

# 目录

南通名师智慧分享！

CONTENTS 自主评测 活动单 导学课程 二轮总复习·高中化学

## 保分练 微主题强化

- 微主题 1 物质的结构、性质 元素周期律/1
- 微主题 2 物质的性质、用途与转化/3
- 微主题 3 化学工艺流程/5
- 微主题 4 反应热 电化学/7
- 微主题 5 化学反应速率与化学平衡/9
- 微主题 6 电离平衡与盐类水解/11
- 微主题 7 沉淀溶解平衡/13
- 微主题 8 有机物的结构与性质/15
- 微主题 9 有机物的合成与推断/17
- 微主题 10 化学实验与探究/19

## 增分练 拉分点突破

- 拉分点 1 陌生情境下方程式的书写/21
- 拉分点 2 微观机理 多角度认识催化剂/23
- 拉分点 3 描述实验操作、补充实验方案/25
- 拉分点 4 归因解释、过程评价/27
- 拉分点 5 滴定计算 热重分析计算/29

## 抢分练 小卷抢分

- 选择题专练(8份, 20分钟限时练)/31
- “10+2”综合小卷(8份, 40分钟限时练)/47

参考答案与解析(另册, P28—56)

## 保分练 微主题强化

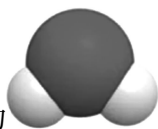
### 微主题1 物质的结构、性质 元素周期律

1 [2025 南京中华中学调研 T4]《神农本草经》中记载的白矾主要成分为  $[\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}]$ 。下列说法正确的是( )

- A. 第一电离能:  $I_1(\text{O}) > I_1(\text{S})$
- B. 半径:  $r(\text{Al}^{3+}) > r(\text{K}^+)$
- C. 沸点:  $\text{H}_2\text{S} > \text{H}_2\text{O}$
- D. 碱性:  $\text{Al}(\text{OH})_3 > \text{KOH}$

2 [2025 扬州中学调研 T2]已知反应:  $\text{RC}\equiv\text{CAg} + 2\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{RC}\equiv\text{CH} + [\text{Ag}(\text{CN})_2]^- + \text{OH}^-$ , 该反应可用于提纯炔烃。下列说法错误的是( )

- A.  $\text{CN}^-$  的电子式为  $[\text{:C:} \vdots \text{N:}]^-$



- B.  $\text{H}_2\text{O}$  的球棍模型为

- C. 基态 O 原子的价电子排布式为  $2s^2 2p^4$
- D.  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$  中  $\sigma$  键与  $\pi$  键的个数比为 1 : 1

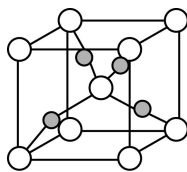
3 [2024 南通、泰州等六市调研 T5]下列说法正确的是( )

A. 富氧地表附近含硫化合物中硫为正价、氧为负价, 是因为硫的电负性小于氧

- B. 斜方硫、单斜硫是硫的两种同位素
- C.  $\text{SO}_3$  和  $\text{H}_2\text{O}$  中心原子的杂化轨道类型相同
- D.  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  中既有离子键又有非极性共价键

4 [2024 盐城、南京期末 T5]下列说法正确的是( )

- A.  $^{16}\text{O}$ 、 $^{17}\text{O}$ 、 $^{18}\text{O}$  互为同素异形体
- B. 分子中键角大小:  $\text{SO}_2 > \text{SO}_3$
- C.  $\text{CO}_2$  分子中  $\sigma$  键和  $\pi$  键数目之比为 2 : 1
- D. 如图所示,  $\text{Cu}_2\text{O}$  晶胞中有 4 个铜原子

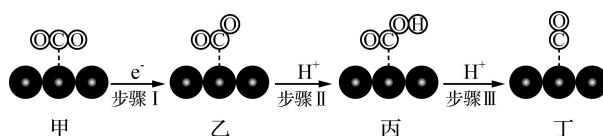


5 [2024 南通、泰州等八市调研 T4]下列物质结构与性质或物质性质与用途具有对应关系的是( )

- A. 键能:  $\text{H}-\text{F} > \text{H}-\text{Cl}$ ,  $\text{HF}$  的沸点比  $\text{HCl}$  的高
- B. 乙酸中  $-\text{CH}_3$  使羟基的极性减小, 乙酸的酸性比甲酸的弱
- C.  $\text{HClO}$  具有弱酸性, 可用于杀菌消毒
- D.  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  能与  $\text{NaOH}$  溶液反应, 可用作净水剂



10 [2024 无锡期末 T10]电催化是利用催化剂电极进行电解以实现物质转变的前沿方法。使用单原子催化剂电催化将  $\text{CO}_2$  转化为  $\text{CO}$  的部分机理如图所示。下列说法正确的是( )

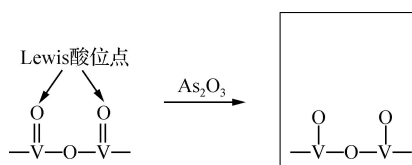


- A. 该催化过程在电解池的阳极进行
- B. 该催化过程  $\text{CO}_2$  发生了氧化反应
- C. 甲、乙中的 C 原子的杂化类型不同
- D. 催化剂原子吸附  $\text{CO}_2$  中带负电的部分

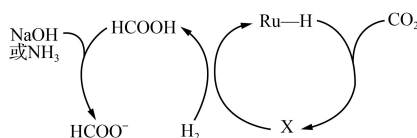
11 (1) [2024 常州期末 T14]①资料显示,  $\text{AlCl}_3$ 、 $\text{AlBr}_3$  和  $\text{AlI}_3$  的熔点分别为  $192.4^\circ\text{C}$ 、 $97.8^\circ\text{C}$  和  $189.4^\circ\text{C}$ 。 $\text{AlCl}_3$  的熔点比  $\text{AlBr}_3$  和  $\text{AlI}_3$  都要高的原因可能是

② $900^\circ\text{C}$  时,  $\text{AlCl}_3$  的蒸气以共价的二聚分子( $\text{Al}_2\text{Cl}_6$ )形式存在, 分子中所有原子均满足 8 电子稳定结构, 其结构式可表示为\_\_\_\_\_。

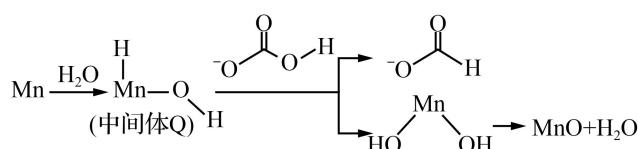
(2) [2024 苏锡常镇一调 T14]研究发现砷中毒机理主要是  $\text{As}_2\text{O}_3$  分子破坏了催化剂的 Lewis 酸位点, 使  $\text{V}=\text{O}$  数量减少(产物中 As 化合价为 +3、+5)。请补充完整产物的结构。



(3) 将  $\text{CO}_2$  转化为  $\text{HCOOH}$  能有效减少  $\text{CO}_2$  排放。科学家利用  $\text{CO}_2$  在 Ru(与 Fe 同族)基催化剂上加氢成功制得甲酸, 其过程如图所示。 $\text{CO}_2$  与  $\text{Ru}-\text{H}$  通过加成形成中间体 X, 画出中间体 X 的结构式: \_\_\_\_\_。

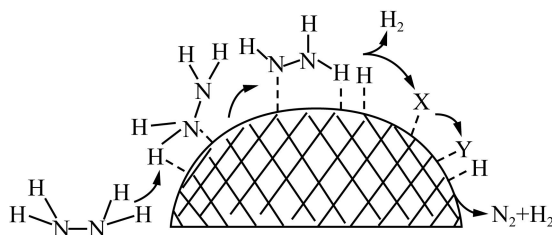


(4) [2024 苏州期初调研 T17]金属锰分解水原位还原  $\text{CO}_2$  产生甲酸是  $\text{CO}_2$  有机资源转化新途径。锰与水反应生成  $\text{MnO}$  与活性氢原子,  $\text{MnO}$  结合活性氢原子形成中间体 Q;  $\text{HCO}_3^-$  吸附到具有催化活性中间体 Q 后被活化产生甲酸的部分机理如图所示。从电负性角度描述中间体 Q 与  $\text{HCO}_3^-$  生成  $\text{HCOO}^-$  的过程: \_\_\_\_\_。





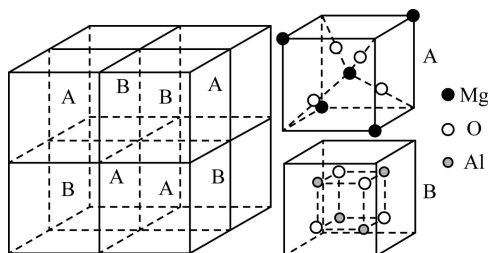
12 (1) [2024 扬州期末 T17]水合肼制氢过程中涉及肼在 Ni-Pt 催化剂表面分解, 如图所示。



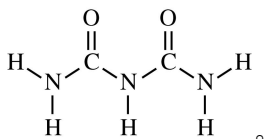
①X 的结构简式为\_\_\_\_\_。

②催化剂表面存在 Ni 和 Pt 两种活性位点, 两种活性位点分别带不同电性的电荷。肼中的氢原子吸附于\_\_\_\_\_(填“Ni”或“Pt”)活性位点。已知: N—N、N—H 的键能分别是 286 kJ/mol、360 kJ/mol。肼在该催化剂表面反应断裂的化学键不是 N—N, 而是 N—H, 原因是\_\_\_\_\_。

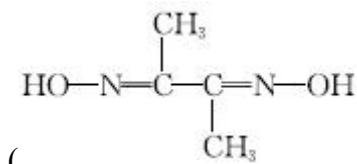
(2) [2024 南通、泰州等七市调研 T17] $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$  是一种甲醇脱水的催化剂。 $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$  晶胞结构如图所示(B 中镁原子未画出)。用“●”标记出 B 中的镁原子。



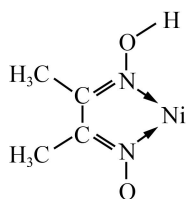
(3) [2024 苏州期末 T17]在缩二脲的结构式中圈出电子云密度最小的氢原子:



(4) [2024 南京外国语、金陵中学、海安中学联考 T14] $\text{Ni}^{2+}$  与丁二酮肟



( )以物质的量之比 1:2 发生反应生成配合物, 分子中含有 2 个五元环, 且通过氢键形成 2 个六元环, 补充完整图中该配合物的结构并标注出氢键。



## 微主题2 物质的性质、用途与转化

1 [2024 盐城、南京期末 T7]下列物质性质与用途具有对应关系的是( )

- A. 纳米  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  能与酸反应, 可用作磁性材料
- B.  $\text{SO}_2$  能与某些有色物质化合, 可用于漂白纸张、草帽等
- C.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  是两性氧化物, 可用作耐火材料
- D.  $\text{SiO}_2$  是酸性氧化物, 能用氢氟酸( $\text{HF}$ )雕刻玻璃

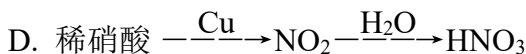
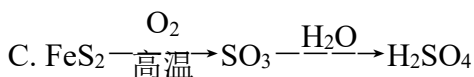
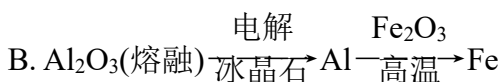
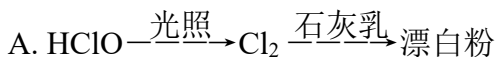
2 [2024 南通、泰州等六市调研 T7]下列物质性质与用途具有对应关系的是( )

- A.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  能与盐酸反应, 可作红色涂料
- B. S 是淡黄色晶体, 可用于配制黑火药
- C.  $\text{SO}_3$  具有氧化性, 可用于制取硫酸
- D. 浓硫酸具有吸水性, 可用于除去  $\text{H}_2$  中混有的  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

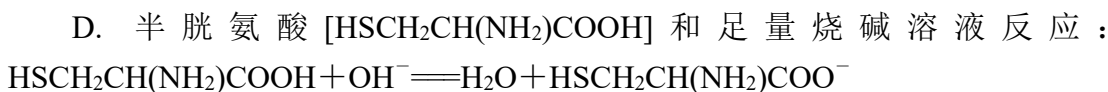
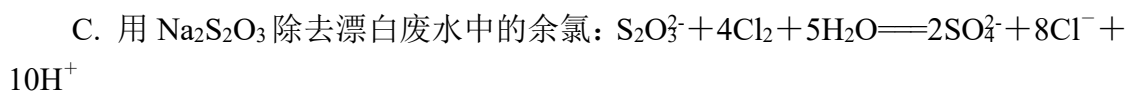
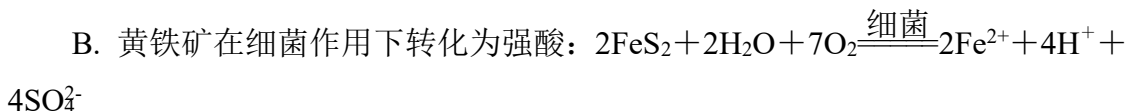
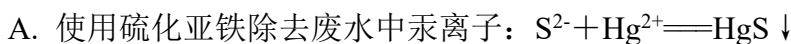
3 [2024 苏州期末 T7]下列物质结构与性质或物质性质与用途具有对应关系的是( )

- A. Mg 有强还原性, 可用于钢铁的电化学防护
- B.  $\text{LiOH}$  可溶于水, 可用作宇宙飞船中  $\text{CO}_2$  吸收剂
- C. 石墨晶体层间存在范德华力, 石墨易导电
- D.  $\text{H}_2\text{O}_2$  是极性分子,  $\text{H}_2\text{O}_2$  有强氧化性

4 [2025 泰州中学调研 T10]在给定条件下, 下列物质间的转化均能一步实现的是( )



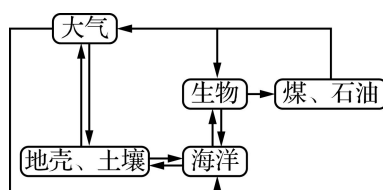
5 [2024 无锡期末 T6]已知: 硫的氢化物均有弱酸性; 低价硫有氧气敏感性, 易和氧气反应。下列化学反应的离子方程式表示正确的是( )



6 [2024 无锡期末 T7]硫及其化合物的转化有着重要的应用。下列含硫物质的转化不正确的是( )

- A. 实验室探究  $\text{SO}_2$  的制备与性质:  $\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{s}) \xrightarrow{70\% \text{ 硫酸}} \text{SO}_2(\text{g})$   
 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{BaCl}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s})$
- B. 工业上制备  $\text{H}_2\text{SO}_4$  的部分流程:  $\text{FeS}_2(\text{s}) \xrightarrow{\text{O}_2, \text{ 煅烧}} \text{SO}_2(\text{g})$   
 $\text{O}_2$ 、催化剂  $\xrightarrow{\text{高温}} \text{SO}_3(\text{g})$
- C. 用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液吸收  $\text{SO}_2$  制备  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ :  $\text{SO}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{过量 } \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})} \text{NaHSO}_3(\text{aq}) \xrightarrow{\text{NaOH}(\text{aq})} \text{Na}_2\text{SO}_3(\text{aq})$
- D. 实验室探究浓硫酸的性质:  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\text{Cu, 加热}} \text{SO}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{KMnO}_4(\text{aq})} \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$

7 [2023 南通、泰州等七市三模]硫循环在生态系统的诸多领域具有重要意义。在指定条件下,下列选项所示的物质间转化能实现的是( )



- A. 工业制酸:  $\text{FeS}_2 \xrightarrow{\text{O}_2, \text{ 煅烧}} \text{SO}_3$
- B. 火山喷发:  $\text{H}_2\text{S} \xrightarrow{\text{O}_2, \text{ 高温}} \text{SO}_2$
- C. 尾气吸收:  $\text{SO}_2 \xrightarrow{\text{Na}_2\text{CO}_3} \text{Na}_2\text{SO}_4$
- D. 酸雨侵蚀:  $\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{Fe}} \text{H}_2\text{S}$

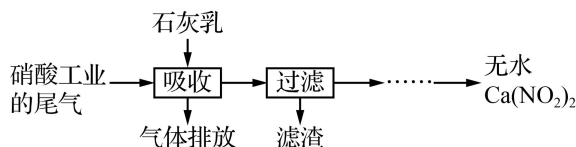
8 [2024 连云港期末 T6]已知:铍的化合物性质与铝相似,  $\text{Mg}$  的燃烧热为  $610 \text{ kJ/mol}$ ,实验室中常用酸性  $\text{KMnO}_4$  测定物品中不溶性  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  的含量。下列化学反应表示正确的是( )

- A.  $\text{BeO}$  与  $\text{NaOH}$  溶液反应:  $\text{BeO} + \text{NaOH} = \text{NaBeO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- B. 镁的燃烧:  $2\text{Mg}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{MgO}(\text{s}) \quad \Delta H = -610 \text{ kJ/mol}$
- C. 向  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  溶液中滴加足量  $\text{NaOH}$  溶液:  $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 4\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 用酸性  $\text{KMnO}_4$  测定  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  的含量:  $5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 10\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$

9 [2024 南京外国语、金陵中学、海安中学联考 T8 改编]硫及其化合物的转化具有重要应用。下列说法不正确的是( )

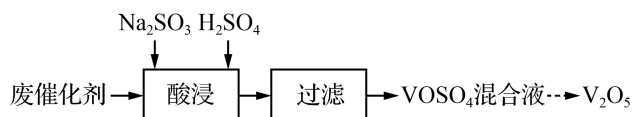
- A. 工业制  $\text{H}_2\text{SO}_4$ :  $\text{FeS}_2 \xrightarrow[\text{高温}]{\text{O}_2} \text{SO}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SO}_3 \xrightarrow{\text{O}_2} \text{H}_2\text{SO}_4$
- B. 回收烟气中  $\text{SO}_2$  获得  $\text{CaSO}_4$ :  $\text{SO}_2 \xrightarrow{\text{Ca(OH)}_2} \text{CaSO}_3 \xrightarrow{\text{O}_2} \text{CaSO}_4$
- C. 工业废液中通入  $\text{H}_2\text{S}$  除  $\text{Hg}^{2+}$ :  $\text{H}_2\text{S} + \text{Hg}^{2+} = \text{HgS} \downarrow + 2\text{H}^+$
- D. 热的  $\text{NaOH}$  溶液除  $\text{S}$ :  $3\text{S} + 6\text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

10 [2023 苏州期末]利用硝酸工业的尾气(含  $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ )获得  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$  的部分工艺流程如图所示。下列说法不正确的是( )



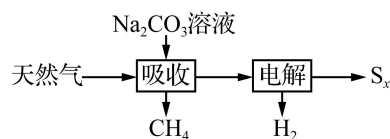
- A. 反应  $\text{NO}(\text{g}) + \text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_3(\text{g})$  的  $\Delta S < 0$
- B. 为使尾气中  $\text{NO}_x$  被充分吸收, 尾气与石灰乳采用气液逆流接触吸收
- C. 若尾气中  $n(\text{NO}_2) : n(\text{NO}) < 1 : 1$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$  产品中  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  含量升高
- D.  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$  在酸性溶液中分解的离子方程式为  $3\text{NO}_2^- + 2\text{H}^+ = \text{NO}_3^- + 2\text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

11 (1) [2024 盐城、南京期末 T14] $\text{V}_2\text{O}_5$  的回收。回收  $\text{V}_2\text{O}_5$  的过程可表示如下：



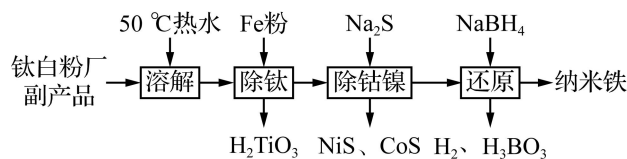
酸浸过程中， $\text{V}_2\text{O}_5$  转化成  $\text{VO}^{2+}$ ，该反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(2) [2024 无锡期末，T14]工业脱除天然气中  $\text{H}_2\text{S}$  的流程如图。已知： $\text{H}_2\text{CO}_3$  和  $\text{H}_2\text{S}$  常温下的电离平衡常数分别为  $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.5 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.7 \times 10^{-11}$ 、 $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = 1.1 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2}(\text{H}_2\text{S}) = 1.3 \times 10^{-13}$ 。



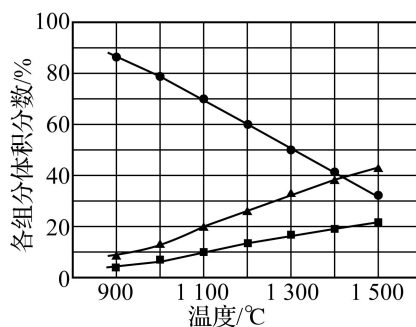
“吸收”时发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(3) [2024 常熟期中 T14]纳米铁在废水处理、材料研发等领域有重要应用。以某钛白粉厂副产品(主要含  $\text{FeSO}_4$ ，还含有  $\text{TiOSO}_4$ 、 $\text{CoSO}_4$ 、 $\text{NiSO}_4$  等杂质)为原料制备纳米铁的流程如下：



“还原”时  $\text{NaBH}_4$  与  $\text{FeSO}_4$  以物质的量之比 2 : 1 反应，写出该反应的化学方程式：\_\_\_\_\_。

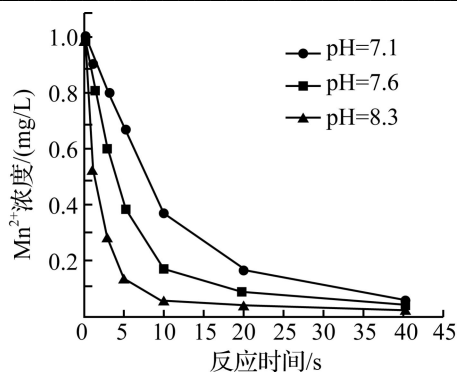
(4) 已知：硫有多种同素异形体，如  $\text{S}_2$ 、 $\text{S}_4$ 、 $\text{S}_6$ 、 $\text{S}_8$  等。 $\text{H}_2\text{S}$  在高温下分解生成硫蒸气和  $\text{H}_2$ 。若反应在不同温度下达到平衡时，混合气体中各组分的体积分数如图所示， $\text{H}_2\text{S}$  在高温下分解反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。



12 (1) [2024 南京二模 T14]已知：碱性条件下，Cr(VI)以  $\text{CrO}_4^{2-}$  存在。阴离子交换树脂( $\text{ROH}$ ,  $\text{R}$  为高分子阳离子骨架)去除酸性废水中 Cr(VI)的原理为  $2\text{ROH} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightleftharpoons \text{R}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 2\text{OH}^-$ 。树脂失效后，用  $\text{NaOH}$  溶液将树脂再生，发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

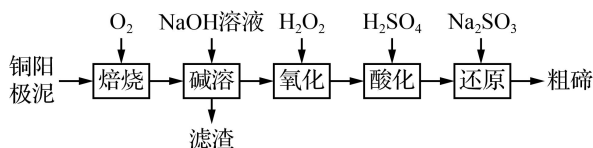
(2) [2024 苏锡常镇一调 T16]以电镀废水(主要成分为  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  及少量  $\text{Fe}^{3+}$ )为原料可制得  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 。“沉铬”时先加入  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  调节废水 pH，再加入  $\text{BaCl}_2$  使废水中的 Cr(VI)转化为  $\text{BaCrO}_4$ 。沉铬过程中将  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  转化为  $\text{BaCrO}_4$  反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(3) [2025 盐城射阳中学月考] $\text{ClO}_2$  可用于水体中  $\text{Mn}^{2+}$  的去除。控制其他条件不变，在水体 pH 分别为 7.1、7.6、8.3 时，测得  $\text{Mn}^{2+}$  浓度随反应时间的变化如图所示。pH=8.3 时，水体中  $\text{Mn}^{2+}$  转化为  $\text{MnO}_2$ 、 $\text{ClO}_2$  转化为  $\text{ClO}_2^-$ ，该反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。



### 微主题3 化学工艺流程

1 [2025 南通海安期初 T11]碲被誉为“现代工业的维生素”。某科研小组从粗铜精炼的阳极泥(主要含有  $\text{Cu}_2\text{Te}$ )中提取粗碲设计工艺流程如图所示。



已知：①“焙烧”后，碲主要以  $\text{TeO}_2$  形式存在；

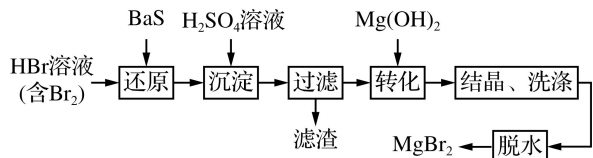
② $\text{TeO}_2$  微溶于水，易溶于强酸和强碱；

③ $\text{H}_6\text{TeO}_6$  的  $K_{a1}=1.0\times 10^{-7}$ ，氧化性比硫酸强。

下列有关说法正确的是( )

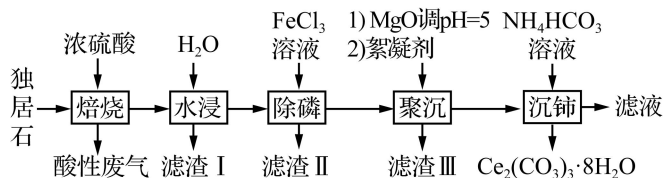
- A. “焙烧”使用的主要仪器有：蒸发皿、酒精灯、玻璃棒
- B. “碱溶”后的滤渣中 Ag 和 Au 可用稀硝酸分离
- C. “氧化”时氧化剂与还原剂的物质的量之比为 2：1
- D. “还原”反应的离子方程式为  $\text{H}_5\text{TeO}_6^- + 3\text{SO}_3^{2-} + \text{H}^+ = \text{Te} \downarrow + 3\text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$

2 [2024 泰州中学、宿迁中学、宜兴中学调研 T9]某研究小组利用 BaS 的还原性提纯 HBr 并制取  $\text{MgBr}_2$  的方案如图所示。下列说法不正确的是( )



- A. “沉淀”步骤中不可使用  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液代替硫酸
- B. 滤渣中只有  $\text{BaSO}_4$
- C. “转化”步骤中发生反应的离子方程式为  $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 将  $\text{MgBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  晶体在 HBr 气氛中加热得到  $\text{MgBr}_2$  固体

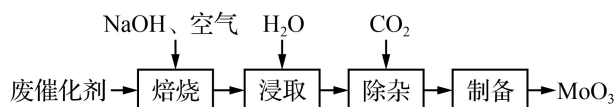
3 [2023 盐城三模] $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$  可用于催化剂载体及功能材料的制备。天然独居石中，铈(Ce)主要以  $\text{CePO}_4$  形式存在，还含有  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaF}_2$  等物质。以独居石为原料制备  $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  的工艺流程如下图所示。



下列说法不正确的是( )

- A. 可采用加热、搅拌等措施提高“水浸”效率
- B. 加入絮凝剂的目的是促使铝离子沉淀
- C. “沉铈”后剩余溶液中大量存在的阳离子只有  $\text{NH}_4^+$
- D. “沉铈”的离子方程式为  $2\text{Ce}^{3+} + 6\text{HCO}_3^- + 5\text{H}_2\text{O} = \text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$

4 [2024 连云港期末 T14]以含钼(Mo)废催化剂(含  $\text{MoS}_2$ , 以及  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CuO}$  等)为原料制备  $\text{MoO}_3$ , 其过程表示如下:



