均为其 K 层电子数的 3 倍, X 与 Z 同族, W 为金属元素, 其原子序数等于 X 与 Z 的原子序数之和。下列说法错误的是

- A. X 与 Q 组成的化合物具有还原性
 B. Y 与 Q 组成的化合物水溶液显碱性
 C. Z、W 的单质均可在空气中燃烧
 D. Z 与 Y 按原子数 1:1 组成的化合物具有氧化性

3. (2025 海南, 6) X、Y、Z 为原子序数依次增大的短周期主族元素。 H_2X 是地球生命体中质量占比最大的物质; 同周期简单阳离子中 Y^{n+} 的半径最小; Z 的一种同素异形体在空气中易自燃。下列说法错误的是

- A. Z_4X_6 为离子晶体
B. 基态 Z 原子最高能级半充满
C. 热稳定性: $H_2X > ZH_3$
D. $Y(CH_3)_3$ 中只存在共价键

4. (2025 河南, 6) 我国科研人员合成了一种深紫外双折射晶体材料, 其由原子序数依次增大的五种短周期元素 Q、W、X、Y 和 Z 组成。基态 X 原子的 s 轨道中电子总数比 p 轨道中电子数多 1, X 所在族的族序数等于 Q 的质子数, 基态 Y 和 Z 原子的原子核外均只有 1 个未成对电子, 且二者核电荷数之和为 Q 的 4 倍。下列说法正确的是

- A. QY_3 为极性分子
B. ZY 为共价晶体
C. 原子半径: $W > Z$
D. 1 个 X_2 分子中有 2 个 π 键

5. (2025 湖北, 6) 某化合物的分子式为 XY_2Z 。X、Y、Z 三种元素位于同一短周期且原子序数依次增大, 三者的原子核外电子层数之和与未成对电子数之和相等, Z 是周期表中电负性最大的元素。下列说法正确的是

- A. 三者中 Z 的原子半径最大
B. 三者中 Y 的第一电离能最小
C. X 的最高化合价为 +3
D. XZ_3 与 NH_3 键角相等

6. (2025 湖南, 6) MZ_2 浓溶液中含有的 $X[MZ_2(YX)]$ 具有酸性, 能溶解金属氧化物。元素 X、Y、Z、M 的原子序数依次增大, 分别位于不同的前四周期。Y 的最外层电子数是内层的 3 倍, X 和 Y 的最外层电子数之和等于 Z 的最外层电子数, M 的价层电子排布是 $3d^{10}4s^2$ 。下列说法正确的是

- A. 电负性: $X > Y$
B. Y 形成的两种单质均为非极性分子
C. 由 X、Y、Z 形成的化合物均为强电解质
D. 铁管上镶嵌 M, 铁管不易被腐蚀

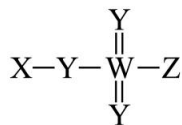
7. (2025 广西, 7) 单分子磁体能用于量子信息存储。某单分子磁体含 W、X、Y、Z 四种元素, 其中 W、X、Y 的核外电子数之和为 15, W^+ 离子半径最小, 基态 X 原子的 s 能级电子数是 p 能级的 2 倍, Z 的某种氧化物是实验室制取氯气的原料之一。下列说法正确的是

- A. 第一电离能: $Y > Z$
B. 简单氢化物的稳定性: $X > Y$
C. 电负性: $W > X$
D. 基态 Z 原子的电子排布式: $[Ar]3d^64s^1$

8. (2025 黑吉辽蒙, 7) 化学家用无机物甲(YW_4ZXY)成功制备了有机物乙 $\left[(\text{YW}_2)_2\text{XZ}\right]$, 开创了有机化学人工合成的新纪元。其中 W、X、Y、Z 原子序数依次增大, X、Y、Z 同周期, 基态 X、Z 原子均有 2 个单电子。下列说法正确的是

- A. 第一电离能: $Z>Y>X$
- B. 甲中不存在配位键
- C. 乙中 σ 键和 π 键的数目比为 6:1
- D. 甲和乙中 X 杂化方式分别为 sp 和 sp^2

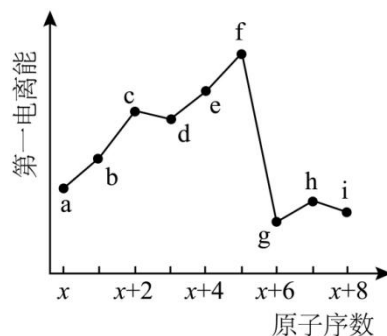
9. (2025 四川, 8) 由原子序数依次增大的短周期主族元素 X、Y、Z、W 组成的化合物, 其结构如图所示。X 的核外电子数与电子层数相同, Y、W 同族, Z 的价电子数等于 X 与 Y 的价电子数之和。下列说法正确的是



- A. 原子半径: $Z > Y > X$
- B. 电负性: $Z > Y > W$
- C. 简单氢化物的沸点: $Y < W$
- D. Y 的第一电离能高于同周期相邻元素

10. (2025 广东, 9) 元素 a~i 为短周期元素, 其第一电离能与原子序数的关系如图。下列说法正确的是

- A. a 和 g 同主族
- B. 金属性: $g > h > i$
- C. 原子半径: $e > d > c$
- D. 最简单氢化物沸点: $b > c$



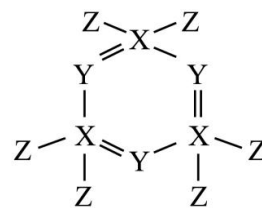
11. (2025 河北, 9) W、X、Y、Z 为四种短周期非金属元素, W 原子中电子排布已充满的能级数与最高能级中的电子数相等, X 与 W 同族, Y 与 X 相邻且 Y 原子比 X 原子多一个未成对电子, Z 位于 W 的对角线位置。下列说法错误的是

- A. 第二电离能：X<Y
B. 原子半径：Z<W
C. 单质沸点：Y<Z
D. 电负性：W<X

12. (2025 云南, 9) 钙霞石是一种生产玻璃陶瓷的原料, 所含 M、Q、R、T、X、Y、Z 为原子序数依次增大的前 20 号主族元素, M 是原子半径最小的元素, Q 是形成物质种类最多的元素, R 是地壳中含量最高的元素, T、X、Y 同周期, Q、X 均与 Y 相邻, Z 的原子序数等于 M、R 和 T 的原子序数之和。下列说法正确的是

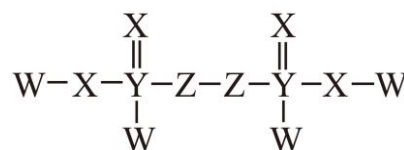
- A. M 与 Z 可形成离子化合物
B. 原子半径: $R < T < X$
C. QR_5 是极性分子
D. 电负性: $Y < R < Q$

13. (2025 陕晋宁青, 9) 一种高聚物 $(XYZ_2)_n$ 被称为“无机橡胶”, 可由如图所示的环状三聚体制备。X、Y 和 Z 都是短周期元素, X、Y 价电子数相等, X、Z 电子层数相同, 基态 Y 的 2p 轨道半充满, Z 的最外层只有 1 个未成对电子, 下列说法正确的是



- A. X、Z 的第一电离能: $X > Z$
- B. X、Y 的简单氢化物的键角: $X > Y$
- C. 最高价含氧酸的酸性: $Z > X > Y$
- D. X、Y、Z 均能形成多种氧化物

14. (2025 安徽, 9) 某化合物的结构如图所示。W、X、Y、Z 是原子序数依次增大的短周期元素, 其中 X、Z 位于同一主族。下列说法错误的是



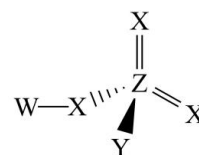
- A. 元素电负性: $X > Z > Y$
- B. 该物质中 Y 和 Z 均采取即 sp^3 杂化
- C. 基态原子未成对电子数: $W < X < Y$
- D. 基态原子的第一电离能: $X > Z > Y$

15. (2025 贵州, 10) 贵州矿产资源丰富, 以某矿石为原料制备一种化工产品涉及的主要化学反应:

$3W_2ZX_4 + Q_3(YX_4)_2 = 3QZX_4 + 2W_3YX_4$, W、X、Y、Z、Q 是原子序数依次增大的前 20 号主族元素, 只有 Q 为金属元素且其基态原子核外无单电子, X 原子的最外层电子数是内层电子数的 3 倍, Z 和 X 同主族。下列说法正确的是

- A. W 能分别与 X、Y、Z、Q 形成简单化合物
- B. 最高价氧化物对应的水化物的酸性: $Y > Z$
- C. 简单离子半径: $Z > Y > X$
- D. 第一电离能: $Z > Y > Q$

16. (2025 新课标, 11) 一种化合物分子结构如图所示, 其中 W、X、Y、Z 为短周期元素, 原子序数依次增大, W 的一种同位素的中子数为 0, X 和 Z 同族。下列说法错误的是



- A. 原子半径: $Z > Y > X$
- B. 第一电离能: $Y > X > W$
- C. 电负性: $Y > Z > W$
- D. 单质氧化性: $Y > X > Z$

17. (2025 重庆, 11) 某化合物由原子序数依次增大的长周期主族元素 X、Y 和 Z 组成。X 的价层电子数为 4, Y 只有一个未成对电子, Z^+ 的电子占据的最高能级为全充满的 4p 能级。关于这三种元素说法正确的是

- A. X、Y 和 Z 位于同一周期
- B. 氧化物的水化物碱性最强的是 X
- C. 单质熔点最高的是 Y
- D. 原子半径是最大的是 Z

18. (2025 江西, 13) $NaXY_3ZW_3$ 是一种钠离子电池电解质的主要成分。X、Y、Z、W 均为短周期元素, 价层电子数总和为 23, 原子半径 $Y < W < X < Z$, X、Z 不同周期, Z、W 同主族。下列说法正确的是

- A. 电负性: $X > W > Y$
- B. X_3W_2 是直线形分子
- C. ZW_2 与 ZW_3 中 Z 的杂化轨道类型不同
- D. HXY_3ZW_3 易燃

四、物质结构与性质综合题（非选择题）

1. （2025.1 浙江，17）磷是生命活动中不可或缺的元素。请回答：

（1）关于ⅤA族元素原子结构的描述，下列说法正确的是_____。

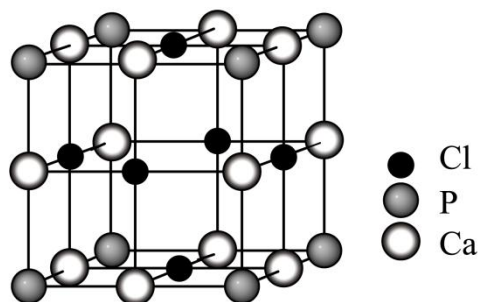
A. 基态P原子3p轨道上的电子自旋方向相同

B. As^{3+} 的最外层电子数为18

C. P^{3+} 的半径小于 P^{5+} 的半径

D. 电子排布为 $[\text{Ne}]3s^13p^4$ 的P原子处于激发态

（2）某化合物的晶胞如图。



①化学式是_____；

②将0.01mol该化合物加入到含少量石蕊的10mL H_2O 中，实验现象是_____ (从酸碱性和溶解性角度推测)。

（3）两分子 H_3PO_4 ($K_{a3} = 4.8 \times 10^{-13}$) 脱水聚合得到一分子 $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ($K_{a3} = 2.0 \times 10^{-7}$)，从 PO_4^{3-} 、 $\text{HP}_2\text{O}_7^{3-}$ 的结构角度分析 K_{a3} 差异的原因_____。

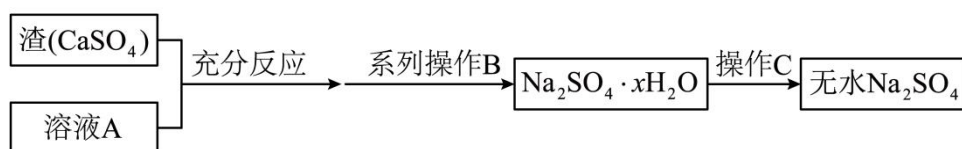
（4）兴趣小组对某磷灰石[主要成分为 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ 、 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ 、 $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}$ 和少量 SiO_2] 进行探究，设计了两种制备 H_3PO_4 的方法：

I. 用稍过量的浓 H_2SO_4 与磷灰石反应，得到 H_3PO_4 溶液、少量 SiF_4 气体、渣(主要成分为 CaSO_4)。

II. 将磷灰石脱水、还原，得到的白磷(P_4)燃烧后与水反应制得 H_3PO_4 溶液。

①方法I，所得 H_3PO_4 溶液中含有的杂质酸是_____。

②以方法I中所得渣为硫源，设计实验制备无水 Na_2SO_4 ，流程如下：



溶液A是_____，系列操作B是_____，操作C是_____。

③方法II中，脱水得到的 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{O}$ (足量)与炭(C)、 SiO_2 高温下反应，生成白磷(P_4)和另一种可燃性气体，该反应的化学方程式是_____。

2. (2025 天津, 13) 硫是一种重要的非金属元素。

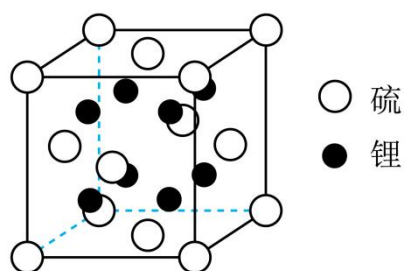
(1) 基态 S 原子的价层电子的轨道表示式为_____。H₂S 的 VSEPR 模型名称为_____, 其空间结构为_____。

(2) H₂O、H₂S、H₂Se 的沸点由高到低的顺序为_____。

(3) NH₄HS 的电子式为_____。在 25℃ 和 101 kPa 下, NH₃ 与 H₂S 两种气体反应生成 1 mol NH₄HS 固体时, 放出 90.4 kJ 的热量, 该反应的热化学方程式为_____。

(4) 25℃ 时, H₂S 的 K_{a1} 和 K_{a2} 分别为 1.1×10^{-7} 、 1.3×10^{-13} , NH₃ · H₂O 的 K_b 为 1.8×10^{-5} , 则 NH₄HS 水溶液显_____(填“酸性”“中性”“碱性”)。

(5) 硫化锂晶体的晶胞如图, 晶胞中含有硫离子的数目为_____; 与硫离子最近且距离相等的锂离子的数目为_____。



(6) 将 1.0 g 硫粉和 2.0 g 铁粉均匀混合, 放在陶土网上堆成条状。用灼热的玻璃棒触及混合粉末的一端引发反应, 反应剧烈。实验中可能发生的反应为_____(用化学方程式表示)。

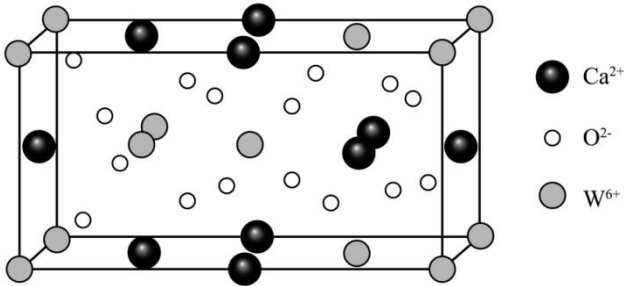
3. （2025 上海，2）钨(W)为银白色有光泽的金属，常温下不受空气侵蚀，化学性质比较稳定，主要用来制造灯丝和制作耐磨工具。

（1）用金属钨作灯丝与钨的_____特性有关。

- A. 延展性
- B. 导电性
- C. 高熔点
- D. 硬度大

（2）从微观角度解释钨有金属光泽的原因_____。

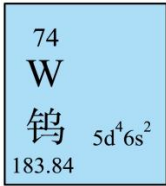
白钨矿的主要成分的钨酸钙(CaWO_4)， CaWO_4 的晶胞结构如下图：



（3） CaWO_4 晶胞中， Ca^{2+} 处于_____。

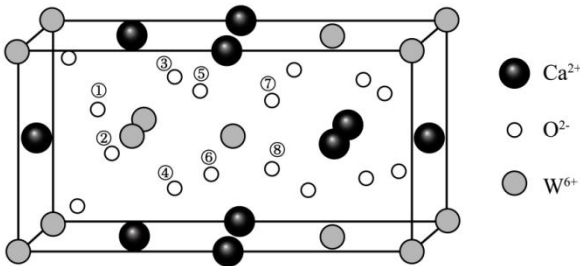
- A. 顶角
- B. 面上
- C. 棱上
- D. 体心

（4）钨元素的信息如图所示，可推测其在元素周期表中的位置是_____。



- A. 第五周期第 IIB 族
- B. 第五周期第 IVB 族
- C. 第六周期第 IIB 族
- D. 第六周期第 VIB 族

（5）根据价层电子对斥理论，可知 WO_4^{2-} 中 W 的价层电子对数为_____。



（6）下图晶胞中只有一个完整的 WO_4^{2-} ，其包含的四个 O^{2-} 的编号是_____。(选填编号①~⑧)

（7）白钨矿常伴生方解石、石膏、萤石、磷灰石等钙矿石。这些钙矿石的密度见下表：

伴生钙矿石	方解石	石膏	萤石	磷灰石
密度/ $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	2.71	2.32	3.18	3.20

已知： $V(\text{CaWO}_4 \text{ 晶胞})=3.12\times 10^{-22}\text{cm}^3$ ； $M(\text{CaWO}_4)=288\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ； $N_{\text{A}}=6.02\times 10^{23}\text{mol}^{-1}$

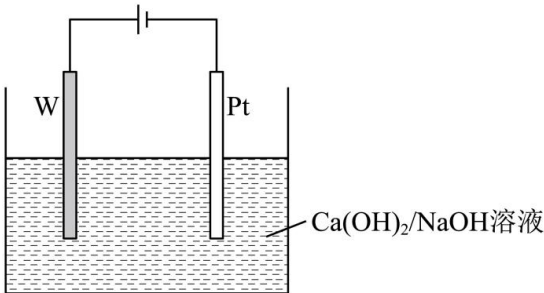
计算 CaWO_4 的密度_____ (写出计算过程，结果精确到小数点后 2 位)，并与伴生钙矿石作比较，说明钨得名“重石头”的原因_____。

CaWO_4 具有良好的光学国兴，被广泛用于光电陶瓷材料中。工业上可以用电解法制备 CaWO_4 ，其装置如图所示：

已知 $K_{\text{sp}}(\text{CaWO}_4)=8.7\times 10^{-9}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)=2.7\times 10^{-8}$

（8）写出该装置的阳极方程式_____。

（9）为获取高纯的 CaWO_4 ，在电解时需要不断通入 N_2 ，说明其原因_____。



4. (2025 山东, 16) Fe 单质及其化合物应用广泛。回答下列问题:

(1) 在元素周期表中, Fe 位于第_____周期_____族。基态 Fe 原子与基态 Fe^{3+} 离子未成对电子数之比为_____。

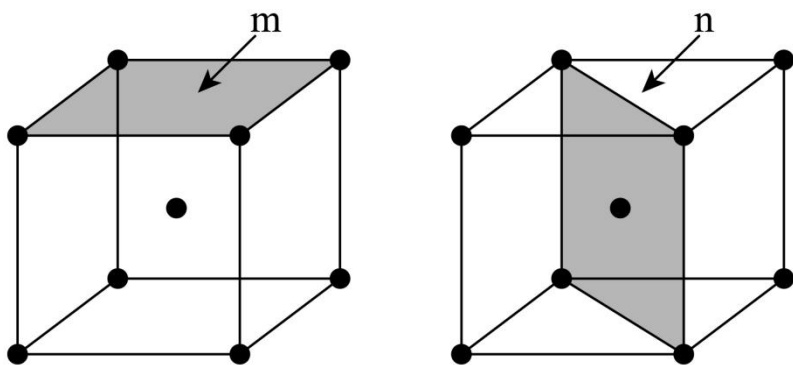
(2) 尿素分子(H_2NCONH_2)与 Fe^{3+} 形成配离子的硝酸盐 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{NCONH}_2)_6](\text{NO}_3)_3$ 俗称尿素铁, 既可作铁肥, 又可作缓释氮肥。

①元素 C、N、O 中, 第一电离能最大的是_____, 电负性最大的是_____。

②尿素分子中, C 原子采取的轨道杂化方式为_____。

③八面体配离子 $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{NCONH}_2)_6]^{3+}$ 中 Fe^{3+} 的配位数为 6, 碳氮键的键长均相等, 则与 Fe^{3+} 配位的原子是_____(填元素符号)。

(3) $\alpha\text{-Fe}$ 可用作合成氨催化剂、其体心立方晶胞如图所示(晶胞边长为 $a\text{pm}$)。



① $\alpha\text{-Fe}$ 晶胞中 Fe 原子的半径为_____ pm。

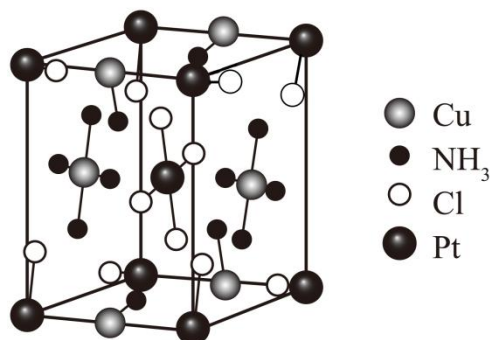
②研究发现, $\alpha\text{-Fe}$ 晶胞中阴影所示 m, n 两个截面的催化活性不同, 截面单位面积含有 Fe 原子个数越多, 催化活性越低。m, n 截面中, 催化活性较低的是_____, 该截面单位面积含有的 Fe 原子为_____个 $\cdot\text{pm}^{-2}$ 。

5. (2025.6 浙江, 17) 铜在自然界大多以硫化物形式成矿。请回答:

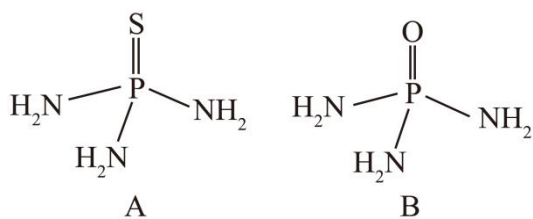
(1) 有关铜和硫的说法正确的是_____。

- A. 基态硫原子有 7 对成对电子
- B. 铜焰色试验呈绿色, 与铜原子核外电子跃迁释放能量有关
- C. 基态铜原子失去 2 个电子, 3d 轨道形成全充满结构
- D. 配位键强度: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)]^{2+} > [\text{Cu}(\text{NH}_3)]^+$

(2) 一种铜化合物的晶胞如图, 写出由配离子表示的该化合物的化学式_____。



(3) 化合物 A[化学式: $(\text{H}_2\text{N})_3\text{PS}]$ 和 B[化学式: $(\text{H}_2\text{N})_3\text{PO}]$ 具有相似的结构, 如图。

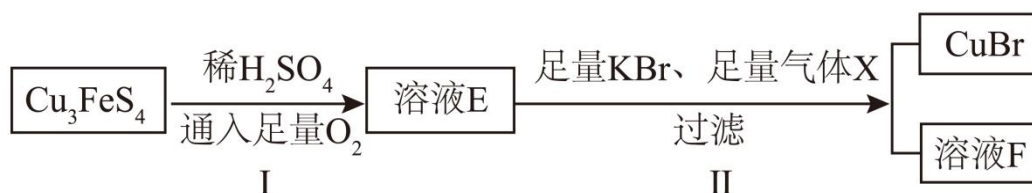


① 化合物 B 给出 H^+ 趋势相对更大, 请从结构角度分析原因_____。

② 将化合物 A 与足量稀硫酸混合, 在加热条件下充分反应, 得到气体 C 和含 H_3PO_4 的溶液, 写出发生反应的化学方程式_____。

③ 设计实验检验气体 C _____ (要求利用气体 C 的氧化性或还原性)。

(4) 有同学以 Cu_3FeS_4 为原料, 设计如下转化方案:

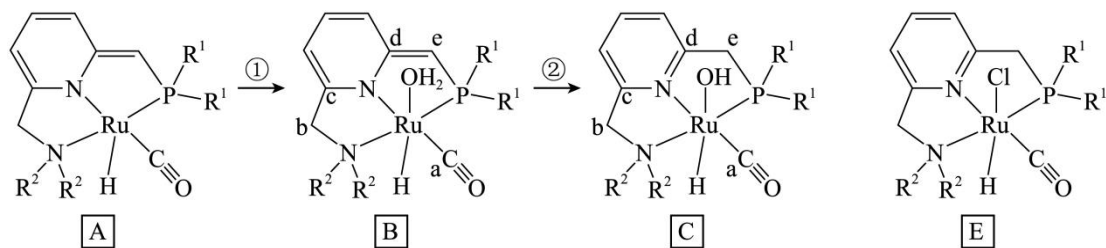


① 步骤 I 的化学方程式_____。

② 步骤 II 中, 溶液 E 中铜元素全部转化为难溶性 CuBr 。气体 X 为_____ (要求不引入其他新的元素); 溶液 F 中除 K^+ 、 H^+ 、 Br^- 外, 浓度最高的两种离子_____ (按浓度由高到低顺序)。

6. (2025 海南, 19) 过渡金属钌(Ru)的配合物 A 可用于多种化学键的活化。R¹-和 R²-代表两种不同的烷基。

水分子参与反应(第①步), 经由配合物 B, 得到 C, 实现氧氢键断开。



回答问题:

- (1) 同位素氘(^2_1H 或 D), 是一种常用的追踪标记原子, 氘的质量数是_____。
- (2) H_2O 分子中 O-H 键的极性大于 NH_3 分子中 N-H 键, 主要原因是_____。
- (3) 第②步反应前后, 杂化方式改变的碳原子是_____(填碳原子标号)。
- (4) 某溶剂中, 用醇钾($\text{R}'\text{OK}$)处理前体配合物 E, 可将其转化为 A。转化反应方程式为: $\text{E} + \text{R}'\text{OK} \rightarrow \text{A} + \text{_____}$ 。
- (5) 若第①步参与反应的小分子为 ND_3 (即氨中所有氢原子皆被氘取代), 经第②步反应, 得到 C'。将答题卡中 C' 的结构图补充完整(须标出全部氘原子)_____。

一种可用作强氧化剂的含钌多氟化物的晶体晶胞, 如图 1 所示, 完成(6)、(7)题。

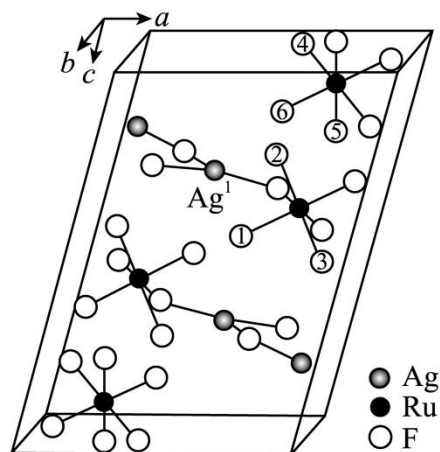


图1

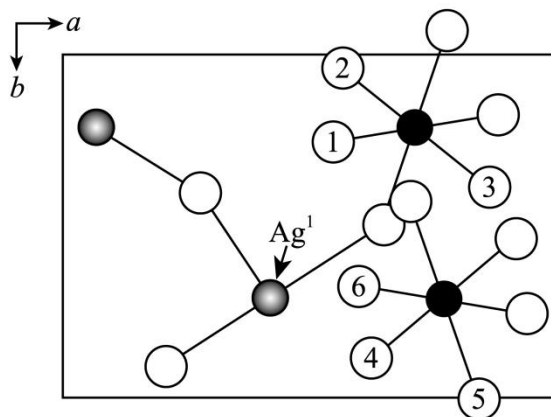
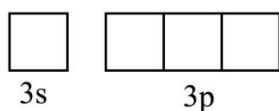


图2

- (6) Ag 与 Cu 是同族相邻周期元素。已知该晶体中 Ag 阳离子有 1 个未成对电子, 此 Ag 阳离子的基态价电子排布式为_____。
- (7) 每个 Ag 原子周围的紧邻氟原子围成规则配位结构, Ag^1 与该晶胞中氟原子的配位关系均已在图 1 呈现。沿 c 方向投影, 见图 2(已放大处理)。b 方向紧邻晶胞中与 Ag^1 配位的氟原子标号是_____。(紧邻晶胞中相应氟原子标号与图示晶胞相同)。

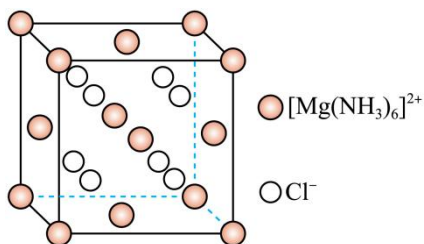
7. (2025 北京, 15) 通过 MgCl_2 和 $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 的相互转化可实现 NH_3 的高效存储和利用。

(1) 将 Mg 的基态原子最外层轨道表示式补充完整: _____。



(2) NH_3 分子中 $\text{H}-\text{N}-\text{H}$ 键角小于 $109^\circ 28'$, 从结构角度解释原因: _____。

(3) $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 的晶胞是立方体结构, 边长为 anm , 结构示意图如下。

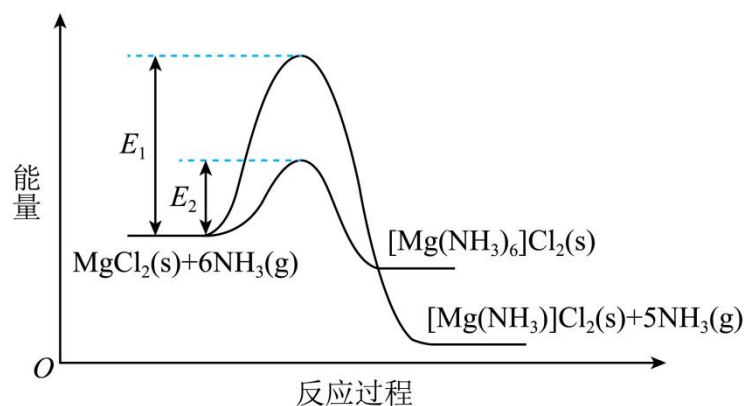


① $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 的配体中, 配位原子是_____。

② 已知 $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 的摩尔质量为 $\text{Mg} \cdot \text{mol}^{-1}$, 阿伏加德罗常数为 N_A , 该晶体的密度为_____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

($1\text{nm}=10^{-7}\text{cm}$)

(4) MgCl_2 和 NH_3 反应过程中能量变化示意图如下。



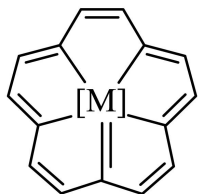
① 室温下, MgCl_2 和 NH_3 反应生成 $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 而不生成 $[\text{Mg}(\text{NH}_3)]\text{Cl}_2$ 。分析原因: _____。

② 从平衡的角度推断利于 $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 脱除 NH_3 生成 MgCl_2 的条件并说明理由: _____。

第六部分 有机化学基础

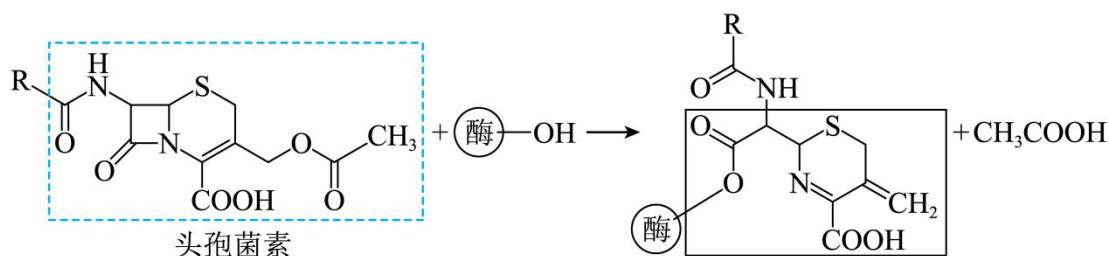
一、有机物的结构与性质

1. (2025 广东, 2) 在法拉第发现苯 200 周年之际, 我国科学家首次制备了以金属 M 为中心的多烯环配合物。该配合物具有芳香性, 其多烯环结构(如图)形似梅花。下列关于该多烯环配合物说法正确的是



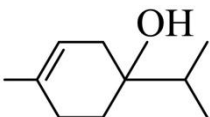
- A. C-H 键是共价键
B. 有 8 个碳碳双键
C. 共有 16 个氢原子
D. 不能发生取代反应

2. (2025 福建, 2) 头孢菌素抑制转肽酶的机制如图。下列说法错误的是



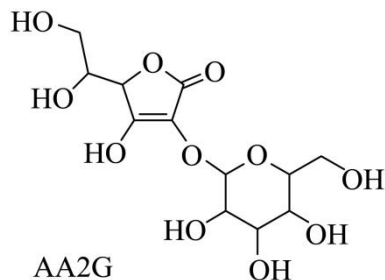
- A. 头孢菌素能发生酯化反应
B. 头孢菌素虚框内有 5 个 sp^2 杂化碳原子
C. 产物实框内有 2 个手性碳原子
D. CH_3COOH 中最多有 6 个原子共平面

3. (2025 甘肃, 3) 苦水玫瑰是中国国家地理标志产品, 可从中提取高品质的玫瑰精油。玫瑰精油成分之一的结构简式如图, 下列说法错误的是



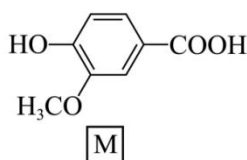
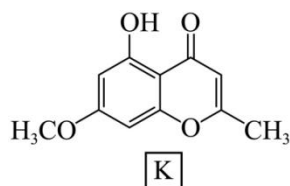
- A. 该分子含 1 个手性碳原子
B. 该分子所有碳原子共平面
C. 该物质可发生消去反应
D. 该物质能使溴的四氯化碳溶液褪色

4. (2025 陕晋宁青, 4) 抗坏血酸葡萄糖苷(AA2G)具有抗氧化功能。下列关于 AA2G 的说法正确的是



- A. 不能使溴水褪色
B. 能与乙酸发生酯化反应
C. 不能与 NaOH 溶液反应
D. 含有 3 个手性碳原子

9. (2025 河北, 6) 丁香挥发油中含丁香色原酮(K)、香草酸(M), 其结构简式如下:

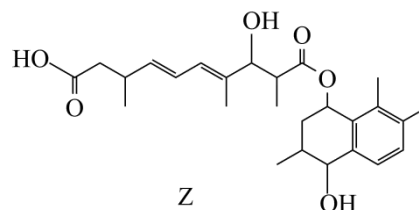


下列说法正确的是

- A. K 中含手性碳原子
B. M 中碳原子都是 sp^2 杂化
C. K、M 均能与 NaHCO_3 反应
D. K、M 共有四种含氧官能团

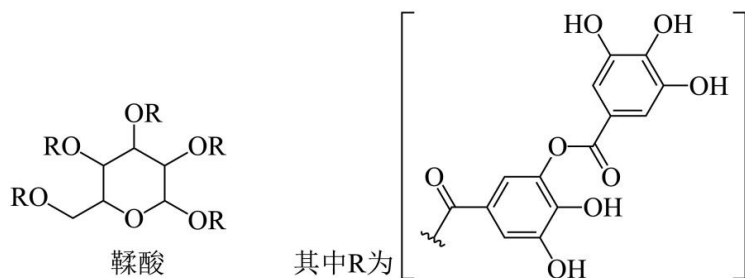
10. (2025 云南, 6) 化合物 Z 是某真菌的成分之一, 结构如图。下列有关该物质说法错误的是

- A. 可形成分子间氢键
B. 与乙酸、乙醇均能发生酯化反应
C. 能与 NaHCO_3 溶液反应生成 CO_2



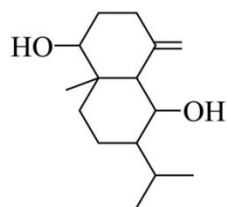
- D. 1mol Z 与 Br_2 的 CCl_4 溶液反应消耗 5mol Br_2

11. (2025 广西, 6) 枫叶所含鞣酸在铁锅中加热后会形成黑色色素, 故能用于制作黑色糯米饭。下列有关鞣酸的说法正确的是



- A. 属于芳香烃
B. 能与溴水反应
C. 有 4 个手性碳原子
D. 可与 NaHCO_3 溶液反应

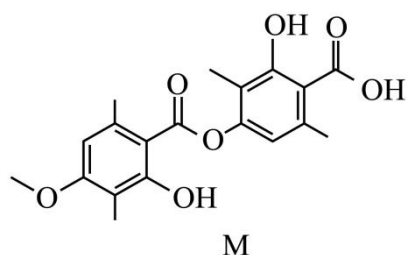
12. (2025 重庆, 6) 温郁金是一种中药材, 其含有的某化学成分 M 的结构简式如下所示:



下列说法正确的是

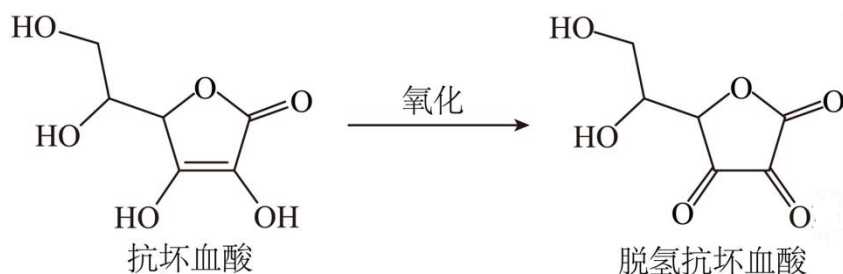
- A. 分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{24}\text{O}_2$
B. 手性碳有 3 个
C. 为 M 的加成反应产物
D. 为 M 的缩聚反应产物

13. (2025 河南, 7) 化合物 M 是从红树林真菌代谢物中分离得到的一种天然产物, 其结构如图所示。下列有关 M 的说法正确的是



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

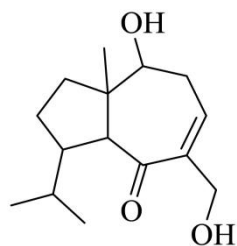
14. (2025.1 浙江, 9) 抗坏血酸(维生素 C)是常用的抗氧化剂。



下列说法不正确的是

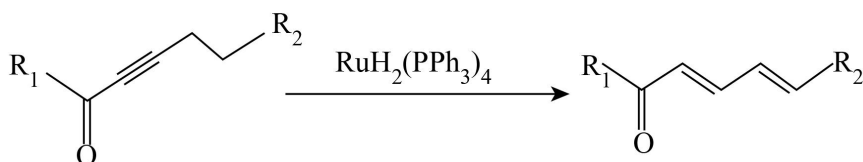
- A. 可用质谱法鉴别抗坏血酸和脱氢抗坏血酸
- B. 抗坏血酸可发生缩聚反应
- C. 脱氢抗坏血酸不能与 NaOH 溶液反应
- D. 1 个脱氢抗坏血酸分子中有 2 个手性碳原子

15. (2025 海南, 9) (不定项) 海南瓜馥木具有抗炎、抑菌功效。从中提取的一种生物活性物质, 结构简式如图所示。下列关于该物质说法正确的是



- A. 难溶于乙醇
- B. 分子式为 $\text{C}_{15}\text{H}_{26}\text{O}_3$
- C. 每个分子中含有 4 个手性碳原子
- D. 能与金属钠反应放出气体

16. (2025 天津, 10) 我国科学家报道了如下反应。



R_1 : 烷基、芳香基等; R_2 : 烷基

有关该反应的说法错误的是

- A. 反应物与产物的摩尔质量相同
- B. 反应物与产物的红外光谱相同
- C. 反应物与产物均能使酸性高锰酸钾溶液褪色
- D. 反应过程中有碳氢键的断裂和碳碳双键的形成

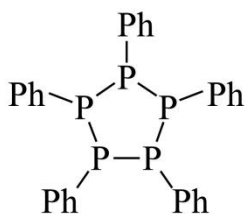
17. (2025 湖北, 11) 桥头烯烃 I 的制备曾是百年学术难题, 下列描述正确的是



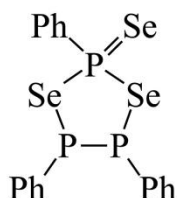
I II

- A. I 的分子式是 C_7H_{12}
- B. I 的稳定性较低
- C. II 有 2 个手性碳
- D. II 经浓硫酸催化脱水仅形成 I

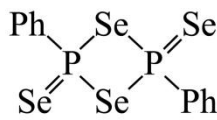
18. (2025 海南, 11) (不定项) 有机硒化合物的研究意义重大。调控有机物 I 与 Se 的用量比, 可分别得到 II、III、IV (Ph-代表苯基)。



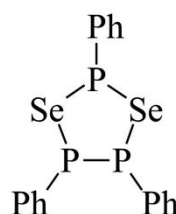
I



II



III



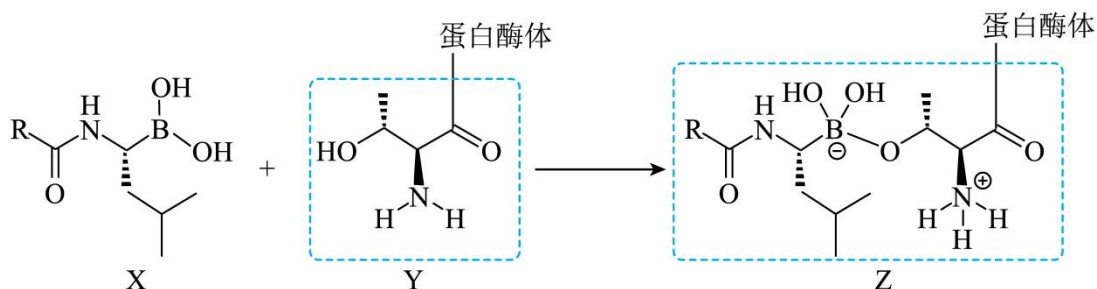
IV

下列说法正确的是

- A. I 中所有磷原子共平面
- B. II 和 III 均为极性分子
- C. 等量的 I 分别完全转化为 II 和 III 消耗 Se 的物质的量之比为 2:1
- D. 产物 IV 的红外光谱中存在 $P=Se$ 键的吸收峰, 说明产物不纯

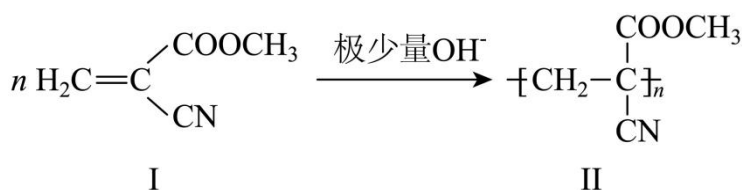
二、有机反应

1. (2025 江西, 4) 肽抑制剂 X 可抑制骨髓瘤, 其作用机理是 X 与蛋白酶体片段的活性位点 Y 结合。下列说法正确的是



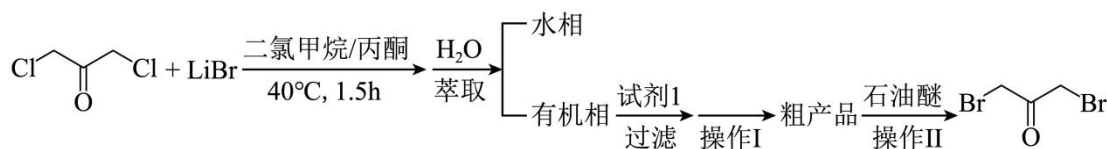
- A. 反应为缩合反应
B. X 在反应中显碱性
C. 与 H^+ 反应的活性: $\text{Z} > \text{Y}$
D. Z 属于盐

2. (2025 黑吉辽蒙, 5) 一种强力胶的黏合原理如下图所示。下列说法正确的是



- A. I 有 2 种官能团
B. II 可遇水溶解使黏合物分离
C. 常温下 II 为固态
D. 该反应为缩聚反应

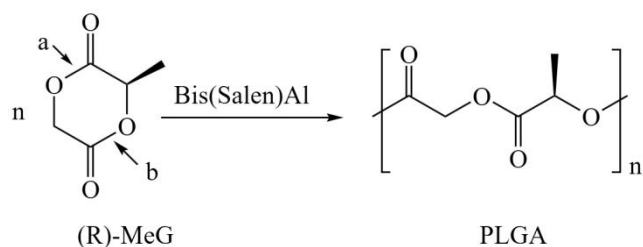
3. (2025 江西, 6) 药物中间体 1, 3-二溴丙酮可由 1, 3-二氯丙酮合成, 步骤如下:



下列说法正确的是

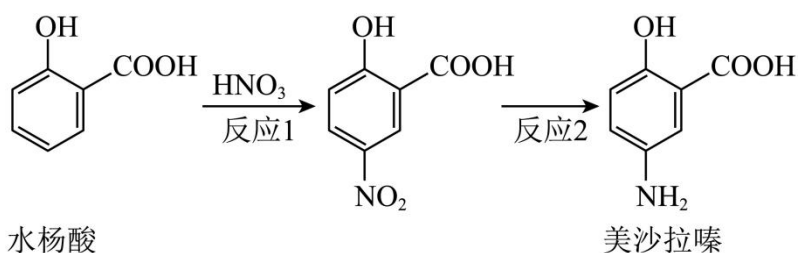
- A. 若 LiBr 完全转化, 则水相中溶质只有 LiCl
B. 测定水相中 Cl^- 的含量可计算产率
C. 试剂 I 可选用无水 Na_2SO_4
D. 操作 I 和操作 II 相同

4. (2025 新课标, 9) 我国研究人员利用手性催化剂 Bis(Salen)Al 合成了具有优良生物相容性的 PLGA。下列叙述正确的是



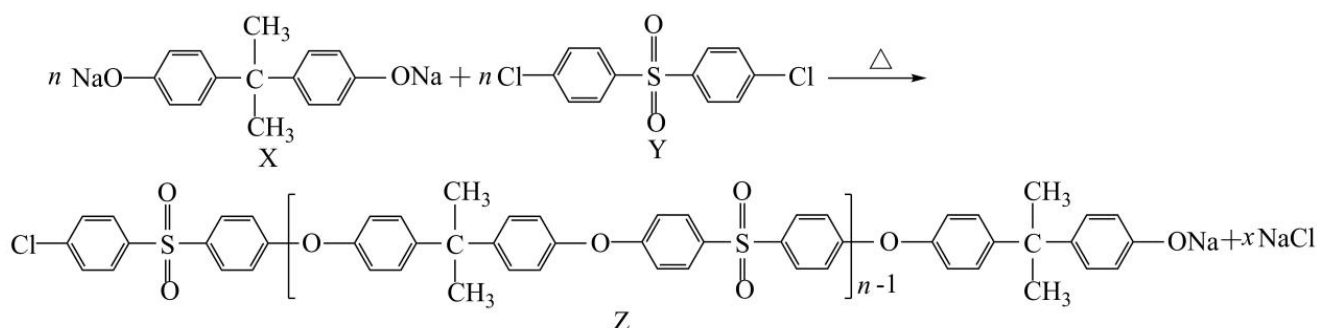
- A. 该反应为缩聚反应
B. (R)-MeG 分子中所有碳原子共平面
C. 聚合反应过程中, b 键发生断裂
D. PLGA 碱性水解生成单一化合物

5. (2025.6 浙江, 9) 科学家通过对水杨酸进行分子结构修饰, 得到药物美沙拉嗪, 下列说法不正确的是



- A. 反应 1 产物中是否含有残留的水杨酸, 无法用 FeCl_3 溶液检验
- B. 反应 1 中, 需控制反应条件, 防止水杨酸被氧化
- C. 反应 2 可通过还原反应生成美沙拉嗪
- D. 在盐酸中溶解性: 水杨酸 > 美沙拉嗪

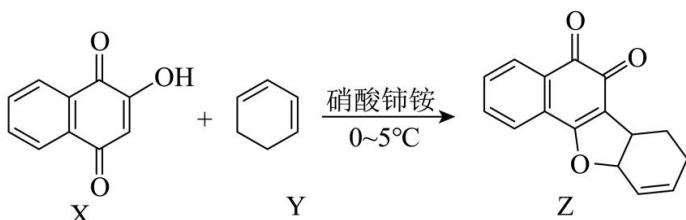
6. (2025 四川, 9) 聚合物 Z 可用于制造用途广泛的工程塑料, 其合成反应如下:



下列说法正确的是

- A. X 能与 CO_2 水溶液反应, 不能与 FeCl_3 水溶液反应
- B. Y 中所有原子共平面
- C. x 的值为 $2n-1$, 该反应不属于缩聚反应
- D. 若反应体系中有少量水, 则酚钠盐水解, 影响聚合度

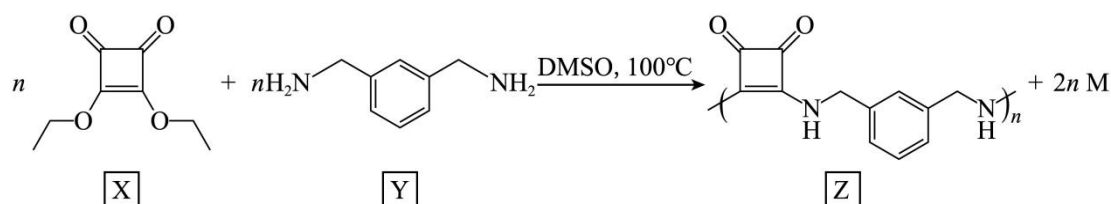
7. (2025 江苏, 9) 化合物 Z 是一种具有生理活性的多环呋喃类化合物, 部分合成路线如下:



下列说法正确的是

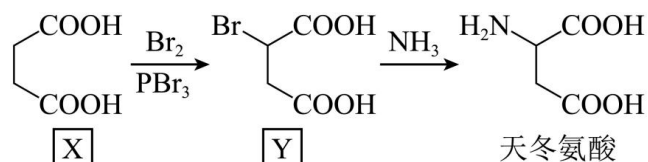
- A. 1mol X 最多能和 4mol H_2 发生加成反应
- B. Y 分子中 sp^3 和 sp^2 杂化的碳原子数目比为 1:2
- C. Z 分子中所有碳原子均在同一个平面上
- D. Z 不能使 Br_2 的 CCl_4 溶液褪色

8. (2025 江西, 10) 一种聚四方酰胺高分子材料, 其制备原理如图, 下列说法错误的是



- A. X 中所有氧原子不共平面
B. 反应为缩聚反应
C. Z 的高分子链之间存在氢键
D. M 为乙醇

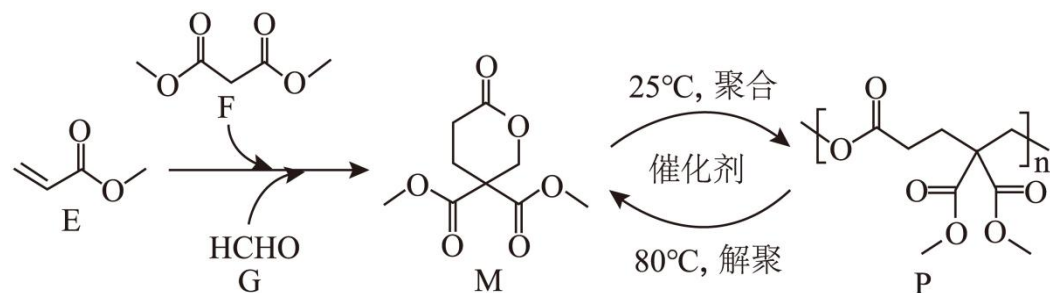
9. (2025 湖南, 10) 天冬氨酸广泛应用于医药、食品和化工等领域。天冬氨酸的一条合成路线如下:



下列说法正确的是

- A. X 的核磁共振氢谱有 4 组峰
B. 1molY 与 NaOH 水溶液反应, 最多可消耗 2molNaOH
C. 天冬氨酸是两性化合物, 能与酸、碱反应生成盐
D. 天冬氨酸通过加聚反应可合成聚天冬氨酸

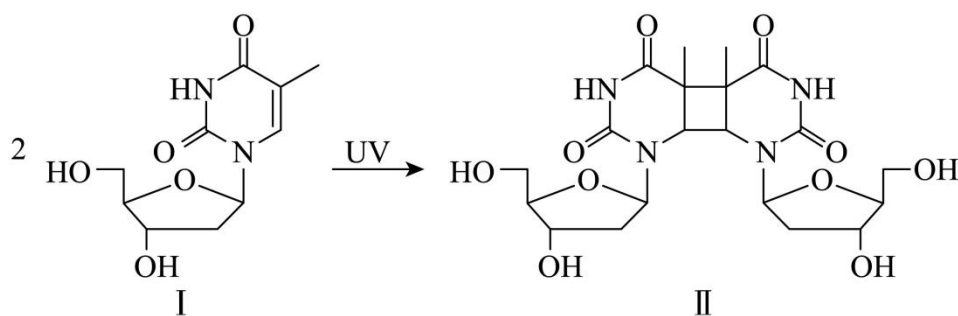
10. (2025 河南, 11) 可持续高分子材料在纺织、生物医用等领域具有广阔的应用前景。一种在温和条件下制备高性能可持续聚酯 P 的路线如图所示。



下列说法错误的是

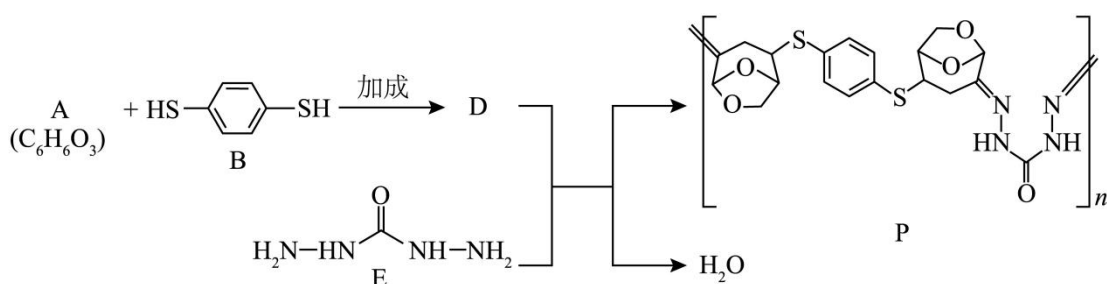
- A. E 能使溴的四氯化碳溶液褪色
B. 由 E、F 和 G 合成 M 时, 有 HCOOH 生成
C. P 在碱性条件下能够发生水解反应而降解
D. P 解聚生成 M 的过程中, 存在 C—O 键的断裂与形成

11. (2025 黑吉辽蒙, 10) 人体皮肤细胞受到紫外线(UV)照射可能造成 DNA 损伤, 原因之一是脱氧核苷上的碱基发生了如下反应。下列说法错误的是



- A. 该反应为取代反应
 B. I 和 II 均可发生酯化反应
 C. I 和 II 均可发生水解反应
 D. 乙烯在 UV 下能生成环丁烷

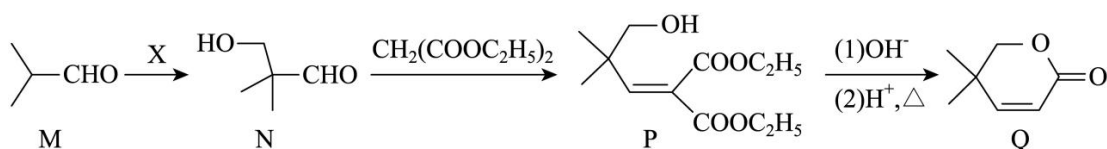
12. (2025 北京, 13) 一种生物基可降解高分子 P 合成路线如下。



下列说法正确的是

- A. 反应物 A 中有手性碳原子
 B. 反应物 A 与 B 的化学计量比是 1:2
 C. 反应物 D 与 E 生成 P 的反应类型为加聚反应
 D. 高分子 P 可降解的原因是由于 C—O 键断裂