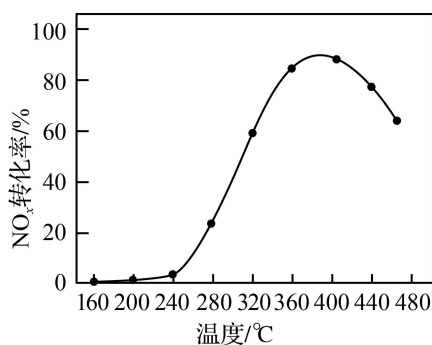
(1) 焙烧。将废催化剂和足量  $\text{NaOH}$  固体置于焙烧炉中, 通入足量空气加热至  $750\text{ }^\circ\text{C}$  充分反应。焙烧过程中  $\text{MoS}_2$  转化为  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 浸取。将焙烧所得固体加水浸泡, 然后过滤、洗涤。过滤后所得滤液中存在的阴离子有  $\text{OH}^-$ 、 $\text{MoO}_4^{2-}$ 、\_\_\_\_\_。欲提高单位时间内钼的浸取率, 可以采取的措施有\_\_\_\_\_ (任写一点)。

(3) 除杂。向浸取后的滤液中通入过量  $\text{CO}_2$ , 过滤。通入过量  $\text{CO}_2$  的目的是\_\_\_\_\_。

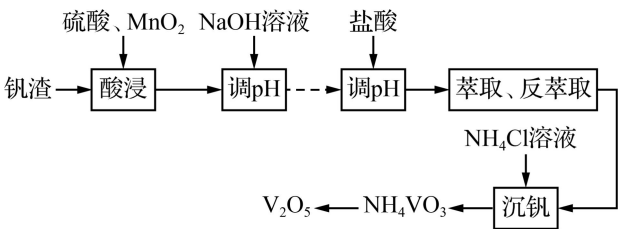
(4) 制备。向上述(3)所得滤液中加入硝酸调节溶液的  $\text{pH}$  小于 6, 使  $\text{MoO}_4^{2-}$  转化为  $\text{Mo}_7\text{O}_{24}^{6-}$ , 然后加入  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  充分反应, 析出  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , 灼烧后可得到  $\text{MoO}_3$ 。灼烧  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$  得到  $\text{MoO}_3$  的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(5) 应用。将  $\text{MoO}_3$  制成  $\text{V}_2\text{O}_5\text{-WO}_3\text{-MoO}_3/\text{TiO}_2$  催化剂, 用于氨催化还原氮氧化物, 一定压强下, 将氨氮比为 1.0 的混合气体按一定流速通入装有上述催化剂的反应装置, 测得  $\text{NO}_x$  的转化率随温度的变化关系如图所示。在温度  $160\sim 240\text{ }^\circ\text{C}$  之间,  $\text{NO}_x$  转化率不高的原因是\_\_\_\_\_。





5 [2024 苏州期初 T14]  $\text{V}_2\text{O}_5$  是广泛用于冶金、化工等行业的催化剂。由富钒废渣制备  $\text{V}_2\text{O}_5$  的一种流程如下：



已知： i .  $\text{NaVO}_3$  溶于水， $\text{NH}_4\text{VO}_3$  难溶于水。 ii . 部分含钒(+5 价)物质在水溶液中的主要存在形式如表所示。

pH	<1.0	1.0~4.0	4.0~6.0	6.0~8.5	8.5~13.0	>13.0
主要存在形式	$\text{VO}_2^+$	$\text{V}_2\text{O}_5$	多钒酸根离子	$\text{VO}_3^-$	多钒酸根离子	$\text{VO}_4^{3-}$
备注	多钒酸盐在水中溶解度较小					

(1) “酸浸”时,  $\text{MnO}_2$  将  $\text{VO}^+$  转化为  $\text{VO}_2^+$  的离子方程式为\_\_\_\_\_。

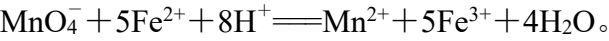
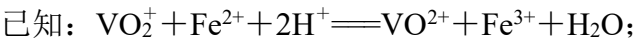
(2) 通过“调 pH、萃取、反萃取”等过程，可制得  $\text{NaVO}_3$  溶液。已知：  $\text{VO}_3^-$  能被有机萃取剂(简称 ROH)萃取，其萃取原理为  $\text{VO}_3^-$  (水层) + ROH(有机层)  $\rightleftharpoons$   $\text{RVO}_3$  (有机层) +  $\text{OH}^-$  (水层)。

①萃取前，加盐酸调节溶液的 pH 为 7 的目的是\_\_\_\_\_。

②反萃取中，  $\text{VO}_3^-$  反萃取率随着 pH 的升高呈现先增大后减小的趋势的原因是\_\_\_\_\_。

(3) “沉钒”时，向 pH 为 8 的  $\text{NaVO}_3$  溶液中加入  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液，析出  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  沉淀。沉钒温度需控制在 70 ℃左右，温度不能过高的原因是\_\_\_\_\_。

(4)  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  在空气中灼烧得  $\text{V}_2\text{O}_5$ 。为测定回收所得  $\text{V}_2\text{O}_5$  样品的纯度，进行如下实验：称取 1.000 g 灼烧后的样品，用稀硫酸溶解、定容得 100 mL  $(\text{VO}_2)_2\text{SO}_4$  溶液。量取 20.00 mL 溶液放入锥形瓶中，加入过量的 5.00 mL 0.500 0 mol/L  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  溶液，再用 0.010 00 mol/L  $\text{KMnO}_4$  标准溶液滴定至终点，消耗标准溶液 12.00 mL。



计算  $\text{V}_2\text{O}_5$  样品的纯度(V—51，写出计算过程)。

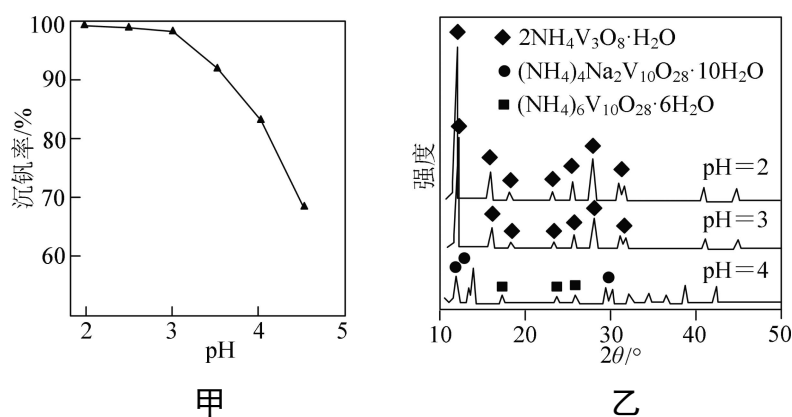
6 [2024 如皋适应性考试— T14]全钒液流电池正极废液中含有的离子是  $\text{VO}_2^+$ 、 $\text{VO}^{2+}$ 、 $\text{H}^+$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 。以该废液为原料经过氧化、调 pH、沉钒、煅烧可以制取  $\text{V}_2\text{O}_5$ 。

(1) 氧化：向正极废液中加入  $\text{NaClO}_3$  将  $\text{VO}^{2+}$  转化为  $\text{VO}_2^+$ ，写出该反应的离子方程式：\_\_\_\_\_。

(2) 调 pH：向氧化后的溶液中加入  $\text{NaOH}$  调节溶液 pH，溶液中 V(+5 价)会以  $\text{V}_2\text{O}_4^{+}$ 、 $\text{V}_3\text{O}_3^{+}$ 、 $\text{V}_{10}\text{O}_8$  等形式存在。随 pH 的升高，溶液中  $\frac{c(\text{V}_2\text{O}_4^{+})}{c(\text{V}_3\text{O}_3^{+})}$  的值将 \_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“保持不变”)，判断的方法是 \_\_\_\_\_。

(3) 沉钒：不同 pH 时，向溶液中加入  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，可得到不同类型的含钒沉淀。

①其他条件一定，控制溶液 pH 在 2~5 之间，向溶液中加入  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，沉钒率和沉淀的 X 射线衍射图分别如图甲和图乙所示。pH>3 时，pH 越大，溶液的沉钒率越低的原因是 \_\_\_\_\_。



②向 pH=8 的溶液中(此时 V 主要以  $\text{VO}_3^-$  存在)加入过量  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  溶液，生成  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  沉淀。加入过量  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  溶液的目的是 \_\_\_\_\_。已知： $K_{\text{sp}}(\text{NH}_4\text{VO}_3)=1.7 \times 10^{-3}$ 。

(4) 煅烧：煅烧  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  固体制取  $\text{V}_2\text{O}_5$  时，需在有氧条件下进行，原因是 \_\_\_\_\_。

## 微主题 4 反应热 电化学

1 下列说法不正确的是\_\_\_\_\_ (填序号)。

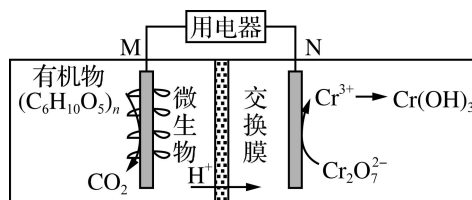
①[2024 连云港调研 T6 改编]Mg 的燃烧热为 610 kJ/mol, 镁的燃烧:  $2\text{Mg}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{MgO}(\text{s}) \quad \Delta H = -610 \text{ kJ/mol}$

②[2024 扬州期末 T6 改编] $\text{CH}_4$  的燃烧热为 890.3 kJ/mol,  $\text{CH}_4$  燃烧:  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -890.3 \text{ kJ/mol}$

③ [2023 南通、泰州、扬州等七市三调改编]汽车尾气中的有害气体可通过如下反应实现转化:  $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{CO}(\text{g}) \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{CO}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$ 。该反应  $\Delta S < 0$ ,  $\Delta H > 0$

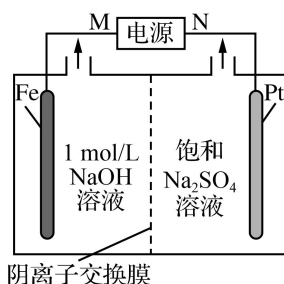
④[2023 南京二模改编]反应  $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{CH}_3\text{OCH}_3(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g})$   $\Delta H < 0$  可实现  $\text{CO}_2$  的资源化, 上述反应在任何温度下均可自发进行

2 [2023 苏锡常镇一调]如图为某微生物燃料电池净化水的原理。下列说法正确的是( )



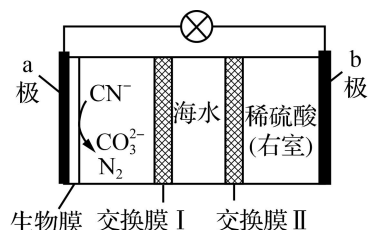
- A. N 极为负极, 发生氧化反应
- B. 电池工作时, N 极附近溶液 pH 减小
- C. M 极发生的电极反应为  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n - 24ne^- + 7n\text{H}_2\text{O} = 6n\text{CO}_2 \uparrow + 24n\text{H}^+$
- D. 处理 0.1 mol  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  时, 有 1.4 mol  $\text{H}^+$  从交换膜左侧向右侧迁移

3 [2024 扬州期末 T8]电解法制备  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$  的工作原理如图所示。下列说法正确的是( )



- A. M 为电源的负极
- B. 阳极上的电极反应式为  $\text{Fe} - 6e^- + 4\text{H}_2\text{O} = \text{FeO}_4^{2-} + 8\text{H}^+$
- C. 阴离子交换膜应能允许  $\text{OH}^-$  通过而能阻止  $\text{FeO}_4^{2-}$  的扩散
- D. 理论上每转移 0.1 mol  $e^-$ , 阴极上会产生 1.12 L 气体

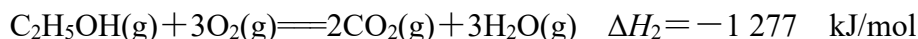
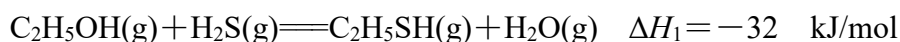
4 [2024 连云港调研 T10]用如图所示的新型电池可以处理含  $\text{CN}^-$  的碱性废水，同时还可以淡化海水。下列说法正确的是( )



- A. a 极电极反应式:  $2\text{CN}^- + 10\text{e}^- + 12\text{OH}^- = 2\text{CO}_3^{2-} + \text{N}_2 \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$   
 B. 电池工作一段时间后, 右室溶液的 pH 减小  
 C. 交换膜 I 为阳离子交换膜, 交换膜 II 为阴离子交换膜  
 D. 若将含有 26 g  $\text{CN}^-$  的废水完全处理, 理论上可除去 NaCl 的质量为 292.5 g

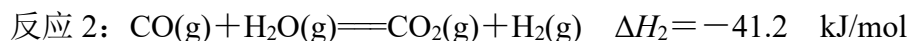
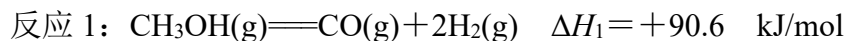
5 (1) [2024 南京、盐城一模 T17] $\text{CO}_2$  催化加氢制备乙醇的反应为  $2\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 。若要计算该反应的  $\Delta H$ , 须查阅的两个数据是  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l})$  的燃烧热和\_\_\_\_\_。

(2) [2023 南通二调]乙硫醇( $\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$ )的综合利用及治理是当前环境领域关注的焦点之一。家用煤气中可掺入微量具有难闻气味的乙硫醇。已知:



则反应  $2\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}(\text{g}) + 9\text{O}_2(\text{g}) = 4\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{SO}_2(\text{g})$  的  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_ kJ/mol。

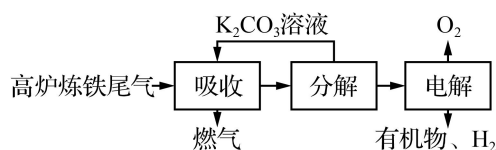
(3) [2023 苏锡常镇一调]已知:



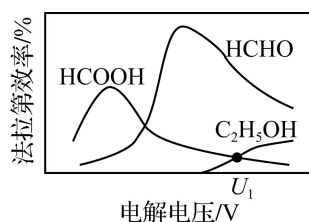
则反应 3:  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g})$   $\Delta H_3 =$  \_\_\_\_\_ kJ/mol。

6 [2024 泰州调研 T17]空气中  $\text{CO}_2$  含量的控制和  $\text{CO}_2$  资源利用具有重要意义。

(1) 利用高炉炼铁尾气中的  $\text{CO}_2$  制取有机物的过程如下：



相同条件下，恒定通过电解池的电量，电解得到的部分还原产物的法拉第效率( $FE\%$ )随电解电压的变化如图甲所示。



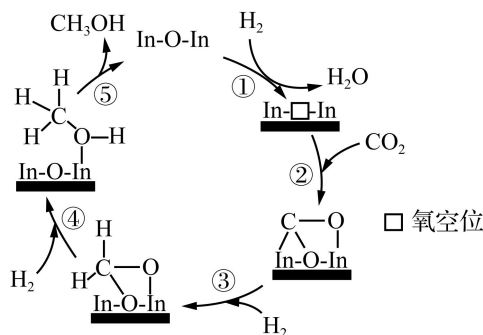
甲

$$FE\% = \frac{Q_x \text{ (生成还原产物 X 所需要的电量)}}{Q_{\text{总}} \text{ (电解过程中通过的总电量)}} \times 100\% , \text{ 选择性 } S(X) =$$

$$\frac{n \text{ (生成 X 消耗的 } \text{CO}_2\text{)}}{n \text{ (发生反应的 } \text{CO}_2\text{)}} \times 100\% .$$

“电解”在质子交换膜电解池中进行，生成  $\text{HCOOH}$  的电极反应式为\_\_\_\_\_。  
当电解电压为  $U_1$  时，生成  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  和  $\text{HCOOH}$  的选择性之比为\_\_\_\_\_。

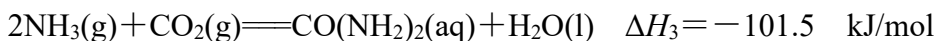
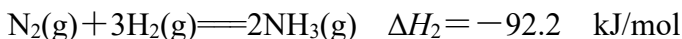
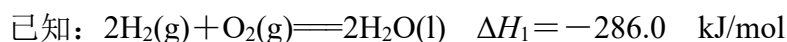
(2) 利用铟氧化物催化  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2$  制取  $\text{CH}_3\text{OH}$  的可能机理如图乙所示。 $\text{In}_2\text{O}_3$  无催化活性，形成氧空位后具有较强催化活性。图乙中的反应每生成 1 mol  $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$  放出 49 kJ 的热量，其热化学方程式为\_\_\_\_\_。



乙

7 [2024 宿迁调研 T17] 尿素[CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>]、过氧化尿素[CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>]的生产具有重要意义。

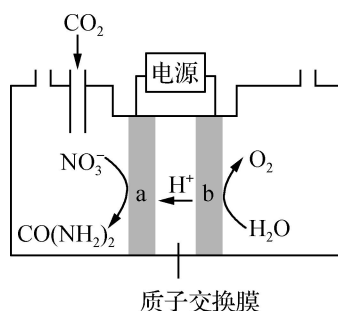
(1) 尿素的催化合成



①将 N<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub> 按体积比 1:1 通入含有 CuBi<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 涂层的石墨网上, 同时喷洒水微滴合成尿素, 化学方程式为\_\_\_\_\_。

②上述反应的  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_ kJ/mol。

(2) 尿素的电化学合成

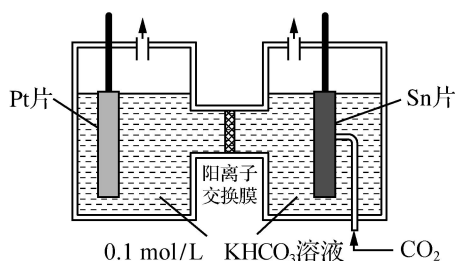


①电催化 CO<sub>2</sub> 和 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 合成尿素的装置如图, 生成尿素的电极反应式为\_\_\_\_\_。

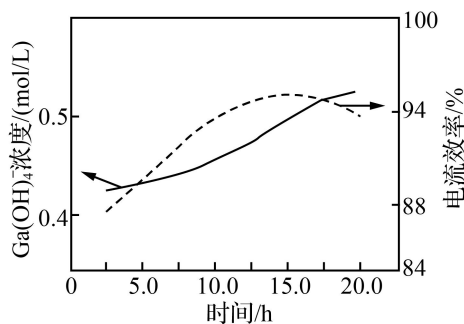
②电催化 CO<sub>2</sub> 和 N<sub>2</sub> 合成尿素。CO<sub>2</sub> 先在阴极被还原为中间体 CO, 再与 N<sub>2</sub> 合成尿素。已知: CO<sub>2</sub> 在阴极还能被还原为 CH<sub>4</sub>, 其生成 CH<sub>4</sub> 的趋势比生成 CO 的趋势更大。但实验数据说明, 一定时间内, 阴极产物中 CO 的物质的量大于 CH<sub>4</sub>, 可能的原因为\_\_\_\_\_。

8 (1) [2024 如皋适应性考试—T17]电解法转化  $\text{CO}_2$  可实现  $\text{CO}_2$  资源化利用。电解  $\text{CO}_2$  制  $\text{HCOOH}$  的原理如图所示。写出阴极  $\text{CO}_2$  还原为  $\text{HCOO}^-$  的电极反应式：\_\_\_\_\_。

电解一段时间后，阳极区的  $\text{KHCO}_3$  溶液浓度降低，其原因是\_\_\_\_\_。

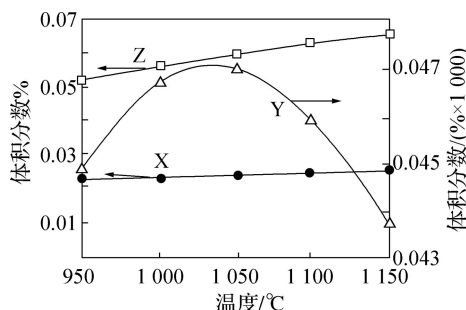
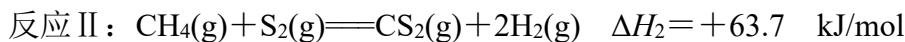
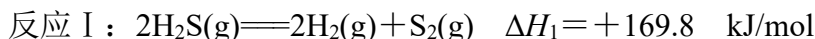


(2) [2024 扬州期末 T14] “电解精炼”时，以粗镓为阳极、含  $\text{Ga}(\text{OH})_4^-$  的碱性溶液为电解液，阴极析出镓的电极反应式为\_\_\_\_\_；阴极同时有少量气体产生。测得电解过程溶液中镓浓度与电流效率 ( $\eta = \frac{\text{生成镓转移的电子数}}{\text{电解池转移的电子总数}}$ ) 随时间的变化如图所示。反应 15.0 h 后， $\eta$  降低的原因是\_\_\_\_\_。



## 微主题 5 化学反应速率与化学平衡

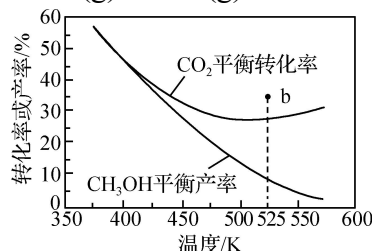
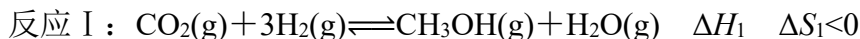
1 [2024 苏锡常镇一调 T13]采用热分解法脱除沼气中的  $\text{H}_2\text{S}$  过程中涉及的主要反应为



保持 100 kPa 不变，将  $\text{H}_2\text{S}$  与  $\text{CH}_4$  按 2:1 体积比投料，并用  $\text{N}_2$  稀释，在不同温度下反应达到平衡时，所得  $\text{H}_2$ 、 $\text{S}_2$  与  $\text{CS}_2$  的体积分数如图所示。下列说法正确的是( )

- A. 反应  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g})$  的  $\Delta H = +106.1 \text{ kJ/mol}$
- B. 曲线 Y 代表的是  $\text{CS}_2$  的平衡体积分数
- C. 高于 1050 °C 时， $\text{H}_2\text{S}$  平衡转化率与  $\text{CH}_4$  平衡转化率的差值随温度升高而减小
- D. 1050 °C 下反应，增大体系的压强，平衡后  $\text{H}_2$  的体积分数可能达到 0.07

2 [2024 宿迁调研 T13]已知  $\text{CO}_2$  催化加氢的主要反应有：



在恒温恒压反应器中通入 1 mol  $\text{CO}_2$ 、3 mol  $\text{H}_2$  气体， $\text{CO}_2$  的平衡转化率及  $\text{CH}_3\text{OH}$  的平衡产率随温度变化关系如图。已知： $\text{CH}_3\text{OH}$  的产率 =

$$\frac{n_{\text{生成}}(\text{CH}_3\text{OH})}{n_{\text{起始}}(\text{CO}_2)} \times 100\%, \quad \text{CH}_3\text{OH 的选择性} = \frac{n_{\text{生成}}(\text{CH}_3\text{OH})}{n_{\text{反应}}(\text{CO}_2)} \times 100\%.$$

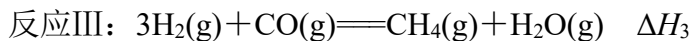
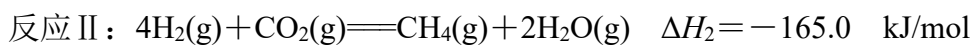
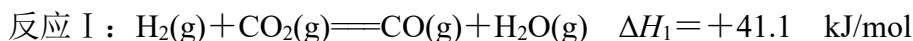
下列说法不正确的是( )

- A.  $\Delta H_1 < 0$ ,  $\Delta S_2 > 0$
- B.  $\text{CH}_3\text{OH}$  的平衡选择性随温度的升高而减小
- C. 525 K 后，升高温度对反应 I 的影响大于反应 II
- D. 525 K 时，增大  $\frac{n_{\text{起始}}(\text{H}_2)}{n_{\text{起始}}(\text{CO}_2)}$  的值或增大压强均能使  $\text{CO}_2$  的平衡转化率达到 b 点的值

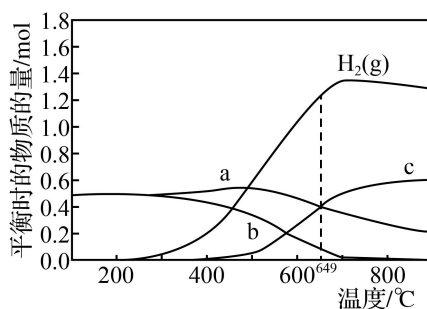
点的值



3 [2024 南通、泰州等七市二调 T13]逆水煤气变换反应是一种  $\text{CO}_2$  转化和利用的重要途径，发生的反应有



常压下，向密闭容器中投入 1 mol  $\text{CO}_2$  和 2 mol  $\text{H}_2$ ，达到平衡时  $\text{H}_2$  和含碳物质的物质的量随温度的变化如图所示。下列说法正确的是( )



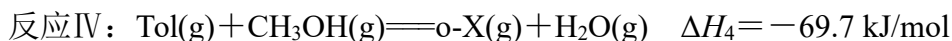
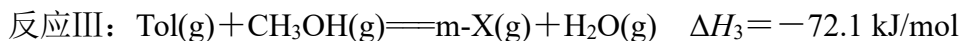
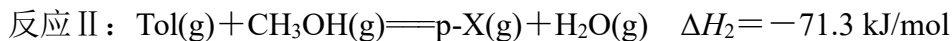
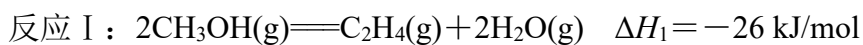
A.  $\Delta H_3 = +206.1 \text{ kJ/mol}$

B. 649 °C 时，反应 I 的平衡常数  $K > 1$

C. 其他条件不变，在 250~900 °C 内，随着温度的升高，平衡时  $n(\text{H}_2\text{O})$  不断增大

D. 800 °C 时，适当增大体系压强， $n(\text{CO})$  保持不变

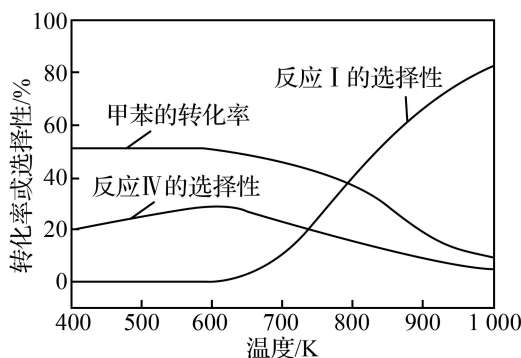
4 [2025 南京中华中学调研 T13]利用甲醇( $\text{CH}_3\text{OH}$ )和甲苯(Tol)发生甲基化反应可以获得对二甲苯(p-X)、间二甲苯(m-X)和邻二甲苯(o-X),反应过程中还有乙烯生成,涉及的反应有



研究发现,在密闭容器中,101 kPa、 $n_{\text{起始}}(\text{Tol}) = n_{\text{起始}}(\text{CH}_3\text{OH}) = 1 \text{ mol}$ ,平衡

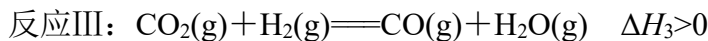
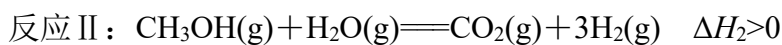
时甲苯的转化率、反应 I 的选择性  $\left[ \frac{2n_{\text{生成}}(\text{C}_2\text{H}_4)}{n_{\text{反应}}(\text{CH}_3\text{OH})} \right]$  及反应 IV 的选择性

$\left[ \frac{n_{\text{生成}}(\text{o-X})}{n_{\text{反应}}(\text{CH}_3\text{OH})} \right]$  随温度的变化如图所示。下列说法正确的是( )



- A.  $\text{p-X}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{m-X}(\text{g}) \quad \Delta H > 0$
- B. 随着温度的升高,反应 IV 的平衡常数先增大后减小
- C. 400~600 K 内,随着温度的升高, $n(\text{H}_2\text{O})$ 基本不变
- D. 800 K 下反应达到平衡后,增大压强, $n(\text{Tol})$ 保持不变