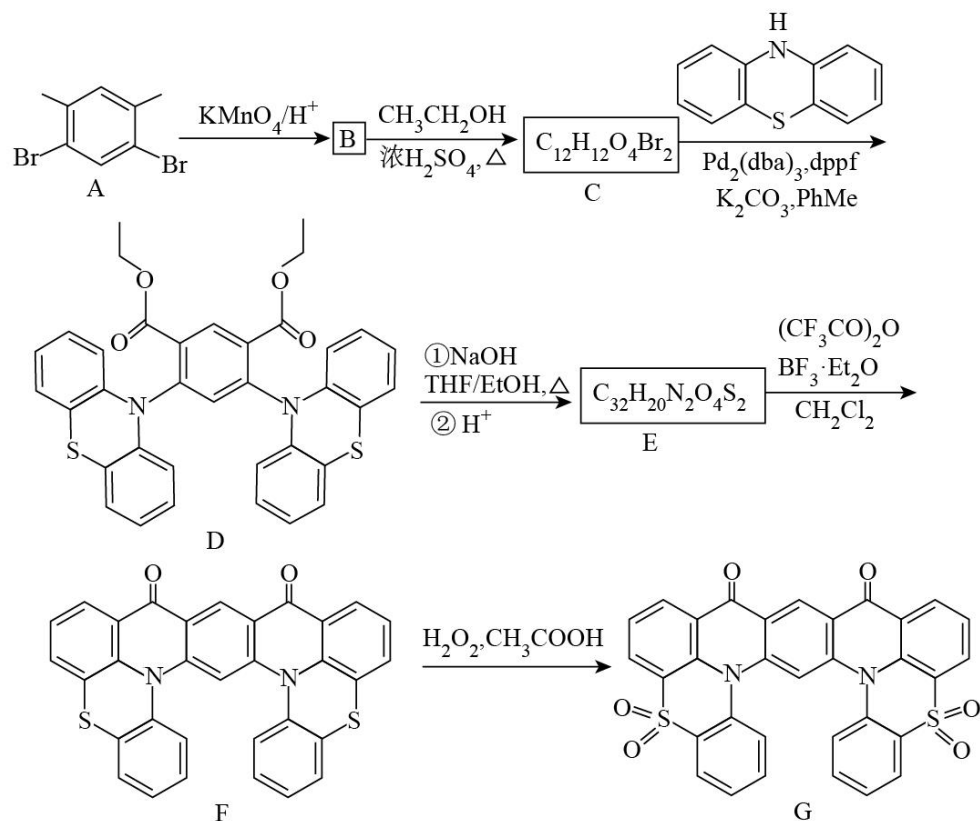
13. (2025 山东, 14) (不定项) 以异丁醛(M)为原料制备化合物 Q 的合成路线如下, 下列说法错误的是



- A. M 系统命名为 2-甲基丙醛
 B. 若 $M + X \rightarrow N$ 原子利用率为 100%, 则 X 是甲醛
 C. 用酸性 KMnO_4 溶液可鉴别 N 和 Q
 D. $P \rightarrow Q$ 过程中有 CH_3COOH 生成

三、有机推断题（非选择题）

1. (2025 贵州, 18) 喹吡啶酮衍生物(化合物 G)可作为 OLED(有机发光二极管)发光层材料, 一种合成路线如图。



回答下列问题:

(1) 化合物 B 的官能团名称为_____。

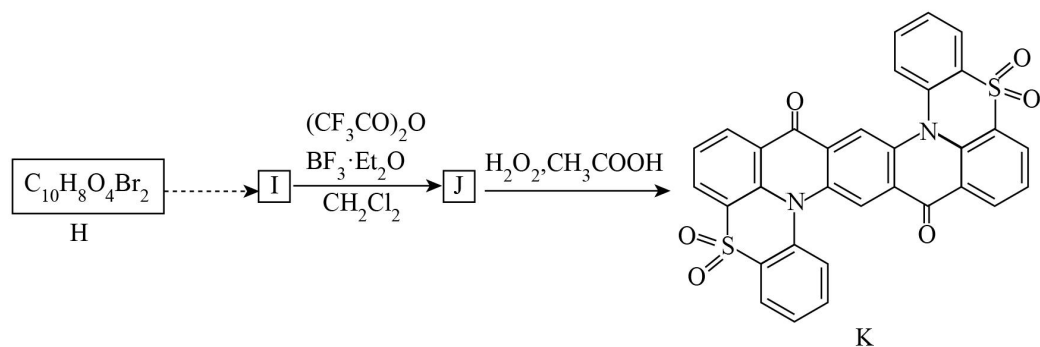
(2) 化合物 C 在核磁共振氢谱上有_____组吸收峰。

(3) 化合物 D 中碳原子的杂化类型为_____。

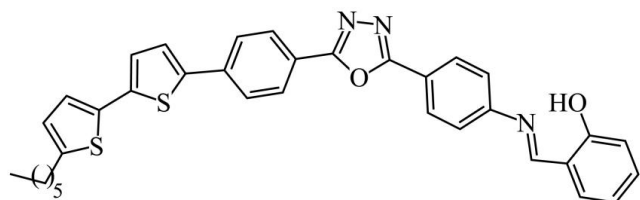
(4) 化合物 D→E 分两步进行, 第①步的化学方程式为_____。(此处可用-PTZ 表示)

(5) 化合物 E→F 反应中, $(\text{CF}_3\text{CO})_2\text{O}$ 转化为_____ (写结构简式)。从分子设计角度考虑, F 转化为 G, 性质如何变化? _____ (答两点)。

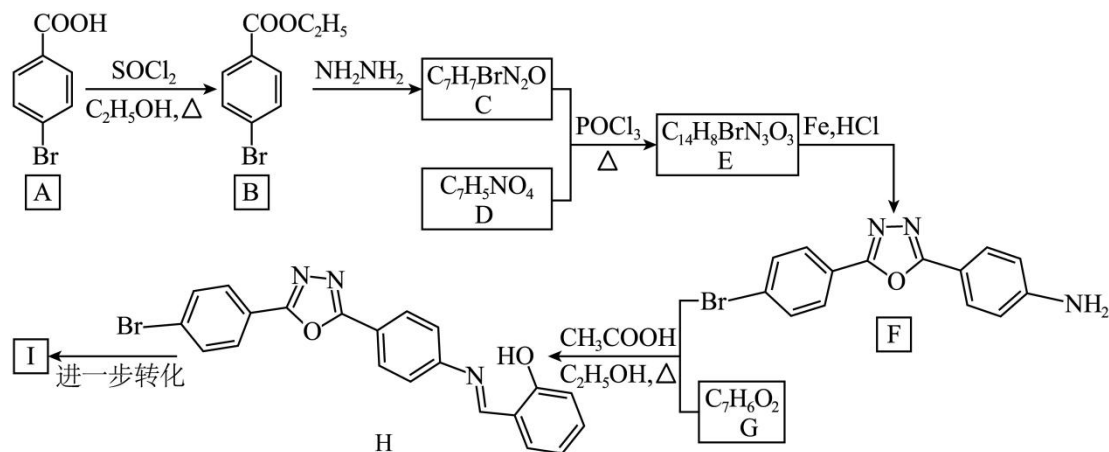
(6) H 为 C 的同系物, 以化合物 H 为起始原料合成 K, 合成路线与 C→G 反应类似, 如图, H 的结构简式为_____。同等条件下, 该路线中化合物 I 转化为 J 的产率比 E 转化为 F 的产率高, 分析可能的原因是_____。



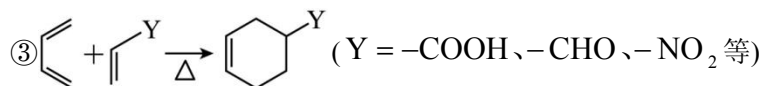
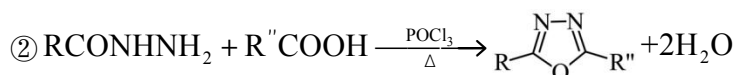
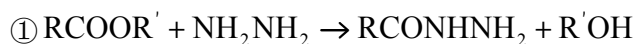
2. (2025.1 浙江, 20) 化合物 I 有特定发光性能, 在新型有机发光二极管的开发中具有潜在价值, 其结构如下:



某研究小组按以下路线合成该化合物(部分反应条件及试剂已简化):



已知:



请回答:

(1) 化合物 I 中体现酸性的官能团名称是_____。

(2) 下列说法正确的是_____。

A. 化合物 A 的酸性比苯甲酸弱

B. 化合物 B 既可与酸反应又可与碱反应

C. $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 反应过程中只发生加成反应

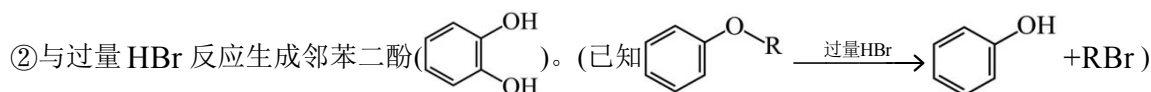
D. 化合物 H 中存在分子内氢键

(3) G 的结构简式是_____。

(4) $\text{C} + \text{D} \rightarrow \text{E}$ 的化学方程式是_____。

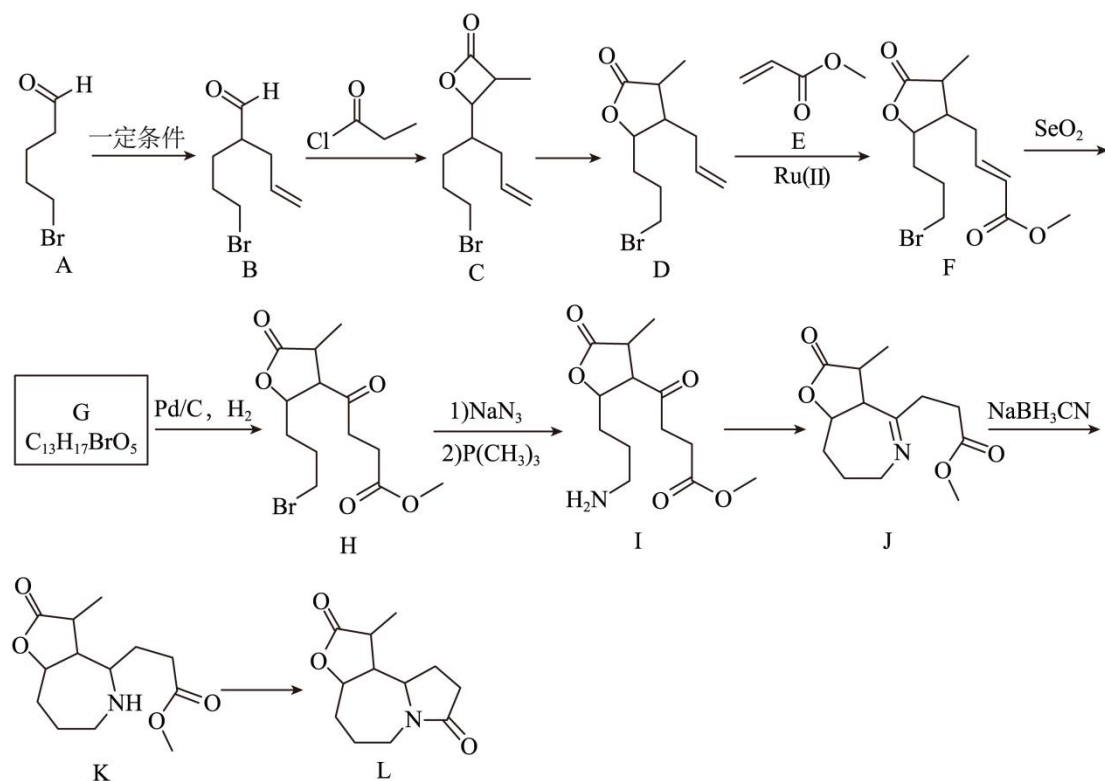
(5) 写出 3 个同时符合下列条件的化合物 B 的同分异构体的结构简式_____。

①核磁共振氢谱表明: 分子中有 4 种不同化学环境的氢原子;



(6) 以 , 1, 3-丁二烯、丙烯酸和乙醇为有机原料, 设计化合物 的合成路线(用流程图表示, 无机试剂任选)_____。

3. (2025 云南, 18) 化合物 L 是某中药的活性成分。一种合成路线如下(略去部分试剂与反应条件, 忽略立体化学)。



已知: 在 Ru(II) 的催化下, 端烯烃 $\text{R}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 和 $\text{R}'-\text{CH}=\text{CH}_2$ 生烯烃复分解反应得到产物 $\text{R}-\text{CH}=\text{CH}-\text{R}'$ 。

回答下列问题:

(1) A 中含氧官能团的名称为_____。

(2) 对比 C 和 D 的结构, 可以推知 C 和 D 的_____(填标号)不相同。

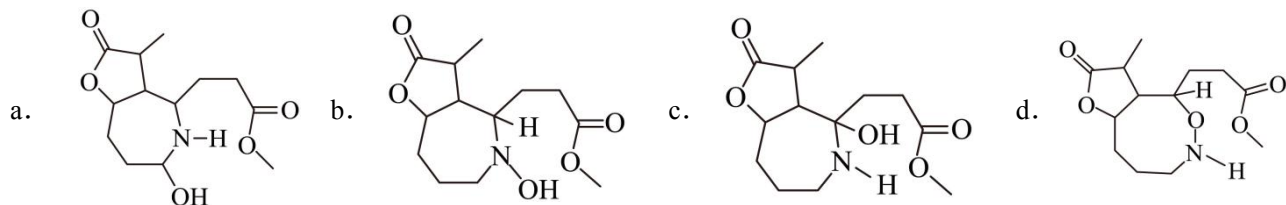
a. 分子式 b. 质谱图中的碎片峰 c. 官能团

(3) D→F 中另一产物的化学名称为_____。

(4) E 发生加聚反应, 产物的结构简式为_____。

(5) F→G 的反应类型为_____。

(6) 羰基具有较强的极性。I→J 经历了加成和消去的过程, 其中间体的结构简式为_____(填标号)。



(7) $\text{K} \rightarrow \text{L}$ 的化学方程式为_____。

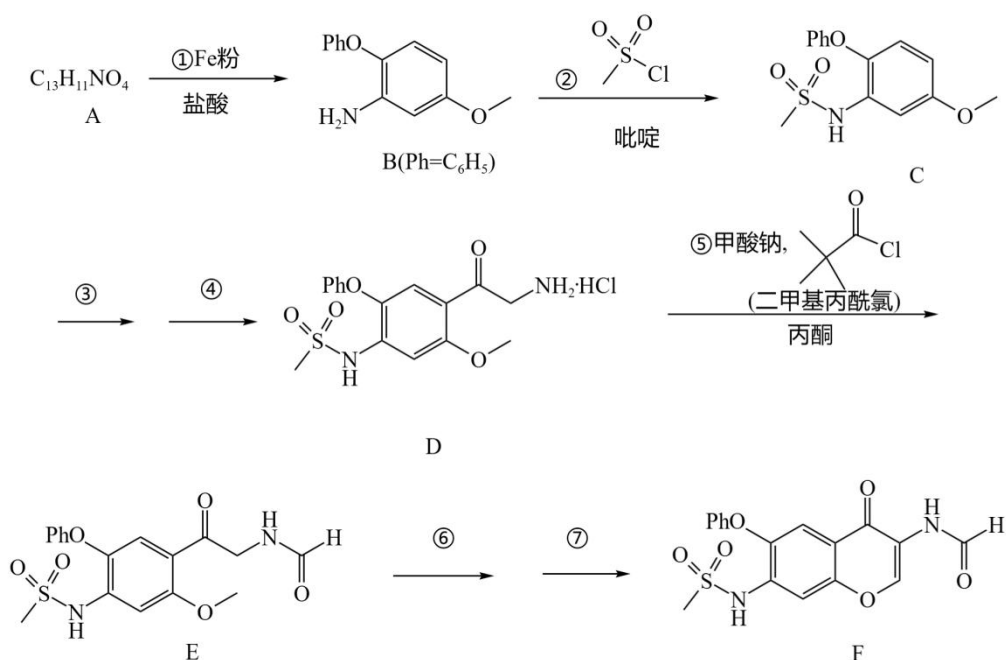
(8) 写出一种满足下列条件的 L 的同分异构体的结构简式_____(不考虑立体异构)。

①能与 FeCl_3 发生显色反应; 1mol 该物质与足量 NaOH 溶液反应, 消耗 3mol NaOH 。

②核磁共振氢谱显示 6 组峰, 且峰面积比为 9:2:2:2:1:1。

③含有酯基和氨基(或取代的氨基, $-\text{NR}''\text{R}'''$, R'' 和 R''' 可以是 H 或烃基)。

4. (2025 新课标, 29) 艾拉莫德(化合物 F)有抗炎镇痛作用, 可用于治疗类风湿关节炎。F 的一条合成路线如下(略去部分条件和试剂)



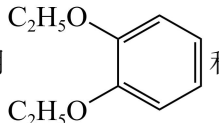
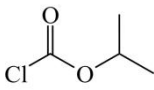
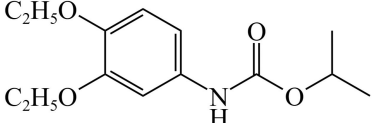
已知反应:

$$\text{R-NH}_2 + \text{R}_\text{L}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-\text{R}_\text{S} \longrightarrow \text{R}-\text{NH}-\text{C}(=\text{O})-\text{R}_\text{S} + \text{R}_\text{L}-\text{COOH}$$

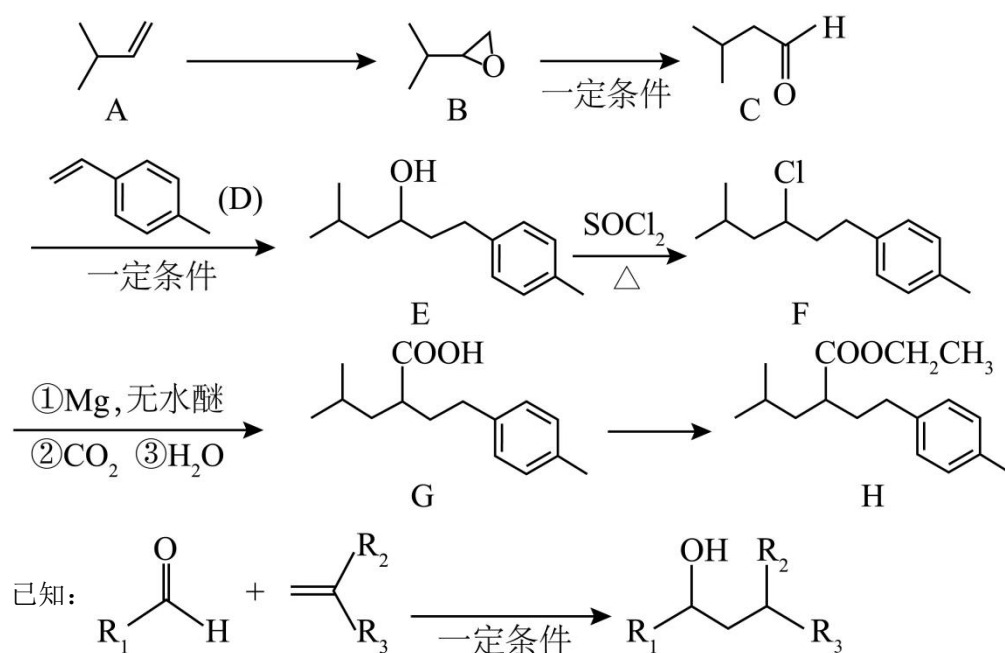
其中 R_L 是较大烃基, R_S 是较小的烃基或氢

回答下列问题:

- (1) A 的结构简式是_____。
- (2) B 中官能团的名称是_____、_____。
- (3) 反应②的反应类型为_____; 吡啶是一种有机碱, 在反应②中除了作溶剂外, 还起到的作用是_____。
- (4) 在反应⑤的步骤中, 二甲基丙酰氯和甲酸钠预先在溶剂丙酮中混合搅拌 5 小时, 写出此过程的化学方程式_____。然后, 再加入 D 进行反应。
- (5) 关于 F 的化学性质, 下列判断错误的是_____(填标号)。
 - 可发生银镜反应
 - 可发生碱性水解反应
 - 可使 FeCl_3 溶液显紫色
 - 可使酸性 KMnO_4 溶液褪色
- (6) G 是二甲基丙酰氯的同分异构体, 可以发生银镜反应, 核磁共振氢谱中显示为四组峰, 且峰面积比为 6:1:1:1。G 的结构简式是_____(手性碳用*号标记)。

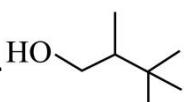
(7) 参照反应①和②, 利用  和  完成杀菌剂乙霉威()的合成路线: _____。

5. (2025 天津, 14) 我国学者报道了一种制备醇的新方法, 其合成及进一步转化为化合物 H 的反应路线如下所示。



R_1 : 烷基、芳香基; R_2 : 芳香基、烷基、H; R_3 : 芳香基、烷基

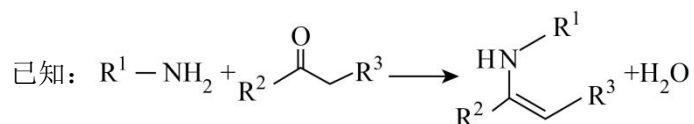
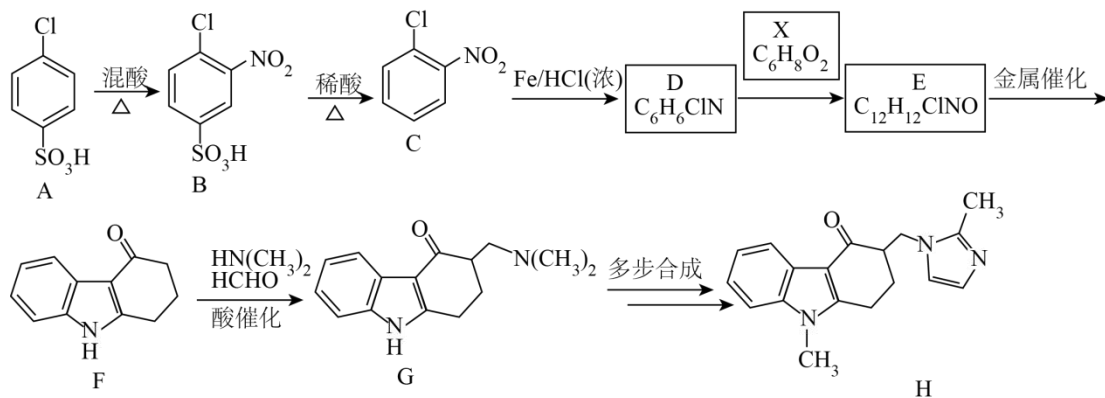
- (1) A→B 的反应试剂及条件为_____。
- (2) B 的含有碳氧双键的同分异构体数目为_____(不考虑立体异构)。
- (3) C 的系统命名法的名称为_____, 其核磁共振氢谱有____组吸收峰。
- (4) D 中最多共平面原子数目为_____。
- (5) E 中官能团的名称为_____, 含有的手性碳原子数目为_____。
- (6) E→F 的反应类型为_____。
- (7) G→H 的反应方程式为_____。

(8) 以  及题干中的有机化合物为原料(无机试剂任选), 参考所给反应路线及条件, 完成下列目标化

合物的合成_____。

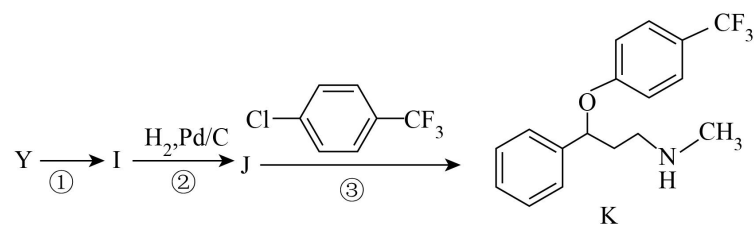


6. (2025 四川, 19) H 的盐酸盐是一种镇吐药物, H 的合成路线之一如下(略去部分试剂和条件)。



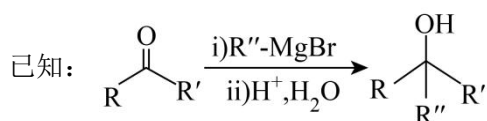
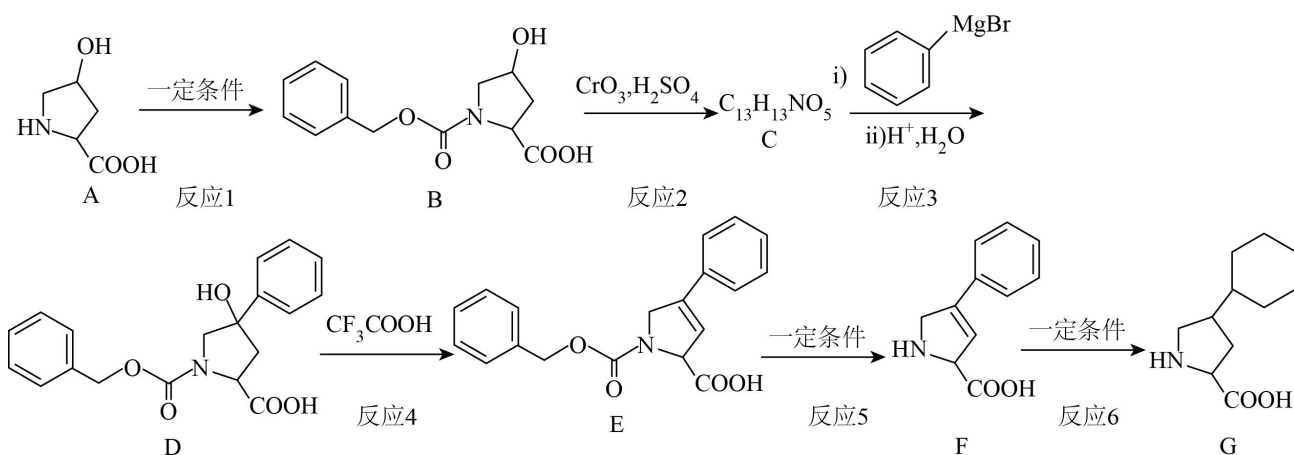
回答下列问题:

- (1) A 的化学名称是_____。
- (2) C 中官能团的名称是_____、_____。
- (3) $C \rightarrow D$ 的反应类型为_____。
- (4) E 的结构简式为_____。
- (5) F 的同分异构体中, 同时满足下列条件的共有_____种。
 - a. 含有一 NH_2 , 且无 $N-O$ 键
 - b. 含有 2 个苯环
 - c. 核磁共振氢谱为 6 组峰
- (6) 药物 K 的合成路线如下:



已知 Y 含有羰基, 按照 $F \rightarrow G$ 的方法合成 I. I 的结构简式为_____, 第①步的化学反应方程式为_____。

7. (2025 上海, 3) 化合物 G 是合成降压药物福辛普利的中间体。其一种合成路线如下:



(1) 化合物 A 中含氧官能团的结构简式为_____、_____。

(2) 设计反应 1 的作用是_____。

(3) 反应 2 的反应类型是_____。

A. 消去反应 B. 加成反应 C. 氧化反应 D. 还原反应

(4) 化合物 D 中含有_____个手性碳原子。

A. 1 B. 2 C. 3 D. 4

(5) 反应 4 在生成 E 的同时会生成其同分异构体 H, H 的结构简式为_____。

(6) 下列关于化合物 E 的说法中正确的是_____。

A. 碳的杂化方式有 sp^2 和 sp 两种 B. 能与茚三酮发生显色反应
C. 能与 NaHCO_3 反应产生 CO_2 D. 能形成分子间氢键

(7) 化合物 I 是 F 的同分异构体, I 水解后生成 J 和 K, J 和 K 满足一下条件:

i. J 是一种含有 3 和碳原子的 α -氨基酸;

ii. K 遇 FeCl_3 溶液显紫色;

iii. 核磁共振氢谱显示分子 K 中苯环上含有 2 种化学环境不同的氢原子

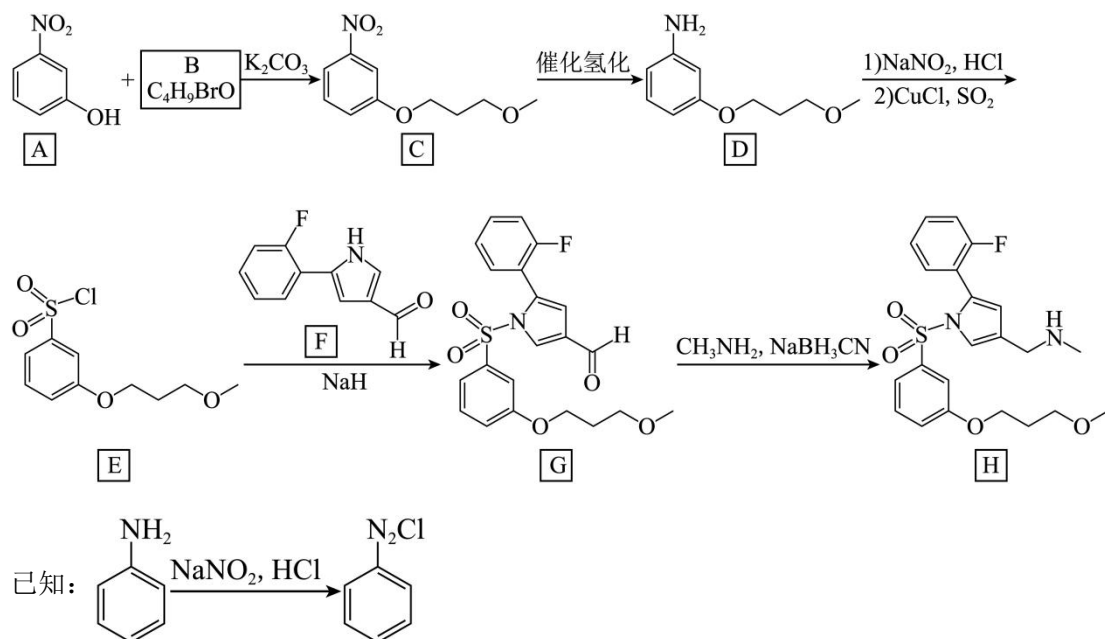
写出一种满足上述条件的 I 的结构简式_____。

(8) 反应 6 的试剂和条件是_____。

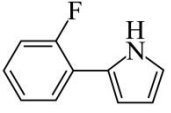
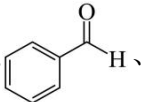
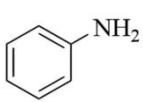
(9) 结合题目中的信息, 写出 HCHO 与 $\text{Ph}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{MgBr}$ 为有机原料合成 $\left[\text{Ph}-\text{CH}(\text{CH}_2)-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2 \right]_n$ 的路线_____。