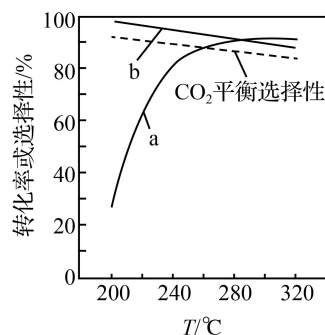
5 [2024 泰州调研 T13]二甲醚和水蒸气制氢气可作为燃料电池的氢能源，发生的主要反应如下：



在恒压下，将一定比例的二甲醚和水蒸气混合后，以一定流速通过装有催化剂的反应器，反应相同时间测得的  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  实际转化率、 $\text{CO}_2$  实际选择性与  $\text{CO}_2$  平衡选择性随温度的变化如图所示。 $\text{CO}_2$  的选择性 =

$$\frac{n_{\text{生成}}(\text{CO}_2)}{2n_{\text{反应}}(\text{CH}_3\text{OCH}_3)} \times 100\%。$$

下列说法不正确的是( )



A. 曲线 a 表示  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$  实际转化率随温度的变化

B. 200 °C 时，反应 II 的速率大于反应 III 的速率

C. 适当增加  $\frac{n_{\text{起始}}(\text{H}_2\text{O})}{n_{\text{起始}}(\text{CH}_3\text{OCH}_3)}$ ，有利于提高  $\text{H}_2$  的产率

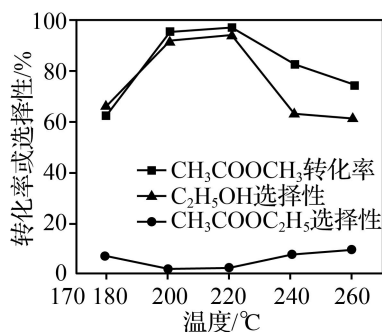
D. 一定温度下，若增大压强，CO 的平衡产量不变

6 [2024 南京、盐城一模 T17]乙酸甲酯催化加氢制备乙醇主要涉及如下反应。

反应 I： $\text{CH}_3\text{COOCH}_3(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{g}) + \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$   $\Delta H = -23.6$  kJ/mol

反应 II： $2\text{CH}_3\text{COOCH}_3(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5(\text{g}) + 2\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$   $\Delta H = -22.6$  kJ/mol

在其他条件不变时，将  $n_{\text{起始}}(\text{H}_2) : n_{\text{起始}}(\text{CH}_3\text{COOCH}_3) = 8 : 1$  的混合气体以一定流速通入装有铜基(固定比例的  $\text{Cu}_2\text{O}$  与  $\text{Cu}$ )催化剂的反应管，测得  $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$  转化率、 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  选择性、 $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$  选择性随温度的变化如图所示。



$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  选择性  $S(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \frac{n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})}{n_{\text{转化}}(\text{CH}_3\text{COOCH}_3)} \times 100\%$ ； $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$  选

性  $S(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) = \frac{2n(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5)}{n_{\text{转化}}(\text{CH}_3\text{COOCH}_3)} \times 100\%$ 。

(1) 180~260 °C 下均有  $S(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) + S(\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5) < 100\%$ ，其原因是\_\_\_\_\_。

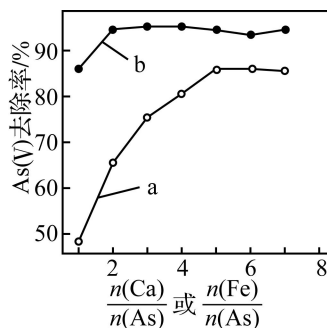
(2) 180~200 °C 内， $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$  转化率随温度升高而迅速增大的主要原因是\_\_\_\_\_。

(3) 温度高于 220 °C 时，催化剂的催化活性下降，其原因可能是\_\_\_\_\_。

7 [2024 南通、泰州等七市二调 T14]向含砷(V)废水(含有  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-$ 、 $\text{HAsO}_4^{2-}$ 、 $\text{AsO}_4^{3-}$ 等)中添加石灰水,可使砷元素转化为砷酸钙盐沉淀。

(1) 控制其他条件不变,向碱性含砷(V)废水中加入一定量石灰水,测得 As(V)去除率在  $30\text{ }^\circ\text{C}$ 以后随温度升高而降低。可能的原因是\_\_\_\_\_。

(2) 在初始 pH、 $c[\text{As(V)}]$ 相同的模拟废水中加入石灰水,As(V)去除率随  $\frac{n(\text{Ca})}{n(\text{As})}$  的变化如图曲线 a 所示;固定  $\frac{n(\text{Ca})}{n(\text{As})}=6$ ,往石灰水中添加 Fe(III)盐,As(V)去除率随  $\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{As})}$  的变化如图曲线 b 所示。加入 Fe(III)盐后,As(V)去除率增大的原因是\_\_\_\_\_。



## 微主题 6 电离平衡与盐类水解

1 判断下列说法是否正确。

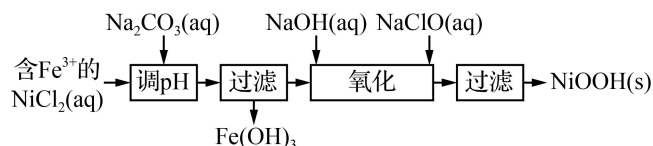
(1) [2024 苏州期初 T12]  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液显碱性的原因:  $\text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^-$  ( )

(2) [2024 盐城、南京期末 T11] 用干燥、洁净的玻璃棒蘸取  $0.1 \text{ mol/L}$   $\text{NaHCO}_3$  溶液, 点在干燥的 pH 试纸上, 测出溶液的 pH, 判断  $\text{HCO}_3^-$  是否发生水解( )

(3) [2024 南京二模 T11] 用玻璃棒蘸取  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$  溶液滴在干燥的广泛 pH 试纸上, 将试纸显示的颜色与标准比色卡比较, 判断  $\text{NH}_4^+$  是否发生水解( )

(4) [2024 苏州期末 T11] 向  $2 \text{ mL}$   $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液中滴加  $2 \text{ mL}$   $0.1 \text{ mol/L}$   $\text{MgCl}_2$  溶液, 观察沉淀生成情况判断  $\text{SO}_3^{2-}$  是否水解( )

2 [2024 南通、泰州等八市三调 T12] 已知: 室温下,  $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 1 \times 10^{-36}$ ,  $K_{\text{sp}}[\text{Ni}(\text{OH})_2] = 2 \times 10^{-15}$ ,  $K_{\text{a}}(\text{HClO}) = 3 \times 10^{-8}$ 。用含少量  $\text{Fe}^{3+}$  的  $\text{NiCl}_2$  酸性溶液制备  $\text{NiOOH}$  的过程如下。下列说法正确的是( )



A.  $0.1 \text{ mol/L}$   $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中:  $c(\text{OH}^-) - c(\text{H}^+) = 0.1 \text{ mol/L} + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$

B.  $\text{pH} = 11$  的  $\text{NaClO}$  溶液中:  $c(\text{HClO}) > c(\text{ClO}^-)$

C. “调 pH” 得到的上层清液中:  $\frac{c^2(\text{Fe}^{3+})}{c^3(\text{Ni}^{2+})} > 10^{-28}$

D. “氧化” 时主要发生反应:  $2\text{ClO}^- + 2\text{Ni}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{NiOOH} \downarrow + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

3 [2023 无锡期末] 草酸( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ )是一种二元弱酸。实验室配制了  $0.010 \text{ mol/L}$   $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  标准溶液, 现对  $25^\circ\text{C}$  时该溶液的性质进行探究, 下列所得结论正确的是( )

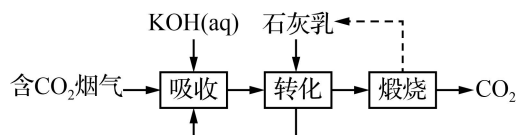
A.  $0.010 \text{ mol/L}$   $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液中存在:  $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$

B. 若向该溶液中滴加等体积、等浓度稀盐酸, 测得溶液  $\text{pH} < 7$ , 此时溶液中存在:  $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) > c(\text{Cl}^-) > c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$

C. 已知  $25^\circ\text{C}$  时,  $K_{\text{sp}}(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 2.5 \times 10^{-9}$ , 向该溶液中加入等体积  $0.020 \text{ mol/L}$   $\text{CaCl}_2$  溶液, 所得上层清液中  $c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) < 5 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

D. 向该溶液中加入几滴酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液,  $\text{MnO}_4^-$  被还原为  $\text{Mn}^{2+}$ , 则反应的离子方程式:  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 4\text{MnO}_4^- + 14\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{CO}_2 \uparrow + 4\text{Mn}^{2+} + 7\text{H}_2\text{O}$

4 [2024 盐城考前模拟 T12]一种捕集烟气中  $\text{CO}_2$  的过程如图所示。室温下以  $0.1000 \text{ mol/L KOH}$  溶液吸收  $\text{CO}_2$ ，若通入  $\text{CO}_2$  所引起的溶液体积变化和  $\text{H}_2\text{O}$  挥发可忽略，溶液中含碳物种的浓度  $c_{\text{总}} = c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$ 。已知： $\text{H}_2\text{CO}_3$  电离常数  $K_{a1} = 4.4 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2} = 4.4 \times 10^{-11}$ 。 $K_{sp}(\text{CaCO}_3) = 3 \times 10^{-9}$ 、 $K_{sp}[\text{Ca}(\text{OH})_2] = 5.0 \times 10^{-6}$ 。下列说法正确的是( )

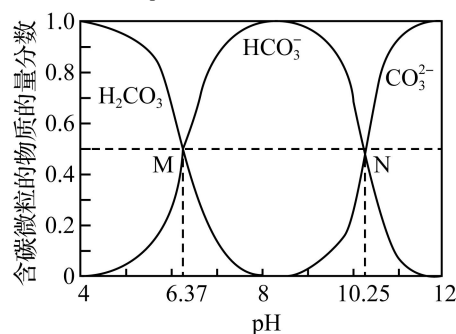


- A. 若“吸收”后  $c_{\text{总}} = 0.0500 \text{ mol/L}$ ，则溶液中存在： $c(\text{K}^+) = c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3)$
- B. “吸收”后所得溶液中一定存在： $c(\text{K}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{OH}^-)$
- C. 若“吸收”后溶液  $\text{pH} = 11$ ，则溶液中存在： $c(\text{CO}_3^{2-}) > c(\text{HCO}_3^-)$
- D. “转化”后过滤，所得滤液中存在： $\frac{c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{OH}^-)} = 6.0 \times 10^{-4}$

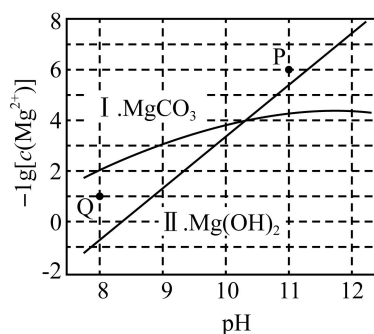
5 [2024 苏锡常镇二调 T12]实验室用如下方案测定  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  混合物的组成：称取一定质量样品溶解于锥形瓶中，加入 2 滴指示剂 M，用标准盐酸滴定至终点时消耗盐酸  $V_1 \text{ mL}$ ；向锥形瓶中再加入 2 滴指示剂 N，继续用标准盐酸滴定至终点，又消耗盐酸  $V_2 \text{ mL}$ 。下列说法正确的是( )

- A. 指示剂 M、N 可依次选用甲基橙、酚酞
- B. 样品溶解后的溶液中： $2c(\text{Na}^+) = 3c(\text{CO}_3^{2-}) + 3c(\text{HCO}_3^-) + 3c(\text{H}_2\text{CO}_3)$
- C. 滴定至第一次终点时的溶液中： $c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-})$
- D. 样品中  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和  $\text{NaHCO}_3$  物质的量之比为  $\frac{V_1}{V_2 - V_1}$

6 [2024 泰州调研 T12]室温下,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  体系中各含碳微粒的物质的量分数与 pH 的关系如图甲所示。在  $c_{\text{起始}}(\text{Na}_2\text{CO}_3)=0.1 \text{ mol/L}$  的体系中, 研究  $\text{Mg}^{2+}$  在不同 pH 时的可能产物,  $c(\text{Mg}^{2+})$  与 pH 的关系如图乙所示, 曲线 I 的离子浓度关系符合  $c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c(\text{CO}_3^{2-}) = K_{\text{sp}}(\text{MgCO}_3)$ , 曲线 II 的离子浓度关系符合  $c(\text{Mg}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-) = K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ 。



甲



乙

下列说法正确的是( )

- A. 由 M 点可求得  $K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{CO}_3)=1 \times 10^{-6.37}$
- B. pH=11 的体系中,  $c(\text{CO}_3^{2-}) < c(\text{HCO}_3^-)$
- C. Q 点的体系中, 发生反应  $\text{Mg}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{CO}_2 \uparrow$
- D. P 点的体系中:  $c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) = 0.1 \text{ mol/L}$



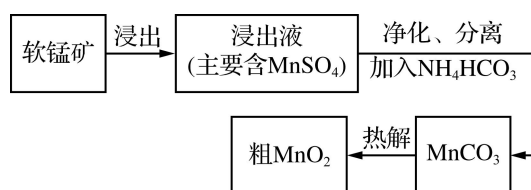
7 (1) [2024 苏州期初 T16]沉钴。Co(II)盐溶液可以  $\text{Co}(\text{OH})_2$ 、 $\text{CoCO}_3$  和  $\text{CoC}_2\text{O}_4$  等多种形式沉淀。向除杂后  $\text{CoSO}_4$  溶液中加入  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液或  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液作沉淀剂，可得到  $\text{CoC}_2\text{O}_4$ 。不能用同浓度的  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液代替  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液的原因是\_\_\_\_\_。

(2) [2024 常州学业水平监测 T14]使用  $\text{Al}^{3+}$  净水时应控制 pH 在 6.80~8.02 之间，否则净水效果不佳。在强酸性和强碱性环境时净水效果差的原因是\_\_\_\_\_。

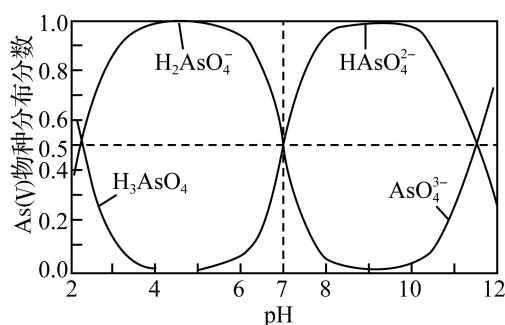
(3) [2024 如皋适应性考试 T14]向氧化后的溶液中加入 NaOH 调节溶液 pH，溶液中 V(+5 价)会以  $\text{V}_2\text{O}_4^{+}$ 、 $\text{V}_3\text{O}_3^{3-}$ 、 $\text{V}_{10}\text{O}_{28}^{6-}$  等形式存在。随 pH 的升高，溶液中  $\frac{c(\text{V}_2\text{O}_4^{+})}{c(\text{V}_3\text{O}_3^{3-})}$  的值将\_\_\_\_\_ (填“增大”“减小”或“保持不变”)，判断的方法是\_\_\_\_\_。

(4) [2024 镇江名校期初 T14] $\text{MnO}_2$  在电池中有重要应用。以软锰矿(含  $\text{MnO}_2$  及少量 Fe、Al 的氧化物)为原料制备粗二氧化锰颗粒的过程如图。净化、分离。浸出液中的  $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  可加入 NaOH 溶液并调节溶液 pH 在 5~6 之间，转化为沉淀去除，溶液的 pH 不能超过 6 的原因是\_\_\_\_\_。

为减少碱用量，可以通过稀释浸出液除去  $\text{Fe}^{3+}$ ，结合离子方程式解释原理：\_\_\_\_\_。



8 [2024 南通、泰州等七市二调 T14]研究水质除砷技术对保护环境有重要意义。已知：As(V)在不同 pH 条件下的物种分布分数如图所示。



(1) 硫化法：As(III)能与硫化剂(能提供 S<sup>2-</sup>)反应生成雌黄(As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>)沉淀。HCHO 能在硫酸盐还原菌的作用下将 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>还原为 H<sub>2</sub>S，同时生成 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>。

①沉淀 1 mol As(III)理论上需消耗 HCHO 的物质的量为\_\_\_\_\_mol。

②HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>能与 H<sub>2</sub>S 反应：HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> + H<sub>2</sub>S = HS<sup>-</sup> + H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>。该反应的平衡常数 K = \_\_\_\_\_。

已知：K<sub>a1</sub>(H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) = 4 × 10<sup>-7</sup>, K<sub>a2</sub>(H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) = 5 × 10<sup>-11</sup>; K<sub>a1</sub>(H<sub>2</sub>S) = 1 × 10<sup>-7</sup>, K<sub>a2</sub>(H<sub>2</sub>S) = 1 × 10<sup>-13</sup>。

(2) 石灰沉淀法：向含砷(V)废水中添加石灰水，可使砷元素转化为多种砷酸钙盐沉淀。

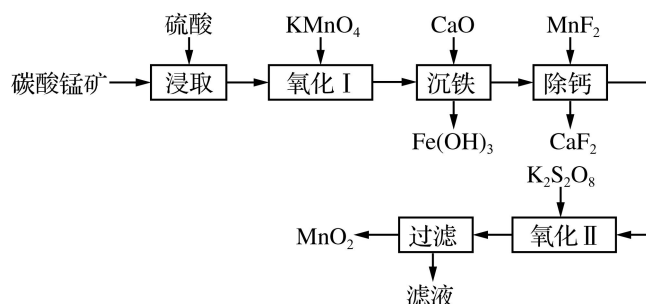
①向中性废水中加入适量石灰水，使 As(V)完全转化为 Ca<sub>3</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 沉淀。写出该反应的离子方程式：\_\_\_\_\_。

②向含 Ca<sub>3</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> 沉淀的悬浊液中通入 CO<sub>2</sub> 气体，可得到 H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub>。该转化能实现的原因是\_\_\_\_\_。

\_\_\_\_\_。

## 微主题 7 沉淀溶解平衡

1 [2024 盐城考前模拟 T10]以碳酸锰矿(含  $\text{MnCO}_3$  和少量  $\text{FeO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ )为原料制取  $\text{MnO}_2$  的流程如下:



已知:  $K_{\text{sp}}(\text{MnF}_2)=5.4\times 10^{-3}$ 、 $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2)=2.7\times 10^{-11}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  氧化性强于  $\text{MnO}_4^-$ , 其还原产物为  $\text{SO}_4^{2-}$ 。

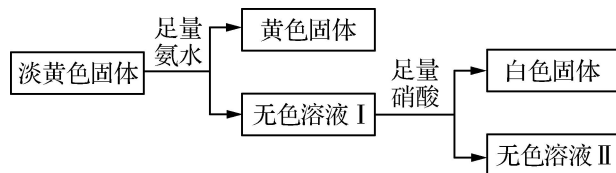
下列说法正确的是( )

- A. “浸取”时硫酸过量越多对整个转化越有利
- B. “氧化 I”的目的是将  $\text{Mn}^{2+}$  转化为  $\text{MnO}_2$
- C. “除钙”后所得滤液中存在:  $\frac{c(\text{Mn}^{2+})}{c(\text{Ca}^{2+})}\leq 2\times 10^8$
- D. “氧化 II”中使用过量的  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  可以提高  $\text{MnO}_2$  的产率

2 [2023 江苏名校调研]室温下,将 5 mL 0.1 mol/L  $\text{AgNO}_3$  溶液和 1 mL 0.1 mol/L  $\text{NaCl}$  溶液充分混合,将所得白色悬浊液分成两份。向其中一份滴加几滴 0.1 mol/L  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液出现黑色沉淀,另一份中滴加氨水,沉淀先增多再减少。下列说法正确的是( )

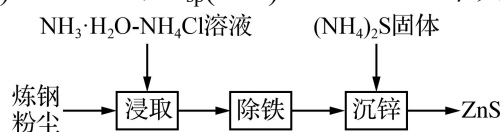
- A. 将白色悬浊液过滤,所得滤液中一定存在:  $c(\text{Cl}^-)\cdot c(\text{Ag}^+)=K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$
- B. 0.1 mol/L  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液中存在:  $2c(\text{Na}^+)=c(\text{S}^{2-})+c(\text{HS}^-)+c(\text{H}_2\text{S})$
- C.  $\text{AgCl}$  沉淀溶于氨水的离子方程式:  $\text{Ag}^++2\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}=[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^++2\text{H}_2\text{O}$
- D. 黑色沉淀  $\text{Ag}_2\text{S}$  一定是由  $\text{AgCl}$  转化而来

3 [2024 常州期末 T12]实验室采用如图所示流程分离  $\text{AgCl}$  和  $\text{AgI}$  的淡黄色固体混合物。实验中所用氨水和硝酸的浓度均为 2 mol/L,且体积相等。假设流程中每一步均实现物质的完全分离,下列说法正确的是( )



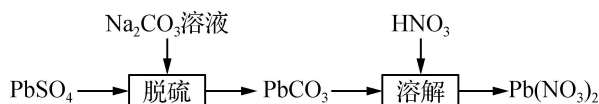
- A.  $K_{\text{sp}}(\text{AgI})>K_{\text{sp}}(\text{AgCl})$
- B. 结合  $\text{NH}_3$  的能力:  $\text{Ag}^+>\text{H}^+$
- C. 溶液中水的电离程度: 氨水>无色溶液 II>硝酸
- D. 无色溶液 II 中存在:  $c(\text{H}^+)-c(\text{OH}^-)=c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})$

4 [2024 扬州期末 T12]从炼钢粉尘(主要含  $\text{ZnO}$ 、 $\text{ZnFe}_2\text{O}_4$ )中回收锌的过程如图所示。“浸取”过程  $\text{ZnO}$  转化为 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ , 并有少量铁元素浸出。已知:  $25^\circ\text{C}$  时,  $K_b(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})=2\times 10^{-5}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{ZnS})=1\times 10^{-23}$ 。下列说法正确的是( )



- A.  $25^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH}=9$  的  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}-\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中:  $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})}=2\times 10^4$
- B.  $0.1\text{ mol/L}$   $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  溶液中:  $c(\text{H}^+)+c(\text{HS}^-)+2c(\text{H}_2\text{S})=c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})+c(\text{OH}^-)$
- C. “沉锌”过程中, 溶液的  $\text{pH}$  减小
- D. “沉锌”后的溶液中:  $c(\text{Zn}^{2+})\cdot c(\text{S}^{2-})<1\times 10^{-23}$

5 [2024 苏锡常镇一调 T12]室温下, 通过矿物中  $\text{PbSO}_4$  获得  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  的过程如下:



已知:  $K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4)=1.6\times 10^{-8}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{PbCO}_3)=7.4\times 10^{-14}$ 。下列说法正确的是( )

- A.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液中:  $c(\text{OH}^-)<c(\text{H}^+)+c(\text{HCO}_3^-)+c(\text{H}_2\text{CO}_3)$
- B. 反应  $\text{PbSO}_4+\text{CO}_3^{2-}\rightleftharpoons\text{PbCO}_3+\text{SO}_4^{2-}$  正向进行, 需满足  $\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})}>\frac{8}{37}\times 10^6$
- C. “脱硫”后上层清液中:  $2c(\text{SO}_4^{2-})+c(\text{OH}^-)=c(\text{Na}^+)+c(\text{H}^+)$
- D.  $\text{PbCO}_3$  悬浊液加入  $\text{HNO}_3$  “溶解”过程中, 溶液中  $\text{CO}_3^{2-}$  浓度逐渐减小

6 [2025 苏州期初 T12]工程师研究利用  $\text{Na}_2\text{S}$  和  $\text{FeS}$  处理水样中的  $\text{Cd}^{2+}$ 。已知  $25^\circ\text{C}$  时,  $K_{\text{a}1}(\text{H}_2\text{S})=10^{-6.97}$ ,  $K_{\text{a}2}(\text{H}_2\text{S})=10^{-12.90}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{FeS})=10^{-17.20}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{CdS})=10^{-26.10}$ 。下列说法正确的是( )

- A.  $0.01\text{ mol/L}$   $\text{Na}_2\text{S}$  溶液中:  $c(\text{OH}^-)=c(\text{H}^+)+c(\text{HS}^-)+c(\text{H}_2\text{S})$
- B.  $0.01\text{ mol/L}$   $\text{Na}_2\text{S}$  溶液中:  $c(\text{Na}^+)>c(\text{S}^{2-})>c(\text{OH}^-)>c(\text{HS}^-)$
- C. 反应  $\text{FeS}+\text{Cd}^{2+}\rightleftharpoons\text{Fe}^{2+}+\text{CdS}$  正向进行, 需满足:  $\frac{c(\text{Fe}^{2+})}{c(\text{Cd}^{2+})}>10^{8.9}$
- D. 向含  $\text{Cd}^{2+}$  水样中加入足量  $\text{FeS}$  浸泡一段时间后, 上层清液中存在:  $c(\text{Cd}^{2+})=\frac{K_{\text{sp}}(\text{CdS})}{c(\text{S}^{2-})}$

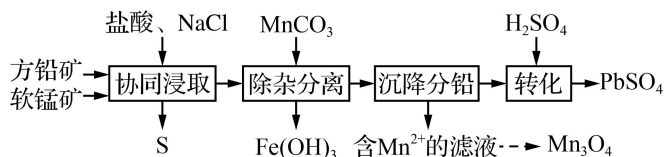
7 判断下列说法是否正确。

(1) [2024 如皋适应三 T11]比较  $K_{sp}(\text{CaCO}_3)$  与  $K_{sp}(\text{CaSO}_4)$  大小实验设计：将  $\text{CaSO}_4$  固体用饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液浸泡后，过滤，取滤渣向其中滴加稀盐酸，观察现象( )

(2) [2024 苏州期初 T11]向含铜废液中加入  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液除铜，“除铜”得到的上层清液中： $c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c(\text{S}^{2-}) > K_{sp}(\text{CuS})$ ( )

(3) [2024 连云港期末 T11] $\text{BaSO}_4$  用饱和  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液浸泡一段时间后过滤、洗涤，向所得滤渣上滴加盐酸，产生无色气体，则  $K_{sp}(\text{BaSO}_4) > K_{sp}(\text{BaCO}_3)$ ( )

8 [2024 泰州期末, T14]以方铅矿(主要成分为  $\text{PbS}$ , 含少量  $\text{FeS}$ )和软锰矿(主要成分为  $\text{MnO}_2$ )为原料制备电池材料  $\text{PbSO}_4$  和  $\text{Mn}_3\text{O}_4$ , 过程可表示为



已知：①  $\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 4\text{Cl}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbCl}_4^{2-}(\text{aq})$   $K = 31.25$ ;

②  $\text{PbCl}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^{-}(\text{aq})$   $K_{sp}(\text{PbCl}_2) = 1.6 \times 10^{-5}$ 。

(1) 70 °C 时，“协同浸取”生成  $\text{PbCl}_4^{2-}$  和 S 的离子方程式为\_\_\_\_\_；“协同浸取”时加入 NaCl 可避免生成  $\text{PbCl}_2$  沉积在矿石表面，其原因是\_\_\_\_\_。

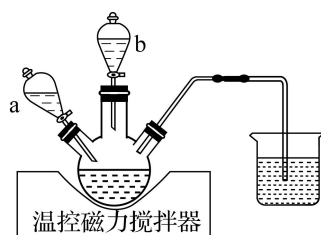
(2) “沉降分铅”的目的是将滤液中的  $\text{PbCl}_4^{2-}$  沉降为  $\text{PbCl}_2$  沉淀。沉降反应： $\text{PbCl}_4^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^{-}(\text{aq})$  的平衡常数  $K =$ \_\_\_\_\_。