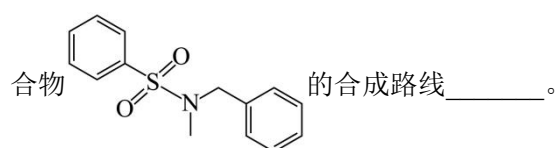
(无机试剂任选, 合成路线表示为: $\text{M} \xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}} \text{N} \dots \dots \xrightarrow[\text{反应条件}]{\text{反应试剂}} \text{目标产物}$)

8. (2025 陕晋宁青, 18) 我国某公司研发的治疗消化系统疾病的新药凯普拉生(化合物 H), 合成路线如下(部分试剂、反应条件省略)。

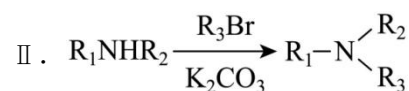
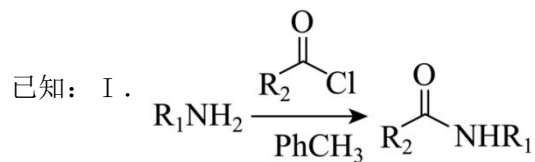
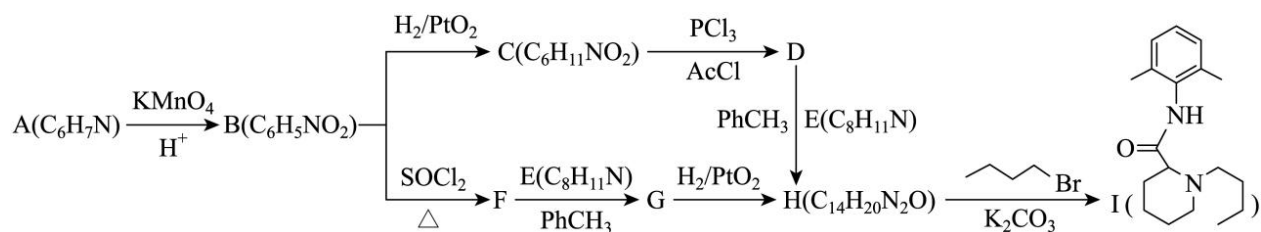


回答下列问题:

- (1) A 中官能团的名称是_____。
- (2) B 的结构简式为_____。
- (3) 由 C 转变为 D 的反应类型是_____。
- (4) 同时满足下列条件的 B 的同分异构体有_____种(不考虑立体异构)。
①含有两个甲基; ②与钠反应产生氢气。
- (5) 由 D 转变为 E 的过程中经历了两步反应, 第一步反应的化学方程式是: _____(要求配平)。
- (6) 下列关于 F 说法正确的有_____。
A. F 能发生银镜反应
B. F 不可能存在分子内氢键
C. 以上路线中 $\text{E} + \text{F} \rightarrow \text{G}$ 的反应产生了氢气
D. 已知醛基吸引电子能力较强, 与  相比 F 的 N-H 键极性更小
- (7) 结合合成 H 的相关信息, 以 、 和含一个碳原子的有机物(无机试剂任选)为原料, 设计化



9. (2025 山东, 19) 麻醉药布比卡因(I)的两条合成路线如下:



回答下列问题:

(1) A 结构简式为_____; B 中含氧官能团名称为_____。

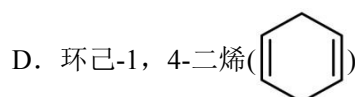
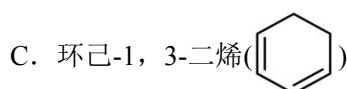
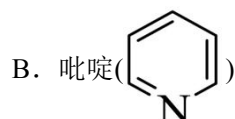
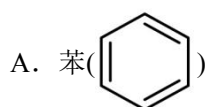
(2) $C \rightarrow D$ 反应类型为_____; $D+E \rightarrow H$ 化学方程式为_____。

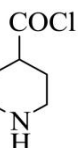
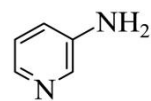
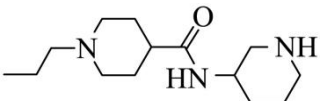
(3) G 的同分异构体中, 同时满足下列条件的结构简式为_____(写出一种即可)。

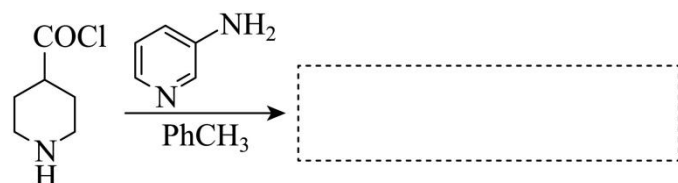
①含 $-NH_2$ ②含 2 个苯环 ③含 4 种不同化学环境的氢原子

(4) H 中存在酰胺基 N 原子(a)和杂环 N 原子(b), N 原子电子云密度越大, 碱性越强, 则碱性较强的 N 原子是_____(填“a”或“b”)。

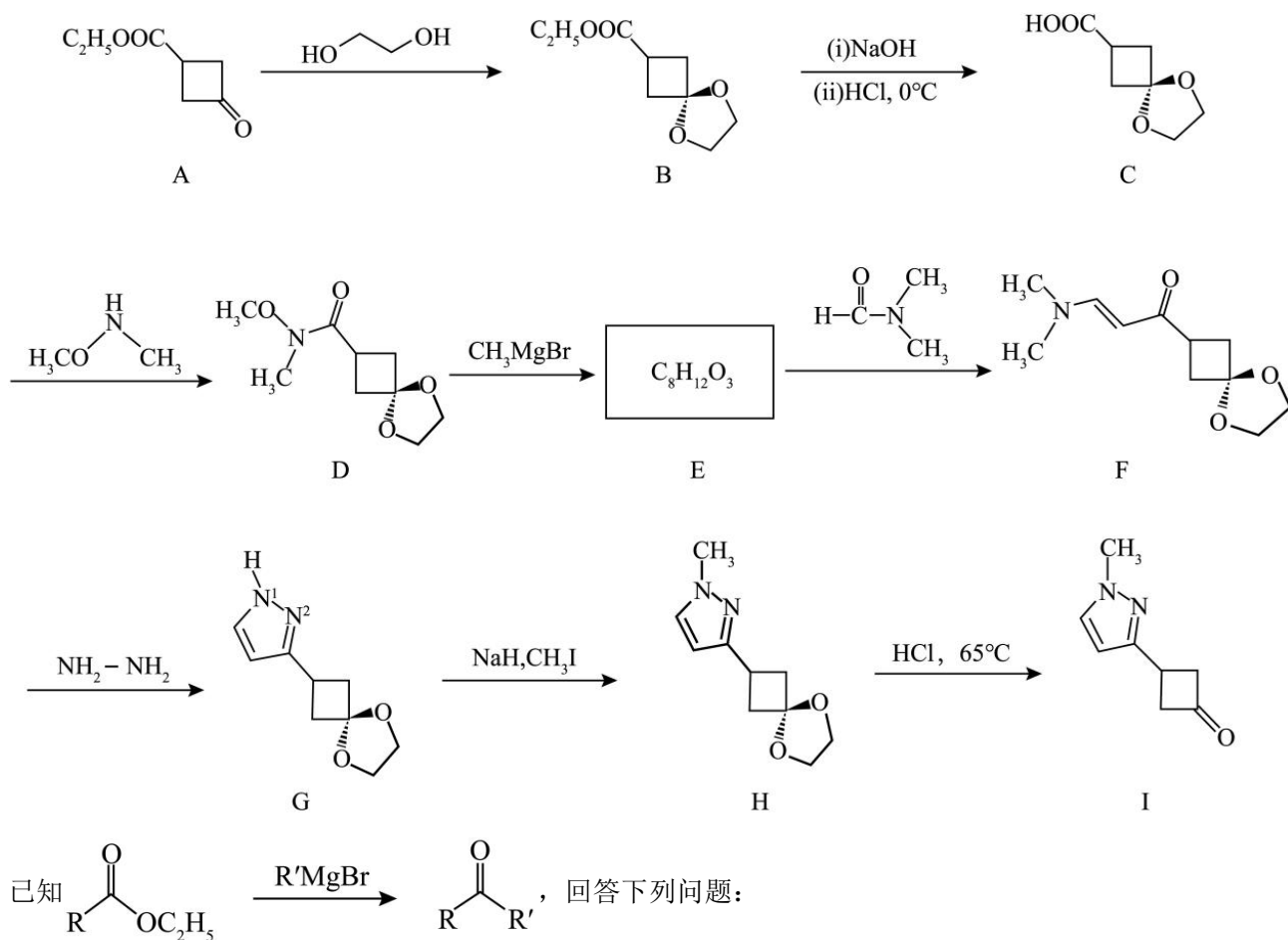
(5) 结合路线信息, 用 H_2/PtO_2 催化加氢时, 下列有机物中最难反应的是_____(填标号)。



(6) 以 , ,  为主要原料合成 。利用上述信息补全合成路线_____。

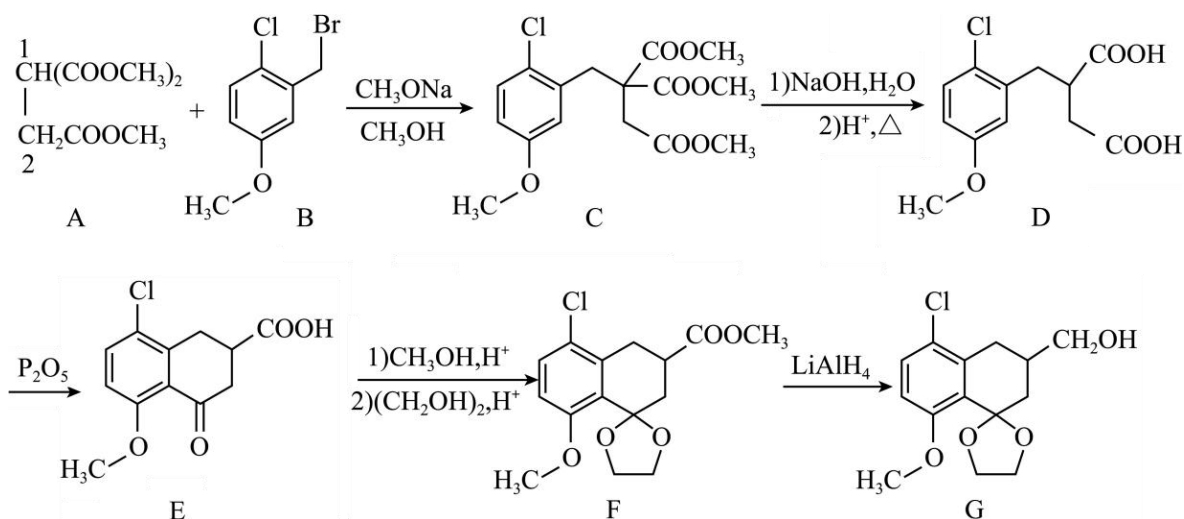


10. (2025 江西, 15) 一种抗癌药物中间体(I), 其合成步骤如图(部分试剂和条件略去)。



- (1) 化合物 B _____(填“含”或“不含”)手性碳原子。
- (2) B 到 C 的有机反应类型是_____。
- (3) 写出由 D 生成 E 的化学反应方程式_____。
- (4) 已知化合物 G 含 π_5^6 键, 则 G 中 _____(填“1”或“2”)号氮原子碱性更强。
- (5) 化合物 H 中核磁共振氢谱峰有 _____ 组峰。
- (6) H 到 I 反应的目的是_____。
- (7) 参照上述合成路线, 画出 A 的同分异构体中可由乙二醇与环戊二酮合成的结构简式 _____(写出三种, 不考虑立体异构)。

11. (2025 江苏, 15) G 是一种四环素类药物合成中间体, 其合成路线如下:



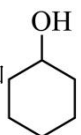
(1) A 分子中, 与 2 号碳相比, 1 号碳的 C—H 键极性相对_____ (填 “较大” 或 “较小”)。

(2) $D \rightarrow E$ 会产生与 E 互为同分异构体且含五元环的副产物, 其结构简式为_____。

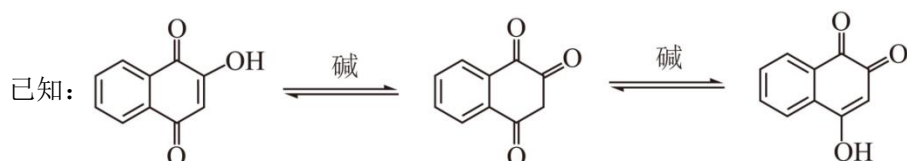
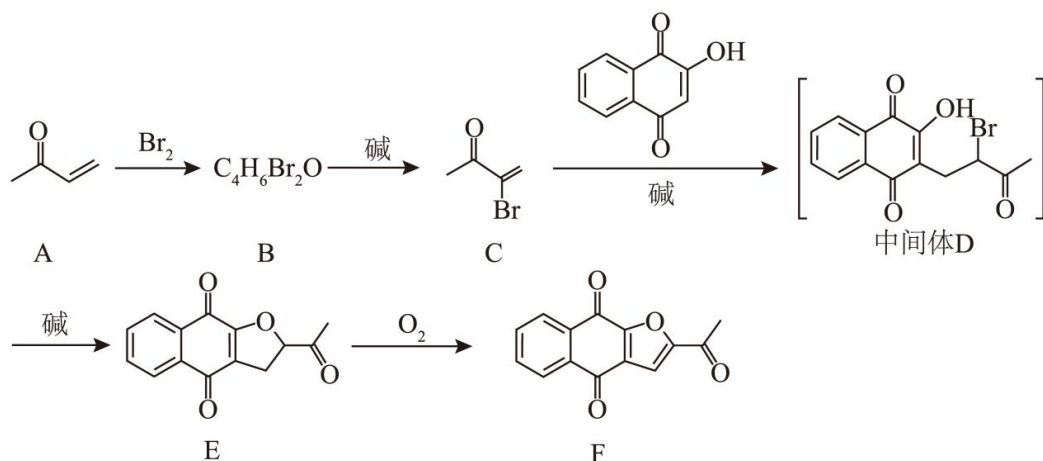
(3) E 分子中含氧官能团名称为醚键、羰基和_____, F 分子中手性碳原子数目为_____。

(4) 写出同时满足下列条件的 G 的一种同分异构体的结构简式: _____。

①含有 3 种不同化学环境的氢原子; ②碱性条件下水解后酸化, 生成 X 和 Y 两种有机产物, $n(X):n(Y)=2:1$, X 的相对分子质量为 60, Y 含苯环且能与 FeCl_3 溶液发生显色反应。

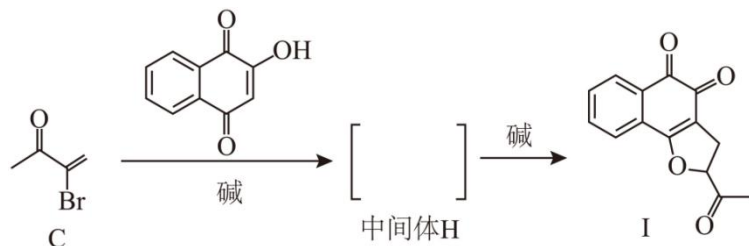
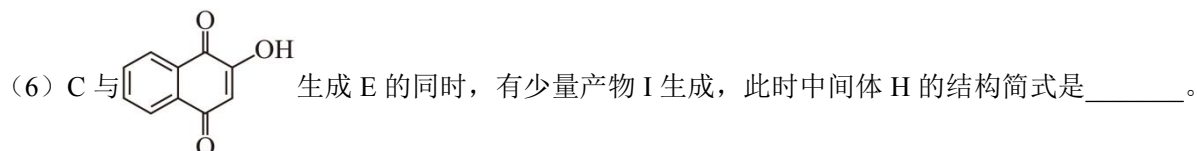
(5) 写出以 $\begin{matrix} \text{COOCH}_3 \\ \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \\ \text{COOCH}_3 \end{matrix}$ 和  为原料制备 $\text{H} \left[\text{O} \text{---} \text{CH}_2 \text{---} \text{C}(\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_{11}) \text{---} \text{O} \text{---} \text{C}(=\text{O}) \text{---} \text{CH}_2 \text{---} \text{C}(=\text{O}) \right]_n \text{OH}$ 的合成路线流程图_____ (无机试剂和两碳以下的有机试剂任用, 合成路线示例见本题题干)。

12. (2025 湖南, 17) 化合物 F 是治疗实体瘤的潜在药物。F 的一条合成路线如下(略去部分试剂和条件):



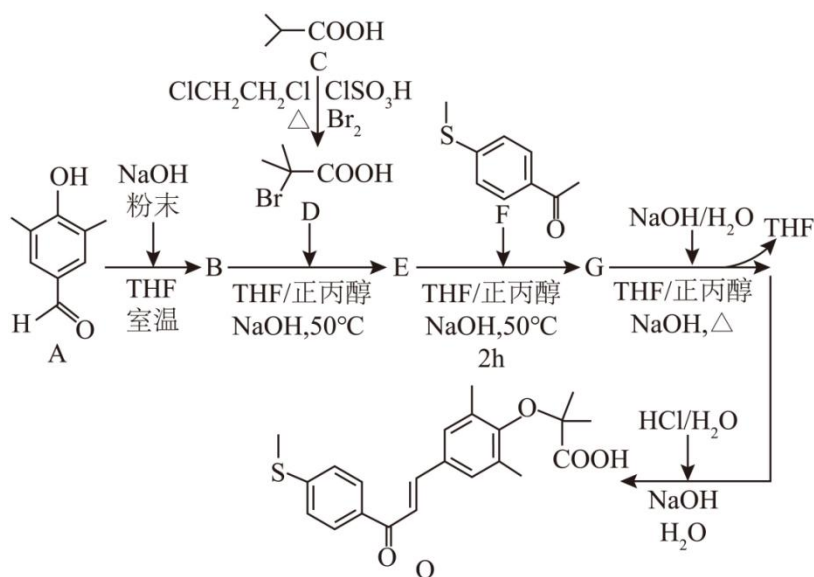
回答下列问题:

- (1) A 的官能团名称是_____、_____。
- (2) B 的结构简式是_____。
- (3) E 生成 F 的反应类型是_____。
- (4) F 所有的碳原子_____共面(填“可能”或“不可能”)。
- (5) B 在生成 C 的同时,有副产物 G 生成。已知 G 是 C 的同分异构体,且与 C 的官能团相同。G 的结构简式是_____, _____(考虑立体异构)。



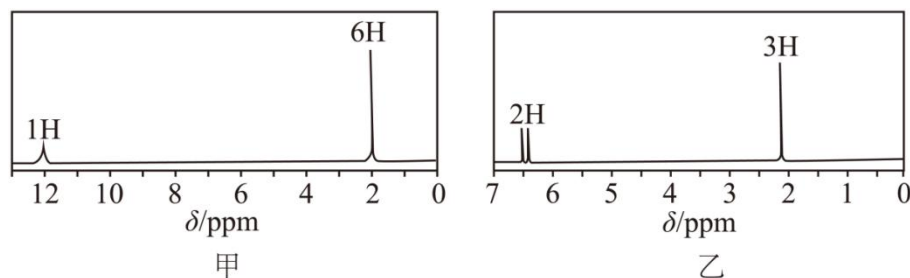
- (7) 依据以上流程信息,结合所学知识,设计以 和 $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CN}$ 为原料合成 的路线 _____(无机试剂和溶剂任选)。

14. (2025 河北, 18) 依拉雷诺(Q)是一种用于治疗非酒精性脂肪性肝炎的药物, 其“一锅法”合成路线如下:



回答下列问题:

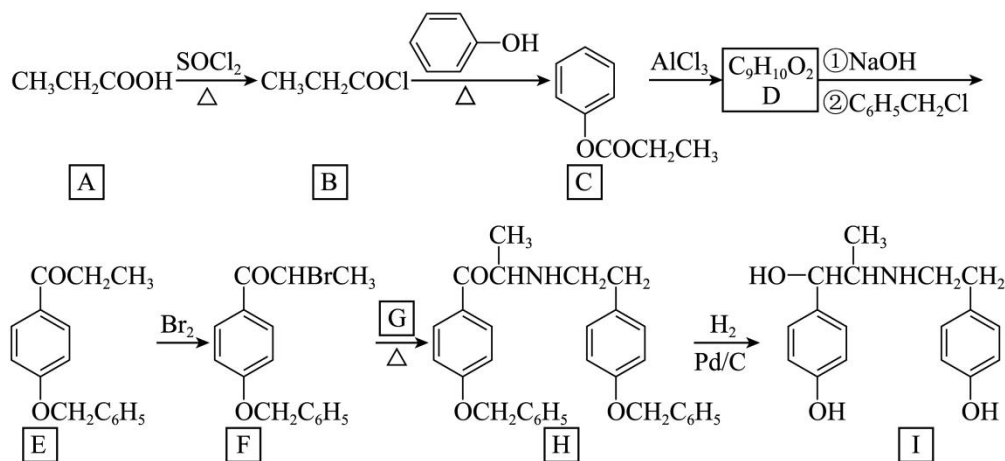
- (1) Q 中含氧官能团的名称: _____、_____、_____。
- (2) A→B 的反应类型: _____。
- (3) C 的名称: _____。
- (4) C→D 反应中, 在加热条件下滴加溴时, 滴液漏斗末端位于液面以下的目的: _____。
- (5) “一锅法”合成中, 在 NaOH 作用下, B 与 D 反应生成中间体 E, 该中间体的结构简式: _____。
- (6) 合成过程中, D 也可与 NaOH 发生副反应生成 M, 图甲、图乙分别为 D 和 M 的核磁共振氢谱, 推断 M 的结构, 写出该反应的化学方程式: _____。



- (7) 写出满足下列条件 A 的芳香族同分异构体的结构简式: _____。

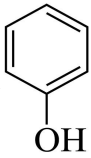
- (a) 不与 FeCl_3 溶液发生显色反应;
- (b) 红外光谱表明分子中不含 $\text{C}=\text{O}$ 键;
- (c) 核磁共振氢谱有三组峰, 峰面积比为 1:1:3;
- (d) 芳香环的一取代物有两种。

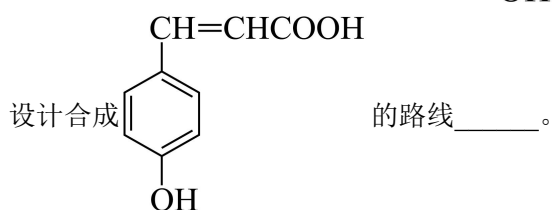
15. (2025 海南, 18) 药物 I 的一种合成路线如下:



其中 G 为 $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{OCH}_2\text{C}_6\text{H}_5$

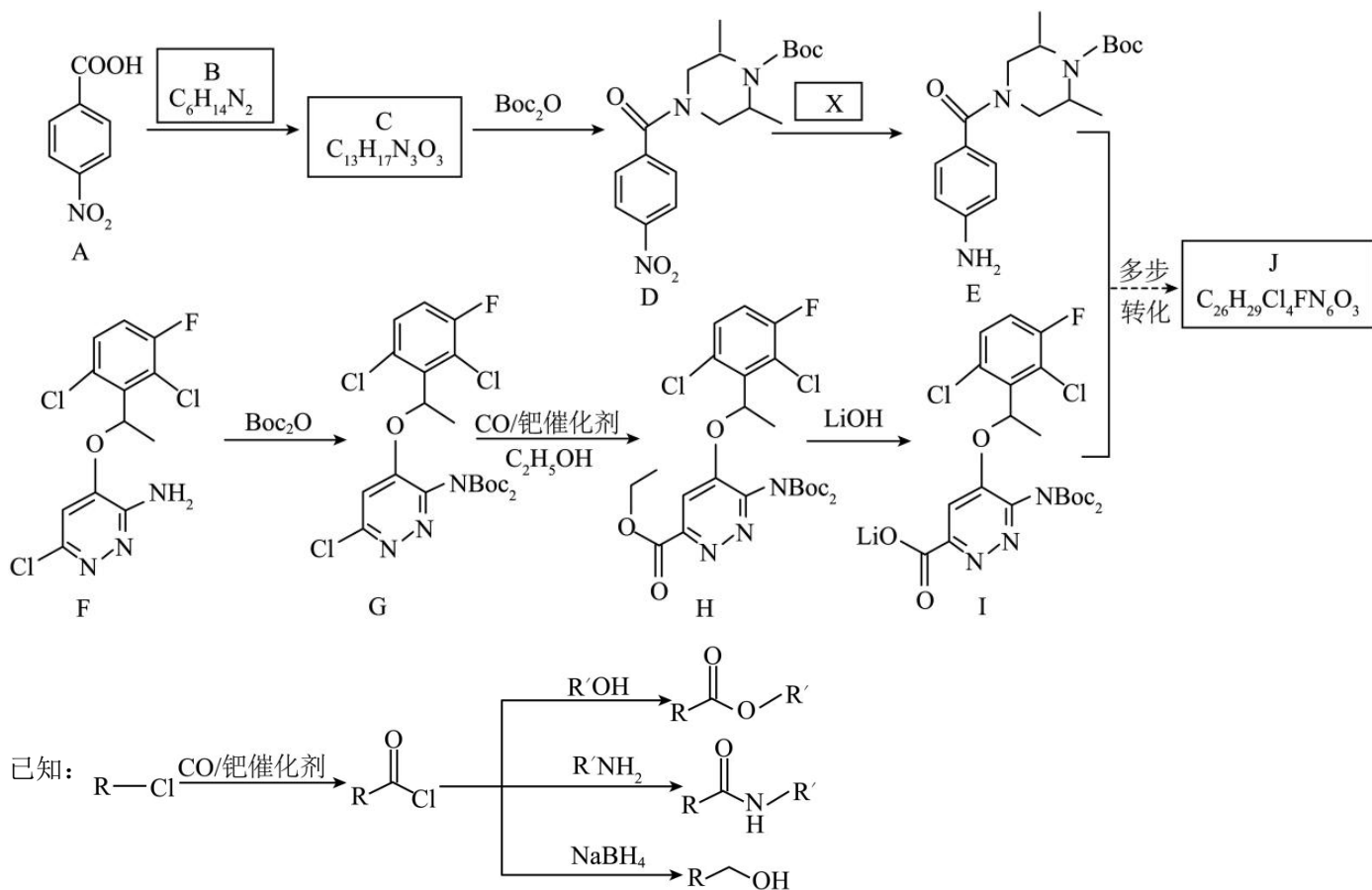
回答问题:

- (1) A 的化学名称为_____。
- (2) $\text{B} \rightarrow \text{C}$ 反应类型为_____。
- (3) D 的结构简式为_____。
- (4) E 的同分异构体 X, 符合条件: ①含有两个苯环; ②核磁共振氢谱有 2 组峰且峰面积之比为 1:3。X 的结构简式为_____。(写出一种即可)。
- (5) G 中所含有的官能团名称为_____。
- (6) $\text{E} \rightarrow \text{F}$ 的反应方程式为_____。
- (7) 比照上图合成 I 的路线信息, 从  出发, 辅之以 $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$ 及一个或两个碳的有机物(无机试剂任选),



已知: ①羧基在催化氢化条件下不被还原; ② $\text{R}-\text{CH}_2\text{Br} \xrightarrow{\text{NaCN}} \text{R}-\text{CH}_2\text{CN}$ 。

16. (2025 广西, 18) 盐酸恩沙替尼(J)是首个由中国企业主导在全球上市的小分子肺癌靶向创新药, 其合成路线如下。



回答下列问题:

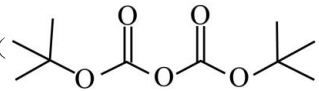
(1) A 的化学名称是_____。B 的结构简式为_____。

(2) 反应条件 X 可选择_____ (填标号)。

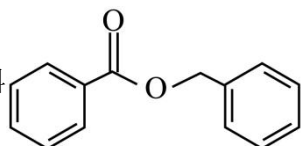
a. $NaOH / C_2H_5OH$ b. 新制 $Cu(OH)_2$ c. $Fe / 盐酸$

(3) F 中含氧官能团的名称是_____。H 生成 I 的反应类型为_____。

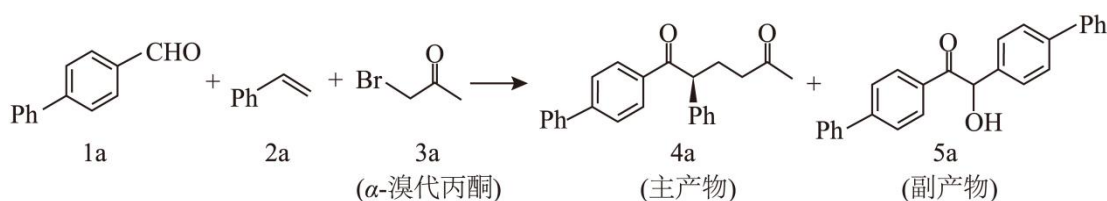
(4) 在 G 转化为 H 的过程中, 加入足量三乙胺 $[(C_2H_5)_3N]$ 可提高 H 的产率, 而加入足量乙胺 $(C_2H_5NH_2)$ 会降低 H 的产率。H 产率变化的原因是_____。

(5) 符合下列条件的 Boc_2O () 的同分异构体共有_____种 (不考虑立体异构), 其中一种的结构简式为_____。

①含 4 个 $-OCH_3$ ②含非三元环的环状结构 ③核磁共振氢谱显示有 2 组峰 ④使酸性 $KMnO_4$ 溶液褪色

(6) 据题中信息, 以苯为原料, 设计合成食品香料  的路线_____ (用流程图表示, 其他无机试剂任选)。

17. (2025 广东, 20) 我国科学家最近在光-酶催化合成中获得重大突破, 光-酶协同可实现基于三组分反应的有机合成, 其中的一个反应如下(反应条件略: Ph-代表苯基 C_6H_5-)。



(1) 化合物 1a 中含氧官能团的名称为_____。

(2) ①化合物 2a 的分子式为_____。

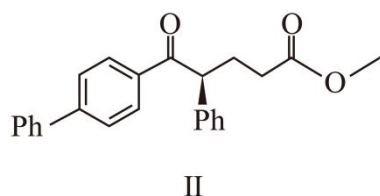
②2a 可与 H_2O 发生加成反应生成化合物 I。在 I 的同分异构体中, 同时含有苯环和醇羟基结构的共_____种(含化合物 I, 不考虑立体异构)。

(3) 下列说法正确的有_____。

- A. 在 1a、2a 和 3a 生成 4a 的过程中, 有 π 键断裂与 σ 键形成
- B. 在 4a 分子中, 存在手性碳原子, 并有 20 个碳原子采取 sp^2 杂化
- C. 在 5a 分子中, 有大 π 键, 可存在分子内氢键, 但不存在手性碳原子
- D. 化合物 5a 是苯酚的同系物, 且可发生原子利用率为 100% 的还原反应

(4) 一定条件下, Br_2 与丙酮(CH_3COCH_3) 发生反应, 溴取代丙酮中的 $\alpha-\text{H}$, 生成化合物 3a。若用核磁共振氢谱监测该取代反应, 则可推测: 与丙酮相比, 产物 3a 的氢谱图中_____。

(5) 已知: 羧酸在一定条件下, 可发生类似于丙酮的 $\alpha-\text{H}$ 取代反应。根据上述信息, 分三步合成化合物 II。

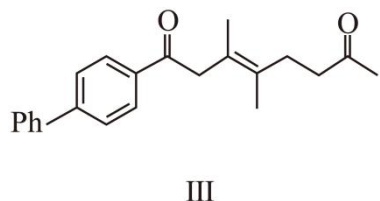


①第一步, 引入溴: 其反应的化学方程式为_____。

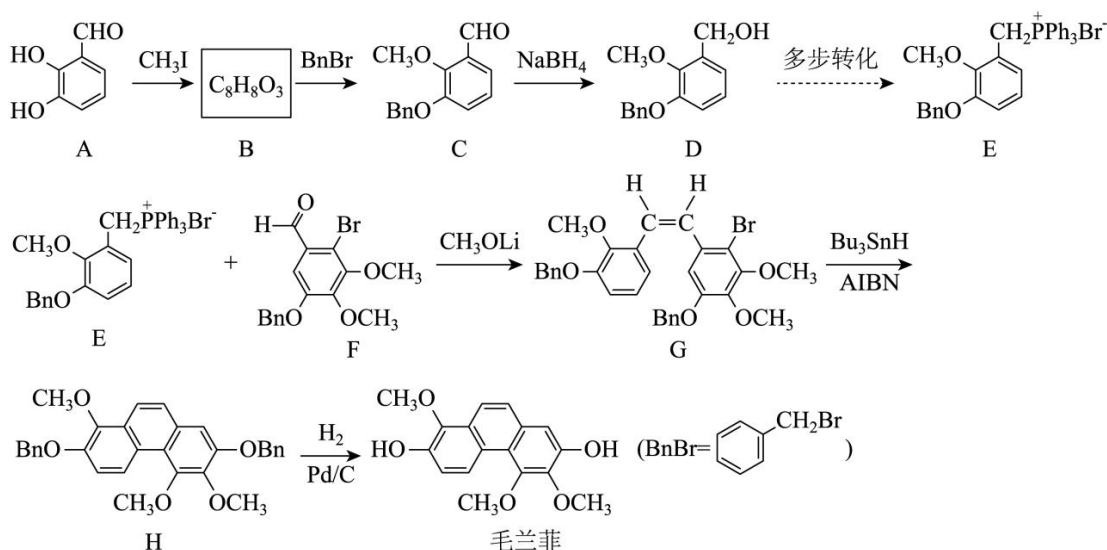
②第二步, 进行_____(填具体反应类型): 其反应的化学方程式为_____(注明反应条件)。

③第三步, 合成 II: ②中得到的含溴有机物与 1a、2a 反应。

(6) 参考上述三组分反应, 直接合成化合物 III, 需要以 1a、_____(填结构简式) 和 3a 为反应物。



18. (2025 甘肃, 18) 毛兰菲是一种具有抗肿瘤活性的天然菲类化合物, 可按下图路线合成(部分试剂省略):



(1) 化合物 A 中的含氧官能团名称为_____, 化合物 A 与足量 NaOH 溶液反应的化学方程式为_____。

(2) 化合物 B 的结构简式为_____。

(3) 关于化合物 C 的说法成立的有_____。

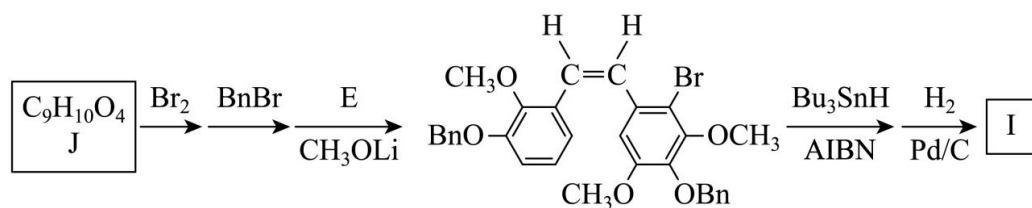
①与 FeCl_3 溶液作用显色 ②与新制氢氧化铜反应, 生成砖红色沉淀

③与 D 互为同系物 ④能与 HCN 反应

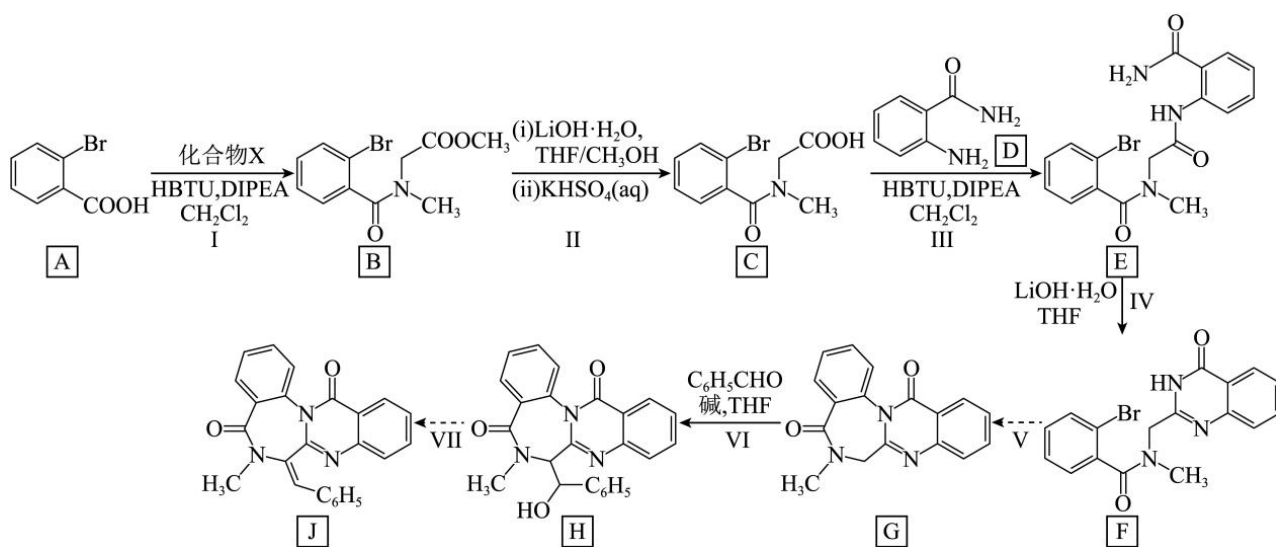
(4) C→D 涉及的反应类型有_____, _____。

(5) F→G 转化中使用了 CH_3OLi , 其名称为_____。

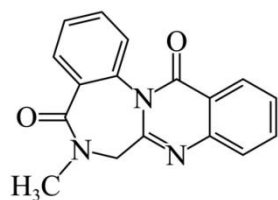
(6) 毛兰菲的一种同分异构体 I 具有抗氧化和抗炎活性, 可由多取代苯甲醛 J 出发, 经多步合成得到(如下图)。已知 J 的 ^1H NMR 谱图显示四组峰, 峰面积比为 1:1:2:6。J 和 I 的结构简式为_____, _____。



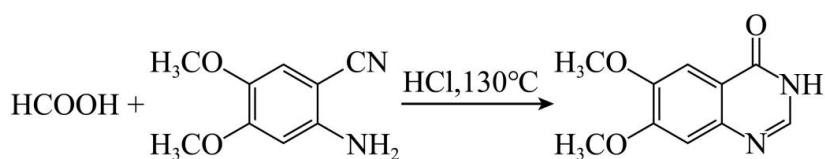
19. (2025 福建, 13) 神经肽抑制剂 J 的合成路线如下。(THF 为溶剂)



- (1) B 中含氧官能团有：_____、_____。(填名称)
- (2) 理论上, B 的核磁共振氢谱有_____组峰。
- (3) 熔点: B _____ C(填“>”“<”或“=”, 判断依据是: _____)。
- (4) I 的化学方程式为_____。
- (5) VI 中 C_6H_5CHO 发生的反应类型为_____。
- (6) VII 中还可能生成 J 的立体异构体 K, 补全 K 的结构简式_____。

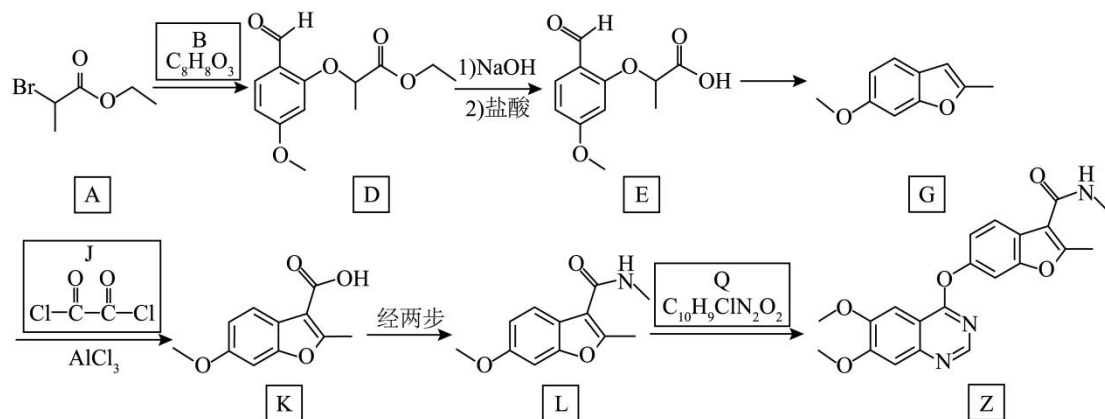


- (7) 某药物合成中有反应:



参考该反应, 可以设计 $C+L \rightarrow F$, 则 L 的结构简式为_____。C→F 反应的原子利用率: 以 L 为反应物_____以 D 为反应物。(填“>”“<”或“=”)

20. (2025 重庆, 18) 我国原创用于治疗结直肠癌的新药 Z 已成功登陆海外市场。Z 的一种合成路线如下(部分试剂及反应条件略)。



(1) A 中含氧官能团名称为_____，A 生成 D 的反应类型为_____。

(2) B 的结构简式为_____。

(3) D 转化为 E 的反应生成的有机产物分别为 E 和_____(填结构简式)。

(4) 下列说法正确的是_____。

A. G 中存在大 π 键

B. K 中新增官能团的碳原子由 J 提供

C. L 可以形成氢键

D. 摩尔质量 $M(Z) = M(L) + M(Q)$

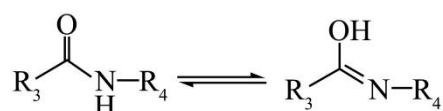
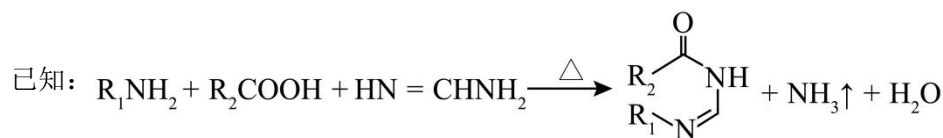
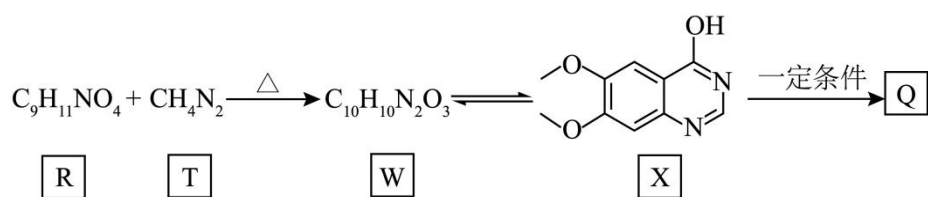
(5) G($C_{10}H_{10}O_2$) 的同分异构体同时满足下列条件的有_____种。

(i) 存在 -CH₂- 基团和环外 2 个 π 键

(ii) 不含 -OH 基团和 sp 杂化碳原子

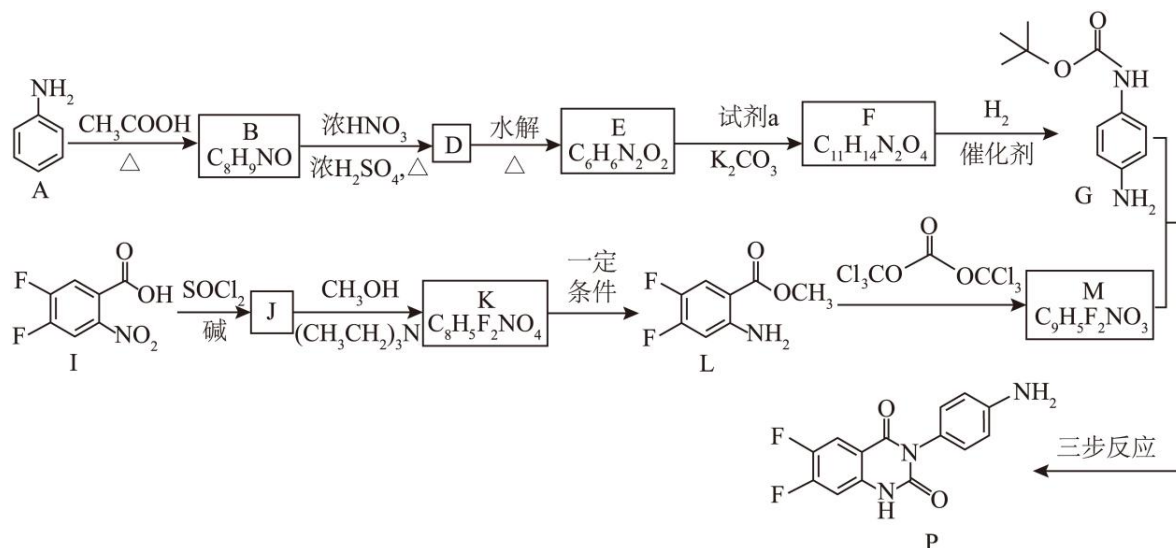
其中, 核磁共振氢谱显示五组峰(峰面积比为 3:2:2:2:1)的同分异构体的结构简式为_____。

(6) Q 的一种合成路线为:



根据已知信息, 由 R 和 T 生成 W 的化学方程式为_____。

21. (2025 北京, 17) 一种受体拮抗剂中间体 P 合成路线如下。



已知: ① $\text{RCOOH} \xrightarrow[\text{碱}]{\text{SOCl}_2} \text{RCOCl}$

② 试剂 a 是

(1) I 分子中含有的官能团是硝基和_____。

(2) B→D 的化学方程式是_____。

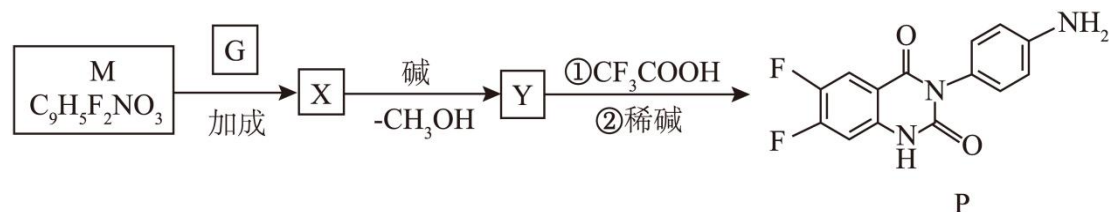
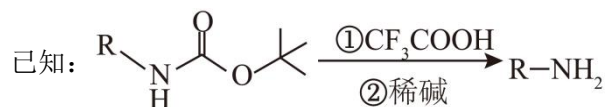
(3) 下列说法正确的是_____(填序号)。

a. 试剂 a 的核磁共振氢谱有 3 组峰

b. J→K 的过程中, 利用了 $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{N}$ 的碱性

c. F→G 与 K→L 的反应均为还原反应

(4) 以 G 和 M 为原料合成 P 分为三步反应。



①M 含有 1 个 sp 杂化的碳原子。M 的结构简式为_____。

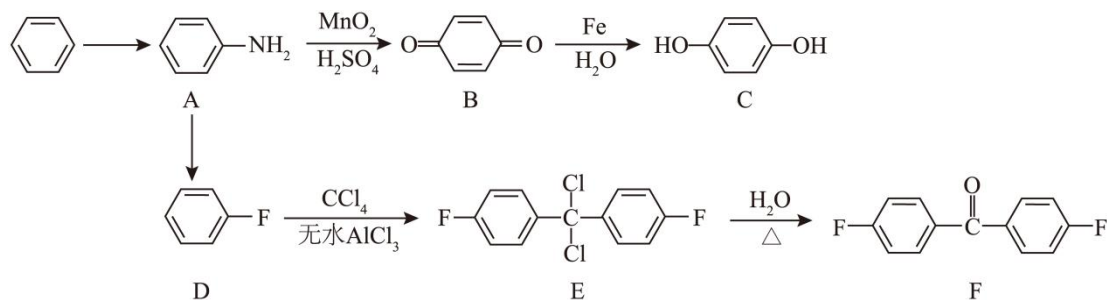
②Y 的结构简式为_____。

(5) P 的合成路线中, 有两处氨基的保护, 分别是:

①A→B 引入保护基, D→E 脱除保护基;

②_____。

22. (2025 安徽, 18) 有机化合物 C 和 F 是制造特种工程塑料的两种重要单体, 均可以苯为起始原料按下列路线合成(部分反应步骤和条件略去):



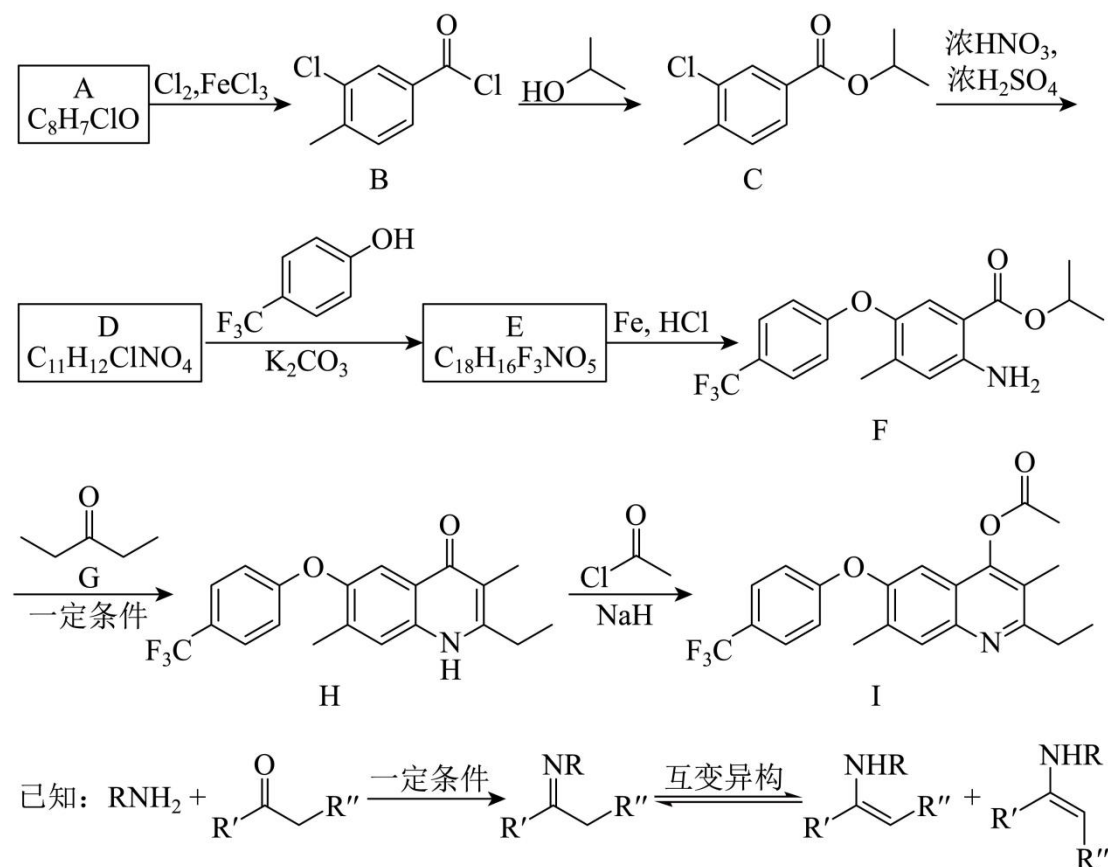
回答下列问题:

- (1) B 中含氧官能团名称为_____；B $\rightarrow$ C 的反应类型为_____。
- (2) 已知 A $\rightarrow$ B 反应中还生成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 MnSO_4 , 写出 A $\rightarrow$ B 的化学方程式_____。
- (3) 脂肪烃衍生物 G 是 C 的同分异构体, 分子中含有羟甲基($-\text{CH}_2\text{OH}$), 核磁共振氢谱有两组峰。G 的结构简式为_____。
- (4) 下列说法错误的是_____(填标号)。
 - a. A 能与乙酸反应生成酰胺
 - b. B 存在 2 种位置异构体
 - c. D $\rightarrow$ E 反应中, CCl_4 是反应试剂
 - d. E $\rightarrow$ F 反应涉及取代过程
- (5) 4, 4'-二羟基二苯砜(H)和 F 在一定条件下缩聚, 得到性能优异的特种工程塑料——聚醚砜醚酮(PESEK)。写出 PESEK 的结构简式_____。
- (6) 制备 PESEK 反应中, 单体之一选用芳香族氟化物 F, 而未选用对应的氯化物, 可能的原因是_____。
- (7) 已知酮可以被过氧酸(如间氯过氧苯甲酸, MCPBA)氧化为酯:



参照题干合成路线, 写出以苯为主要原料制备苯甲酸苯甲酯的合成路线_____(其他试剂任选)。

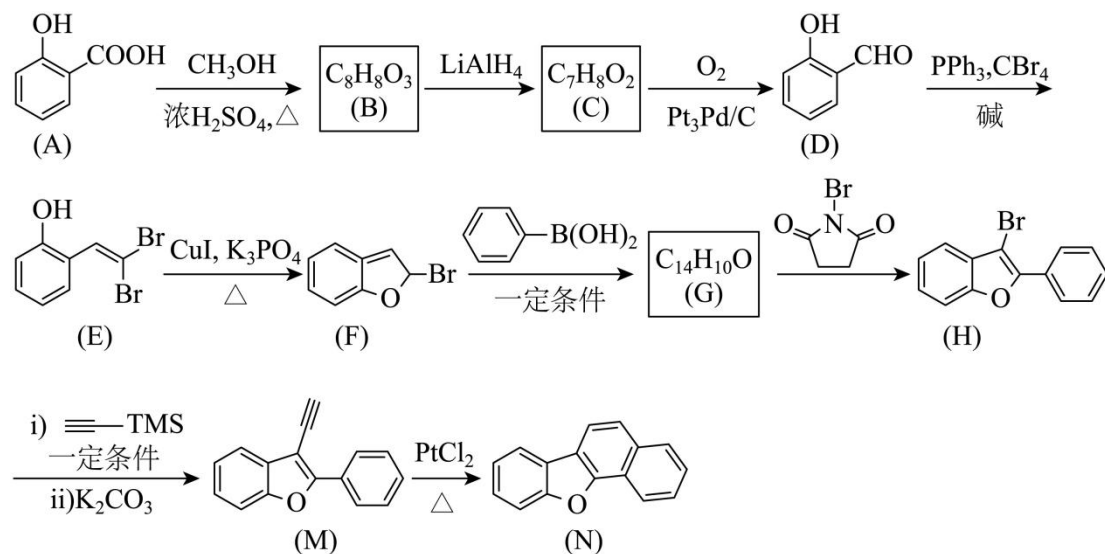
23. (2025 河南, 18) 化合物 I 具有杀虫和杀真菌活性, 以下为其合成路线之一(部分反应条件已简化)。



回答下列问题:

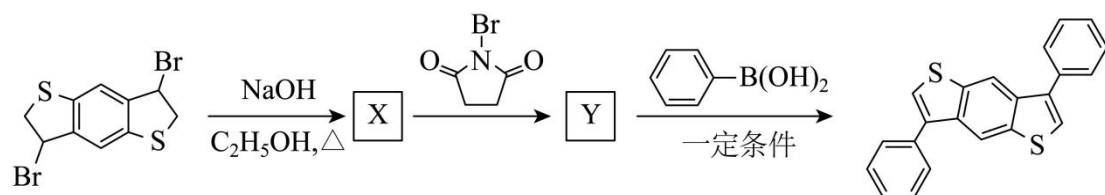
- (1) I 中含氧官能团的名称是_____。
- (2) A 的结构简式为_____。
- (3) 由 B 生成 C 的化学方程式为_____。反应时, 在加热搅拌下向液体 B 中滴加异丙醇; 若改为向异丙醇中滴加 B 则会导致更多副产物的生成, 副产物可能的结构简式为_____(写出一种即可)。
- (4) 由 D 生成 E 的反应类型为_____。
- (5) 由 F 生成 H 的反应中可能生成中间体 J, 已知 J 的分子式为 $\text{C}_{23}\text{H}_{26}\text{F}_3\text{NO}_3$, 则 J 的结构简式为_____(写出一种即可)。
- (6) G 的同分异构体中, 含有碳氧双键的还有_____种(不考虑立体异构); 其中, 能发生银镜反应, 且核磁共振氢谱显示为两组峰的同分异构体的结构简式为_____。