9 (1) [2024 苏州期初]已知:  $K_{\text{sp}}(\text{CoC}_2\text{O}_4)=6.3\times 10^{-8}$ ,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  的电离常数分别为  $K_{\text{a}1}=5.4\times 10^{-2}$ 、 $K_{\text{a}2}=5.6\times 10^{-5}$ 。

①向除杂后含  $0.100\text{ mol/L CoSO}_4$  溶液中滴加  $\text{NaOH}$  溶液调节  $\text{pH}$ ,  $\text{pH}=7$  时开始出现  $\text{Co}(\text{OH})_2$  沉淀, 继续滴加  $\text{NaOH}$  溶液至  $\text{pH}=\underline{\hspace{2cm}}$  时,  $\text{Co}^{2+}$  沉淀完全 [ $c(\text{Co}^{2+})\leq 10^{-5}\text{ mol/L}$ ]。

②向除杂后  $\text{CoSO}_4$  溶液中加入  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液或  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液作沉淀剂, 可得到  $\text{CoC}_2\text{O}_4$ 。反应  $\text{Co}^{2+}+\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\rightleftharpoons\text{CoC}_2\text{O}_4\downarrow+2\text{H}^+$  的平衡常数  $K$  的数值为  $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) [2024 盐城考前模拟 T16]氯化亚铜( $\text{CuCl}$ )是一种白色固体, 微溶于水, 实验室利用  $\text{NaCl}$  粉末、 $\text{CuSO}_4$  溶液、 $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液反应制取  $\text{CuCl}$  晶体, 相关装置如图所示。



①装置中发生反应生成  $\text{CuCl}$  的离子方程式是  $\underline{\hspace{10cm}}$ 。

②转化过程中还可能发生反应  $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})+2\text{HSO}_3^-+\text{Cu}^{2+}\rightleftharpoons 2\text{CuSO}_3(\text{s})+2\text{H}_2\text{O}$ , 其平衡常数  $K$  与  $K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2]$ 、 $K_{\text{sp}}(\text{CuSO}_3)$ 、 $K_{\text{a}2}(\text{H}_2\text{SO}_3)$  的代数关系式为  $K=\underline{\hspace{2cm}}$ 。

10 (1) [2024 如皋适应性考试二 T16] “浸出”时先加入稀硫酸,再加入盐酸。加盐酸时发生反应:  $\text{Ag}_2\text{SeO}_3 + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SeO}_3 + 2\text{AgCl}$ 。该反应平衡常数  $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。[已知:  $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{SeO}_3) = 1 \times 10^{-15}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 2 \times 10^{-10}$ ,  $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{SeO}_3) = 3 \times 10^{-3}$ ,  $K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{SeO}_3) = 2 \times 10^{-8}$ ]

(2) [2024 徐州一中、淮阴中学、姜堰中学联考 T14]已知: ①25 °C 时,  $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = 6.4 \times 10^{-36}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{ZnS}) = 1.6 \times 10^{-24}$ ; ②25 °C 时,  $\text{Zn}^{2+} + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$   $K = 5.0 \times 10^8$ ; ③深度除铜标准: 溶液中铜锌比  $\frac{n(\text{Cu}^{2+})}{n\{[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}\}} \leq 2.0 \times 10^{-6}$ 。 “深度

除铜”时, 当  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  加入量[用  $\frac{n(\text{实际用量})}{n(\text{理论用量})} \times 100\%$  表示]  $\geq 100\%$  时, 会发生反

应  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + \text{S}^{2-} \rightleftharpoons \text{ZnS} \downarrow + 4\text{NH}_3$ , 导致锌的回收率下降, 该反应的平衡常数  $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

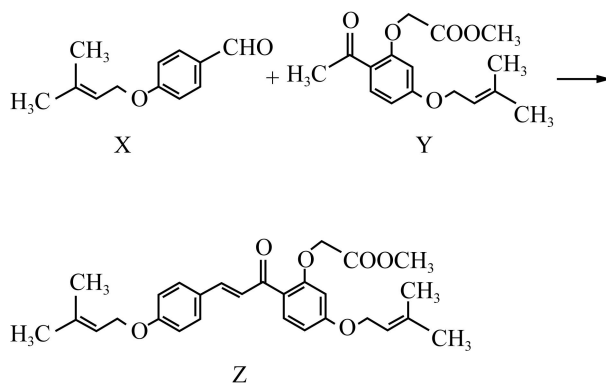
(3) [2024 扬州高邮月考]已知: 常温下, HF 的电离平衡常数  $K_{\text{a}} = 4 \times 10^{-4}$ 。在制备过程中有人认为“除钙”可以用 HF, “除钙”的反应为  $\text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{HF}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaF}_2(\text{s}) + 2\text{H}^+(\text{aq})$ , 该反应的平衡常数  $K = 1 \times 10^3$ , 则  $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(4) [2024 江苏五市十一校联考]已知: 常温下,  $K_{\text{sp}}(\text{MnS}) = 3 \times 10^{-14}$ ,  $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{S}) = 1 \times 10^{-7}$ ,  $K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{S}) = 1.2 \times 10^{-13}$ , Mn 元素浸出时, 发生反应:  $\text{MnS}(\text{s}) + 2\text{H}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{S}(\text{aq})$ , 该反应的平衡常数  $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(5) [2024 徐州期末]已知: 常温下,  $K_{\text{b}}(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 10^{-4.8}$ ,  $K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2] = 10^{-11.3}$ 。 “沉镁”时, 发生的反应为  $\text{Mg}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ , 该反应的平衡常数  $K = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

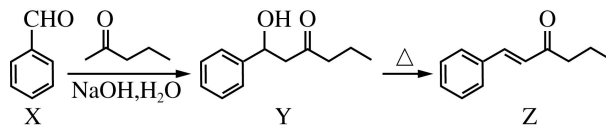
## 微主题 8 有机物的结构与性质


1 [2025 镇江期初 T9] 化合物 Z 可由 X、Y 反应制得。下列有关说法不正确的是( )



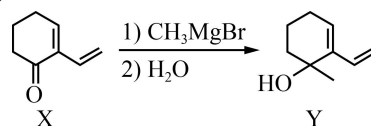
- A. X 分子中的碳原子可能处于同一平面  
B. 1 mol Y 最多能与 5 mol  $\text{H}_2$  发生加成反应  
C. X、Y 可用新制  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  鉴别  
D. Z 与足量  $\text{H}_2$  反应后的产物分子中有 6 个手性碳原子



2 [2025 南京期初 T9]抗病毒药物普拉那的部分合成路线如图。下列说法正确的是( )



- A.  $X \rightarrow Y$  的反应类型为取代反应
- B.  $X \rightarrow Y$  有副产物  生成
- C. Z 不存在顺反异构体
- D. X、Y、Z 可用银氨溶液和酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液进行鉴别

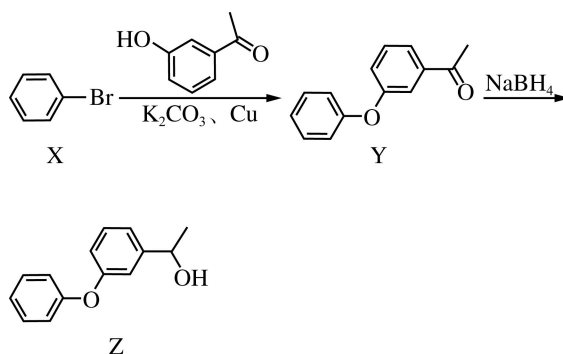
3 [2024 扬州期末 T10] 化合物 Y 是合成丹参醇的中间体，其合成路线如图所示。下列说法正确的是( )



- A. X 分子中含有手性碳原子
- B.  与  $\text{CH}_3\text{MgBr}$  反应生成 
- C. Y 与  $\text{Br}_2$  以物质的量 1 : 1 加成时可得 3 种产物
- D. X、Y 可用酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液进行鉴别

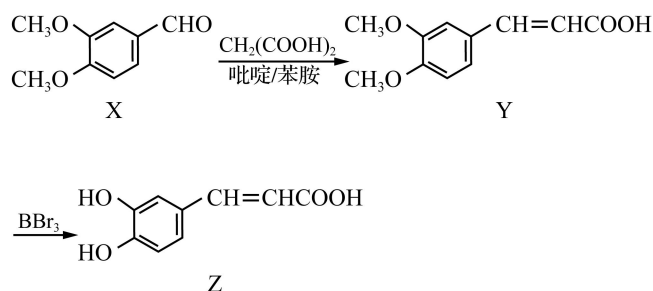


4 [2024 扬州考前模拟 T10] 化合物 Z 是合成非诺洛芬的中间体，其合成路线如图。下列说法正确的是( )



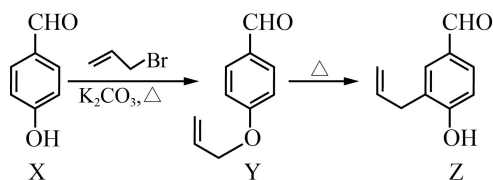
- A. X  $\rightarrow$  Y 反应中的  $\text{K}_2\text{CO}_3$  可以用  $\text{H}_2\text{CO}_3$  代替
- B. 根据 Y  $\rightarrow$  Z 的反应可知， $\text{NaBH}_4$  具有还原性
- C. Y 与足量  $\text{H}_2$  的加成产物中含有 2 个手性碳原子
- D. Y、Z 可用  $\text{FeCl}_3$  溶液进行鉴别

5 [2024 如皋适应性考试三 T9] 一种药物中间体 Z 的合成路线如图。下列说法正确的是( )



- A. X 分子中所有氧原子有可能位于同一平面
- B. Y 分子不存在顺反异构体
- C. 1 mol Z 最多能消耗 2 mol  $\text{Br}_2$
- D. 可用酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液鉴别 X 和 Y

6 [2024 苏锡常镇一调 T9] 化合物 Z 是一种有机合成中的重要中间体，其部分合成路线如下：



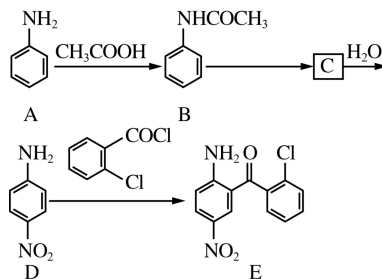
- 下列说法正确的是( )
- A. Y 与 Z 分子均存在顺反异构体
- B. 可用酸性高锰酸钾溶液鉴别 X 和 Y
- C. X、Y、Z 三种物质中，Y 在水中的溶解度最大
- D. Z 与足量  $\text{H}_2$  加成后的产物分子中有 3 个手性碳原子

Oc1ccc(O)cc1 (X)  $\xrightarrow[\text{ZnCl}_2]{\text{CH}_3\text{COOH}}$  CC(=O)c1cc(O)ccc1 (Y)  $\xrightarrow[\text{K}_2\text{CO}_3, \text{丙酮}]{\text{氯甲基甲基醚}}$  CC(=O)c1cc(OCOC)ccc1O (Z)

A. X 分子中的所有原子一定共平面  
B. Y 能发生加成、氧化和消去反应  
C. Z 与足量氢气加成后的产物分子中有 3 个手性碳原子  
D. Y 转化为 Z 的过程中, 要控制氯甲基甲醚的用量

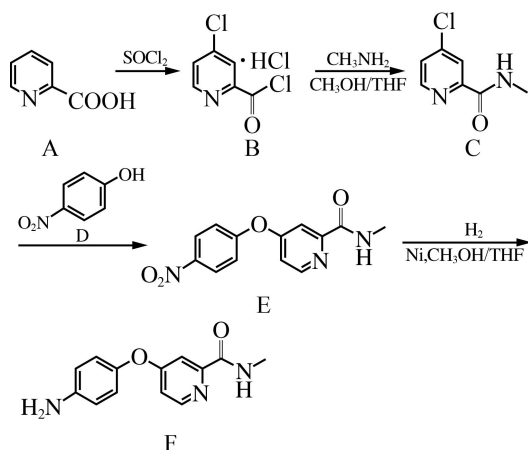
Chemical reaction scheme showing the synthesis of a cross-linked polymer network from 4-hydroxybenzaldehyde and formaldehyde (HCHO) under acidic catalysis. The product is a cyclic oligomer with multiple hydroxyl groups, which can further react to form a cross-linked structure.

9 [2024 南通期初 T15]部分有机合成路线如下:



(3) 写出同时符合下列条件的化合物 B 的一种同分异构体的结构简式：\_\_\_\_\_。氮原子的杂化轨道类型为  $sp^3$ ；分子中共有 4 种不同化学环境的氢原子，除苯环外无其他环状结构。

10 [2024 南京、盐城一模 T15]部分有机合成路线如下：



(1) 欲确定  $\text{CH}_3\text{OH}$  中存在  $\text{C—O}$  和  $\text{O—H}$  化学键，可采取的仪器分析方法为\_\_\_\_\_ (填字母)。

- A. 原子发射光谱                      B. 核磁共振氢谱  
C. 质谱                                      D. 红外光谱

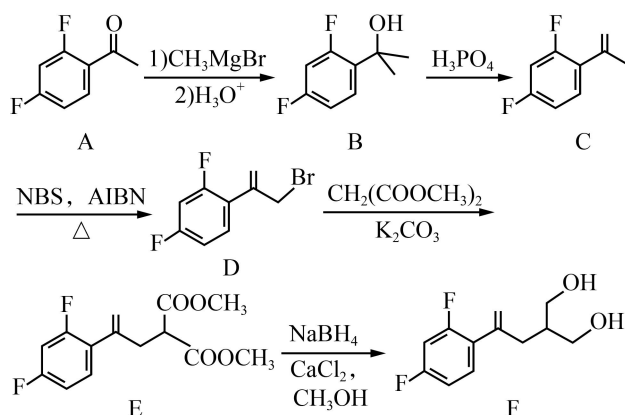
(2) C 在酸性条件下不稳定， $\text{B} \rightarrow \text{C}$  的反应中应控制  $\frac{n(\text{CH}_3\text{NH}_2)}{n(\text{B})}$  的投料比不低于\_\_\_\_\_。

(3) D 的熔点比邻硝基苯酚的\_\_\_\_\_ (填“高”“低”或“无法确定”)。

(4) F 的一种同分异构体同时满足下列条件，写出该同分异构体的结构简式：

\_\_\_\_\_。分子中所有碳原子轨道杂化类型相同；  
1 mol 该物质完全水解最多消耗 3 mol  $\text{NaOH}$ ，水解产物之一的分子中不同化学环境的氢原子个数之比为 2 : 1。

11 [2024 苏锡常镇二调 T15]有机物 F 是合成抗真菌药物泊沙康唑的重要中间体，其合成路线如下：



(1) A 中含有的官能团名称为\_\_\_\_\_。

(2)  $\text{B} \rightarrow \text{C}$  中涉及官能团转化的碳原子杂化方式由\_\_\_\_\_变为\_\_\_\_\_。

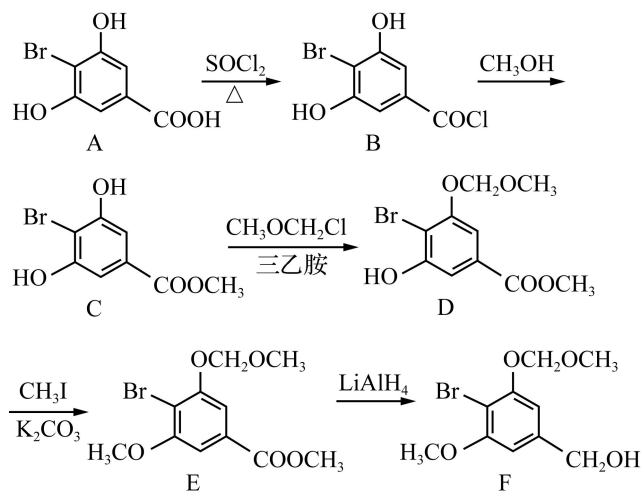
(3) 写出同时满足下列条件的 F 的一种同分异构体的结构简式：\_\_\_\_\_。

①既能与  $\text{FeCl}_3$  溶液发生显色反应，又能与银氨溶液发生银镜反应；

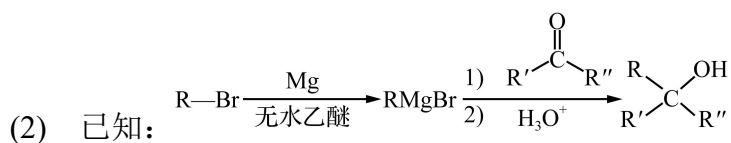
②分子中有 4 种不同化学环境的氢原子。

### 微主题 9 有机物的合成与推断

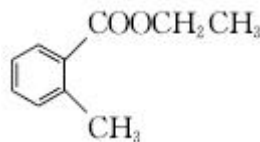
1 [2024 泰州期中 T15] 化合物 F 是合成一种天然芪类化合物的重要中间体，其合成路线如下：



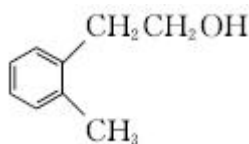
(1) C → D 的反应中有副产物 X (分子式为  $\text{C}_{12}\text{H}_{15}\text{O}_6\text{Br}$ ) 生成，写出 X 的结构简式\_\_\_\_\_。



(R 表示烃基，R' 和 R'' 表示烃基或氢)。写出以

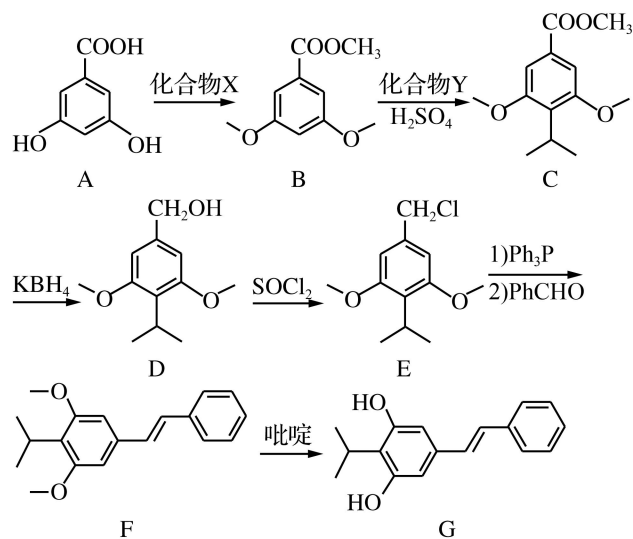


和  $\text{CH}_3\text{OH}$



为原料制备 的合成路线流程图(无机试剂和有机溶剂任用，合成路线流程图示例见本题题干)。

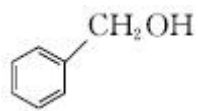
2 [2024 南京学情调研 T15] 本维莫德(G)是治疗湿疹的非激素类外用药, 其合成路线如下:

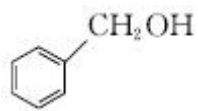
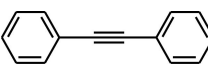


注: 其中,  $\text{—Ph}$  为苯基()。

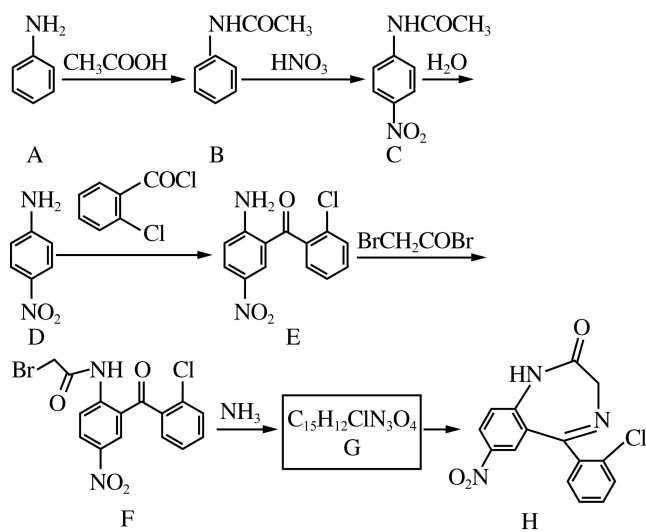
(1) X 的分子式为  $\text{C}_2\text{H}_6\text{SO}_4$ , 常用作甲基化试剂, 其结构简式为

\_\_\_\_\_。




(2) 写出以  为原料制备  的合成路线流程图(须用  $\text{Ph}_3\text{P}$ , 无机试剂和有机溶剂任用, 合成路线流程图示例见本题题干)。

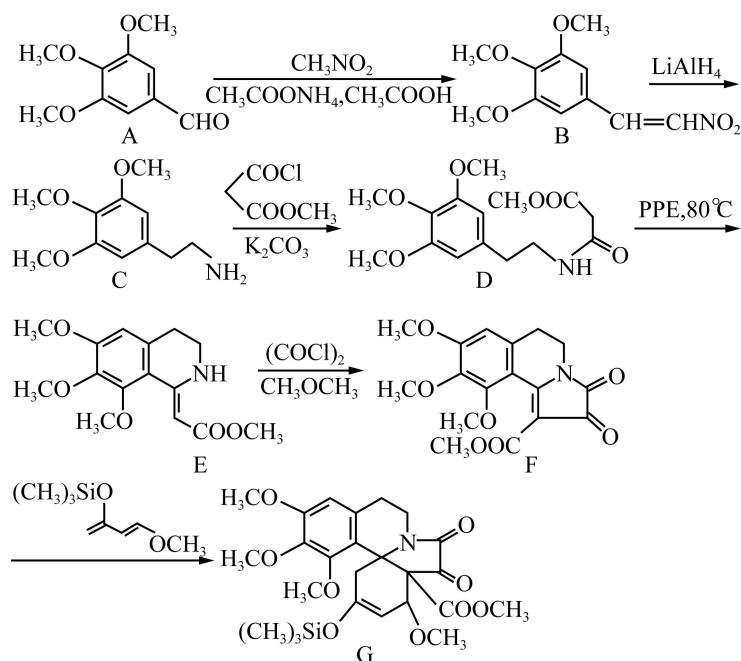
3 [2025 南通期初 T15]镇静药物 H 的人工合成路线如下：



(1) 已知  $\text{F} \rightarrow \text{G}$  的反应类型是取代反应，则化合物 G 的结构简式是\_\_\_\_\_。

(2) 写出以  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$  为原料制备  的合成路线流程图(无机试剂和有机溶剂任用，合成路线流程图示例见本题题干)。

4 [2024 如皋适应性考试二 T15] 化合物 G 是制备一种生物碱的中间体，其合成路线如下：

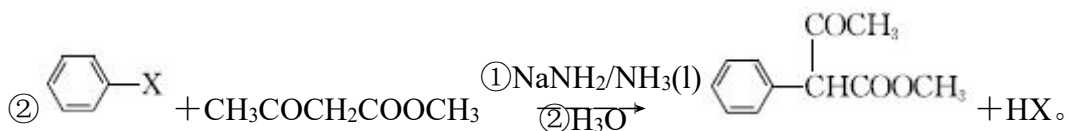


(1) 写出一种符合下列条件的 B 的同分异构体的结构简式：\_\_\_\_\_。

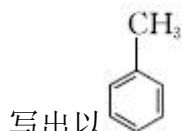
I. 与  $\text{FeCl}_3$  溶液显紫色；

II. 发生水解反应后所得有机产物有三种，酸化后一种为  $\alpha$ -氨基丙酸，另两种均含有 2 种化学环境不同的氢。

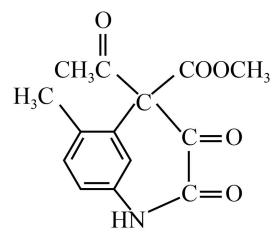
(2) 已知：① 苯环上发生取代反应时，若原有基团为  $-\text{CH}_3$ 、 $-\text{X}$  (卤素原子)，则新进入基团在其邻、对位；若原有基团为  $-\text{NO}_2$ ，则新进入基团在其间位。



③  $\text{LiAlH}_4$  可将羰基或酯基还原为醇。

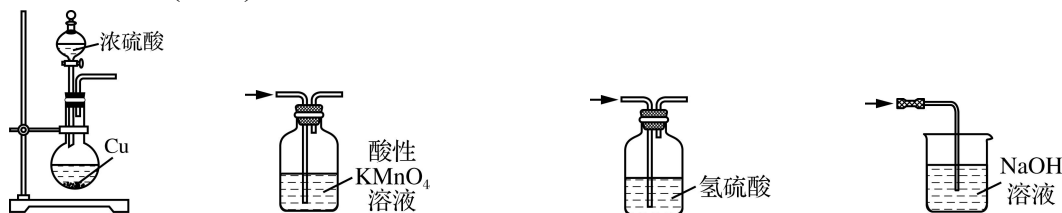


、 $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COOCH}_3$ 、 $(\text{COCl})_2$  为原料制备的合成路线流程图(无机试剂和有机溶剂任用，合成路线流程图示例见本题题干)。



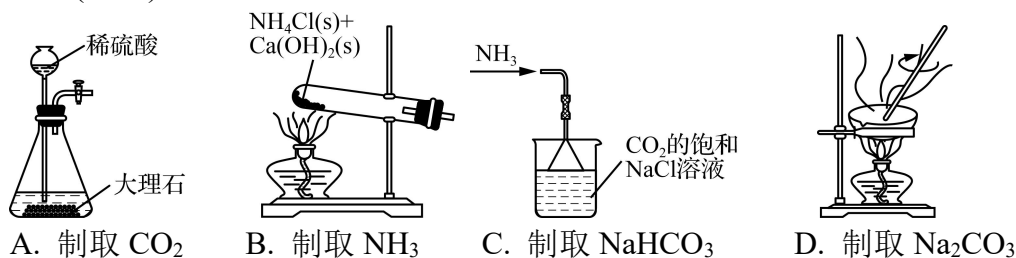
## 微主题 10 化学实验与探究

1 [2025 镇江期初 T3]实验室制备二氧化硫并探究其性质。下列相关原理和装置正确的是( )



A. 制备  $\text{SO}_2$     B. 验证  $\text{SO}_2$  的漂白性    C. 验证  $\text{SO}_2$  的还原性    D.  $\text{SO}_2$  的尾气吸收

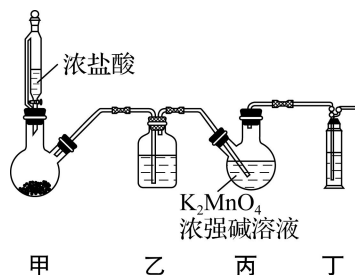
2 [2025 苏州期初 T3]实验室模拟侯氏制碱法制备  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 。下列装置与原理均正确的是( )



A. 制取  $\text{CO}_2$     B. 制取  $\text{NH}_3$     C. 制取  $\text{NaHCO}_3$     D. 制取  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

3 [2023 常州调研]实验室利用  $\text{Cl}_2$  氧化  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  来制备  $\text{KMnO}_4$ 。 $\text{K}_2\text{MnO}_4$  在浓强碱溶液中可稳定存在，碱性减弱时易发生反应  $3\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{MnO}_4^- + \text{MnO}_2 \downarrow + 4\text{OH}^-$ 。

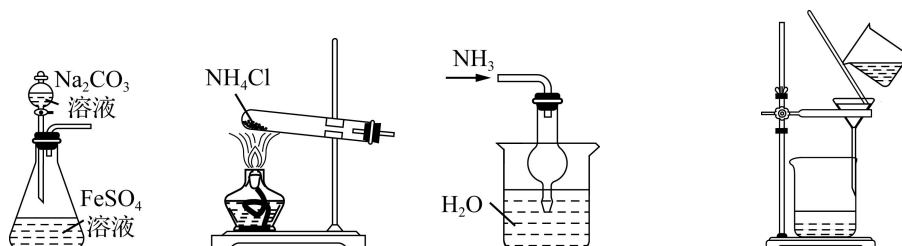
下列实验装置和操作不能达到实验目的是( )