24. (2025 黑吉辽蒙, 19) 含呋喃骨架的芳香化合物在环境化学和材料化学领域具有重要价值。一种含呋喃骨架的芳香化合物合成路线如下:

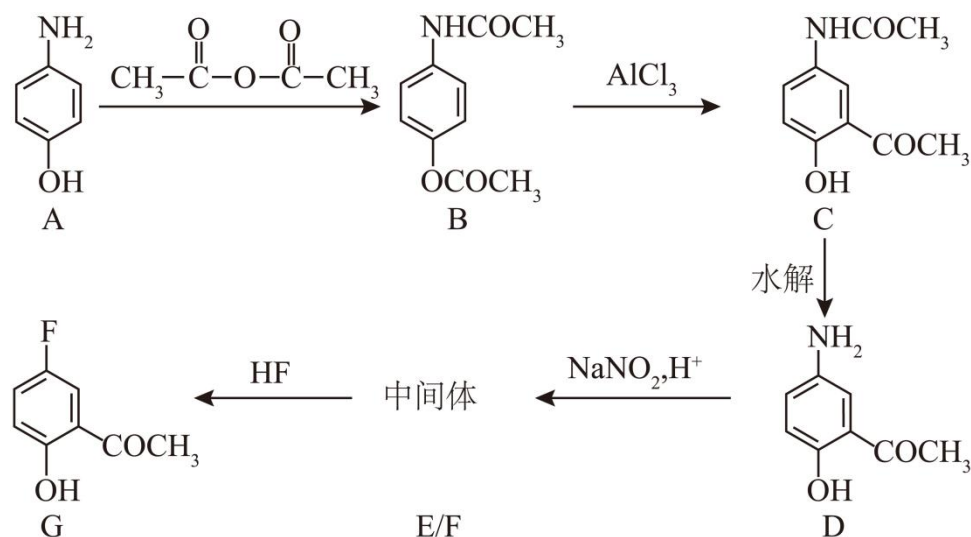


回答下列问题:

- (1) A→B 的化学方程式为_____。
- (2) C→D 实现了由_____到_____的转化(填官能团名称)。
- (3) G→H 的反应类型为_____。
- (4) E 的同分异构体中, 含苯环(不含其他环)且不同化学环境氢原子个数比为 3:2:1 的同分异构体的数目有_____种。
- (5) M→N 的三键加成反应中, 若参与成键的苯环及苯环的反应位置不变, 则生成的与 N 互为同分异构体的副产物结构简式为_____。
- (6) 参考上述路线, 设计如下转化。X 和 Y 的结构简式分别为_____和_____。



25. (2025 湖北, 17) 化合物 G 是某药物的关键原料, 合成路线如下:

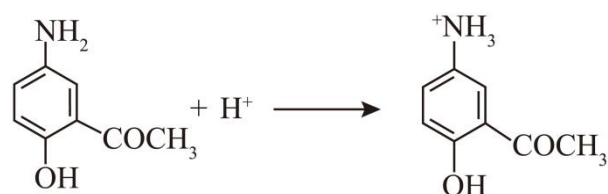


回答下列问题:

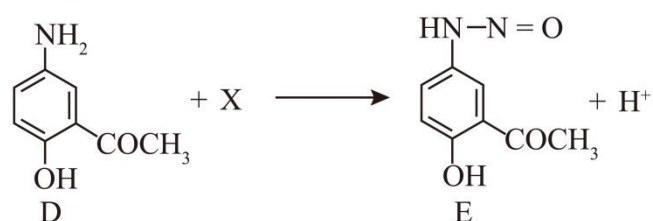
- 化合物 A 分子内含氧官能团的名称为_____。
- 化合物 A $\rightarrow$ B 的反应类型为_____反应。B 的核磁共振氢谱有_____组峰。
- 能用于分离化合物 B 和 C 的试剂为_____(填标号)。

a. NaHCO_3 水溶液 b. Na_2CO_3 水溶液 c. Na_2SO_4 水溶液

- C $\rightarrow$ D 的反应方程式为_____。在 A 的氮原子上引入乙酰基 ($\text{CH}_3\text{CO}-$) 的作用是_____。
- 化合物 D 与 H^+ 间的反应方程式:



用类比法, 下列反应中 X 的结构简式为_____。



- E 存在一种含羰基异构体 F, 二者处于快速互变平衡。F 与 HF 反应可生成 G, 写出 F 的结构简式_____。

参考答案

第一部分 化学基础知识

一、化学与 STSE

1. D 2. B 3. B 4. B 5. B 6. A 7. A 8. A 9. B 10. A
11. B 12. D 13. A 14. B 15. B 16. A 17. D 18. A 19. A 20. B
21. B 22. B 23. D 24. B 25. D 26. B 27. D 28. B 29. A

二、化学用语

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

三、物质的性质和用途

1. A 2. A 3. C 4. C 5. B 6. A 7. A 8. B 9. D 10. D
11. A 12. A 13. D 14. A 15. A 16. A 17. A 18. B 19. D 20. C
21. B 22. C

四、物质的量

1. A 2. A 3. B 4. B 5. A 6. C 7. C 8. D

五、离子反应、方程式正误判断

1. D 2. C 3. A 4. C 5. A 6. C 7. C 8. D 9. D 10. B
11. A 12. C 13. D 14. D 15. D 16. C 17. B

六、氧化还原反应

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

第二部分 化学实验

一、化学实验基础

1. C 2. A 3. C 4. B 5. B 6. C 7. A 8. AD

二、物质的检验和分离

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

三、实验装置

1. A 2. B 3. D 4. B 5. A 6. C 7. A 8. D 9. C 10. B
11. D 12. D 13. C 14. C 15. B 16. B 17. C 18. AC

四、实验表格题

1. A 2. A 3. B 4. A 5. C 6. D 7. C 8. D

五、化学实验综合题

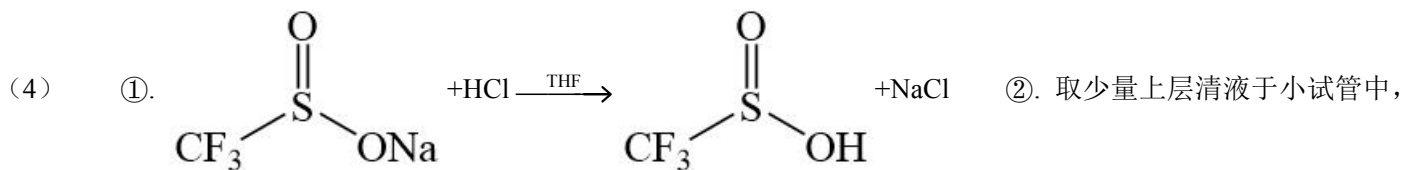
1. C 2. D 3. D 4. A 5. B 6. A 7. D 8. D 9. B 10. C
11. D 12. B 13. A 14. B 15. C 16. D 17. C 18. D 19. B

六、化学实验综合题（非选择题）

1. (1) AlCl_3 蒸汽遇冷的漏斗内壁凝华为 AlCl_3 固体, 收集 AlCl_3
(2) P_2O_5 、硅胶 (3) ABD
(4) 除去混合物中的 SOCl_2 、 AlCl_3 , 实现有机相与无机相的分离, 同时降低反应的速率
(5) ②④⑤③① (6) AlCl_3 易与 Cl^- 形成络合物 $[\text{AlCl}_4]^-$, 促使 SOCl_2 反应中 $\text{S}-\text{Cl}$ 键的断裂

2. (1) ①. 三颈烧瓶 ②. b

- (2) 二氧化碳 (3) 将吸附在滤渣上的产品尽可能全部转入滤液中, 提高产率



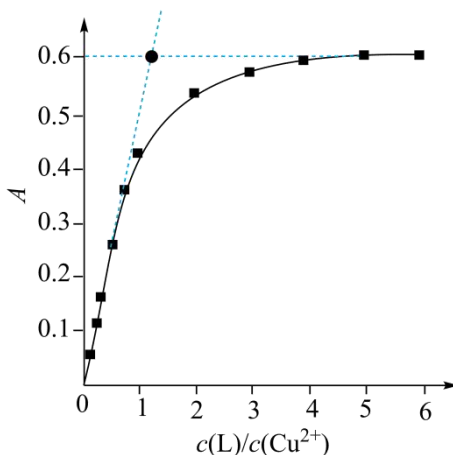
滴加浓盐酸, 若无白色沉淀, 则浓盐酸已足量

- (5) 作为溶剂, 溶解后加快反应速率

- (6) 40.12%

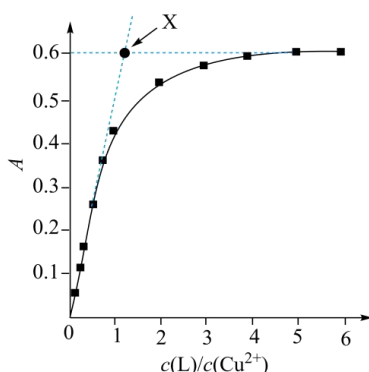
3. (1) ①. 三颈瓶 ②. 温度计
 (2) 烧杯底部有少量固体
 (3) 缓慢滴加过量氯水, 无蓝色出现
 (4) ①. 白色固体消失, 析出紫黑色沉淀, 产生红棕色气体, 溶液呈绿色 ②. 碱液
 (5) a (6) 升华
4. (1) 研钵 (2) acbd
 (3) ①. 不能 ②. 1.165 g
 (4) ①. 淀粉溶液 ②. 将悬挂在滴定管尖嘴处的液体, 轻轻靠一下锥形瓶内壁, 随即用少量蒸馏水淋下
 ③. 溶液恰好由蓝色变为无色, 且半分钟内不变色;
 (5) 16% (6) ①. 偏低 ②. 偏低
 (7) ①. 能 ②. 由电荷守恒可以确定 NH_4^+ 的物质的量, 由质量守恒可以确定 H_2O 的物质的量, 进而推算出最简整数比, 得出化学式
5. (1) ①. 球形冷凝管 ②. B
 (2) 将 Mn^{2+} 氧化
 (3) c (4) 防止时间过长维生素 C 被氧化, 影响后续测定结果
 (5) ①. 酸式 ②. 微微转动酸式滴定管的活塞, 使溶液悬在滴定管口, 形成半滴, 用锥形瓶内壁将其沾落, 再以洗瓶用少量蒸馏水冲洗锥形瓶壁将 I_2 的标准溶液冲入
 (6) 偏小 (7) 1
6. (1) A (2) A (3) C (4) C
 (5) ①. $[\text{Fe}(\text{SCN})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$ ②. 2
 (6) ①. A ②. 所有离子浓度变为原来 $\frac{1}{2}$, $Q > K$, 平衡逆移
 (7) 0.80
7. (1) ①. 玻璃棒 ②. 量筒 (或胶头滴管等, 合理即可) (2) 冰水浴 (3) B
 (4) 加稀硝酸酸化, 再滴加 AgNO_3 溶液, 无白色沉淀生成, 说明 Cl^- 已洗净 (5) ABC (6) cabd
 (7) ①. $\frac{500m}{9cV} - 27.5$ (或: $\frac{m - cV \times 10^{-3} \times 495}{18 \times cV \times 10^{-3}}$) ②. 偏高
8. (1) 1:1:2
 (2) ①. 导气, 同时将顺丁烯二酸酐、苯二甲酸酐、1,2-丙二醇以及醇解反应的产物冷凝回流到装置 A 中, 但是不会将水蒸气冷凝 ②. (直形) 冷凝管 ③. B
 (3) ①. 2、3 ②. $\frac{14000c}{a} \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ③. C
 (4) 醇解产物电离出的氢离子可催化缩聚反应
9. (1) ①. BEF ②. A

(2) ①. 如图, 图中坐标轴刻度



②. L 大量过量, Cu^{2+} 近乎完全转

化为 Z ③. 如图, 图中趋势线和交点 X



④. 1 ⑤. 该配位反应为可逆反应,

存在化学平衡, Cu^{2+} 、L 都不能完全转化, 导致实测吸光度低于理论值

10. (1) ①. Na_2SiO_3 ②. 碱性环境抑制吸氧腐蚀正极反应的进行, 反应速率减慢; 碱性溶液中, O_2 溶解度较小, 减少文物与 O_2 的接触, 减缓吸氧腐蚀

(2) ①. $4\text{Fe} + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{细菌}} \text{FeS} + 3\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^-$ ②. 滴加混合溶液后, 铁片表面将出现蓝色和红色区域, 较长时间后出现黄色斑点

③. Fe^{3+} 、 Fe^{2+}

(3) 分别加入等体积(如 5mL)的 $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{NaOH}$ 溶液和蒸馏水至浸没样品, 在室温下, 搅拌、浸泡 30min; 过滤, 各取等量上清液(如 2mL)置于两支小试管中, 分别滴加 3mL $0.5\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{HNO}_3$ 溶液酸化, 再分别滴加 $0.05\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}\text{AgNO}_3$ 溶液; 记录每份上清液至出现 AgCl 白色沉淀时消耗的 AgNO_3 溶液体积

11. (1) A (2) a

(3) 减小苯胺在水中的溶解度, 增加水层的密度

(4) 上 (5) ①. 乙醚沸点低 ②. 防止冷凝管炸裂 (6) AB

(7) 75%

12. (1) O (2) C

(3) 防止遇冷后产物析出而损失 (4) ABC (5) AD

(6) 错误, 降温速率与浓度同时在变化, 无法判断

13. (1) ①. 圆底烧瓶 ②. $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{S} = \text{S} + 2\text{HI}$

(2) c (3) $\text{I}_2 + \text{I}^- \rightleftharpoons \text{I}_3^-$

(4) NaOH (5) 先停止加热, 再通一段时间的 N_2 后关闭 K_2

(6) $\frac{117 \times 1.7 \times 57}{128} \%$

(7) 密封的棕色细口瓶中，并放在避光低温处

14. (1) ①. 分析天平 ②. 烧杯 ③. 引流

(2) ①. c ②. 通风 ③. 氢氧化钠 ④. pH 大于 9，银离子会转化为 AgOH 沉淀，pH 小于 6，铬酸根会转化为重铬酸根，影响滴定

(3) $\frac{69c_1(V_1 - V_0)}{a} \%$

15. (1) ①③④②

(2) 除去水蒸气；观察气体流速

(3) 蒸馏烧瓶 (4) $3\text{Br}_2 + 2\text{P} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_3 + 6\text{HBr}$

(5) b (6) 缺乏尾气处理装置

(7) ①. 2:3:1 ②. HBr 气氛下加热

16. (1) 由紫色变为无色

(2) dab (3) ①. 0.028 ②. $K_a = \frac{10^{-2.89} \times 10^{-2.89}}{0.028 - 10^{-2.89}}$

(4) ①. 增大 ②. 极性 ③. 常温下三种酸的饱和溶液的浓度不同

(5) ①. $2\text{HClO} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- + \text{O}_2 \uparrow$ ②. 实验方法：取适量 0.100mol/LNaClO 溶液放入烧杯中，用 pH

计测得体系在 25℃ 下的 pH，记录数据；

数据处理思路：由于 NaClO 溶液中存在 ClO⁻ 的水解，故根据 0.100mol/LNaClO 溶液在 25℃ 下的 pH 可求得 ClO⁻ 的

水解平衡常数 K_h ，再利用公式 $K_a = \frac{K_w}{K_h}$ 求出 HClO 的 K_a

17. (1) 升高温度，加快溶解速率，提高浸出率

(2) ①. 防止生成 $\text{Eu}(\text{OH})_3$ 沉淀 ②. 缓慢滴加 NaOH 溶液，同时测定溶液的 pH 值

(3) 容量瓶、烧杯 (4) ①. 滴入最后半滴标准溶液，溶液有浅红色变无色，并保持半分钟不褪色 ②. 滴定终点呈碱性，使用甲基橙误差较大

(5) ①. $\text{Eu}(\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 吸潮的水 ②. 1.7

18. (1) 三颈烧瓶

(2) pH 过低时， MnO_4^- 易被还原为 Mn^{2+} ，pH 过高易生成 MnO_4^{2-} 等副产物

(3) Fe_3O_4 具有磁性，可被磁铁吸引

(4) $\text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \triangleq \text{MnSO}_4 + \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 87cV

(5) 由蓝色逐渐变为无色 还原

(6) 2.67 ~ 100

19. (1) d (2) ①. S ②. 无色无浮渣 ③. 80

(3) $\text{KFeS}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} [\text{FeCl}_4]^- + 2\text{H}_2\text{S} \uparrow + \text{K}^+$

(4) ①. 掩蔽生成的 Fe^{3+} 颜色，防止其影响终点判断 ②. $\frac{cV \times 6 \times 159}{m} \times 10^{-3}$

(5) bc (6) ①. 四面体形 ②. 链

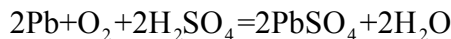
(7) ac

20. (1) ①. 温度计 ②. HCl

(2) 40 (3) ①. 溶液紫色褪去 ②. $2\text{MnO}_4^- + 3\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = 2\text{MnO}_2 \downarrow + 3\text{SO}_4^{2-} + 2\text{OH}^-$

(4) ACEG (5) ①. CO_2 ②. 过滤、干燥

21. (1) ①. $\text{PbSO}_4 + 2\text{e}^- = \text{Pb} + \text{SO}_4^{2-}$ ②. $\frac{a}{96500}$ ③. 正四面体形 ④.



(2) ①. 脱除硫酸根, 生成可溶于酸的氢氧化铅 ②. H_2O_2 作还原剂, $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 作氧化剂

(3) ab

22. (1) 烧杯、玻璃棒

(2) 加快 NH_4HCO_3 溶解、加快 NH_4HCO_3 与 NaCl 反应

(3) 工艺简单、绿色环保、制备产品的效率较高、原料利用率较高

(4) ①. a ②. >

(5) ①. CO_2 在饱和 Na_2CO_3 溶液中的溶解速率小、溶解量小, 且两者发生反应的速率也较小, 生成的

NaHCO_3 的量较少, NaHCO_3 在该溶液中没有达到过饱和状态, 故不能析出晶体 ②. 80%

23. (1) ①. 圆底烧瓶 ②. 球形冷凝管

(2) 促进硫单质的溶解

(3) 乙醇与 H_2O_2 混合后加热, 会发生剧烈反应引发危险

(4) ①. 加热温度达到了水的沸点, 水分蒸发过快, 不易控温 ②. 取少量反应后的溶液于试管中, 先加入盐酸酸化, 再加入氯化钡溶液, 观察实验现象

(5) 滴入最后半滴盐酸, 溶液颜色由黄色变为橙色, 且半分钟内不恢复原色

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

24. (1) ①. 绿色环保 ②. 减少副产物的生成

(2) 50 (3) 除去未反应完的 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$

(4) ①. $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ ②. $\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COOH}$

(5) ①. ③ ②. ① ③. ④ ④. 氧气

25. (1) ①. Cu_2O ②. 还原 ③. $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$

(2) ①. 除去过量的锌粉 ②. b ③. III ④. 固体颗粒小

第三部分 化学工艺流程

一、化学工艺流程题

1. D 2. B 3. D 4. C 5. B 6. D 7. C 8. A

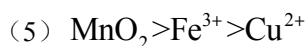
二、化学工艺流程题 (非选择题)

1. (1) $3\text{d}^{10}4\text{s}^1$

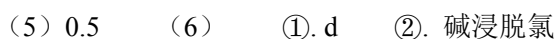
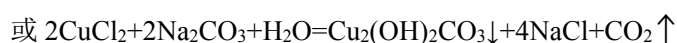
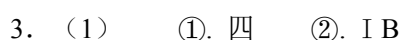
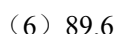
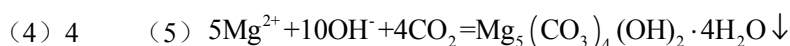
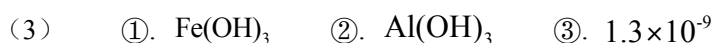
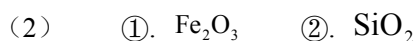
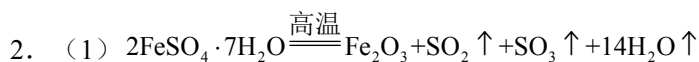
(2) $\text{MnO}_2 + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{Mn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

(3) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

(4) 大幅度降低硫酸和亚硫酸钠的消耗成本, 同时减少废水产生量及处理成本, 并通过持续去除杂质提高金银的富含量



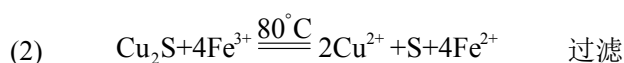
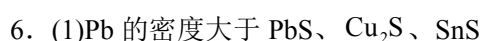
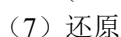
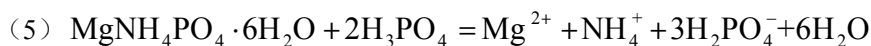
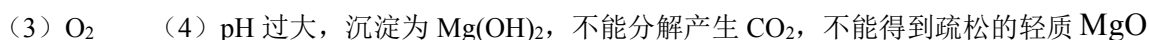
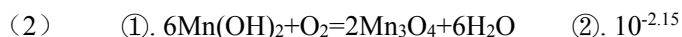
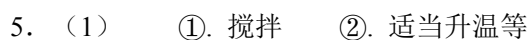
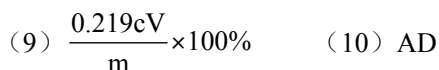
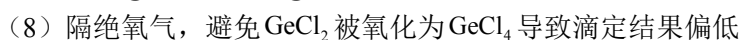
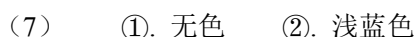
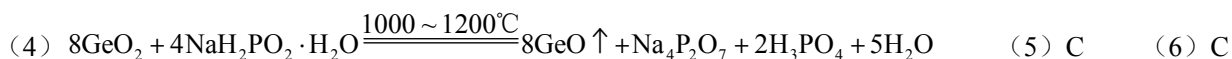
(6) 0.19 (7) ①. 12 ②. $\frac{122 + 55 \times 3}{N_A \times a^3 \times 10^{-21}}$



(7) ①. 放电顺序: $\text{Cu}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Zn}^{2+}$, 阴极产生大量气泡, 说明溶液中已经没有 Cu^{2+} , Zn^{2+} 因氧化性弱于氢离子未参与反应, 留在溶液中, 实现铜、锌的分离 ②. 若不脱氯, Cl^- 在阳极被氧化生成 Cl_2 污染环境, 氯气可与阴极产生的氢气反应可能会发生爆炸, 存在安全隐患, 且影响铜、锌分离效果

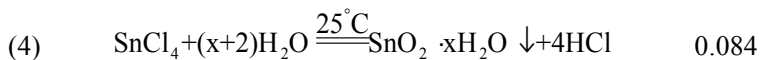


(3) 在 $600 \sim 700^\circ\text{C}$ 焙烧可除去矿石中的 H_2O 、煤焦油、 As_2O_3 等杂质, 将 Ge 元素氧化为 GeO_2 ; 真空还原阶段, 升温到 $1000 \sim 1200^\circ\text{C}$, GeO 升华蒸出

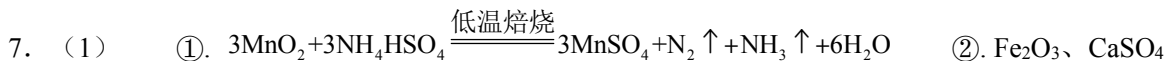


(3)当 $c(\text{HCl}) < 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 随着 Cl^- 浓度降低, 沉淀溶解平衡 $\text{PbCl}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq})$ 正向移动, PbCl_2 溶解度增大

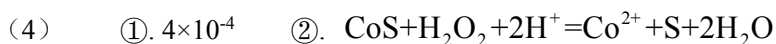
当 $c(\text{HCl}) > 1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 随着 Cl^- 浓度增大, 络合平衡 $\text{PbCl}_2 + 2\text{Cl}^- = [\text{PbCl}_4]^{2-}$ 正向移动, PbCl_2 溶解度增大



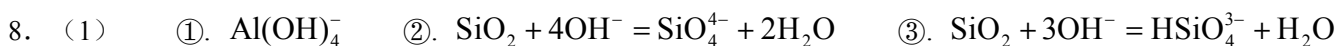
(5) FeCl_2 通入空气 (或加入 H_2O_2) 并补充 HCl



(2) 减小 (3) H_2SO_4



(5) 低温焙烧



(2) ①. 使溶液中的 $n(\text{Al}):n(\text{Si})$ 为 1:1 ②. 大于

(3) 配位作用 (4) 浓缩结晶、过滤

(5) 钾离子处在结构的层间及空洞中, 能够通过阳离子交换释放

9. (1) ①. 氧化 S^{2-} 生成 S , 促进酸浸反应正向进行 ②. 否,

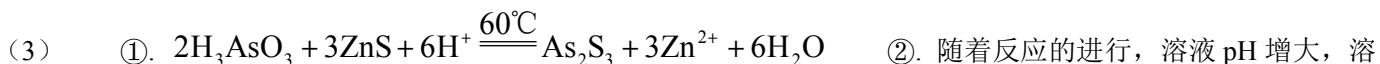
$$K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) \times K_{a2}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{c^2(\text{H}^+) \times c(\text{S}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{S})},$$

$$c(\text{S}^{2-}) = \frac{K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{S}) \cdot c(\text{H}_2\text{S})}{c^2(\text{H}^+)} = \frac{1.0 \times 10^{-7} \times 1.2 \times 10^{-13} \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{(1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1})^2} = 1.2 \times 10^{-22} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1},$$

$$c(\text{Cd}^{2+}) = \frac{K_{sp}(\text{CdS})}{c(\text{S}^{2-})} = \frac{8.0 \times 10^{-27}}{1.2 \times 10^{-22}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \approx 6.67 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} > 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \text{ 则 } \text{Cd}^{2+} \text{ 未沉淀完全}$$

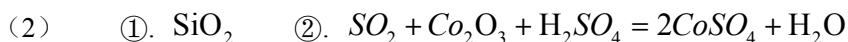
③. ZnO

(2) ①. Cl^- ②. 负电



液中 H_2S 浓度减小, 促使 $\text{As}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{H}_3\text{AsO}_3 + 3\text{H}_2\text{S}$ 平衡正向移动, As_2S_3 重新溶解, 砷回收率下降

10. (1) $3d^8 4s^2$



造成产率下降

(4) 1×10^{-2}

(5) ①. Co^{2+} ②. Ni^{2+} ③. sp^2

11. (1) $3d^5 4s^1$

(2) $4Fe(CrO_2)_2 + 7O_2 + 16KOH \xrightarrow{400 \sim 500^\circ C} 2Fe_2O_3 + 8K_2CrO_4 + 8H_2O$

(3) ①. $Al(OH)_3$ ②. MgO

(4) 增大 CO_2 的溶解度, 保证酸化反应充分进行

(5) $KHCO_3$

(6) $Fe(CO)_5 + K_2CrO_4 + 4H_2O = Cr(OH)_3 \downarrow + Fe(OH)_3 \downarrow + 2KOH + 5CO \uparrow$

(7) 煅烧

12. (1) 加快“加压氨浸”的速度

(2) $2Cu + O_2 + 8NH_3 \cdot H_2O = 2Cu(NH_3)_4(OH)_2 + 6H_2O$

(3) ①. CO_2 ②. $Al(OH)_3$ ③. 盐酸

(4) 90% (5) ①. 实现 Na_2CO_3 、 CO_2 等物质的循环利用, 原料利用率高 ②. 资源综合利用, 既回

收铜又制得铝盐絮凝剂, 减轻固体废弃物对环境的压力

13. (1) ①. Ag^+ 与 I^- 结合与 NH_3 结合更稳定 ②. $[Ag(NH_3)_2]^+$

(2) $AgI + Cl_2 = AgCl + ICl$

(3) ab (4) $5I^- + IO_3^- + 6H^+ = 3I_2 + 3H_2O$

(5) 0.25 (6) ①. 升华 ②. 未回收处理“滤液1”

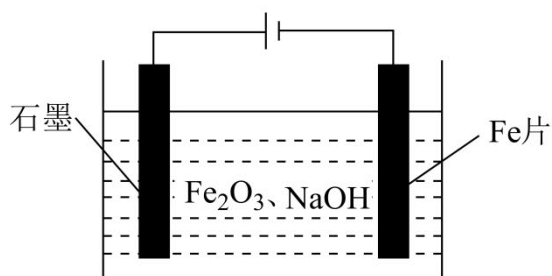
14. (1) 搅拌、粉碎多金属精矿、提高酸浸温度等

(2) $4Fe^{2+} + O_2 + 4H_2O \xrightleftharpoons[加热]{高压} 2Fe_2O_3 \downarrow + 8H^+$

(3) 5 (4) AD

(5) ①. 3: 1: 1 ②. 12

(6) ①. $2NH_3 \xrightleftharpoons[加热、加压]{催化剂} N_2 + 3H_2$ ②. $Fe_2O_3 + 3H_2 \xrightarrow{700^\circ C} 2Fe + 3H_2O$ ③.



④. 没有污染物产生

15. (1) 使硫酸铜分解, 硫酸锌和硫酸铅不分解, 同时使 As_2O_3 沸腾收集

(2) $4SO_2 + Na_2CO_3 + 2Na_2S = 3Na_2S_2O_3 + CO_2$

(3) 分离硫酸铅, 得到纯净的硫酸铜溶液

(4) 电解法或置换法 (5) ①. $\frac{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}{2}$ ②. $CsPbBr_3$ ③. $\frac{M_{Cs} + M_{Pb} + 3M_{Br}}{N_A \times abc \times 10^{-30}}$

16. (1) ①. 2.0 ②. $3d^1$ ③. $2MoO_3 + 4H_2C_2O_4 \xrightarrow{100^\circ C} (MoO)_2(C_2O_4)_3 + 4H_2O + 2CO_2 \uparrow$

(2) ①. 冷却结晶 ②. 草酸晶体

(3) 4 (4) ①. $4\text{MoO}(\text{OH})_3 + \text{O}_2 + 4\text{CaO} = 4\text{CaMoO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$ ②. HMT

(5) ab

17. (1) ①. -2 ②. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

(2) $\text{Al}_2\text{Se}_3 + (x+3)\text{H}_2\text{O} = \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{Se}$

(3) ①. 凝华 ②. 减少 H_2Se 生成, 提高 Se 产率 ③. H_2 , H_2Se

(4) ①. $4\text{H}^+ + \text{H}_2\text{SeO}_3 + 4\text{I}^- = 2\text{I}_2 + \text{Se} + 3\text{H}_2\text{O}$ ②. 94.8%

18. (1) $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 3\text{O}_2(\text{g}) = 2\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -1036 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) ①. $2\text{NaHSO}_3 = \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ ②. $\text{NaHSO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3$ ③. SO_4^{2-}

④. CO_2 、 SO_2

(3) ①. SO_3^{2-} ②. 溶液中发生的反应: i. $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 + \text{HSO}_3^-$, $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$;

ii. $\text{SO}_3^{2-} + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{HSO}_3^-$ 。amol 后, 随着 $n(\text{SO}_2)$ 增加, 因 H_2CO_3 分解, 促进 i 中 SO_2 与碳酸氢根的反应不断正向进行, 溶液中 $c(\text{HSO}_3^-)$ 不断增加, 促使反应 ii 逆向进行, 所以 HCO_3^- 平衡转化率上升而 SO_3^{2-} 平衡转化率下降

19. (1) $5s^2$

(2) Ca^{2+} 、 Mg^{2+}

(3) ①. $\text{SrSO}_4(\text{s}) + \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BaSO}_4(\text{s}) + \text{Sr}^{2+}(\text{aq})$ ②. $10^{-8.97}$

(4) $\text{SrSO}_4(\text{s}) + \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{BaSO}_4(\text{s}) + \text{Sr}^{2+}(\text{aq})$ 为吸热反应, 升高温度平衡正向移动, 所以锶浸出率增大

(5) BaSO_4 、 SiO_2

(6) Sr^{2+} 具有更多的空轨道, 能够与更多的 N、O 形成配位键, 形成超分子后, 结构更稳定 (7) a

20. (1) 溶解 Fe, 使其进入溶液, 从而通过过滤实现分离

(2) ①. $\text{Rh} + 6\text{HCl} + \text{HNO}_3 = \text{H}_3[\text{RhCl}_6] + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ ②. SiO_2

(3) $\text{Rh}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Rh} + 3\text{H}_2\text{O}$ 、 $2\text{RhCl}_3 + 3\text{H}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Rh} + 6\text{HCl}$

(4) A (5) ①. +1 ②. 6: 1

(6) 除去滤渣中未反应的 Zn 及生成的 Sn

21. (1) 2 (2) SO_4^{2-}

(3) 温度升高, 浸出速率增大, 浸出率升高, 温度过高时, $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 分解生成 NH_3 逸出, 且温度高时过二硫酸铵分解, 造成浸出率减小

(4) $\text{Zn} + [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{Cu}$

(5) Fe (6) ①. pH 值升高, OH⁻浓度增大, 平衡 $A^{2-}+H_2O \rightleftharpoons HA^-+OH^-$ 逆向移动, A^{2-} 离子浓度增大, 平衡 $PbSO_4(s)+A^{2-} \rightleftharpoons PbA+SO_4^{2-}$ 正向移动, PbA 产率增大 ②. $Pb(OH)_2$



22. (1) $1s^2 2s^2 2p^6$

(2) $4c^3$

(3) ①. 正向 ②. <

(4) $CaF_2 + TiO_2 + 2NaOH = CaTiO_3 + 2NaF + H_2O$ (5) a (6) ab

第四部分 化学反应原理

一、电化学

1. A 2. A 3. C 4. B 5. C 6. D 7. D 8. D 9. B 10. C
11. B 12. C 13. C 14. BC 15. D 16. D 17. D 18. D 19. D 20. C
21. BC 22. A 23. B 24. D 25. B

二、反应热、化学反应机理

1. C 2. B 3. C 4. C 5. D 6. A 7. C 8. C 9. C 10. D
11. B 12. D 13. B 14. B 15. B 16. C 17. B 18. C

三、化学反应的方向、限度与速率

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

四、电解质溶液中的离子平衡

1. D 2. C 3. A 4. C 5. C 6. C 7. B 8. D 9. D 10. B
11. C 12. D 13. C 14. B 15. A 16. A 17. D 18. C 19. BD 20. B
21. B 22. CD

五、化学反应原理综合题(非选择题)

1. (1) +465.5 温度高于 1258K

(2) 该时间段内, 反应体系持续升温, 温度升高是导致反应速率加快的主要原因 > 随着反应进行生成了 TiC 固体覆盖在反应物表面, 导致反应物接触面积减小, 速率减慢 $0.0256 p^2$

(3) $TiO_2(s) + 3C(s) + NaF(l) = TiC - NaF(l) + 2CO(g)$ 加入熔融 NaF 能生成 TiC 与 NaF 共熔体, 该共熔体为液态, 能够从体系中“被移走”, 从而不断推动平衡向生成 TiC 的方向移动, 有利于得到更多的 TiC

2. (1) AB (2) 5.4

(3) $CO_2 + 2e^- + 2[(CH_3)_2NH]^{+} = HCON(CH_3)_2 + (CH_3)_2NH + H_2O$

(4) < (5) ①. t 时刻前, 反应 IV 速率大于反应 V; 由于碱性物质 $(CH_3)_2NH$ 对反应 IV 有促进作用, t 时刻后, 随 $(CH_3)_2NH$ 减少, HCOOH 的消耗比生成快 ②. 用 H_2 作氢源需要断裂 H-H 键, 用 SiH_4 作氢源需要断裂 Si-H 键, 由于 Si 原子半径大于 H, Si-H 的键能比 H-H 小, 所以用 SiH_4 代替 H_2 作为氢源与 CO_2 反应生成 HCOOH, 可以降低反应所需温度

3. (1) 葡萄糖 (2) ①. +44.4 ②. AC ③. 降温冷凝后收集气体

(3) ①. 乙酸选择性最大且反应速率较快 ②. 产物 1 ③. 36:5 ④. $\frac{0.72 \times 100 \times 1.62^2}{0.1 \times 8.28 \times 10.9}$

4. (1) -3

(2) ①. $CH_3COOH > CH_3CH_2OH > CH_3COOCH_2CH_3$ ②. 乙酸乙酯分子间不存在氢键, 乙酸分子间的

氢键比乙醇的更强

(3) ①. 30 ②. 3.9 ③. 2.6×10^{-6}

(4) ①. $|\Delta H|$ 很小, 温度对平衡影响小, 液相反应, 压强对平衡影响小 ②. 及时移出产物

5. (1) ①. sp ②. 非极性

(2) a (3) 相等

(4) acd (5) ①. 阴 ②. $\text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{HCOOH}$ ③. 降低 ④. K^+

6. (1) ①. $\text{HCHO}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) = \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}(\text{l}) \quad \Delta H = -228 \text{ kJ/mol}$ ②. $<$ ③. 低温

(2) 反应②的速率大于反应①使得单位时间内 HOCH_2CHO (羟基乙醛) 产率降低

(3) ①. $<$ ②. 降低 ③. 随着 $\frac{1}{T}$ 的增大, 即温度降低, 反应②的 $\ln K$ 增大的程度大于反应④的 $\ln K$ 增大程度

(4) ①. 0.112 ②. 1.67×10^{11}

7. (1) C (2) C (3) A

(4) C (5) D (6) CD

(7) 1.24 (8) 在 140°C 之前, 温度升高, 反应速率加快, 相同时间内产生的碳酸丙烯酯更多, 且平衡正向移动产率升高; 超过 140°C , 温度升高, 平衡向吸热反应的逆向移动故产率下降

(9) 不使用有毒气体光气; 不产生 HCl ; 可吸收 CO_2 , 变废为宝

8. (1) -65 (2) B

(3) ①. ④ ②. $\text{HO}^* + \text{H}_2^* + \text{CH}_2^* = \text{CH}_3^* + \text{H}_2\text{O}$

(4) ①. c ②. $\frac{(0.49 \times 100 \text{ kPa})^2}{(0.02 \times 100 \text{ kPa})^4}$ ③. 0.2 ④. 温度升高, 反应 II 逆移, H_2 量增多; 使反应 III 正移,

H_2 量减少; 总的表现为 H_2 增加量大于减少量

9. (1) $\Delta H_1 + \Delta H_2$

(2) ①. H_2O ②. $<$

(3) ①. $0.45 + 0.5a$ ②. $150a$

(4) ①. 增大 ②. 减小

10. (1) +51

(2) ①. 1.47 ②. C

(3) ①. CO ②. 2.5×10^{-13}

(4) $\text{OH}^* + \text{H}^* \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}^* + *$

(5) ①. CO ②. 钠抑制了 Rh 对 H_2 的活化; 钠与中间体的氧成键稳定了 COOH^* 中间体构型

11. (1) 5 (2) ①. 防止生成积碳; H_2O 的比热容较大, 吸收反应放出的热量抑制温度升高 ②. KHCO_3

③. K_2CrO_4 具有强氧化性, 使钢制吸收塔内壁形成致密的氧化膜

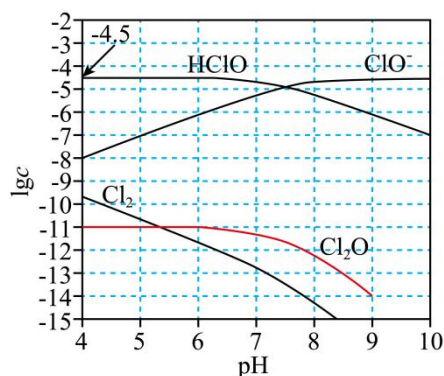
(3) ①. CH_4 分解生成 H_2 , CO 发生副反应而被消耗 ②. 432 ③. C、Fe、FeO ④. Fe_2O_3 作用: 将 Ce_2O_3 氧化为 CeO_2 ; 分步制备的价值, 有利于载氧体的循环, 得到更纯净的 H_2

12. (1) 正 (2) $2\text{CO} + 8\text{e}^- + 6\text{H}_2\text{O} = \text{C}_2\text{H}_4 + 8\text{OH}^-$

(3) ①. -126 ②. B

(4) ①. $^*\text{C}_2\text{H}_5 + ^*\text{C}_2\text{H}_4 = ^*\text{C}_4\text{H}_9$ ②. 由 C_4H_9 生成 C_4H_8 时, 活化能较大, 反应速率慢 ③. 反应 i 和反应 ii 为气体减小的反应, 入口压强不变, 随着 x 增大, 反应体系的分压越小, 平衡向左移动 ④. 0.16

13. (1) C (2) ①. V 形(或角形) ②. HClO ③. $2c(\text{Cl}_2\text{O}) + c(\text{ClO}^-)$ ④.



(3) ①. V ②. 影响因素是溶液 pH 以及 Cl_2 含量等, 原因是 Cl_2 浓度增大、pH 增大, 均使溶液中 ClO^- 浓度增大, 反应 V 的反应物浓度增大, 反应速率增大

14. (1) ①. 0.05 ②. cd

(2) ①. L_1 ②. 该反应为气体体积减小的反应, 温度相同时, 增大压强, 平衡正向移动, 平衡转化率增

大 ③. < ④. = ⑤. 12 ⑥. $\frac{1}{\left(\frac{m-1.5}{m}p_0\text{MPa}\right)^2 \left(\frac{0.75}{m}p_0\text{MPa}\right)^2}$

15. (1) ①. 氧化还原 ②. 增大

(2) $\Delta H_2 + 3\Delta H_3$

(3) 增多 (4) 0.0025

(5)

不会析出 S 沉淀, 会析出 CaHPO_4 沉淀

16. (1) ①. 催化剂的粒径越小, 与反应物的接触面积越大, 催化效果越好, 反应速率越快 ②. 温度太高, 催化剂的活性减弱, 反应速率减慢

(2) -122.3 (3) ①. ① ②. $\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{CO}_2)} = 2$ 时, 主反应和副反应同时发生, 主反应生成的 $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 在副反应

中被消耗, 所以 $x[\text{CO}(\text{NH}_2)_2] > x(\text{H}_2\text{O})$, 随着 $\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{CO}_2)}$ 的增大, 副反应被抑制, 几乎没有进行, 整个反应主要发

生主反应, $x[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ 与 $x(\text{H}_2\text{O})$ 趋于一致

(4) 2.3 (5) 阳

(6) $\text{CO}_2 + 2\text{NO} + 10\text{e}^- + 10\text{HCO}_3^- = \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 12\text{CO}_3^{2-}$

17. (1) $3\text{d}^2 4\text{s}^2$

(2) 能 (3) ①. -267.8 ②. $\text{TiCl}_2(\text{s})$ ③. 0.5 ④. $\frac{\left(\frac{6}{V_0}\right)^4}{\left(\frac{0.5}{V_0}\right)^3}$

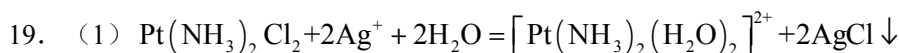
(4) ①. $(1-y_2) \times 100\%$ ②. $\frac{3y_1+y_2-1}{8-8y_2} \times 100\%$

18. (1) -137

(2) ①. 温度升高, 反应速率加快或温度升高, 催化剂活性增强 ②. 催化剂在该温度范围内失活 ③. >
④. 乙烯的选择性大于乙烷, 说明反应 1 乙炔的转化速率大于反应 2 乙炔的转化速率

(3) 9.2×10^{-3}

(4) ①. Pd/W ②. Pd/W 做催化剂时, 生成乙烷的活化能大于 Pd 催化剂时的



(2) ①. $K_1^2 \cdot K_2$ ②. 中和氢离子, 使平衡正向移动, 提高产率

(3) $\text{NH}_3 > \text{T}^- > \text{H}_2\text{O}$

(4) ①. c ②. b

(5) ad (6) ①. $\frac{\beta_1 Y}{a}$ ②. $\frac{2(a-\beta_1-\beta_2)Y}{a}$

20. (1) ①. B ②. >

(2) ①. 右侧 ②. $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ ③. $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 4\text{H}^+ = 2\text{H}_2\text{O}$

(3) ①. 1.8×10^{-16} ②. D ③. 1.25×10^{11}

21. (1) (2) ①. 滴入最后半滴 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液, 溶液蓝色褪去, 且半分钟内不恢复 ②.



(3) ①. 40°C 的 K ②. 防止 Br_2 挥发并调控反应快速达到平衡

22. (1) -41.2

(2) bc (3) ①. 原因是反应①的活化能低, 反应②活化能高, 反应②进行的速率慢 ②. 催化剂在升温时活性降低或升温时催化剂对反应②更有利

(4) b (5) ①. 增大 ②. 0.675p^2

23. (1) ①. s ②. 3d^8

(2) O 原子上存在 2 对孤电子对, VSEPR 模型考虑孤电子对而空间结构模型不考虑

(3) Ni_2P (4) 反应 II 消耗反应 I 产生的 CO_2 , 降低体系 CO_2 分压, 使反应 I 平衡右移

(5) ①. T_1 ②. 升高温度, 反应 II 正向移动

(6) ①. 1.2 ②. 70%

24. (1) < (2) $-2a-3b+c$ (或 $c-2a-3b$)

(3) 温度过高, 反应平衡常数较小导致产率过低 (或温度过高, 催化剂的催化活性下降导致产率过低)

(4) ①. I ②. IV ③. BD ④. 1.98 ⑤. 0.025

25. (1) $\frac{m+4n}{3}$

(2) d (3) I

(4) a (5) ①. ② ②. 将 $\text{CaH}_2(\text{s})$ 放在无水的 N_2 气流中, 在 $200\sim 300^\circ\text{C}$ 测量固体质量的变化

(6) $\text{CaH}_2(\text{s})$ 消耗 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 同时产生 $\text{H}_2(\text{g})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的浓度减小, $\text{H}_2(\text{g})$ 的浓度增大均有利于平衡

$3\text{H}_2(\text{g}) + \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \rightleftharpoons 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{Fe}(\text{s})$ 正向移动, 提高 Fe 的产率

第五部分 物质结构与性质

一、物质结构与性质

1. A 2. C 3. B 4. A 5. B 6. B 7. C 8. B 9. C 10. D
 11. C 12. B 13. D 14. D 15. D 16. A 17. C 18. C 19. D 20. B
 21. A 22. C 23. A 24. B 25. B 26. B 27. A 28. D 29. C 30. B
 31. A 32. C 33. B 34. A 35. A 36. D

二、晶胞结构

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

三、元素推断题

1. A 2. B 3. A 4. D 5. B 6. D 7. A 8. D 9. B 10. B
 11. A 12. A 13. D 14. D 15. A 16. A 17. D 18. B

四、物质结构与性质综合题(非选择题)

1. (1) AD (2) ①. Ca_3PCl_3 ②. 溶液变蓝, 有气体放出

(3) PO_4^{3-} 的负电荷密度大, 更易结合氢离子

- (4) ①. 硫酸、盐酸、氢氟酸 ②. 碳酸钠溶液 ③. 过滤、加硫酸、蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤 ④. 加热脱水
 ⑤. $2\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{O} + 30\text{C} + 20\text{SiO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 20\text{CaSiO}_3 + 3\text{P}_4 + 30\text{CO}\uparrow$

2. (1) ①. $\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \uparrow\downarrow & \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline 3s & 3p & & \end{array}$ ②. 四面体形 ③. V 形

(2) $\text{H}_2\text{O} > \text{H}_2\text{Se} > \text{H}_2\text{S}$

- (3) ①. $\left[\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}:\text{N}:\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array} \right]^+ \left[\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ | \\ :\ddot{\text{S}}:\text{H} \\ | \\ \cdot\cdot \end{array} \right]^-$ ②. $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g}) = \text{NH}_4\text{HS}(\text{s}) \quad \Delta H = -90.4\text{kJ/mol}$

(4) 碱性 (5) ①. 4 ②. 8

(6) $\text{Fe} + \text{S} \triangleq \text{FeS}$ 、 $3\text{Fe} + 2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{点燃}} \text{SO}_2$

3. (1) BC (2) 当可见光照射金属表面时, 金属中的自由电子吸收光能, 形成不稳定的较高能量状态。当电子跃迁回较低能量状态时, 会将能量以可见光的形式辐射出来, 而具有金属光泽 (3) BC (4) D

(5) 4 (6) ⑤⑥⑦⑧

(7) ①. 6.13 g/cm^3 ②. CaWO_4 的密度较大

(8) $\text{W} + 8\text{OH}^- - 6\text{e}^- + \text{Ca}^{2+} = \text{CaWO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$

(9) 减少 CO_2 , 避免生成 CaCO_3

4. (1) ①. 四 ②. VIII ③. 4: 5
 (2) ①. N ②. O ③. sp^2 ④. O

(3) ①. $\frac{\sqrt{3}a}{4}$ ②. n ③. $\frac{\sqrt{2}}{a^2}$

5. (1) ABD (2) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$

(3) ①. 化合物 A 与化合物 B 结构相似, 氧元素的电负性大于硫元素的电负性, 在化合物 B 中 N-H 键的极性

更强,更易断裂 ②. $2(\text{H}_2\text{N})_3\text{PS} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{H}_3\text{PO}_4 + 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{S}\uparrow$; 或 $(\text{H}_2\text{N})_3\text{PS} + 3\text{H}_2\text{SO}_4 +$

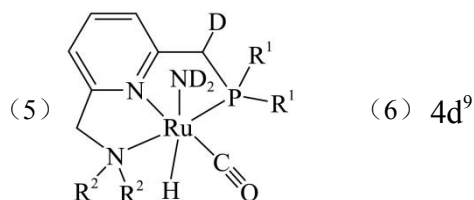
$4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{NH}_4\text{HSO}_4 + \text{H}_2\text{S}\uparrow$ ③. 将气体 C 通入少量酸性 KMnO_4 溶液中,若酸性 KMnO_4 溶液褪色,生

成淡黄色沉淀,证明气体 C 是 H_2S (或将气体 C 与通入少量氯水中,氯水褪色,生成淡黄色沉淀,证明气体 C 是 H_2S)

(4) ①. $4\text{Cu}_3\text{FeS}_4 + 33\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 12\text{CuSO}_4 + 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ ②. SO_2 ③. SO_4^{2-} 、 Fe^{2+}

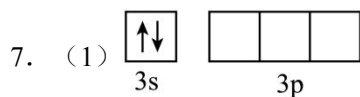
6. (1) 2 (2) 电负性 $\text{O} > \text{N}$

(3) e (4) $\text{R}'\text{OH} + \text{KCl}$



(6) $4d^9$

(7) 2



(2) NH_3 中 N 原子的 sp^3 杂化轨道有一个孤电子对,斥力较大

(3) ①. N ②. $\frac{4M}{a^3 N_A} \times 10^{21}$

(4) ①. $E_2 < E_1$, 温度低时更容易生成 $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ ②. $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + 6\text{NH}_3 \uparrow$ 是吸热反应,也是气体分子数增加的反应,升温、减压有利于 $[\text{Mg}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ 脱除 NH_3

第六部分 有机化学基础

一、有机物的结构与性质

1. A 2. B 3. B 4. B 5. D 6. B 7. C 8. D 9. D 10. D
11. B 12. D 13. C 14. C 15. CD 16. B 17. B 18. D

二、有机反应

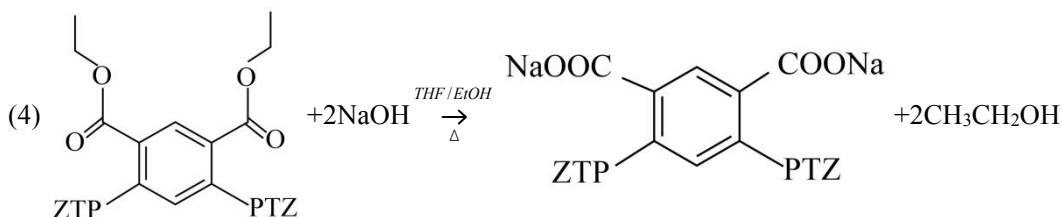
1. D 2. C 3. C 4. C 5. D 6. D 7. B 8. A 9. C 10. B
11. A
12. A
13. CD

三、有机推断题（非选择题）

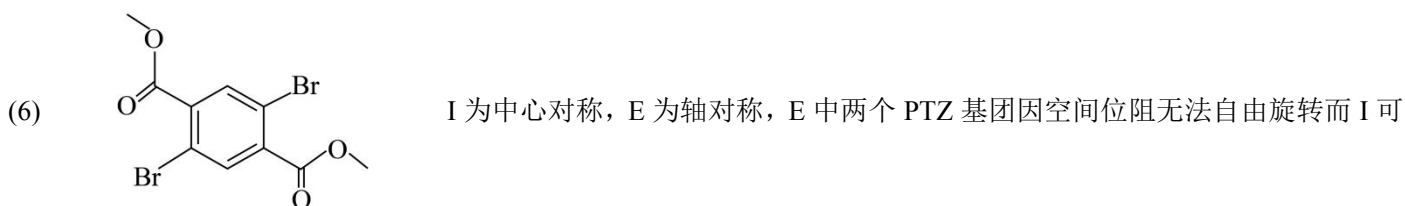
1. (1)碳溴键、羧基

(2)4

(3) sp^2 、 sp^3

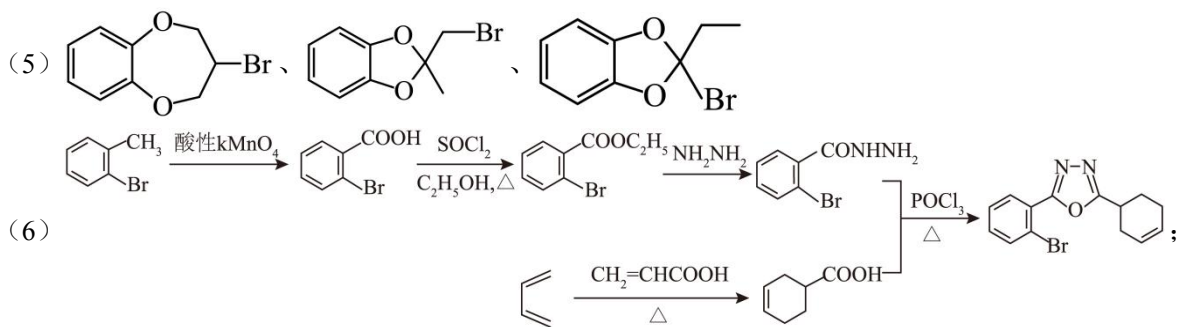
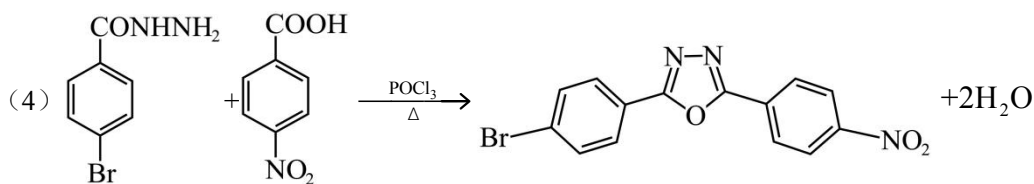
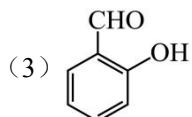


(5) CF_3COOH 抗氧化性提高、在水中溶解度增大、发光性能得到提高



以, 因此 I $\rightarrow$ J 的产率更高

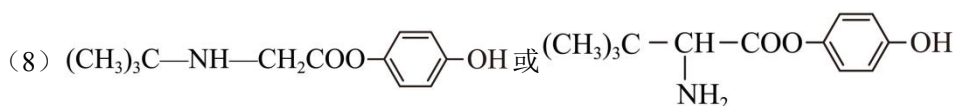
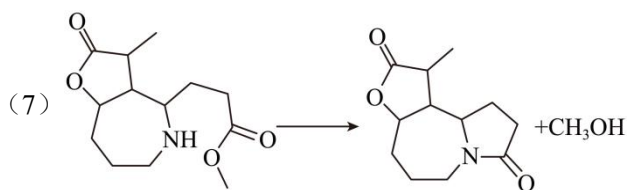
2. (1)羟基 (2) BD

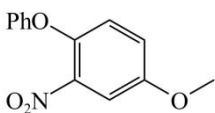


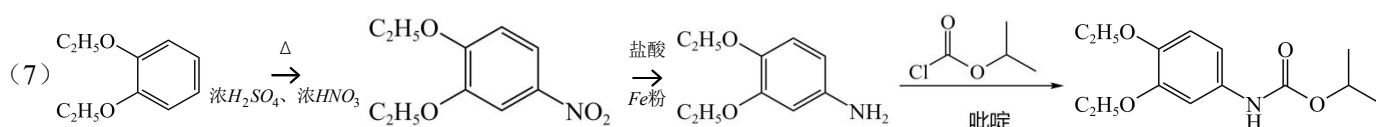
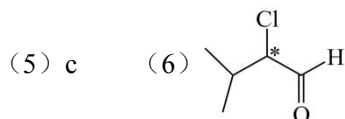
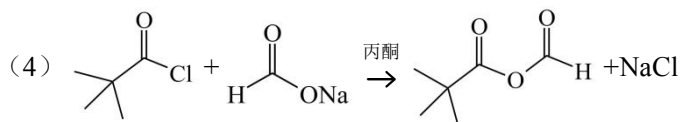
3. (1)醛基 (2) b