- A. 装置甲烧瓶中加入漂白粉，仅打开滴液漏斗下端活塞即可制取  $\text{Cl}_2$   
 B. 装置乙中盛放饱和  $\text{NaCl}$  溶液，可提高  $\text{KMnO}_4$  的产率  
 C. 装置丙中可用  $\text{NaOH}$  作强碱性介质  
 D. 装置丁中加入  $\text{NaOH}$  溶液吸收尾气

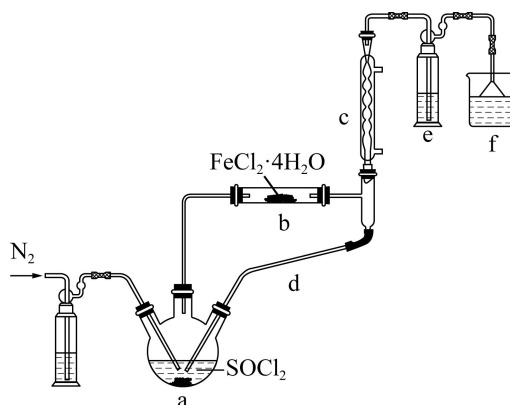


4 [2024 南通、泰州等七市二调 T3]实验室制备柠檬酸铁铵的流程如下：  
 $\text{FeCO}_3 \xrightarrow{\text{柠檬酸}} \text{柠檬酸亚铁} \xrightarrow{\text{氧化}} \text{柠檬酸铁} \xrightarrow{\text{氨水}} \text{柠檬酸铁铵} \xrightarrow{\text{过滤}} \text{柠檬酸铁铵晶体}$ 。下列实验装置或操作不能达到实验目的的是( )



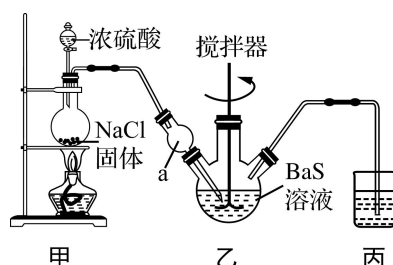
- A. 制取  $\text{FeCO}_3$     B. 制取  $\text{NH}_3$     C. 制取氨水    D. 分离出柠檬酸铁铵晶体

5 [2023 连云港调研]实验室制备无水  $\text{FeCl}_2$  的装置如图所示(加热及夹持装置略)。已知  $\text{SOCl}_2$  沸点为  $76^\circ\text{C}$ ，遇水极易反应生成两种酸性气体。下列说法错误的是( )



- A. 实验开始时通入  $\text{N}_2$  的目的是排除装置中的  $\text{O}_2$ ，防止  $\text{FeCl}_2$  被氧化  
 B. 可先给 b 加热，再用水浴加热的方式给 a 加热  
 C. 装置 c、d 的作用是冷凝回流  $\text{SOCl}_2$   
 D. 装置 e、f 的作用是吸收反应生成的  $\text{HCl}$  和  $\text{SO}_2$

6 [2023 常州期末]实验室以  $\text{BaS}$  为原料制备  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  晶体，下列说法不正确的是( )



- A. 装置乙中的 a 用于防倒吸  
 B. 装置丙用于吸收尾气中的  $\text{H}_2\text{S}$   
 C. 将  $\text{BaCl}_2$  溶液蒸发浓缩、降温结晶得到产品  
 D. 根据实验可得酸性顺序： $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HCl} > \text{H}_2\text{S}$

7 [2024 苏锡常镇二调 T11]常温下进行下列实验,根据实验操作和现象所得到的结论正确的是( )

选项	实验操作和现象	实验结论
A	将铁锈溶于浓盐酸,再滴入几滴酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液,振荡,溶液中未出现红色	铁锈中不含二价铁
B	向 $\text{FeSO}_4$ 溶液中滴加几滴新制氯水,振荡,再滴加 $\text{KSCN}$ 溶液,溶液变红	$\text{FeSO}_4$ 溶液已经变质
C	向含有 $\text{KSCN}$ 的 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入少量 $\text{K}_2\text{SO}_4$ 固体,振荡,溶液颜色未变化	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 与 $\text{KSCN}$ 的反应不可逆
D	分别向等浓度的 $\text{FeSO}_4$ 和 $\text{CuSO}_4$ 溶液中通入 $\text{H}_2\text{S}$ 气体至饱和,前者无明显现象,后者出现黑色沉淀	$K_{\text{sp}}(\text{FeS}) > K_{\text{sp}}(\text{CuS})$

8 [2025 淮安期初 T11]室温下,探究  $0.1 \text{ mol/L FeSO}_4$  溶液的性质,下列实验方案能达到探究目的的是( )

选项	探究目的	实验方案
A	$\text{Fe}^{2+}$ 能否催化 $\text{H}_2\text{O}_2$ 分解	向 $2 \text{ mL } 5\% \text{ H}_2\text{O}_2$ 溶液中滴加几滴 $\text{FeSO}_4$ 溶液,观察气泡产生情况
B	$\text{Fe}^{2+}$ 是否水解	向 $2 \text{ mL FeSO}_4$ 溶液中滴加 $2\sim 3$ 滴酚酞试液,观察溶液颜色变化
C	$\text{Fe}^{2+}$ 是否已变质	向 $2 \text{ mL FeSO}_4$ 溶液中滴加几滴新制氯水,再滴加 $\text{KSCN}$ 溶液,观察溶液颜色变化
D	$\text{Fe}^{2+}$ 是否有还原性	向 $2 \text{ mL FeSO}_4$ 溶液中滴加几滴酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液,观察溶液颜色变化

9 [2023 扬州一模]室温下进行下列实验,根据实验操作和现象所得到的结论正确的是( )

选项	实验操作和现象	结论
A	向 $20\%$ 蔗糖溶液中加入少量稀硫酸,加热;再加入银氨溶液,无明显现象	蔗糖未发生水解反应
B	向淀粉 $\text{KI}$ 溶液中滴加氯水,溶液变蓝色	氯水中含有 $\text{HClO}$
C	用 $\text{pH}$ 试纸测得: $0.1 \text{ mol/L CH}_3\text{COOH}$ 溶液与 $0.1 \text{ mol/L HCN}$ 溶液的 $\text{pH}$ 分别为 $3$ 、 $5$	$K_{\text{a}}(\text{CH}_3\text{COOH}) > K_{\text{a}}(\text{HCN})$
D	取少量待检验溶液,向其中加入少量双氧水,再滴加几滴 $\text{KSCN}$ 溶液,溶液变红	待检验溶液中含有 $\text{Fe}^{2+}$

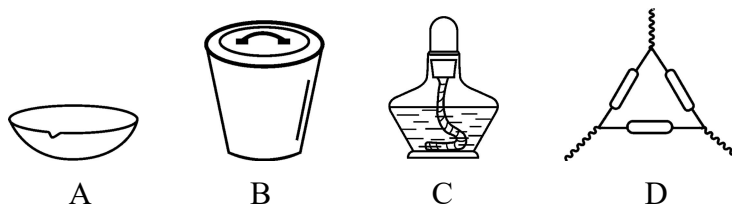
10 [2024 如皋适应性二 T9]室温下, 探究  $0.1 \text{ mol/L KClO}$  溶液的性质, 下列实验方案能达到探究目的的是( )

选项	探究目的	实验方案
A	溶液中是否含 $\text{KCl}$	用洁净的铂丝蘸取溶液在酒精灯火焰上灼烧, 透过蓝色钴玻璃观察火焰的颜色
B	$\text{ClO}^-$ 有氧化性	向淀粉-KI 试纸上滴加几滴 $\text{KClO}$ 溶液, 观察试纸颜色变化
C	比较 $\text{F}^-$ 和 $\text{ClO}^-$ 的水解能力大小	测定 $\text{KClO}$ 溶液、 $\text{KF}$ 溶液的 pH, 比较 pH 的大小
D	$\text{H}^+$ 浓度对 $\text{ClO}^-$ 氧化性的影响	向稀盐酸和浓盐酸中分别加入等量的 $\text{KClO}$ 溶液, 观察溶液颜色变化

11 [2025 南京期初 T16]实验室用海带提取碘的过程如下:

(1) 灼烧、浸取。将干海带灼烧成灰烬, 转移至烧杯中, 加水煮沸, 过滤得含  $\text{I}^-$  的溶液。

①灼烧时不会用到下列仪器中的\_\_\_\_\_ (填字母)。



②灼烧海带时用酒精浸润海带的目的是\_\_\_\_\_。

(2) 氧化。向硫酸酸化后的含  $\text{I}^-$  溶液中加入稍过量的氧化剂, 可获得含  $\text{I}_2$  溶液。

①实验表明, 相同条件下,  $\text{NaClO}$  作氧化剂时  $\text{I}_2$  的产率明显低于  $\text{H}_2\text{O}_2$  或  $\text{NaNO}_2$  作氧化剂时的产率, 其可能原因是\_\_\_\_\_。

② $\text{NaNO}_2$  氧化  $\text{I}^-$  时生成  $\text{NO}$  的离子方程式为\_\_\_\_\_。

③判断溶液中  $\text{I}^-$  是否被  $\text{NaNO}_2$  完全氧化, 补充实验方案: 取适量氧化后的溶液\_\_\_\_\_。

[实验中必须使用的试剂和设备:  $\text{NaNO}_2$  溶液、稀硫酸、淀粉溶液、 $\text{CCl}_4$ , 通风设备]。

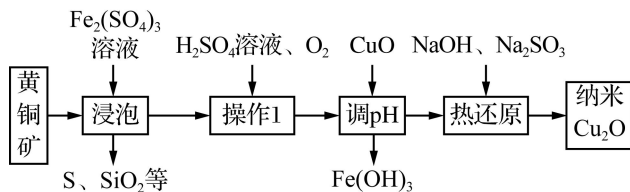
(3) 提碘。室温下,  $\text{I}_2$  微溶于水。向所得含  $\text{I}_2$  的水溶液中分多次加入  $\text{CCl}_4$  萃取后, 再向合并后的有机层中加入  $\text{NaOH}$  溶液, 振荡, 静置后分液, 向所得水层中加入硫酸溶液, 产生棕褐色沉淀, 过滤得固体  $\text{I}_2$ 。为尽可能提高固体  $\text{I}_2$  的产率, 实验过程中可采取的措施有\_\_\_\_\_。

## 增分练 拉分点突破

### 拉分点 1 陌生情境下方程式的书写

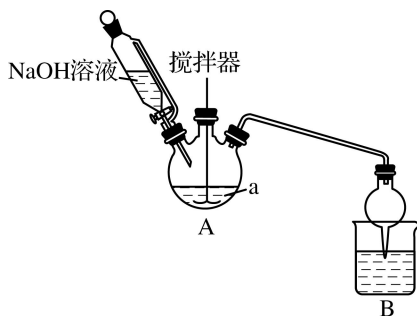
1 (1) [2025 南京学情调研 T14]回收废石油裂化催化剂(主要成分为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{La}_2\text{O}_3$  和  $\text{CeO}_2$ )可获得氧化镧( $\text{La}_2\text{O}_3$ )和二氧化铈( $\text{CeO}_2$ )。用一定浓度的盐酸和  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液浸取废催化剂,过滤得到含  $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{La}^{3+}$ 、 $\text{Ce}^{3+}$  的酸浸液。浸取时  $\text{CeO}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}_2$  反应生成  $\text{Ce}^{3+}$  的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(2) [2024 南京外国语、金陵中学、海安中学联考 T16]以黄铜矿(主要成分为  $\text{CuFeS}_2$ , 含有杂质  $\text{SiO}_2$ )为原料制取  $\text{Cu}_2\text{O}$  的一种工艺流程如图所示。

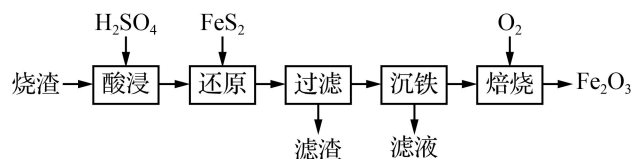


①写出“浸泡”时  $\text{CuFeS}_2$  发生反应的离子方程式:\_\_\_\_\_。

②“热还原”时,将新制  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液和  $\text{CuSO}_4$  溶液按一定量混合,加热至  $90\text{ }^\circ\text{C}$  并不断搅拌反应得到  $\text{Cu}_2\text{O}$  粉末。制备装置如图所示。反应时 A 装置原料反应配比为  $n(\text{Na}_2\text{SO}_3):n(\text{CuSO}_4)=3:2$ , B 装置的作用是吸收反应产生的酸性气体,防止污染环境, A 装置中反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。



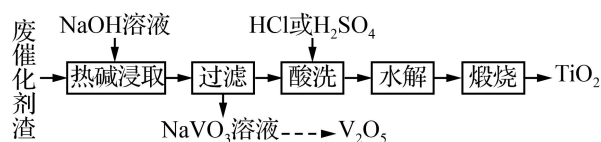
2 (1) 以硫酸厂烧渣(主要成分为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ )为原料,制备软磁性材料  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的工艺流程可表示如下:



①还原。酸性条件下,  $\text{FeS}_2$  中的硫元素被  $\text{Fe}^{3+}$  氧化为+6 价, 发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

②沉铁。将提纯后的  $\text{FeSO}_4$  溶液与氨水  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  混合溶液反应, 生成  $\text{FeCO}_3$  沉淀。生成  $\text{FeCO}_3$  沉淀的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(2) [2023 南通调研]碱溶法回收  $\text{TiO}_2$  和  $\text{V}_2\text{O}_5$ , 部分工艺流程如图。“酸洗”时,  $\text{Na}_2\text{Ti}_3\text{O}_7$  转化为  $\text{TiOCl}_2$  或  $\text{TiOSO}_4$ ; “水解”后得到  $\text{H}_2\text{TiO}_3$ 。写出“热碱浸取”时  $\text{TiO}_2$  发生反应的离子方程式:\_\_\_\_\_。

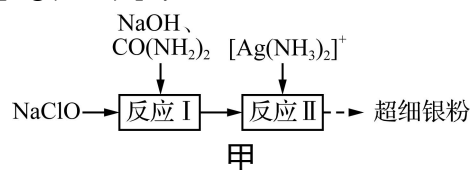


3 (1) [2024 苏锡常镇二调 T16]磷矿脱镁废液中主要含  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  及少量  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ 。向废液中加入  $\text{NaOH}$  溶液调节 pH 为 4.5, 可达到  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Al}^{3+}$  的最佳沉淀效果。其中  $\text{Ca}^{2+}$  转化为  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  的离子方程式为\_\_\_\_\_。

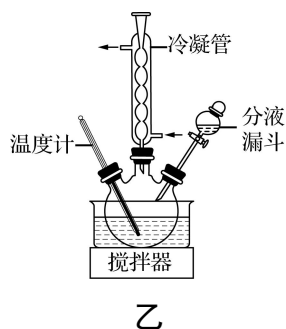
(2) ①酸性条件下,  $\text{MnO}_2$  与有机物( $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ )发生反应生成  $\text{CO}_2$  的离子方程式为\_\_\_\_\_。

②取 25.00 mL 溶液于碘量瓶中, 加热至沸腾后, 加适量  $\text{NaOH}$  溶液, 生成  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  沉淀。冷却后, 加足量  $\text{H}_2\text{O}_2$  至沉淀完全转化为  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ 。 $\text{Cr}(\text{OH})_3$  与  $\text{H}_2\text{O}_2$  反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

4 [2023 盐城三模] $\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$  易溶于水、有强还原性，一般被氧化为  $\text{N}_2$ 。 $\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$  处理碱性银氨  $\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\}$  溶液获得超细银粉的工艺流程如图甲所示。



(1) 合成水合肼：将一定量的  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  和  $\text{NaOH}$  混合溶液，加入三颈瓶中(装置如图乙所示)， $40\text{ }^\circ\text{C}$  以下通过分液漏斗缓慢滴加  $\text{NaClO}$  溶液反应一段时间后，再迅速升温至  $110\text{ }^\circ\text{C}$  继续反应。反应 I 制备水合肼的化学方程式为\_\_\_\_\_。



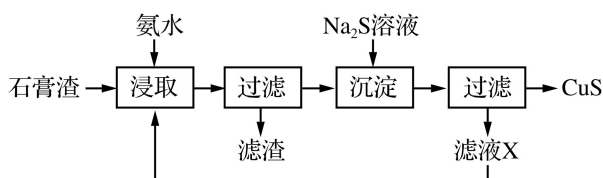
(2) 制备超细银粉：在水合肼溶液中逐滴加入新制的银氨溶液，控制  $20\text{ }^\circ\text{C}$  充分反应。水合肼还原银氨溶液的离子方程式为\_\_\_\_\_。

5 (1) [2024 苏州期中 T14]工业上利用  $\text{FeS}$  和  $\text{NaClO}$  等物质处理含砷酸性废水[砷主要以  $\text{H}_3\text{AsO}_3$ (三元弱酸)形式存在], 步骤如下。已知:  $\text{As}_2\text{S}_3(\text{s}) + 3\text{S}^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons 2\text{AsS}_3^{3-}(\text{aq})$ 。

①沉砷、碱浸: 向该含砷酸性废水中加入  $\text{FeS}$ , 将  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  转化为  $\text{As}_2\text{S}_3$  沉淀。过滤后向滤渣中加入足量  $\text{NaOH}$  溶液, 发生反应  $\text{As}_2\text{S}_3 + 6\text{NaOH} = \text{Na}_3\text{AsO}_3 + \text{Na}_3\text{AsS}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 。沉砷过程的离子方程式为\_\_\_\_\_。

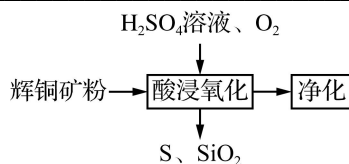
②氧化脱硫: 碱浸后的滤液中加入  $\text{NaClO}$ 。写出  $\text{NaClO}$  氧化  $\text{Na}_3\text{AsS}_3$  生成硫单质和  $\text{Na}_3\text{AsO}_4$  的化学方程式:\_\_\_\_\_。

(2) [2023 南京二模] $\text{CuS}$  是一种重要的 P 型半导体材料。以一种石膏渣[含  $\text{CaSO}_4$  及少量  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Zn}(\text{OH})_2$  等]为原料制备  $\text{CuS}$  的实验流程如下:

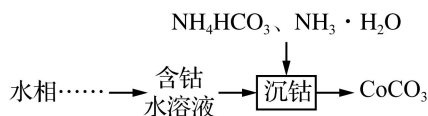


已知: 常温下,  $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = 1.27 \times 10^{-36}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{ZnS}) = 1.2 \times 10^{-23}$ 。“浸取”时, 生成  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  与  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  等。 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4$  参加反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(3) [2024 泰州中学模拟 T16]实验室以辉铜矿粉(含  $\text{Cu}_2\text{S}$  及少量的  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )为原料制备  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  晶体, 再制备  $\text{Cu}_2\text{O}$ , 部分工艺流程如图所示。“酸浸氧化”的温度为  $80^\circ\text{C}$ ,  $\text{O}_2$  氧化  $\text{Cu}_2\text{S}$  的化学方程式为\_\_\_\_\_。



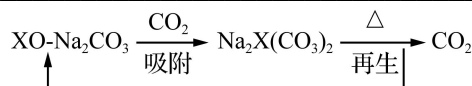
(4) [2024 南京六校联合体期末 T14]以  $\text{Al}_2\text{O}_3$  为载体的钴钼废催化剂中含  $\text{CoS}$ 、 $\text{MoS}_2$  及少量  $\text{Fe}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{Ca}$  等元素的物质, 经系列处理可制取  $\text{CoCO}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ , 部分工艺流程如图所示。“沉钴”时, 其离子方程式为\_\_\_\_\_。



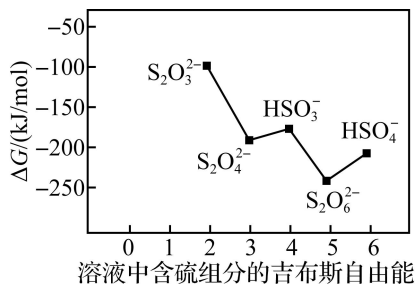
6 (1) [2024 泰州中学模拟 T14]某电镀厂的酸性废液中含  $\text{CN}^-$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$  等离子，须处理后排放。向废液中加入熟石灰调节 pH，再加入  $\text{NaClO}$  溶液，可将  $\text{CN}^-$  氧化为  $\text{N}_2$  和  $\text{HCO}_3^-$ ，其离子方程式为\_\_\_\_\_。

(2) [2024 徐州考前打靶 T14]三氯化钌( $\text{RuCl}_3$ )是重要的化工原料，广泛用于电子工业，加热时可分解。从炭载  $\text{Co-Ru-Al}_2\text{O}_3$  催化剂废料中制备  $\text{RuCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。“预处理”：先将炭载钌废催化剂直接焙烧，再加入  $\text{NaOH}$  和  $\text{NaNO}_3$  继续焙烧。“还原”：将预处理后的固体加水溶解过滤，向滤液中加入乙醇与  $\text{Na}_2\text{RuO}_4$  反应生成  $\text{CH}_3\text{CHO}$  和  $\text{Ru}(\text{OH})_4$  沉淀，该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(3) [2024 南京、盐城期末 T17] $\text{XO}$  基掺杂  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  形成  $\text{XO-Na}_2\text{CO}_3$  ( $\text{X}=\text{Mg}$ 、 $\text{Ca}$ 、 $\text{Cd}$  等)，能用于捕获  $\text{CO}_2$ ，原理如图所示。已知阳离子电荷数越高、半径越小，阴离子越易受其影响而分解。 $\text{X}=\text{Ca}$  时，再生的化学方程式为\_\_\_\_\_。



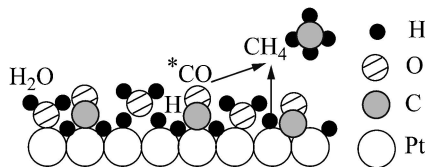
(4) [2024 如东中学、如东一高等四校学情调研 T16]已知：① $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  在水溶液可以发生歧化反应(只有 S 元素化合价的升降)，受热易分解。②生成物的  $\Delta G$  越大，表示在该条件下转化成该物质的可能性较大。溶液中部分含硫组分的  $\Delta G$  如图所示。 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  在水溶液中发生歧化反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。





## 拉分点2 微观机理 多角度认识催化剂

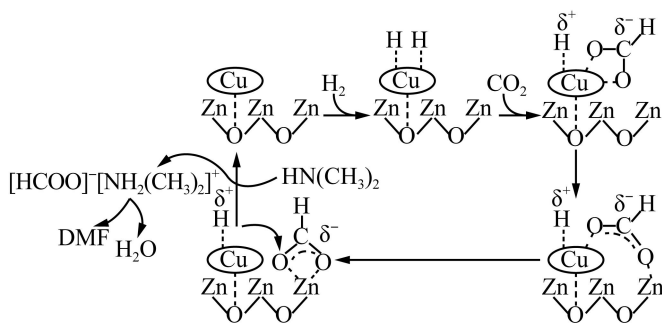
1 [2024 苏州期中 T10]利用  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  组成原电池，在 Pt 电极的催化下可以生成甲烷，总反应为  $\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) = \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。装置中正、负极之间采用质子交换膜分隔，在电极上  $\text{CO}_2$  先转化为  $^*\text{CO}$  吸附在催化剂表面，随后生成甲烷，部分机理如图所示。下列说法正确的是( )



- A. 总反应的平衡常数表达式为  $K = \frac{c(\text{CH}_4) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}{c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{H}_2)}$
- B. 正极获得 CO 的电极反应式:  $2\text{H}^+ + \text{CO}_2 - 2\text{e}^- = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$
- C. 气体中  $\text{CO}_2$  的浓度越高，越利于甲烷的生成
- D. 在催化剂表面生成  $\text{CH}_4$  的方程式:  $^*\text{CO} + 6\text{H} = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$

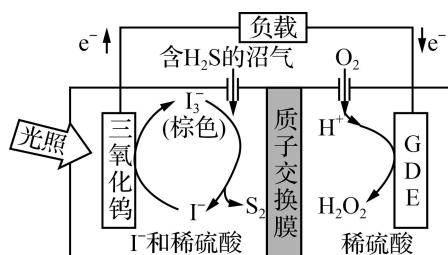
2 [2024 徐州考前打靶 T10]Cu/ZnO 催化  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2$  与二甲胺反应合成

DMF( $\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{N}(\text{CH}_3)_2$ )的可能机理如图所示。下列说法不正确的是( )



- A. 反应过程中有非极性键的断裂和极性键的形成
- B. 反应过程中可能有甲酸生成
- C.  $\text{CO}_2$ 、 $\text{D}_2$  与二甲胺反应可能生成 HDO
- D. 催化剂 Cu/ZnO 降低了反应的活化能和焓变

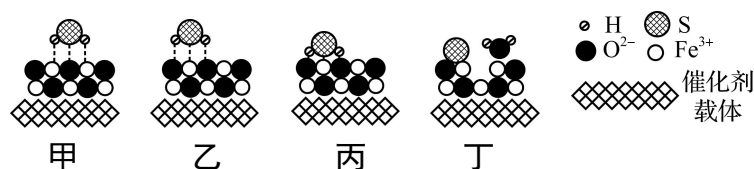
3 [2023 苏锡常镇二调](1) 光电催化法。某光电催化法脱除  $\text{H}_2\text{S}$  的原理如图所示。



①光电催化法脱除  $\text{H}_2\text{S}$  的离子方程式为\_\_\_\_\_。

②受热分解法脱除  $\text{H}_2\text{S}$  的总反应为  $2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) = \text{CS}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g})$   $\Delta H_3 = +233.5 \text{ kJ/mol}$ 。与受热分解法相比，光电催化法的优点是\_\_\_\_\_。

(2) 催化重整法。  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  可以用作脱除  $\text{H}_2\text{S}$  的催化剂，脱除过程如下图所示。

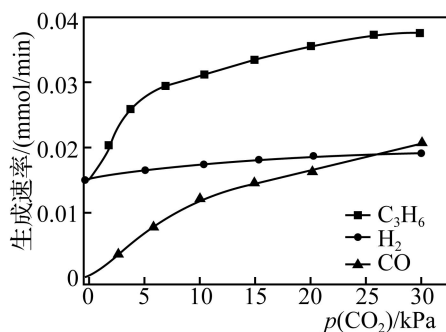


①  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  脱除  $\text{H}_2\text{S}$  时需先进行吸附。利用如图乙方式进行吸附，比如图甲的吸附能力强的原因是\_\_\_\_\_。

②脱除一段时间后，催化剂的活性降低，原因是\_\_\_\_\_。

4 [2024 扬州期中 T17](1) 有研究者认为  $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$   $\Delta H = +170.2 \text{ kJ/mol}$  的反应机理有两种。机理 I 被称为“一步法”， $\text{C}_3\text{H}_8$  与催化剂表面的 O 原子结合生成  $\text{C}_3\text{H}_6$  和  $\text{H}_2\text{O}$ ，同时  $\text{CO}_2$  为催化剂表面补充 O 原子，并释放出  $\text{CO}$ 。机理 II 被称为“两步法”， $\text{CO}_2$  仅参与第二步反应。恒压时在某催化剂的作用下， $\text{CO}_2$  分压对  $\text{C}_3\text{H}_8$  脱氢速率的影响如图所示。已知： $p_{\text{分压}}(\text{CO}_2)$

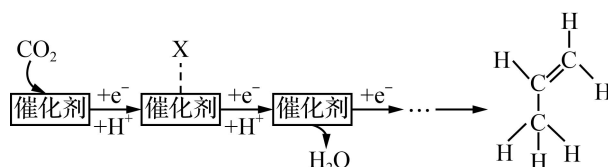
$$= \frac{n(\text{CO}_2)}{n_{\text{总}}(\text{气体})} \times p_{\text{总压}}$$



①  $\text{C}_3\text{H}_8$  结合催化剂  $\text{Cr}_x\text{O}_y$  表面的 O 原子后，Cr 元素化合价将\_\_\_\_\_（填“升高”“降低”或“不变”）。

② 上图中发生的过程可用机理\_\_\_\_\_（填“I”或“II”）解释，写出过程中的化学方程式：\_\_\_\_\_。

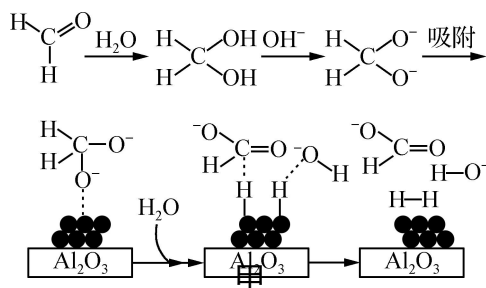
(2) 电催化还原  $\text{CO}_2$  可实现常温常压下高效制备  $\text{C}_3\text{H}_6$ 。部分反应机理如图所示。 $\text{CO}_2$  转化为  $\text{C}_3\text{H}_6$  的电极反应式为\_\_\_\_\_。  
X 的结构为\_\_\_\_\_（画出其中的共价键和未成对电子）。



5 [2024 苏锡常镇一调]甲醛释氢对氢能源和含甲醛污水处理有重要意义。

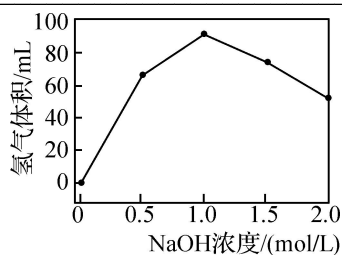
(1) HCHO 水化释氢。45 °C 时，碱性条件下，Ag 作催化剂可将甲醛转化为 H<sub>2</sub>，反应的机理如图甲所示。使用时将纳米 Ag 颗粒负载在 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 表面以防止纳米 Ag 团聚。其他条件不变，反应相同时间，NaOH 浓度对氢气产生快慢的影响如图乙所示。

已知：甲醛在碱性条件下会发生副反应  $2\text{HCHO} + \text{NaOH} = \text{HCOONa} + \text{CH}_3\text{OH}$ 。



①若将甲醛中的氢用 D 原子标记为 DCDO，得到的氢气产物为\_\_\_\_\_（填化学式）。

②NaOH 浓度低于 1 mol/L 时，NaOH 浓度增大产生氢气会加快的原因是\_\_\_\_\_

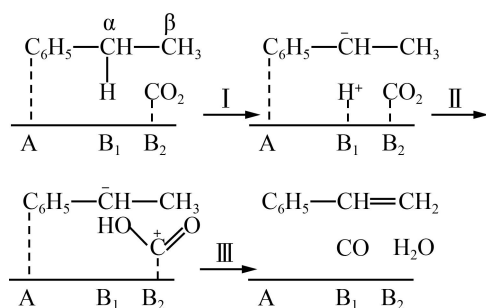


乙

③若 NaOH 浓度过大，H<sub>2</sub> 的产生迅速减慢的原因可能是\_\_\_\_\_

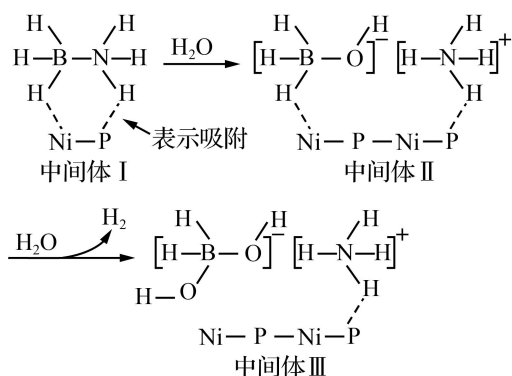
(2) 甲烷与水在催化剂作用下可产生氢气与碳氧化物，与甲烷水化法制氢气相比，甲醛制氢的优点有\_\_\_\_\_

6 (1) [2023 南京、盐城二模]CO<sub>2</sub>用于制备苯乙烯有助于实现“碳中和”。在催化剂 X 作用下，CO<sub>2</sub>参与反应的机理如图所示（α、β表示乙苯分子中 C 或 H 原子的位置；A、B 为催化剂的活性位点，其中 A 位点带部分正电荷，B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub> 位点带部分负电荷）。根据元素电负性的变化规律，如图甲所示的反应机理中步骤 I 和步骤 II 可描述为\_\_\_\_\_。



甲

(2) [2023 南通调研]一种镍磷化合物催化氨硼烷水解制氢的可能机理如图乙所示。

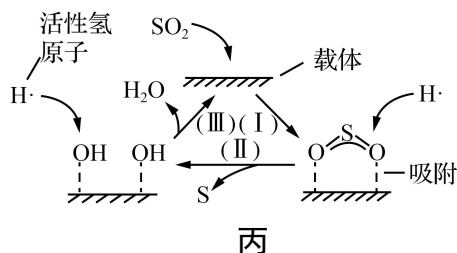


乙

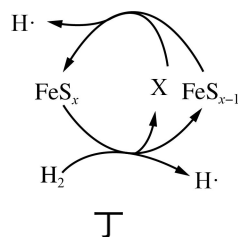
① “中间体 I ” 中 B、N 上所连 H 分别吸附在 Ni 和 P 上的原因是\_\_\_\_\_。

② “中间体 III ” 可以进一步水解，则氨硼烷水解最终所得含硼化合物的化学式为\_\_\_\_\_。

(3) [2023 南通如皋适应性考试二]一种以 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 为催化剂载体、FeS<sub>2</sub> 为催化剂的 H<sub>2</sub> 还原烟气中 SO<sub>2</sub> 制 S 的反应机理如图丙和图丁所示。



丙



丁

①图丙中所示转化可以描述为\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_。

②图丁中 X 的电子式为\_\_\_\_\_。

拉分点 3 描述实验操作、补充实验方案

1 [2025 南通开学考 T16] $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  是制备负载型活性铁催化剂的主要原料。某实验小组用表面有油脂的废铁屑来制备  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。

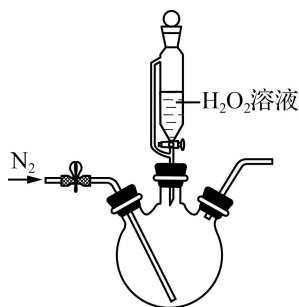
(1) 制备  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。废铁屑经  $\text{NaOH}$  溶液处理后，加稀硫酸及  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  饱和溶液，加热浓缩，冷却结晶，得  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  晶体。

①  $\text{NaOH}$  溶液的作用是\_\_\_\_\_。

② 加热浓缩前，检验溶液中是否含  $\text{Fe}^{3+}$  的实验方法是\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_。

(2) 制备  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。将  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  加入如图所示的三颈烧瓶中（部分仪器略去），加入饱和  $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液，维持温度在  $40\text{ }^\circ\text{C}$  左右，缓缓滴加过量  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液，滴加完后，加热溶液至微沸状态持续  $1\text{ min}$ 。冷却后，加入  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液，浓缩结晶得到  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 。

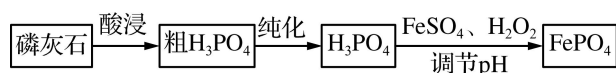


① 实验过程中持续通入  $\text{N}_2$  的目的是\_\_\_\_\_。

② 先维持温度在  $40\text{ }^\circ\text{C}$  左右，后加热至微沸，其主要目的是\_\_\_\_\_。

\_\_\_\_\_。

2 [2024 金陵中学、海安中学期中 T16]制备锂离子电池的正极材料的前体  $\text{FePO}_4$  的一种流程如下:



资料: i. 磷灰石的主要成分是  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ ;

ii.  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  可溶于水,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  微溶于水;

iii.  $K_{\text{sp}}(\text{FePO}_4) = 1.3 \times 10^{-22}$ 。

(1) 酸浸制粗  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 。

用  $\text{H}_3\text{PO}_4$  溶液、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液浸取磷灰石生成  $\text{HF}$ 、 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 。

①加入  $\text{H}_3\text{PO}_4$  溶液、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液的顺序为\_\_\_\_\_。

②写出该反应的化学方程式:\_\_\_\_\_。

③“酸浸”时能否用浓盐酸代替硫酸?\_\_\_\_\_。

(判断并说明理由)。

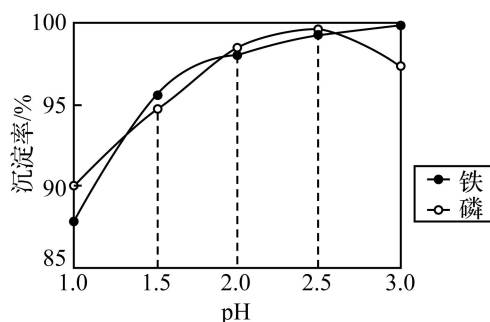
(2) 纯化制备  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 。

已知纯磷酸(熔点为  $42^\circ\text{C}$ , 沸点为  $261^\circ\text{C}$ ), 高于  $100^\circ\text{C}$  时会脱水生成焦磷酸。则由 85% 的粗磷酸纯化制纯磷酸的实验操作为\_\_\_\_\_。

(3) 制备  $\text{FePO}_4$ 。

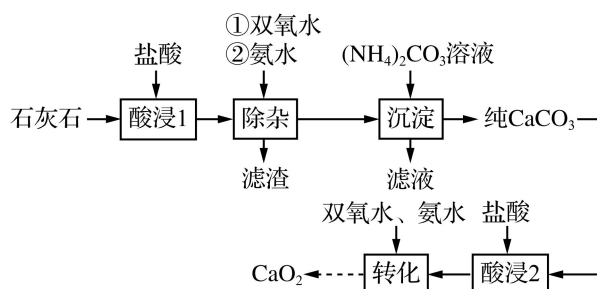
已知: 制备  $\text{FePO}_4$  反应原理为  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{Na}_2\text{HPO}_4 = 2\text{FePO}_4 \downarrow + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ , 不同 pH 对磷酸铁沉淀的影响如图所示。请补充以酸性  $\text{FeSO}_4$  (含少量  $\text{Al}^{3+}$ ) 的溶液制备较纯净的  $\text{FePO}_4$  的实验方案: 取一定量  $\text{FeSO}_4$  溶液, \_\_\_\_\_。

固体干燥, 得到  $\text{FePO}_4$ 。(须使用的试剂:  $1\text{ mol/L NaOH}$  溶液、 $1\text{ mol/L H}_2\text{SO}_4$  溶液、 $1\text{ mol/L Na}_2\text{HPO}_4$  溶液、3%  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液、 $\text{BaCl}_2$  溶液)





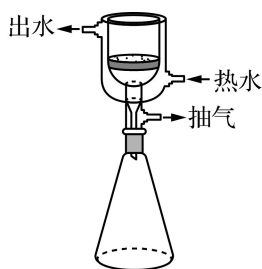
3 [2024 南京、盐城一模 T16]过氧化钙( $\text{CaO}_2$ )微溶于水、溶于酸,是一种用途广泛的化工产品。以石灰石(含有少量铁、硅的氧化物)为原料制备  $\text{CaO}_2$  的实验流程如下:



已知: ①双氧水( $\text{H}_2\text{O}_2$ )在弱酸性或中性条件下性质较稳定,在碱性条件下不稳定; ②273 K 时,  $\text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaO}_2(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \quad \Delta H = +62.2 \text{ kJ/mol}$ 。

(1) 判断“酸浸 1”完成的标志是\_\_\_\_\_。

(2) “除杂”时,待充分反应后将溶液煮沸并趁热过滤,“滤渣”的主要成分为\_\_\_\_\_;相比普通过滤装置,使用如图所示的热抽滤装置的优点是\_\_\_\_\_。



(3) “转化”需在冰水浴中进行,生成  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  晶体的离子方程式为\_\_\_\_\_;  
 $\text{CaCl}_2$  与  $\text{H}_2\text{O}_2$  直接反应不易发生,制备时加入适量氨水有利于  $\text{CaO}_2$  生成,其可能原因为\_\_\_\_\_。

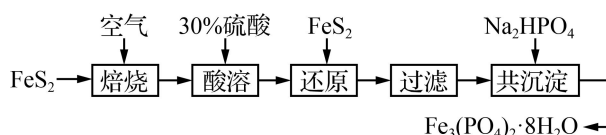
(4) 测定产品中  $\text{CaO}_2$  含量。高锰酸钾滴定法原理为在酸性条件下,  $\text{CaO}_2$  与稀酸反应生成  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,用标准酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液滴定所生成的  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,以确定  $\text{CaO}_2$  含量。下列关于滴定分析的说法不正确的是\_\_\_\_\_ (填字母)。

- A. 滴定时应一直观察滴定管中溶液体积的变化
- B. 当滴入半滴酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液后,溶液颜色从无色刚好变为浅红色,且半分钟内不变色,表示已经到达滴定终点
- C. 滴定前滴定管尖嘴内有气泡,滴定后尖嘴内无气泡,则测定结果偏小
- D. 读取  $\text{KMnO}_4$  溶液体积时,滴定前俯视读数,滴定后仰视读数,则测定结果偏大

(5) 以电石渣[主要成分为  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 还含有少量  $\text{SiO}_2$  等杂质]为原料也可制备  $\text{CaO}_2$ , 设计制备  $\text{CaO}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  晶体的实验方案: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (须使用的试剂:  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液、 $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液、冰水)。

4 I. [2024 南通、泰州等七市二调 T16] 实验室以  $\text{FeS}_2$  为原料制备磷酸亚铁晶体  $[\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}]$ , 其部分实验过程如下:



(1) 将一定体积 98% 的浓硫酸稀释为 200 mL 30% 的硫酸, 除量筒外, 还必须使用的玻璃仪器有 \_\_\_\_\_。

(2) 检验“还原”已完全的实验操作为 \_\_\_\_\_。

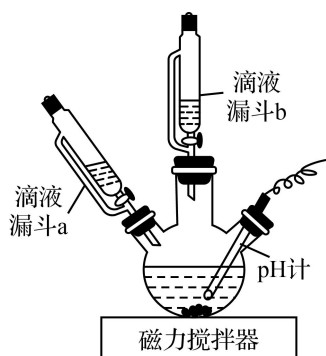
(3) 向过滤后的滤液中加入  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , 并用  $\text{CH}_3\text{COONa}$  或氨水调节溶液 pH, “共沉淀”生成  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ 。

①若使用  $\text{CH}_3\text{COONa}$  调节溶液 pH, “共沉淀”反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

②不使用  $\text{NaOH}$  调节溶液 pH 的原因是 \_\_\_\_\_。

③补充完整利用如图所示装置 (夹持装置已略去) 制取  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  的实验方案: 向三颈烧瓶中加入抗坏血酸溶液, \_\_\_\_\_ 至混合液  $\text{pH} \approx 4$ , \_\_\_\_\_,

充分搅拌一段时间, 过滤, 洗涤固体, 真空干燥 (已知: 所用抗坏血酸溶液  $\text{pH} = 2.8$ , 当溶液 pH 控制在 4~6 之间时, 所得晶体质量最好。恒压滴液漏斗 a、b 中分别盛放  $\text{FeSO}_4$  溶液和  $\text{CH}_3\text{COONa}-\text{Na}_2\text{HPO}_4$  混合液)。



II. [2024 苏锡常镇一调 T16]请补充完整由  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  溶液制取  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  的实验方案：向  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  溶液中，

\_\_\_\_\_，

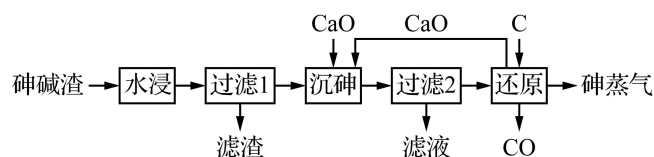
静置过滤，洗涤，灼烧得到  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ （可选用的仪器与药品： $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、稀硫酸、 $\text{NaOH}$  溶液）。

已知：① $\text{Cr(VI)}$ 在酸性条件下主要以  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ （橙红色）的形式存在， $\text{pH}$  增大转化为  $\text{CrO}_4^{2-}$ （黄色）。 $\text{pH}=1\sim 4$ ， $\text{Cr(VI)}$ 较易还原生成  $\text{Cr}^{3+}$ （绿色）。

② $\text{pH}>5$  时  $\text{Cr}^{3+}$ 完全转化为  $\text{Cr(OH)}_3$ ， $\text{pH}>8$  时  $\text{Cr(OH)}_3$ 开始转化为  $\text{Cr(OH)}_4^-$ 。

#### 拉分点 4 归因解释、过程评价

1 [2024 扬州期中 T15]回收锑冶炼厂的砷碱渣中砷的过程可表示如下：

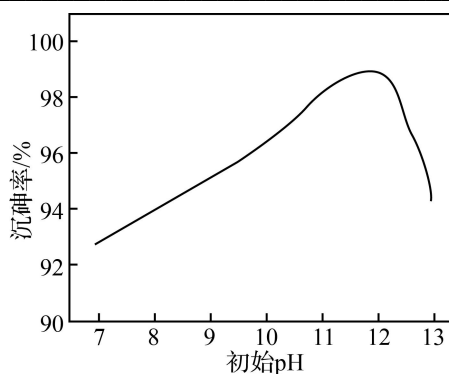


已知：①砷碱渣主要含  $\text{Na}_3\text{AsO}_4$ 、 $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ 、 $\text{SiO}_2$  及少量砷的硫化物；

②25  $^{\circ}\text{C}$  时， $K_{a1}(\text{H}_3\text{AsO}_4)=6\times 10^{-3}$ 、 $K_a[\text{HSb}(\text{OH})_6]=2.8\times 10^{-3}$ 。

(1) “水浸”后所得溶液呈碱性，其原因可能是\_\_\_\_\_。

(2) “沉砷”过程发生反应： $3\text{AsO}_4^{3-}(\text{aq})+5\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})\rightleftharpoons\text{Ca}_5(\text{AsO}_4)_3(\text{s})+9\text{OH}^{-}(\text{aq})$ 。在常温下，调节“过滤 1”所得滤液的 pH，沉砷率与滤液初始 pH 的关系如图所示。pH<12 时，沉砷率随 pH 增大而增大的原因可能是\_\_\_\_\_。



(3) 硫代锑酸钠( $\text{Na}_3\text{SbS}_4$ )易溶于水，在碱性溶液中较稳定。

① “过滤 2”所得滤液中加入  $\text{Na}_2\text{S}$  可以将  $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$  转化为  $\text{Na}_3\text{SbS}_4$ ，该反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

② $\text{Na}_2\text{S}$  须过量，原因是\_\_\_\_\_。



4 [2023 南京、盐城二模]利用“乙苯脱氢反应”可制备苯乙烯：  
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = a \text{ kJ/mol}$ 。保持气体总压不变，原料气按以下 A、B、C 三种投料方式进行：

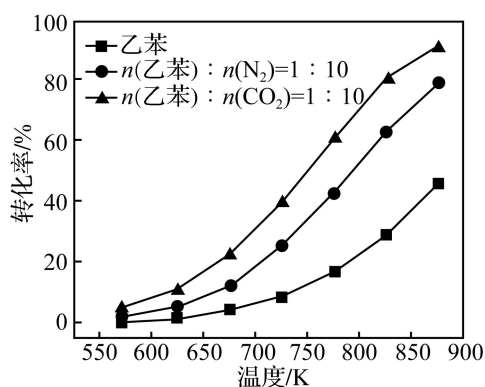
A. 乙苯

B.  $n(\text{乙苯}) : n(\text{N}_2) = 1 : 10$

C.  $n(\text{乙苯}) : n(\text{CO}_2) = 1 : 10$

三种投料分别达到平衡时，乙苯转化为苯乙烯的转化率

$\left[ \frac{n(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{CH}_2)}{n_{\text{总}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5)} \times 100\% \right]$  与温度的关系如图所示。



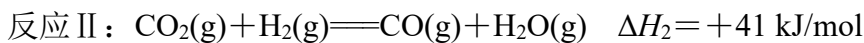
(1)  $a$  \_\_\_\_\_ (填“>”“<”或“不能确定”) 0。

(2) 相同温度下，投料方式 B 乙苯的平衡转化率比投料方式 A 的高，其原因是\_\_\_\_\_。

(3) 相同温度下，投料方式 C 乙苯的平衡转化率比投料方式 B 的高，其可能原因是\_\_\_\_\_。

(4) 工业上利用“乙苯脱氢反应”生产苯乙烯时，会产生少量积碳。使用相同条件下的水蒸气代替  $\text{N}_2$ ，可较长时间内保持催化剂的催化活性，其原因是\_\_\_\_\_。

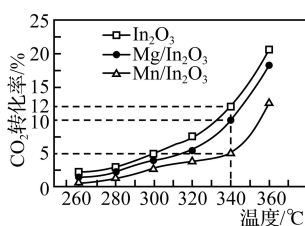
5 (1) [2024 南京、盐城期末 T17] 催化剂作用下，以  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  为原料合成  $\text{CH}_3\text{OH}$ ，主要反应：



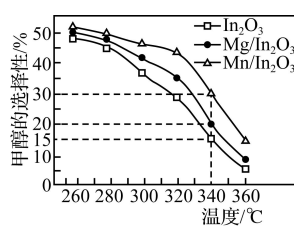
保持压强 3 MPa，将起始  $n(\text{CO}_2) : n(\text{H}_2) = 1 : 3$  的混合气体匀速通过装有催化

剂的反应管，测得出口处  $\text{CO}_2$  的转化率和甲醇的选择性  $\left[ \frac{n_{\text{生成}}(\text{CH}_3\text{OH})}{n_{\text{转化}}(\text{CO}_2)} \times 100\% \right]$  与

温度的关系如图甲、乙。随着温度的升高， $\text{CO}_2$  转化率增大、但甲醇选择性降低的原因是\_\_\_\_\_。



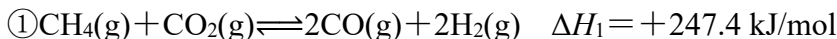
甲



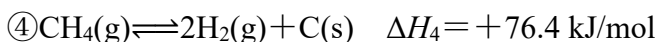
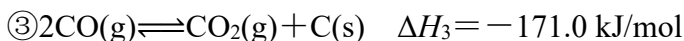
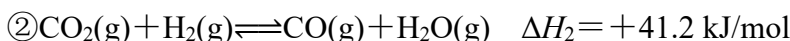
乙

(2) [2024 南京金陵中学期中 T17] 工业上利用  $\text{CH}_4$  和  $\text{CO}_2$  催化重整制取  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$ 。

主反应：



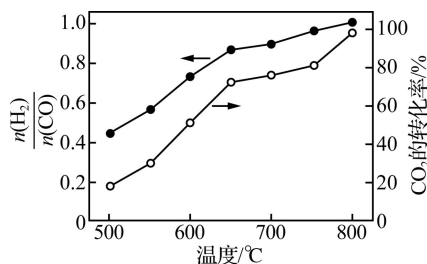
副反应：



将  $\text{CH}_4$  与  $\text{CO}_2$  (体积比为 1 : 1) 的混合气体以一定流速通过催化剂， $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$ 、

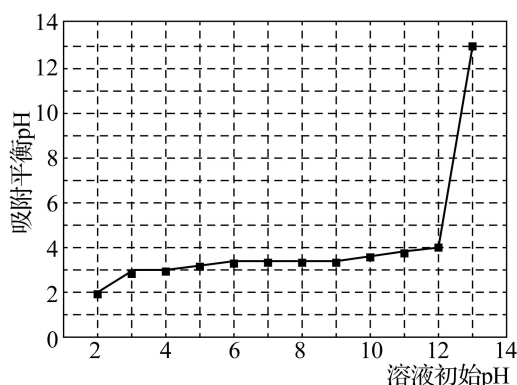
$\text{CO}_2$  的转化率与温度的关系如图丙所示。500 °C 时， $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$  比较小，此时发生的副

反应以\_\_\_\_\_ (填②③④中一种) 为主。升高温度， $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$  增大的原因是\_\_\_\_\_。

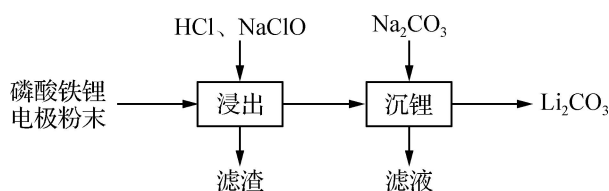


丙

6 (1) [2024 南通海门二调 T17]吸附法提锂。锂锰氧化合物离子筛是一种常用的提取锂离子的无机材料，提锂机理分为氧化还原吸附及离子交换吸附。 $\text{HMn}_x\text{O}_y$  是离子交换吸附材料，其吸附交换原理为  $\text{HMn}_x\text{O}_y + \text{Li}^+ \rightleftharpoons \text{LiMn}_x\text{O}_y + \text{H}^+$ ，用等量的  $\text{HMn}_x\text{O}_y$  吸附相同体积溶液中的  $\text{Li}^+$ ，溶液起始的 pH 与吸附平衡后的 pH 关系如图所示，要使该材料能吸附溶液中的  $\text{Li}^+$ ，控制溶液起始 pH 必须大于\_\_\_\_\_。请确定溶液起始吸附最佳的 pH 并说明理由：\_\_\_\_\_。



(2) [2024 常州中学期末 T16]实验室以废旧磷酸铁锂( $\text{LiFePO}_4$ )电极粉末为原料回收  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ，其实验过程如图。控制原料  $n(\text{LiFePO}_4) : n(\text{HCl}) : n(\text{NaClO}) = 1 : 1.3 : 0.6$ ，锂的浸出率为 95.59%。若提高盐酸用量，可使锂浸出率达 99%以上，但同时可能存在的缺陷有\_\_\_\_\_。





拉分点 5 滴定计算 热重分析计算

1 [2024 金陵中学、海安中学期中 T14]测定氧化锌样品纯度(杂质不参与反应):称取 1.000 g 样品,酸溶后,配制成 250 mL 溶液。用移液管移取 25.00 mL 溶液于锥形瓶,调节 pH 至 7~8,加入几滴铬黑 T(用  $X^-$  表示)作指示剂,用 0.080 00 mol/L 的 EDTA ( $Na_2H_2Y$ )标准液滴定其中的  $Zn^{2+}$ (化学方程式为  $Zn^{2+} + X^- \rightleftharpoons ZnX^+$ ,  $Zn^{2+} + H_2Y^{2-} \rightleftharpoons ZnY^{2-} + 2H^+$ ),平行滴定三次,平均消耗 EDTA 标准液 15.12 mL(已知: $X^-$  呈蓝色、 $ZnY^{2-}$  呈无色、 $ZnX^+$  呈酒红色)。