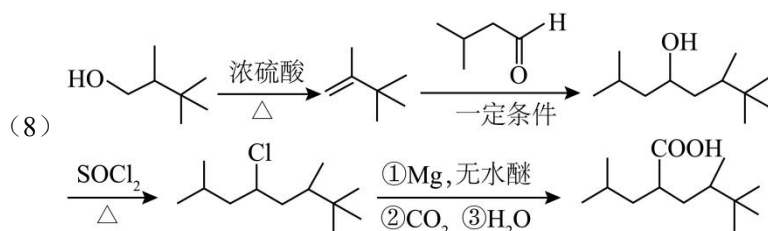
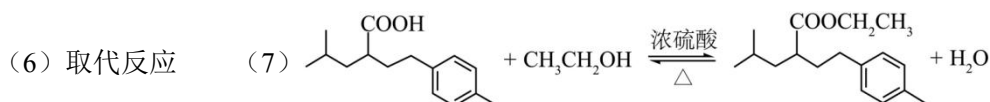
(5) 氧化反应 (6) c



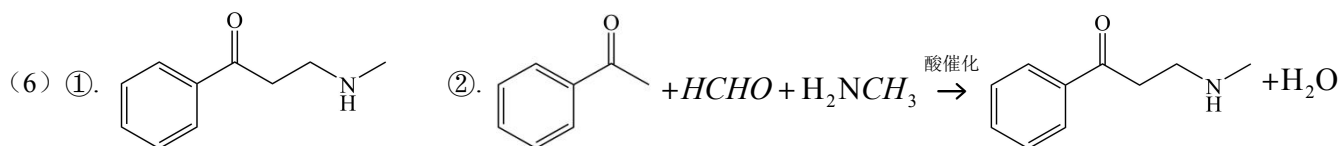
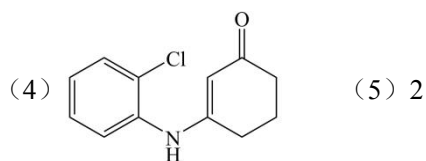
4. (1)  (2) ①. 氨基 ②. 醚键
(3) ①. 取代反应 ②. 吸收反应产生的 HCl, 促进反应进行



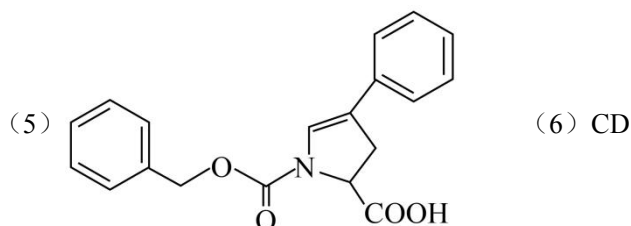
5. (1) O_2 / Ag , 加热
(2) 7 (3) ①. 3-甲基丁醛 ②. 4
(4) 17 (5) ①. 羟基 ②. 1

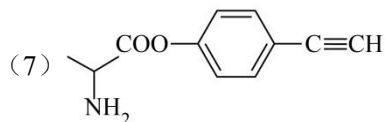


6. (1) 对氯苯磺酸或 4-氯苯磺酸
(2) ①. 碳氯键 ②. 硝基 (3) 还原反应

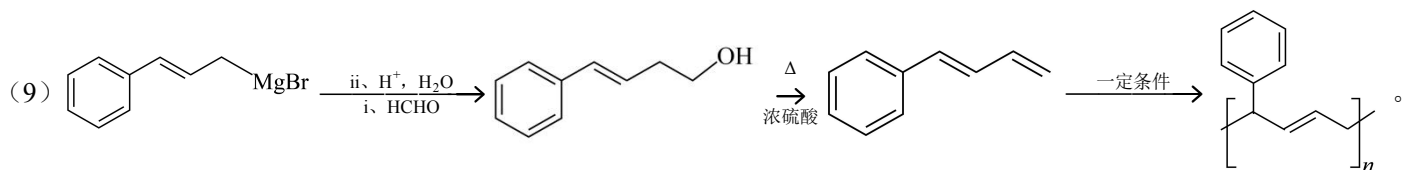


7. (1) ①. $-COOH$ ②. $-OH$
(2) 保护官能团, 防止氨基被氧化 (3) C (4) B





(8) Ni, 氢气, 加热

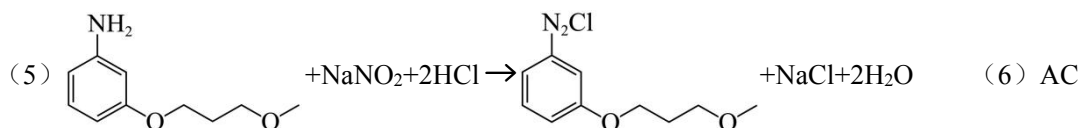


8. (1) 硝基、羟基

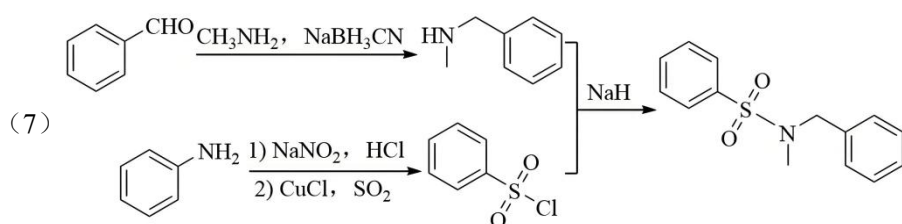
(2) $\text{BrCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_3$

(3) 还原反应

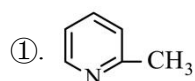
(4) 5



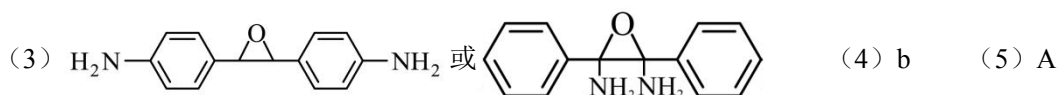
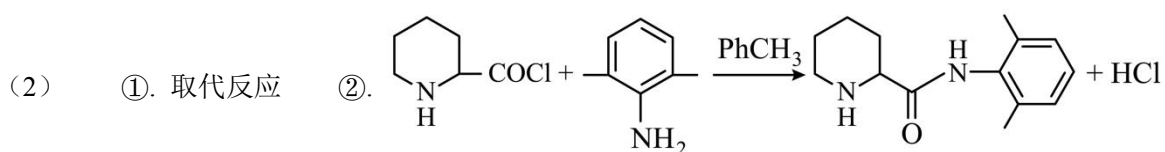
(6) AC



9. (1)

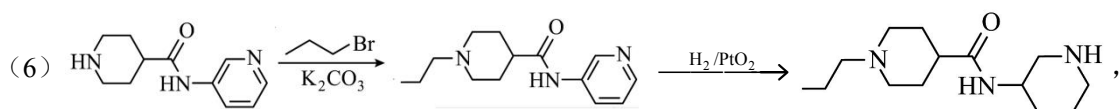


②. 羧基



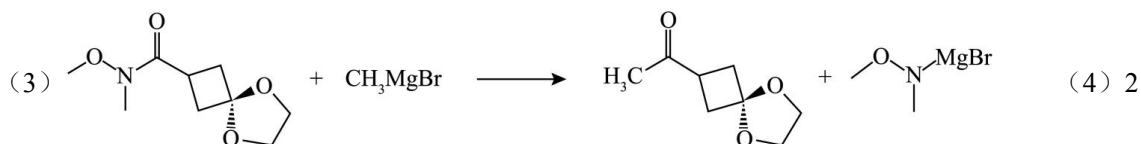
(4) b

(5) A



10. (1) 不含

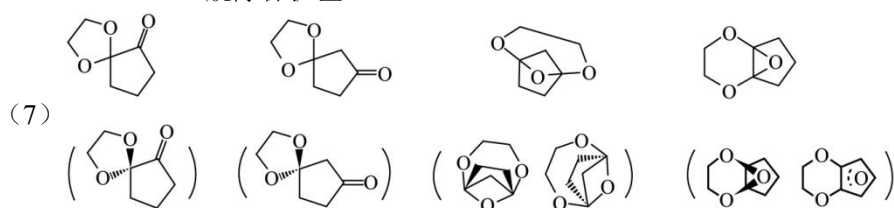
(2) 水解反应(取代反应)

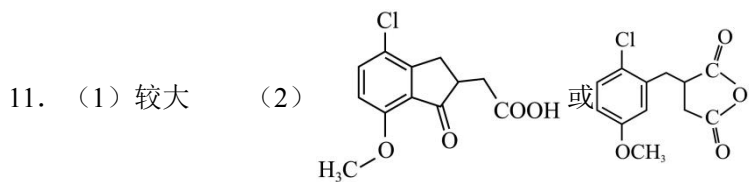


(4) 2

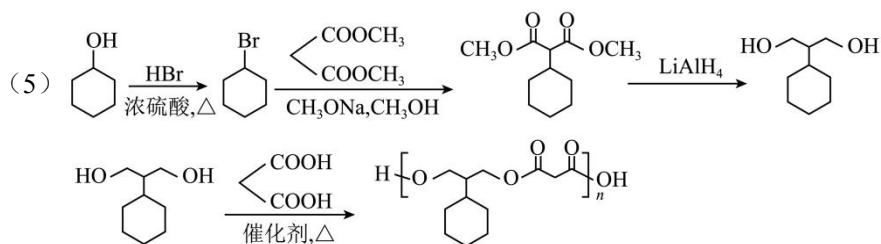
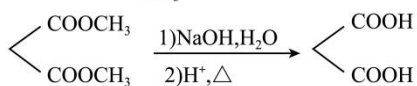
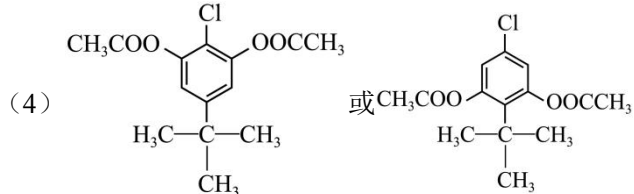
(5) 6

(6) 脱除保护基

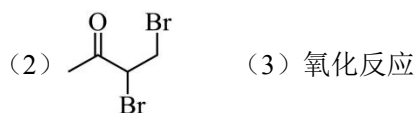




(3) ①. 羧基 ②. 1

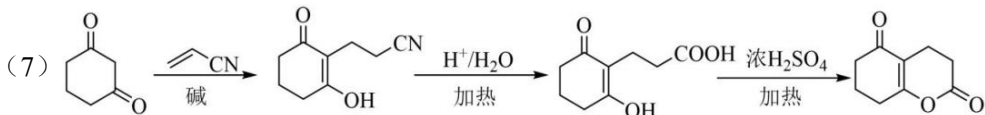
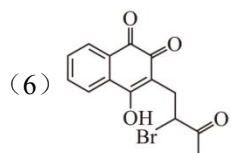


12. (1) ①. (酮)羰基 ②. 碳碳双键

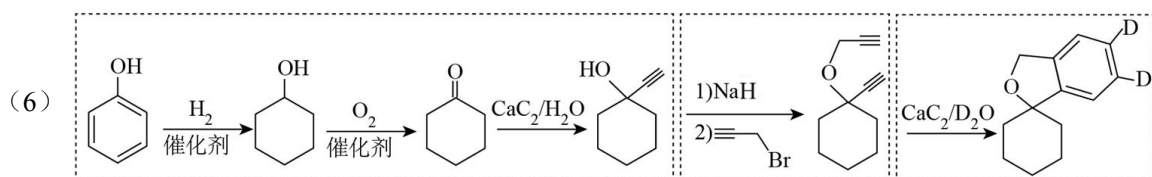
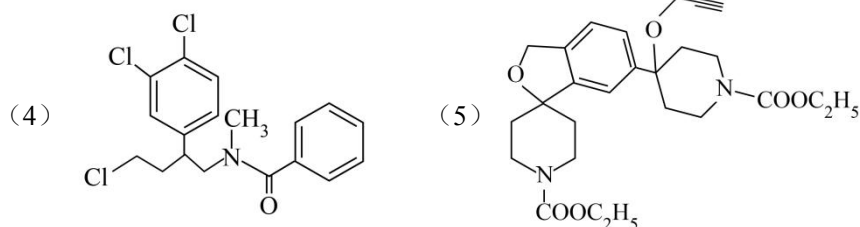
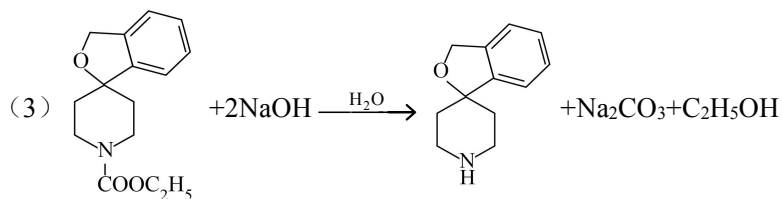


(4) 可能

(5)



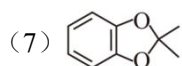
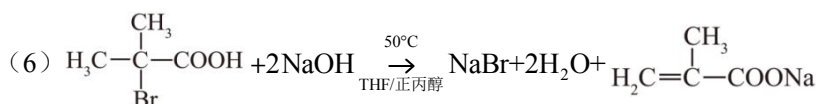
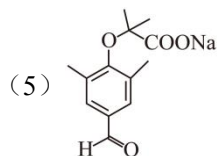
13. (1) ①. 羰基 ②. 保护氨基 (2) CD



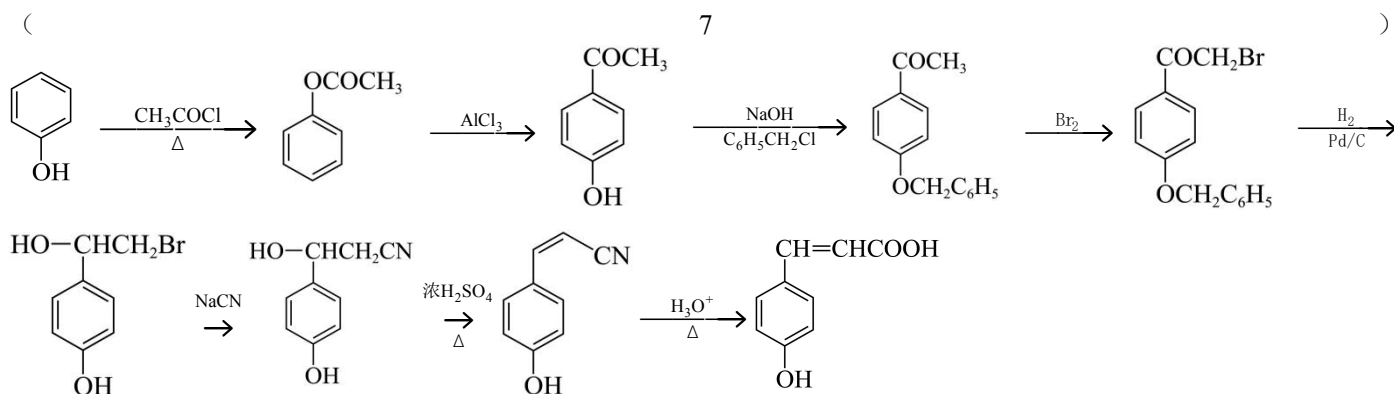
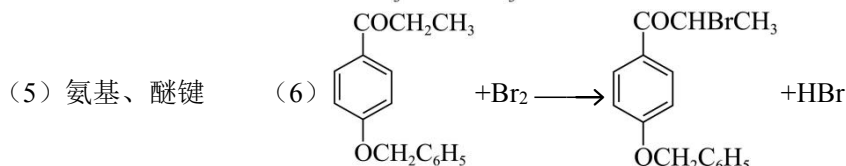
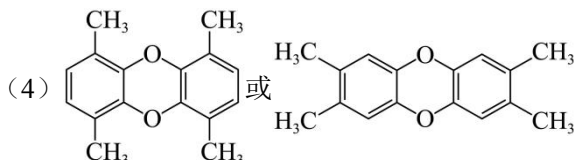
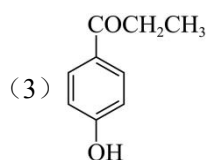
14. (1) ①. 羰基 ②. 醚键 ③. 羧基 (2) 中和反应

(3) 异丁酸或 2-甲基丙酸

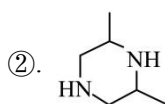
(4) 溴易挥发, 减少损失, 提高利用率



15. (1) 丙酸 (2) 取代反应

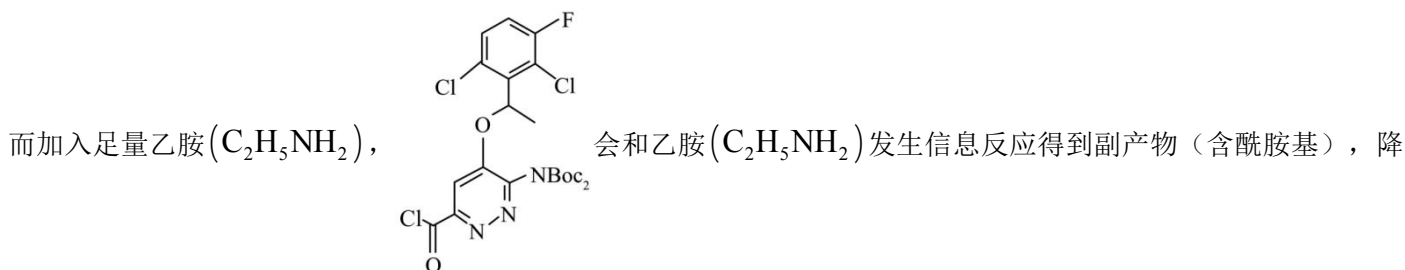


16. (1) ①. 对硝基苯甲酸或 4-硝基苯甲酸

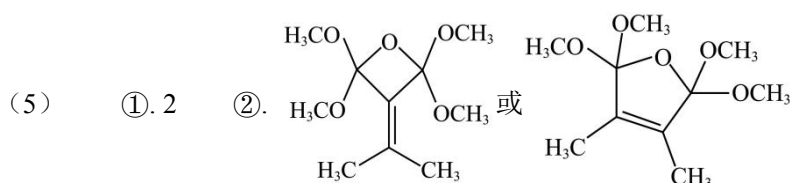


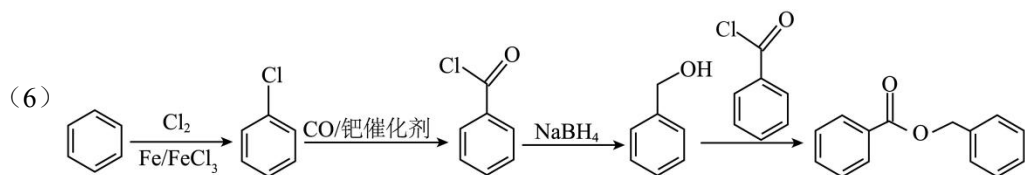
(2) c (3) ①. 醚键 ②. 取代反应

(4) 乙基是推电子基团, 三乙胺 $[(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}]$ 中 N 原子周围电子云密度大于乙胺 $(\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2)$, 则三乙胺 $[(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}]$ 的碱性强于乙胺 $(\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2)$, 能够更好地消耗反应生成的 HCl, 促进平衡正向移动, 提高 H 的产率,



低 H 的产率

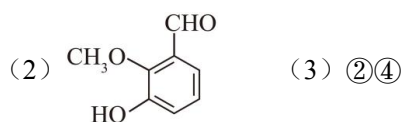
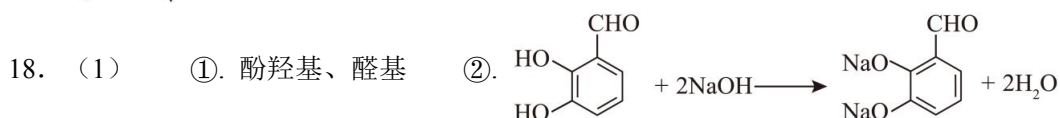
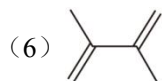
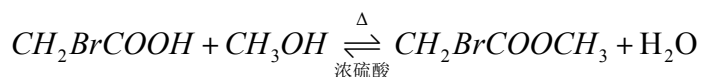




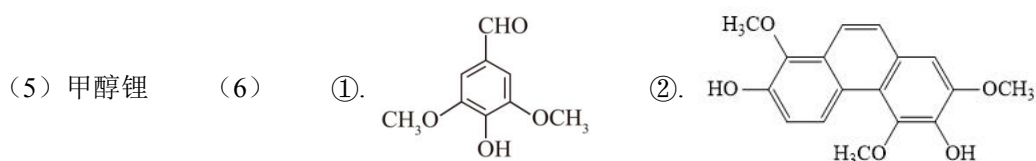
17. (1) 醛基 (2) ①. C_8H_8 ②. 5 (3) AB

(4) 丙酮的单一甲基峰消失, 出现两个新信号峰: 峰面积之比为 3: 2, 且峰的位置较丙酮有所偏移

(5) ①. $CH_3COOH + Br_2 \rightarrow CH_2BrCOOH + HBr$ ②. 酯化反应 ③.

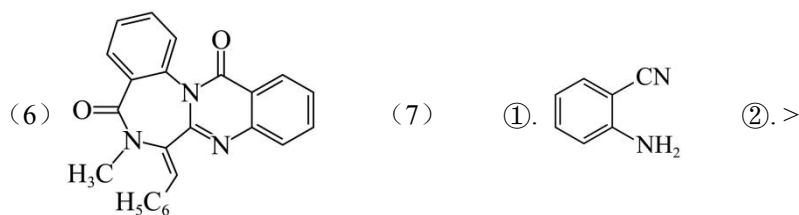
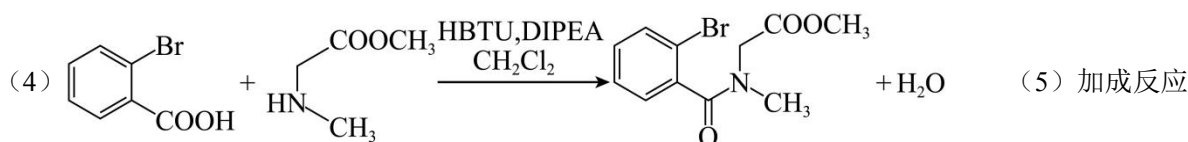


(4) ①. 还原反应 ②. 加成反应

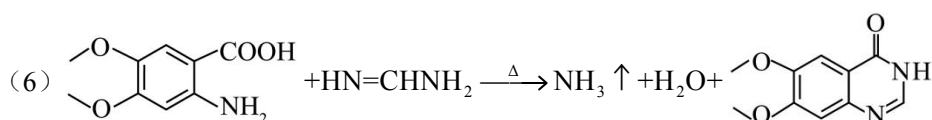
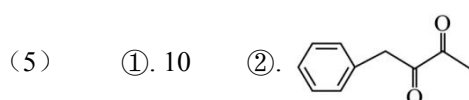
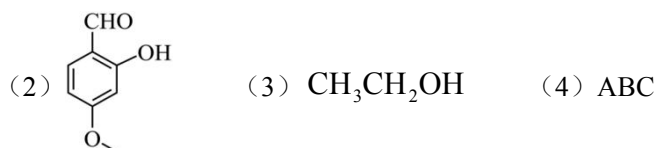


19. (1) ①. 酯基 ②. 酰胺基

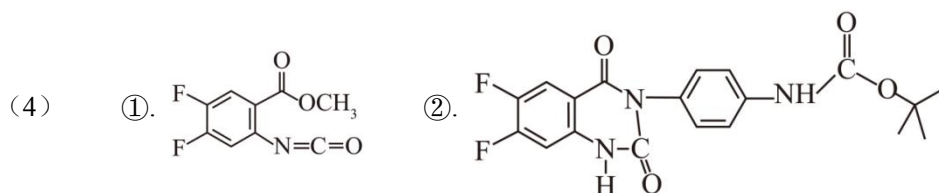
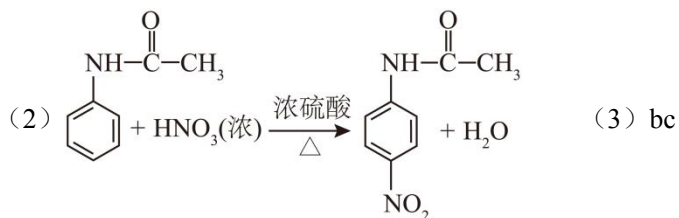
(2) 7 (3) ①. < ②. 二者均为分子晶体, C 中含有的羧基可以形成分子间氢键



20. (1) ①. 酯基 ②. 取代反应

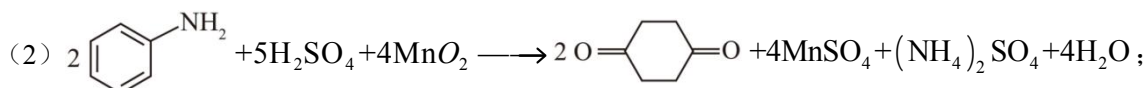


21. (1) 氟原子(或碳氟键)、羧基

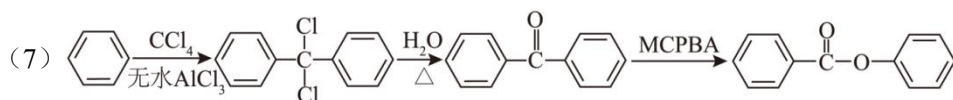


(5) E→F 引入保护基, Y→P 脱除保护基

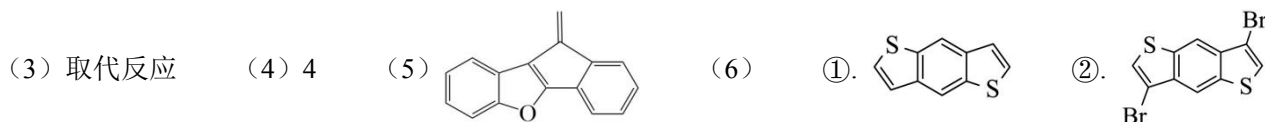
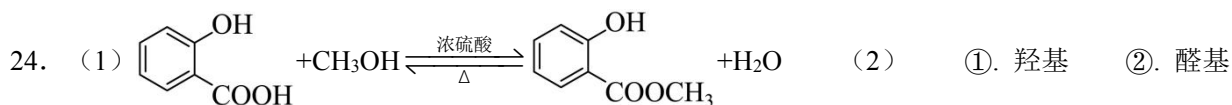
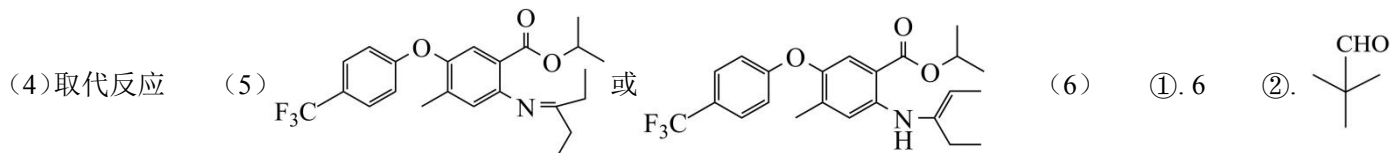
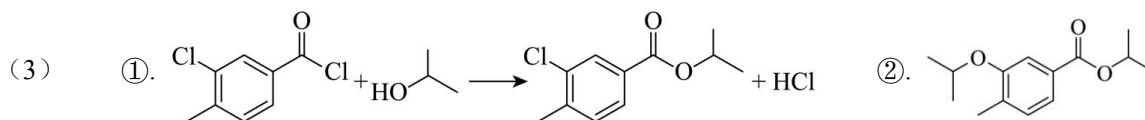
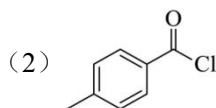
22. (1) ①. 酮羰基 ②. 还原反应



(6) 电负性: $\text{F} > \text{Cl}$, C-F 键极性更大, 易断裂, 容易与 H 发生缩聚反应



23. (1) 醚键, 酯基



25. (1) 羟基 (2) ①. 取代 ②. 5 (3) b