(1) 滴定终点时的现象为\_\_\_\_\_。

(2) 计算 ZnO 样品的纯度:\_\_\_\_\_。(Zn—65, 写出计算过程,结果保留 2 位小数)。

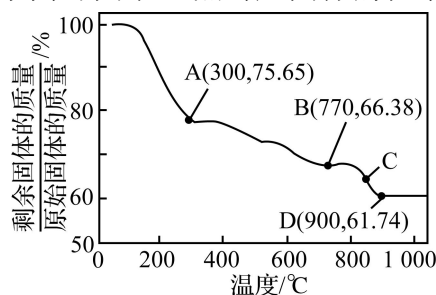
2 [2024 南通开学考 T16]称取 2.500 g 样品,加水溶解,并加入少量  $H_2SO_4H_3PO_4$  混酸,配成 100 mL 溶液,量取 10.00 mL 溶液,水浴加热,趁热用 0.040 00 mol/L  $KMnO_4$  标准溶液滴定至终点,记录消耗  $KMnO_4$  标准溶液的体积。重复实验三次,平均消耗  $KMnO_4$  溶液 15.00 mL(杂质不与  $KMnO_4$  溶液反应)。计算样品中  $K_3[Fe(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$  的纯度:\_\_\_\_\_ (K—39, Fe—56, 写出计算过程,结果保留 2 位小数)。

3 [2024 泰州调研 T14]对制得的晶体进行含钒量的测定。称取 4.000 g 样品，经过一系列处理后将钒(IV)完全氧化，定容为 100 mL 溶液；量取 20.00 mL 溶液，加入指示剂，用 0.200 0 mol/L 的 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 标准溶液滴定至终点，滴定过程中反应为 $\text{VO}_2^+ + \text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ = \text{VO}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$ ；平行滴定 4 次，消耗标准溶液的体积分别为 22.50 mL、22.45 mL、21.00 mL、22.55 mL。请计算样品中钒元素的质量分数：\_\_\_\_\_（V—51，写出计算过程，结果保留 2 位小数）。

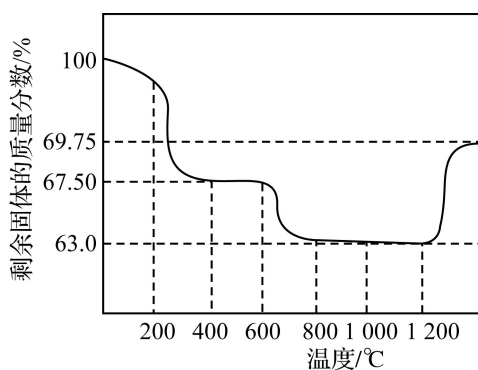
4 [2024 如皋一中测试 T18]为测定“浸取”时 Cu 元素浸出率，需先测定石膏渣中 Cu 元素含量。称取 50.00 g 石膏渣，加入足量稀硫酸充分溶解，过滤并洗涤滤渣，将滤液转移至 250 mL 容量瓶中，加水稀释至刻度；准确量取 25.00 mL 稀释后的溶液于锥形瓶中，加入足量 KI 溶液( $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$ )，用 0.020 00 mol/L  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定至终点( $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ )，平行滴定 3 次，平均消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液 23.50 mL。计算石膏渣中 Cu 元素的质量分数（写出计算过程）。

5  $\text{MnCO}_3$  可用作电讯器材元件材料, 还可用作瓷釉、颜料及制造锰盐的原料。它在空气中加热易转化为不同价态锰的氧化物, 其固体残留率随温度的变化如图所示。则  $300\text{ }^\circ\text{C}$  时, 剩余固体中  $n(\text{Mn}) : n(\text{O})$  为\_\_\_\_\_

(Mn—55, 写出计算过程, 下同); 图中 C 点对应固体的化学式为\_\_\_\_\_。



6 [2025 海安中学期初 T14]  $\text{CoCO}_3$  在空气中受热分解可生成  $\text{Co}_3\text{O}_4$ , 测得剩余固体的质量与起始  $\text{CoCO}_3$  的质量的比值 (剩余固体的质量分数) 随温度变化曲线如图所示。

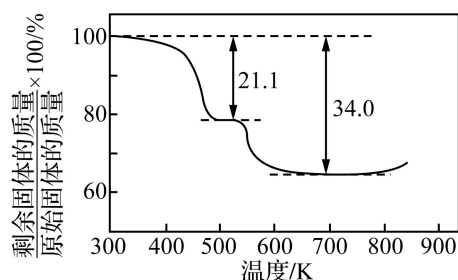


(1) 为获得高产率  $\text{Co}_3\text{O}_4$  应选择的温度范围为\_\_\_\_\_ (Co—59, 写出计算过程)。

(2) 超过  $600\text{ }^\circ\text{C}$  后, 剩余固体质量分数随温度升高而降低的原因是\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_。

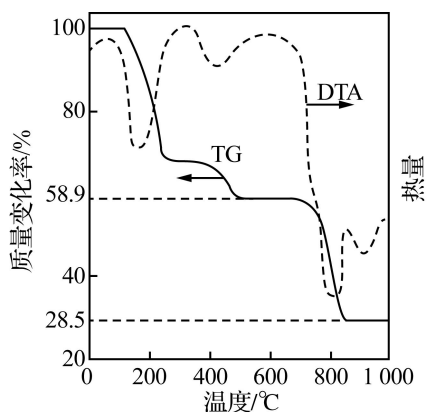
7 [2024 通州模拟 T14]在氧气气氛中加热  $\text{NiCO}_3 \cdot 2\text{Ni}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ( $M=341$  g/mol)可获得含镍物质, 固体质量随温度变化的曲线如图所示。



- (1) 500~700 K 之间分解产生的气体为\_\_\_\_\_ (写出计算过程)。  
 (2) 800 K 后剩余固体质量略有增加的原因是\_\_\_\_\_

---

8 [2024 苏南八校大联考 T14]TG-DTA 是指对同一个焙烧试样同时进行热重(TG)和差热(DTA)分析的同步热分析技术。由 TG-DTA 曲线可以同时得到焙烧试样的质量及焙烧过程热效应随温度的变化关系如图所示。当 DTA 曲线中出现明显的吸收峰时, 说明该温度区间发生吸热反应(O—16, S—32, Ni—59)。



**$\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  的 TG-DTA 曲线**

- (1) 500 °C 下焙烧产物的成分为\_\_\_\_\_ (写出计算过程)。  
 (2) 900 °C 下, DTA 曲线出现一个吸收峰的可能原因是\_\_\_\_\_

---

## 抢分练 小卷抢分

### 选择题专练(一)

1 [2024 南京外国语、金陵中学、海安中学联考 T1]天宫空间站是我国建成的国家级太空实验室。下列有关天宫空间站的说法不正确的是( )

- A. 太阳能电池中的单晶硅属于半导体材料
- B. 外表面的碳化硅陶瓷属于硅酸盐材料
- C. 外层的热控保温材料石墨烯属于无机非金属材料
- D. 外壳的涂层材料之一酚醛树脂属于有机高分子材料

2 [2024 南京、盐城期末 T2]工业合成尿素的反应原理为  $\text{CO}_2 + 2\text{NH}_3 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{高温、高压}} \text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O}$ 。下列说法正确的是( )

- A. 氧原子( ${}_8\text{O}$ )基态核外电子排布式为  $1s^2 2s^2 2p^4$

- B.  $\text{NH}_3$  的电子式为  $\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} : \ddot{\text{N}} : \text{H} \end{array}$

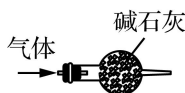
- C.  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  中 N 元素的化合价为 +3

- D.  $\text{H}_2\text{O}$  的空间结构为直线形

3 [2024 扬州考前模拟 T3]实验室制取少量  $\text{C}_2\text{H}_4$  的原理及装置均正确的是( )



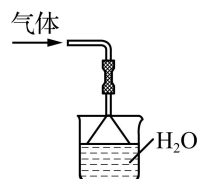
- A. 制取  $\text{C}_2\text{H}_4$



- B. 干燥  $\text{C}_2\text{H}_4$



- C. 收集  $\text{C}_2\text{H}_4$



- D. 吸收  $\text{C}_2\text{H}_4$

4 [2024 苏州期末 T4]太阳能电池可由 Si、GaP、GaAs 等半导体材料构成。有关元素在元素周期表中的位置如图所示,下列说法正确的是( )

	Si	P
Ga		As

- A. 原子半径:  $r(\text{Ga}) < r(\text{As})$

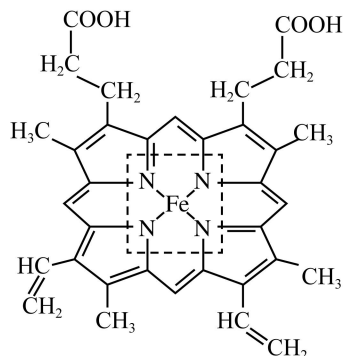
- B. 第一电离能:  $I_1(\text{Si}) < I_1(\text{P})$

- C. 热稳定性:  $\text{AsH}_3 > \text{PH}_3$

- D. Ga 的周期序数与族序数相等

阅读下列资料，完成 5~7 题：

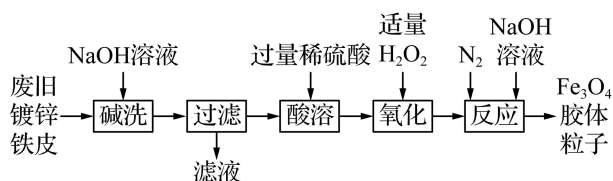
铁及其化合物用途广泛。日常生活用品和生命体中，有许多含有铁元素的物质。家用铁锅中含有铁和碳；补血剂中含有  $\text{FeCO}_3$ ，血红蛋白的活性物质血红素（结构简式如图）中含有铁元素；激光打印机中含有四氧化三铁；由铁及其化合物可制得  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{K}_2\text{FeO}_4$  等化工产品。



5 [2025 海安中学、淮阴中学联考 T5] 下列关于铁及其化合物的说法正确的是( )

- A. 家用铁锅的熔点高于铁单质的熔点
- B. 向碳酸钠溶液中滴加  $\text{FeSO}_4$  溶液可制得纯净的  $\text{FeCO}_3$
- C.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  是由  $\text{FeO}$  与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  混合组成
- D. 血红素分子中由 N 原子提供孤电子对形成 4 个配位键

6 [2025 海安中学、淮阴中学联考 T6] 利用废旧镀锌铁皮制备  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  胶体粒子的流程如图。已知： $\text{Zn}$  溶于强碱时生成  $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ 。下列有关说法正确的是( )

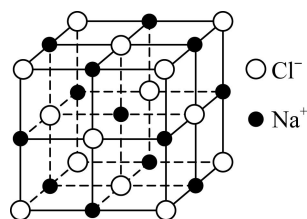


- A. “碱洗”的离子方程式： $\text{Zn} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$
- B. “酸溶”的离子方程式： $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
- C. “氧化”后溶液中含有的主要离子： $\text{H}^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$
- D.  $\text{N}_2$  的作用是防止  $\text{O}_2$  氧化  $\text{Fe}^{2+}$  而降低  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  产率

7 [2025 海安中学、淮阴中学联考 T7] 下列关于铁及其化合物的性质与用途不具有对应关系的是( )

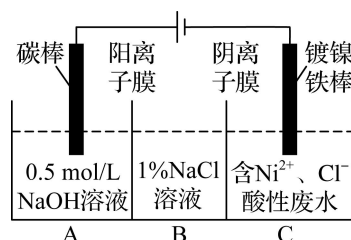
- A.  $\text{FeCl}_3$  溶液呈酸性，可用于蚀刻电路板
- B.  $\text{K}_2\text{FeO}_4$  具有强氧化性，可用于水的消毒
- C. 常温下，铁遇浓硝酸发生钝化，可用铁制容器贮运浓硝酸
- D.  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  具有还原性，可用作食品包装中的抗氧化剂

8 [2024 南通四模 T5]已知： $\text{F}_2$ 能与熔融的 $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 反应生成硫酰氟( $\text{SO}_2\text{F}_2$ )。下列说法正确的是( )



- A. 1 mol  $\text{SO}_2\text{F}_2$ 中含有 2 mol  $\sigma$  键
- B. 基态 Br 原子核外电子排布式为 $[\text{Ar}]4s^24p^5$
- C.  $\text{ClO}_3^-$ 和 $\text{ClO}_4^-$ 中键角相等
- D. NaCl 晶胞(如图)中,每个 $\text{Na}^+$ 周围紧邻且距离相等的 $\text{Cl}^-$ 构成正八面体结构

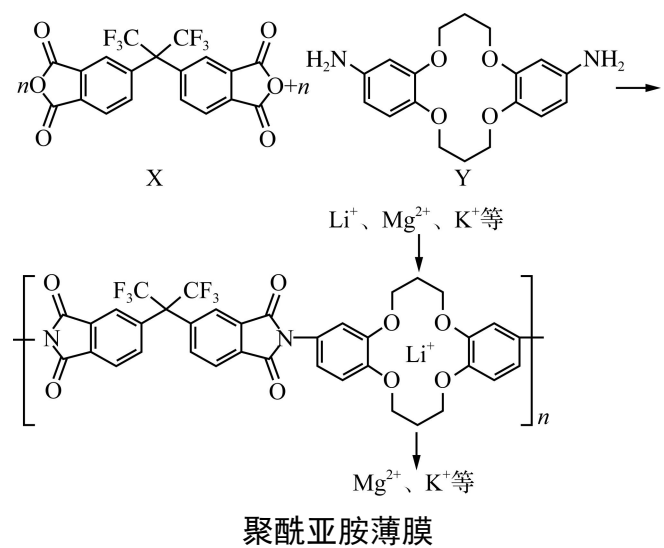
9 [2023 如皋期初]工业上用电解法处理含镍酸性废水并得到单质 Ni 的原理如图所示。下列说法不正确的是( )



已知：① $\text{Ni}^{2+}$ 能发生水解；②阴极处得电子能力： $\text{Ni}^{2+}$ （高浓度） $>$  $\text{H}^+$  $>$  $\text{Ni}^{2+}$ （低浓度）。

- A. 碳棒上发生的电极反应： $4\text{OH}^- - 4e^- = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- B. 电解过程中, B 室中 NaCl 溶液的物质的量浓度将不断增大
- C. 为了抑制  $\text{Ni}^{2+}$ 的水解, 阴极处溶液的酸性越强越好
- D. 电解时碳棒的质量不变, 镀镍铁棒的质量增加

10 [2024 泰州中学模拟 T9]某吸附分离  $\text{Li}^+$  的聚酰亚胺薄膜的合成路线如下图所示。下列说法正确的是( )



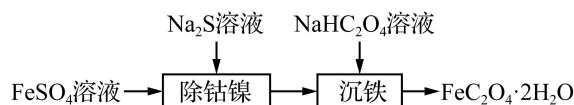
- A. X 分子中含有 1 个手性碳原子
- B. X 和 Y 发生加聚反应生成聚酰亚胺薄膜
- C. 该聚酰亚胺薄膜可在强碱性环境中稳定工作
- D. 若要设计  $\text{K}^+$  的吸附分离膜，需增大冠醚环孔径

11 [2024 常州期末 T11]下列实验探究方案设计能达到相应探究目的的是( )

选项	方案设计	探究目的
A	室温下，用电导率传感器分别测定 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 溶液和盐酸的电导率，比较溶液的导电性强弱	判断 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 是否为弱电解质
B	向 $1.00\text{ mol/L CuSO}_4$ 溶液中通入 $\text{H}_2\text{S}$ 气体，观察是否有黑色沉淀( $\text{CuS}$ )生成	比较 $\text{H}_2\text{S}$ 与 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 的酸性强弱
C	取两份新制氯水，分别滴加 $\text{AgNO}_3$ 溶液和淀粉-KI 溶液，观察实验现象	判断氯气与水的反应是否存在限度
D	向 $\text{I}_2$ 的 $\text{CCl}_4$ 溶液中加入等体积 KI 浓溶液，振荡后静置，观察两层溶液颜色变化	比较 $\text{I}_2$ 在 KI 浓溶液与 $\text{CCl}_4$ 中的溶解能力



12 [2024 连云港调研 T12]室温下,用含少量  $\text{Co}^{2+}$ 和  $\text{Ni}^{2+}$ 的  $\text{FeSO}_4$  溶液制备  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  的过程如下:



已知:  $K_{\text{sp}}(\text{CoS})=1.8 \times 10^{-22}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{NiS})=3.0 \times 10^{-21}$ ;

$K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{S})=1.1 \times 10^{-7}$ ,  $K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{S})=1.3 \times 10^{-13}$ 。

下列说法正确的是( )

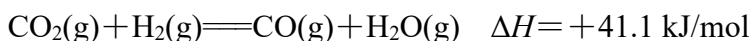
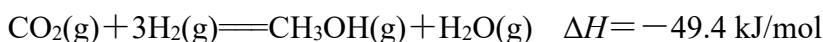
A.  $0.01 \text{ mol/L Na}_2\text{S}$  溶液中:  $c(\text{HS}^-) > c(\text{S}^{2-})$

B. “除钴镍”后得到的上层清液中:  $c(\text{Ni}^{2+})=1.0 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$ , 则  $c(\text{Co}^{2+})$  为  $6.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

C.  $0.1 \text{ mol/L NaHC}_2\text{O}_4$  溶液中:  $c(\text{OH}^-)=c(\text{H}^+)+c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)+c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$

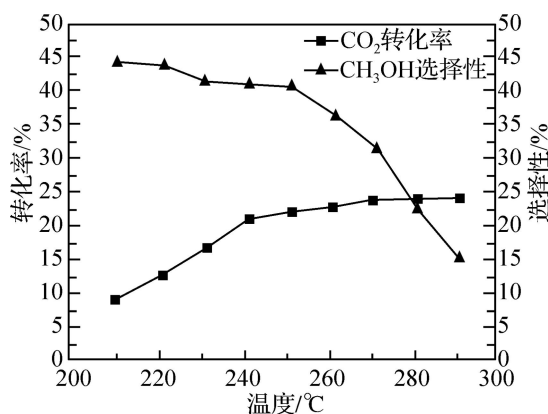
D. “沉铁”后的滤液中:  $c(\text{Na}^+)+c(\text{H}^+)=c(\text{OH}^-)+c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)+2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$

13 [2024 常州学业水平监测 T13]二氧化碳催化合成燃料甲醇过程中的主要反应如下:



将一定比例  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  的混合气体以一定流速通过装有催化剂的反应管,  $\text{CO}_2$

的转化率、 $\text{CH}_3\text{OH}$  的选择性  $\left[ \frac{n_{\text{生成}}(\text{CH}_3\text{OH})}{n_{\text{总转化}}(\text{CO}_2)} \times 100\% \right]$  与温度的关系如图所示。下列说法不正确的是( )



A.  $\text{CH}_3\text{OH}$  的平衡选择性随温度的升高而减小

B. 其他条件不变, 在  $210 \sim 290^\circ\text{C}$  范围, 随温度的升高, 出口处  $\text{CH}_3\text{OH}$  的量不断减小

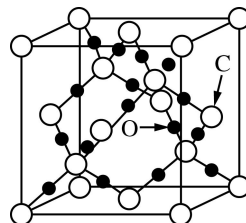
C. 该条件下  $\text{CO}_2$  催化合成  $\text{CH}_3\text{OH}$  的最佳反应温度应控制在  $240 \sim 250^\circ\text{C}$

D. 为提高  $\text{CH}_3\text{OH}$  产率, 需研发低温下  $\text{CO}_2$  转化率高和  $\text{CH}_3\text{OH}$  选择性高的催化剂

## 选择题专练（二）

1 [2025 扬州高邮调研 T1]我国提出 2030 年碳达峰、2060 年碳中和的目标。下列关于  $\text{CO}_2$  的说法不正确是( )

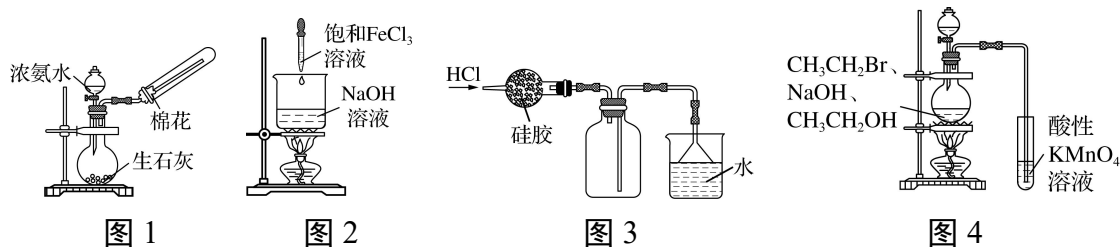
- A.  $\text{CO}_2$  是酸性氧化物
- B.  $\text{CO}_2$  属于非电解质
- C.  $\text{CO}_2$  为非极性分子
- D. 由右图晶胞构成的某固态  $\text{CO}_2$  易升华



2 [2023 泰州调研]胍( $\text{H}_2\text{N}-\text{C}(\text{NH})=\text{NH}_2$ )的盐是病毒核酸保存液的重要成分。下列说法正确的是( )

- A. 胍分子间能够形成氢键
- B. 胍中  $\sigma$  键与  $\pi$  键的数目之比为 3 : 1
- C. 氨基( $-\text{NH}_2$ )的电子式为  $\text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}$
- D. 中子数为 8 的 N 原子可表示为  $^{14}_7\text{N}$

3 [2025 盐城中学调研 T3]下列有关实验装置进行的相应实验，能达到实验目的的是( )



- A. 利用图 1 所示装置制取少量  $\text{NH}_3$
- B. 利用图 2 所示装置制备  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体
- C. 利用图 3 所示装置收集  $\text{HCl}$
- D. 利用图 4 所示装置检验是否生成乙烯

4 [2024 海安期初 T3]X、Y、Z、W 四种短周期元素，X 元素原子的价层电子排布式为  $2s^22p^2$ ，Y 元素与 X 元素位于同一周期，其原子的核外有 3 个未成对电子，Z 元素位于第 2 周期，电负性仅小于氟，W 元素在短周期元素中第一电离能最小。下列说法正确的是( )

- A. 第一电离能： $Z > Y > X$
- B. 原子半径： $W > X > Y$
- C. Z、W 两种元素组成的化合物一定不含共价键
- D. 简单气态氢化物的热稳定性： $Y > Z$

阅读下列材料，完成 5~7 题：

硫单质及其化合物应用广泛。硫的一种单质  $S_8$  难溶于水，易溶于  $Na_2S$  溶液。 $S_8$  可用于制作锂硫电池，放电总反应为  $S_8 + 16Li \rightleftharpoons 8Li_2S$ 。硫的重要化合物还包括  $H_2S$ 、甲硫醇( $CH_3SH$ )、 $FeS_2$ 、多硫化钠( $Na_2S_x$ )、过二硫酸钠( $Na_2S_2O_8$ )等。400  $^{\circ}C$  下，锂硫剂  $ZnFe_2O_4$  与  $H_2$  共同作用可用于脱除  $H_2S$  生成  $FeS$  和  $ZnS$ ； $Na_2S_2O_8$  具有强氧化性，在酸性条件下能将  $Mn^{2+}$  氧化为  $MnO_4^-$ 。

5 [2024 苏州三模 T5] 下列说法正确的是( )

- A.  $H_2S$  空间结构为直线形
- B.  $SO_2$ 、 $SO_3$  中 S 原子均采用  $sp^2$  杂化
- C.  $FeS_2$  中的阴、阳离子个数比为 2 : 1
- D.  $Na_2S_2O_8$  中 S 的化合价为 +7

6 [2024 苏州三模 T6] 下列化学反应表示正确的是( )

- A.  $S^{2-}$  水解： $S^{2-} + 2H_2O \rightleftharpoons H_2S + 2OH^-$
- B. 锂硫电池放电时的正极反应： $S_8 - 16e^- + 16Li^+ \rightleftharpoons 8Li_2S$
- C. 脱硫剂除烟气中  $H_2S$ ： $ZnFe_2O_4 + H_2 + 3H_2S \xrightarrow{400\text{ }^{\circ}C} ZnS + 2FeS + 4H_2O$
- D.  $S_2O_8^{2-}$  氧化  $Mn^{2+}$ ： $2Mn^{2+} + 5S_2O_8^{2-} + 16OH^- \rightleftharpoons 2MnO_4^- + 10SO_4^{2-} + 8H_2O$

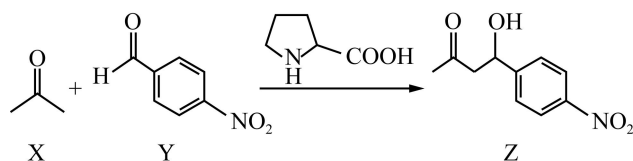
7 [2024 苏州三模 T7] 下列物质结构与性质或性质与用途具有对应关系的是( )

- A.  $S_8$  为非极性分子，易溶于  $Na_2S$  溶液
- B. S 单质具有氧化性，常用于实验室处理汞
- C. 甲硫醇( $CH_3SH$ )具有还原性，常被掺入家用煤气以检验是否泄漏
- D.  $H_2SO_4$  分子间能形成氢键，浓硫酸具有很强的吸水性

8 [2024 南通、泰州等七市二调 T10] 在指定条件下，下列含氯物质间的转化不能实现的是( )

- A.  $NaCl$  (熔融)  $\xrightarrow{\text{通电}}$   $Cl_2(g)$
- B.  $HCl$  (浓)  $\xrightarrow[\Delta]{MnO_2}$   $Cl_2(g)$
- C.  $MgCl_2 \cdot 6H_2O(s)$   $\xrightarrow[\Delta]{HCl(g)}$   $MgCl_2(s)$
- D.  $ClO^-(aq)$   $\xrightarrow{SO_2}$   $ClO_2(g)$

9 [2023 南通一调]首例有机小分子催化剂催化的不对称 Aldol 反应如下:

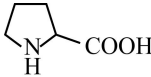


下列说法正确的是( )

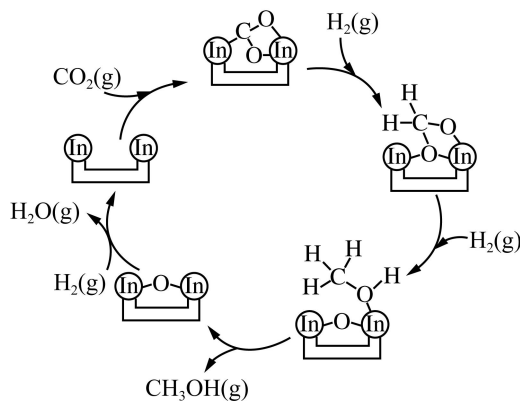
A. X 分子中 $\sigma$ 键和 $\pi$ 键数目之比为 3 : 1

B. Y 的名称为 3-氨基苯甲醛

C. Z 不能发生消去反应

D.  存在对映异构现象

10  $\text{CO}_2$  与  $\text{H}_2$  可在催化剂表面发生反应①:  $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$   $\Delta H_1 = -49 \text{ kJ/mol}$ , 其反应历程如图所示。同时伴随反应②:  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$   $\Delta H_2 = +41 \text{ kJ/mol}$ 。



已知:  $\text{CH}_3\text{OH}$  选择性 =  $\frac{n(\text{CH}_3\text{OH})}{n(\text{转化的 } \text{CO}_2)}$ 。下列说法正确的是( )

A.  $\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$   $\Delta H = -90 \text{ kJ/mol}$

B. 反应②中, 反应物的总键能小于生成物的总键能

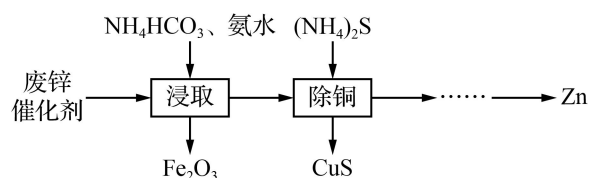
C. 以上过程中经历了  $\text{In}-\text{C}$ 、 $\text{In}-\text{O}$  键的形成和断裂

D. 采用低温低压的条件可同时提高  $\text{CO}_2$  平衡转化率和  $\text{CH}_3\text{OH}$  选择性

11 [2025 海门中学调研 T11]下列实验方案能达到探究目的的是( )

选项	探究方案	探究目的
A	向 2 mL 0.1 mol/L NaHCO <sub>3</sub> 溶液中加入一小块钠, 观察溶液中是否有气泡产生	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 是否发生电离
B	用 0.1 mol/L NaOH 溶液分别中和等体积的 0.1 mol/L CH <sub>3</sub> COOH 溶液和 0.1 mol/L H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 溶液, 比较消耗溶液体积的多少	比较 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 、CH <sub>3</sub> COOH 酸性的强弱
C	将 Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> 溶于盐酸, 然后向其中滴入酸性 KMnO <sub>4</sub> 溶液, 观察溶液颜色的变化	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> 中是否含有 Fe <sup>2+</sup>
D	将 FeCl <sub>3</sub> 溶液滴加到淀粉-KI 溶液中, 观察溶液颜色变化	检验 FeCl <sub>3</sub> 溶液是否具有氧化性

12 [2024 如皋适应性考试二 T12]以废锌催化剂(主要含 ZnO 及少量 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CuO)为原料制备锌的工艺流程如图所示。



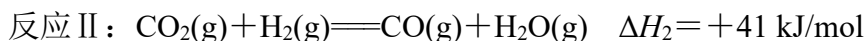
已知: ① $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 2 \times 10^{-5}$ 、 $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 5 \times 10^{-11}$ 、 $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = 1 \times 10^{-7}$ 、 $K_{a2}(\text{H}_2\text{S}) = 7 \times 10^{-15}$ 。

②ZnO、CuO 可以溶于氨水生成 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 和 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 。

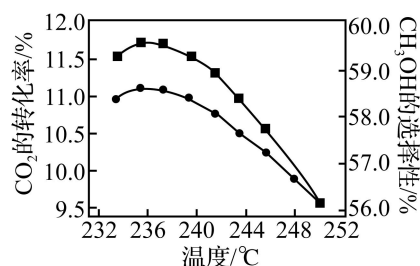
下列说法正确的是( )

- A. “浸取”时 ZnO 发生反应:  $\text{ZnO} + 4\text{NH}_4^+ = [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$
- B. 0.1 mol/L 的  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液中存在:  $c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) = c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$
- C. “除铜”所得上层清液中存在:  $\frac{c(\text{Zn}^{2+})}{c(\text{Cu}^{2+})} < \frac{K_{sp}(\text{ZnS})}{K_{sp}(\text{CuS})}$
- D. ZnS、CuS 均不能溶于氨水生成 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 和 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

13 [2023 苏北四市调研] $\text{CO}_2\text{H}_2$  催化重整可获得  $\text{CH}_3\text{OH}$ 。其主要反应如下:



若仅考虑上述反应, 在  $5.0 \text{ MPa}$ 、 $n_{\text{始}}(\text{CO}_2) : n_{\text{始}}(\text{H}_2) = 1 : 3$  时, 原料按一定流速通过反应器,  $\text{CO}_2$  的转化率和  $\text{CH}_3\text{OH}$  的选择性随温度变化如图所示。



$\text{CH}_3\text{OH}$  的选择性  $= \frac{n_{\text{生成}}(\text{CH}_3\text{OH})}{n_{\text{转化}}(\text{CO}_2)} \times 100\%$ 。下列说法正确的是( )

- A. 其他条件不变, 升高温度,  $\text{CO}_2$  的平衡转化率增大
- B. 其他条件不变, 温度高于  $236^\circ\text{C}$  时, 曲线下降的可能原因是反应 I 正向进行程度减弱
- C. 一定温度下, 增大  $n_{\text{始}}(\text{CO}_2) : n_{\text{始}}(\text{H}_2)$  可提高  $\text{CO}_2$  平衡转化率
- D. 研发高温高效催化剂可提高平衡时  $\text{CH}_3\text{OH}$  的选择性

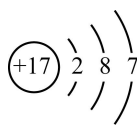
### 选择题专练（三）

1 [2025 南通如东期初 T1]材料在生产、生活中起着重要作用。下列属于新型无机非金属材料的是( )

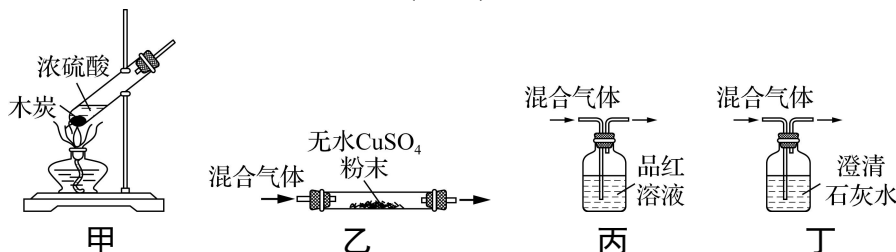
- A. 钢化玻璃
- B. 醋酸纤维
- C. 氮化硅陶瓷
- D. 聚四氟乙烯

2 [2025 苏州期初 T2]草酸易被  $\text{NaClO}$  氧化： $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{NaClO} = \text{NaCl} + 2\text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 。下列说法不正确的是( )

- A.  $\text{CO}_2$  的空间结构为直线形
- B.  $\text{NaClO}$  属于离子化合物
- C.  $\text{H}_2\text{O}$  的电子式为  $\text{H}^+[\ddot{\text{O}}:]^{2-}\text{H}^+$

- D. Cl 的结构示意图为 

3 [2024 淮安洪泽中学等七校联考 T4]木炭与浓硫酸可发生反应： $\text{C} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{浓}) \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ 。实验室利用下列装置进行实验并检验混合气体的成分。下列不能达到实验目的的是( )



- A. 用装置甲发生木炭与浓硫酸的反应
- B. 用装置乙检验气体产物中含水蒸气
- C. 用装置丙检验气体产物中含  $\text{SO}_2$
- D. 用装置丁检验气体产物中含  $\text{CO}_2$

4 [2024 南京、盐城一模 T4]十二烷基磺酸钠( $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_3\text{Na}$ )常用作轻纺工业的乳化剂。下列说法正确的是( )

- A.  $\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_3\text{Na}$  为离子化合物
- B. 离子半径： $r(\text{O}^{2-}) < r(\text{Na}^+)$
- C. 电离能： $I_1(\text{C}) < I_1(\text{N}) < I_1(\text{O})$
- D. 热稳定性： $\text{H}_2\text{O} < \text{H}_2\text{S}$

阅读下列材料，完成 5~7 题：

甲醇是易燃液体，能与水、乙醇、丙酮等混溶。甲醇的燃烧热为 726.51 kJ/mol。工业使用原料气 CO、H<sub>2</sub> 气相法合成甲醇的主反应： $\text{CO(g)} + 2\text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH(g)}$   $\Delta H = -90.8 \text{ kJ/mol}$ 。有少量 CO<sub>2</sub> 存在时，会发生副反应： $\text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)}$   $\Delta H = +41.3 \text{ kJ/mol}$ 。甲醇是一种重要的工业原料，可用于制备二甲醚(CH<sub>3</sub>OCH<sub>3</sub>)、甲醛、甲酸等有机物。

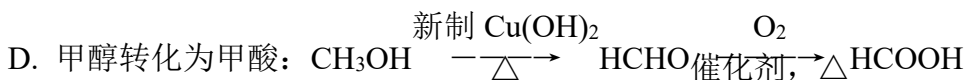
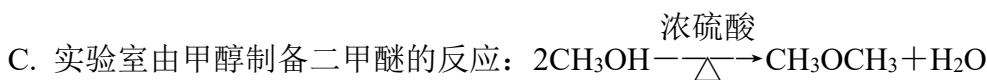
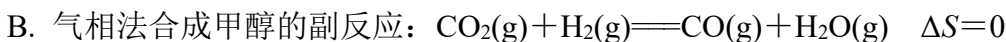
5 [2024 南通海安调研 T5] 下列说法正确的是( )

- A. CO、H<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub> 都属于非极性分子
- B. 用分液法分离甲醇和丙酮的混合物
- C. 甲醇和二甲醚互为同分异构体
- D. 甲醇和二氧化碳分子中碳原子杂化方式不同

6 [2024 南通海安调研 T6] 下列化学反应或转化过程表示正确的是( )



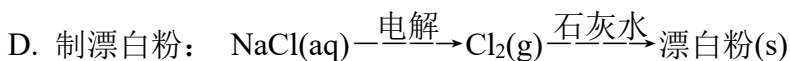
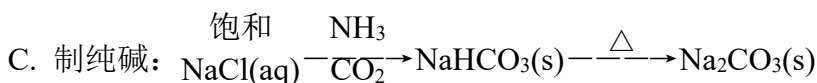
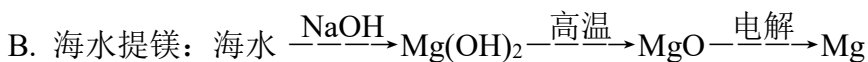
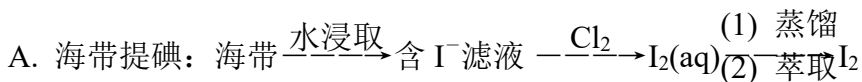
$\Delta H = -726.51 \text{ kJ/mol}$



7 [2024 南通海安调研 T7] 下列物质结构与性质或物质性质与用途具有对应关系的是( )

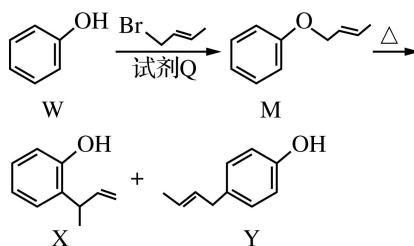
- A. 甲醇分子间能形成氢键，可与水任意比例互溶
- B. CO 具有氧化性，可用于冶金工业
- C. 干冰能溶于水，可用作制冷剂
- D. 二甲醚具有可燃性，可用作燃料

8 [2025 海安中学、淮阴中学联考 T10] 下列物质的制备与工业生产实际符合的是( )



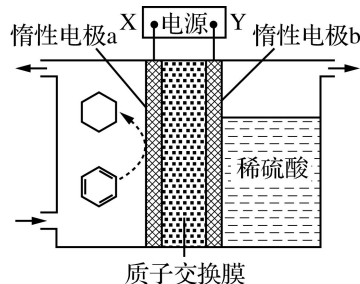


9 [2024 如皋适应性考试一 T10]有机物 W 可发生如图所示的反应。下列说法正确的是( )



- A. 为促进 M 的生成，试剂 Q 可用硫酸  
 B. Y 中所有碳原子均可能共平面  
 C. M、X、Y 都存在顺反异构体  
 D. X 中  $sp^2$  杂化和  $sp^3$  杂化的碳原子的比例是 8 : 1

10 [2024 南通四模 T8]利用如图所示装置可实现化学储氢。下列说法正确的是( )

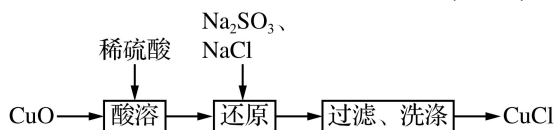


- A. Y 为电源负极  
 B. 电解后，硫酸溶液的物质的量浓度减小  
 C. 电极 a 上发生的反应为  $\text{C}_6\text{H}_6 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}$   
 D. 电解过程中，每生成 11.2 L  $\text{O}_2$ ，理论上可储存 1 mol  $\text{H}_2$

11 [2025 苏州期中调研 T10]探究 0.1 mol/L  $\text{CuSO}_4$  溶液的性质，下列实验方案不能达到探究目的的是( )

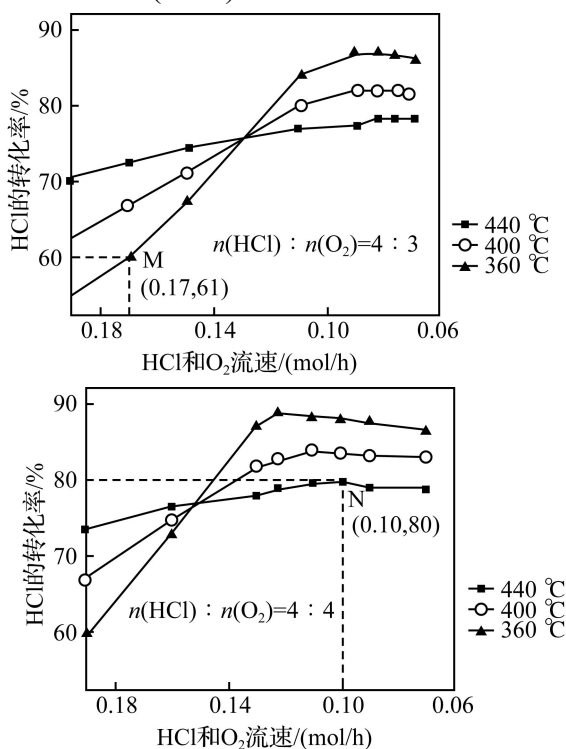
选项	探究目的	实验方案
A	$\text{Cu}^{2+}$ 是否水解	测定 0.1 mol/L $\text{CuSO}_4$ 溶液的 pH
B	$\text{Cu}^{2+}$ 能否催化 $\text{H}_2\text{O}_2$ 分解	向 2 mL 1.5% 的 $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液中滴加 5 滴 0.1 mol/L $\text{CuSO}_4$ 溶液，观察气泡产生情况
C	$\text{Cu}^{2+}$ 是否具有氧化性	向 2 mL 0.1 mol/L $\text{CuSO}_4$ 溶液中通入一定量的 HI 气体，观察实验现象
D	$\text{Cu}^{2+}$ 能否形成配位键	向 2 mL 0.1 mol/L $\text{CuSO}_4$ 溶液中，边振荡边滴加过量浓氨水，观察实验现象

12 [2024 扬州考前模拟 T12] CuCl 为难溶于水的白色固体。室温下，以 CuO 为原料制备 CuCl 的过程如图所示。下列说法正确的是( )



- A. 0.1 mol/L  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液中:  $c(\text{OH}^-) = c(\text{HSO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{SO}_3) + c(\text{H}^+)$
- B. “还原”发生反应的离子方程式:  $2\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{CuCl} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+$
- C. “还原”后的溶液中:  $2c(\text{Cu}^{2+}) + c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{Cl}^-)$
- D. “过滤”后得到的滤液中:  $c(\text{Cu}^+) > \frac{K_{\text{sp}}(\text{CuCl})}{c(\text{Cl}^-)}$

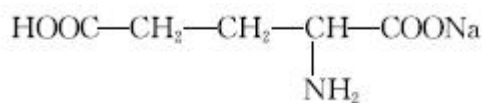
13 [2025 镇江调研 T13] 工业上采用  $\text{RuO}_2$  催化氧化处理 HCl 废气实现氯资源循环利用:  $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H$ 。不同温度下, HCl 的转化率( $\alpha$ )与 HCl 和  $\text{O}_2$  的起始流速变化关系如图所示(较低流速下转化率可近似为平衡转化率)。下列说法不正确的是( )



- A.  $\Delta H < 0$ ,  $\Delta S < 0$
- B. 增大  $n(\text{O}_2) : n(\text{HCl})$  的比值, 可提高 M 点 HCl 转化率
- C. 较高流速时  $\alpha(\text{HCl})$  低的原因是在较短时间内达到了平衡状态
- D. N 点为平衡状态, 用平衡物质的量分数代替平衡浓度计算, 该温度下反应的平衡常数  $K = 36$

选择题专练（四）

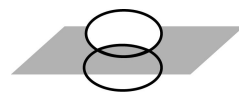
1 [2024 南通四模 T1]味精是一种常见的食品添加剂，其主要成分为谷氨酸钠（如图），可由谷氨酸与碱发生中和反应制得。下列说法不正确的是( )



- A. 谷氨酸是一种氨基酸
- B. 谷氨酸属于高分子化合物
- C. 谷氨酸钠易溶于水
- D. 谷氨酸钠能与碱发生反应

2 [2024 泰州中学模拟 T2] $\text{NCl}_3$  是一种消毒剂，可用反应  $\text{NH}_4\text{Cl} + 3\text{Cl}_2 = \text{NCl}_3 + 4\text{HCl}$  制备。下列说法正确的是( )

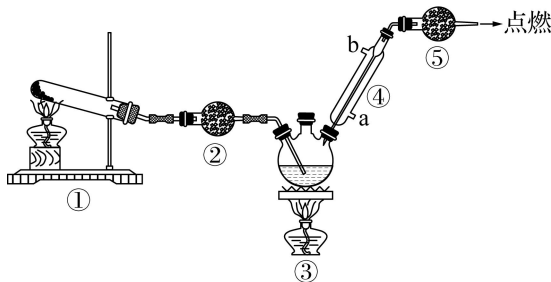
A.  $\text{NH}_3$  的 VSEPR 模型：

B.  $\text{Cl}-\text{Cl}$  中  $\sigma$  键的示意图：

C.  $\text{NCl}_3$  是非极性分子

D.  $\text{HCl}$  的电子式： $\text{H}^+[:\ddot{\text{Cl}}:]^-$

3 [2025 扬州高邮调研 T3]实验室在如图所示装置（部分夹持装置已省略）中，用氨气和金属钠反应制得氨基钠( $\text{NaNH}_2$ )。



已知：常温下，氨基钠为白色晶体，熔点为  $210\text{ }^\circ\text{C}$ ，沸点为  $400\text{ }^\circ\text{C}$ ，露置于空气中遇水蒸气剧烈反应生成  $\text{NaOH}$  和  $\text{NH}_3$ 。金属钠的熔点为  $97.8\text{ }^\circ\text{C}$ ，沸点为  $882.9\text{ }^\circ\text{C}$ 。氨气在空气中不能燃烧。下列说法不正确的是( )

- A. 装置①试管中盛放  $\text{NH}_4\text{Cl}$  和  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- B. 实验时应先点燃装置①的酒精灯
- C. 装置②⑤中的固体均为碱石灰
- D. 装置④中冷凝管的进水口应接在 a 处

4 [2024 苏锡常镇调研二 T3]利用反应 $\text{Na} + \text{KCl} \xrightarrow{850^\circ\text{C}} \text{K} \uparrow + \text{NaCl}$ 可制备金属钾。下列说法正确的是( )

- A. 半径:  $r(\text{K}^+) > r(\text{Cl}^-)$
- B. 熔点:  $\text{KCl} > \text{NaCl}$
- C. 电负性:  $\chi(\text{Cl}) > \chi(\text{Na})$
- D. 金属性:  $\text{Na} > \text{K}$

阅读下列材料, 完成 5~7 题:

电池有铅酸蓄电池、燃料电池(如  $\text{NO}_2/\text{NH}_3$  电池)、锂离子电池、Mg 次氯酸盐电池等, 它们可以将化学能转化为电能。 $\text{NH}_3$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{NaBH}_4$  都可用作燃料电池的燃料。 $\text{CH}_4$  的燃烧热为  $890.3 \text{ kJ/mol}$ 。电解则可以将电能转化为化学能, 电解饱和  $\text{NaCl}$  溶液可以得到  $\text{Cl}_2$ , 用电解法可制备消毒剂高铁酸钠( $\text{Na}_2\text{FeO}_4$ )。

5 [2024 扬州期末 T5]下列说法正确的是( )

- A.  $\text{BH}_4^-$  中存在配位键
- B.  $\text{SO}_4^{2-}$  的空间结构为平面正方形
- C.  $\text{NH}_4^+$  中的键角比  $\text{NH}_3$  中的小
- D.  $\text{HClO}$  中心原子的轨道杂化类型为  $\text{sp}^2$

6 [2024 扬州期末 T6]下列化学反应表示正确的是( )

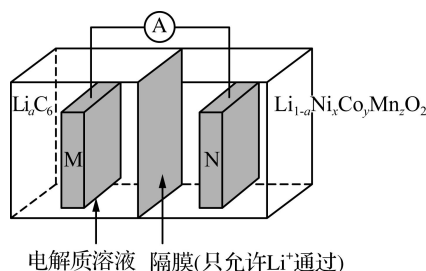
- A. 铅酸蓄电池的正极反应:  $\text{Pb} - 2\text{e}^- + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4$
- B. 电解饱和  $\text{NaCl}$  溶液:  $2\text{Na}^+ + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Na} + \text{Cl}_2 \uparrow$
- C.  $\text{CH}_4$  燃烧:  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -890.3 \text{ kJ/mol}$
- D. 一定条件下  $\text{NO}_2$  与  $\text{NH}_3$  反应:  $6\text{NO}_2 + 8\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{一定条件}} 7\text{N}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$

7 [2024 扬州期末 T7]下列物质结构与性质或物质性质与用途不具有对应关系的是( )

- A. H 的电负性比 B 大,  $\text{NaBH}_4$  中 H 显负电性
- B. Li 的原子半径比 Na 小, 金属锂的熔点比钠高
- C.  $\text{NO}_2$  具有强氧化性, 可作为火箭发射的助燃剂
- D.  $\text{CH}_4$  的热稳定性较强, 可用作燃料电池的燃料

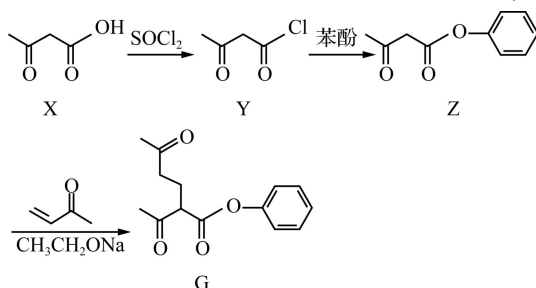
8 一种三元锂电池的总反应为  $\text{Li}_{1-a}\text{Ni}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2 + \text{Li}_a\text{C}_6 \xrightleftharpoons[\text{充电}]{\text{放电}} \text{LiNi}_x\text{Co}_y\text{Mn}_z\text{O}_2$

+6C（石墨）。下列说法正确的是( )



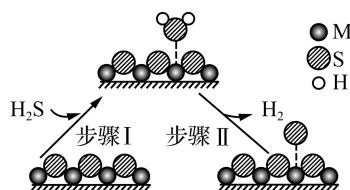
- A. 电解质溶液可以是含多种溶质的水溶液
- B. 放电时， $\text{Li}^+$  由 M 极经隔膜移向 N 极
- C. 充电时，M 极反应为  $\text{Li}_a\text{C}_6 - a\text{e}^- = 6\text{C} + a\text{Li}^+$
- D. 充电时，外电路中通过 0.1 mol 电子，N 极质量增加 0.7 g

9 有机物 G 的部分合成路线如下，下列推断正确的是( )



- A. X 分子中含有 1 个手性碳原子
- B. Z → G 的反应属于取代反应
- C. 1 mol Z 最多能与 3 mol  $\text{H}_2$  发生加成反应
- D. Y → Z 转化时，加入  $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$  (3 乙胺) 有利于反应的进行

10 [2024 海安调研 T9] 金属硫化物 ( $\text{M}_x\text{S}_y$ ) 能催化反应： $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CS}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g})$   $\Delta H$ ,  $t^\circ\text{C}$  时，平衡常数为  $K$ 。该反应既可以除去天然气中的  $\text{H}_2\text{S}$ ，又可以获得  $\text{H}_2$ 。下列说法正确的是( )

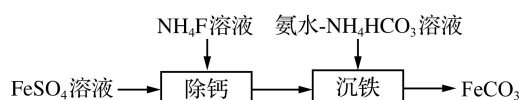


- A.  $t^\circ\text{C}$  时，若  $\frac{c(\text{CS}_2) \cdot c^4(\text{H}_2)}{c(\text{CH}_4) \cdot c^2(\text{H}_2\text{S})} < K$  时，则  $v_{\text{正}} > v_{\text{逆}}$
- B. 选择金属硫化物 ( $\text{M}_x\text{S}_y$ ) 作催化剂可以提高活化分子百分数， $\Delta H$  减小
- C. 题图所示的反应机理中，升高温度，步骤 I 中催化剂吸附  $\text{H}_2\text{S}$  的能力一定增强
- D. 该反应中每消耗 1 mol  $\text{H}_2\text{S}$ ，转移电子的数目约为  $2 \times 6.02 \times 10^{23}$

11 [2024 宿迁三模 T11]下列实验,操作、现象和结论均正确的是( )

选项	实验操作和现象	实验结论
A	将铁锈溶于浓盐酸,再滴入几滴苯酚溶液,溶液中未出现紫色	铁锈中不含三价铁
B	向 $\text{FeSO}_4$ 溶液中滴加 $\text{KSCN}$ 溶液,有红色沉淀生成	$\text{FeSO}_4$ 溶液已变质
C	向 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液中加入少量铜粉,振荡,溶液颜色变为蓝色	金属性: $\text{Cu} > \text{Fe}$
D	向淀粉-KI 溶液中滴加 $\text{FeCl}_3$ 溶液,溶液变蓝	氧化性: $\text{I}_2 < \text{Fe}^{3+}$

12 [2024 南京、盐城一模 T12]室温下,用含少量  $\text{Ca}^{2+}$  的  $\text{FeSO}_4$  溶液制备  $\text{FeCO}_3$  的过程如图所示。已知:  $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2) = 5.3 \times 10^{-9}$ ,  $K_{\text{a}}(\text{HF}) = 6.3 \times 10^{-4}$ ,  $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.5 \times 10^{-7}$ ,  $K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.7 \times 10^{-11}$ 。下列说法正确的是( )



A.  $0.1 \text{ mol/L NH}_4\text{F}$  溶液中:  $c(\text{F}^-) = c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) + c(\text{NH}_4^+)$

B. “除钙”得到的上层清液中:  $c(\text{Ca}^{2+}) < \frac{K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2)}{c^2(\text{F}^-)}$

C.  $\text{pH} = 10$  的氨水  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液中:  $c(\text{CO}_3^{2-}) < c(\text{HCO}_3^-)$

D. “沉铁”反应的离子方程式:  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- = \text{FeCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

13 [2024 南通、泰州、镇江等六市一调 T13] $\text{CO}_2/\text{CH}_4$  催化重整可获得合成气( $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$ )。重整过程中主要反应的热化学方程式如下:

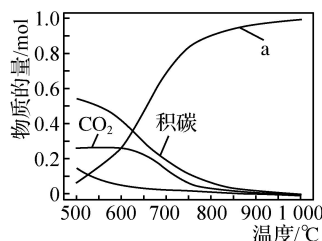
反应①:  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +247 \text{ kJ/mol}$

反应②:  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = +41 \text{ kJ/mol}$

反应③:  $\text{CH}_4(\text{g}) = \text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +75 \text{ kJ/mol}$

反应④:  $2\text{CO}(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{s}) \quad \Delta H = -172 \text{ kJ/mol}$

研究发现在密闭容器中  $p = 101 \text{ kPa}$  下,  $n_{\text{始}}(\text{CO}_2) = n_{\text{始}}(\text{CH}_4) = 0.5 \text{ mol}$ , 平衡时各含碳物种的物质的量随温度的变化如图所示。下列说法正确的是( )



A. 图中 a 表示  $\text{CH}_4$

B.  $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$  的  $\Delta H = -131 \text{ kJ/mol}$

C. 其他条件不变, 在  $500 \sim 1000 \text{ }^\circ\text{C}$  范围, 随着温度的升高, 平衡时  $n(\text{H}_2\text{O})$  不断增大

D. 当  $n_{\text{始}}(\text{CO}_2) + n_{\text{始}}(\text{CH}_4) = 1 \text{ mol}$ , 其他条件不变时, 提高  $\frac{n_{\text{始}}(\text{CO}_2)}{n_{\text{始}}(\text{CH}_4)}$  的值, 能

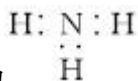
减少平衡时积碳量

### 选择题专练（五）

1 [2024 如皋适应性三 T1]物质转化和合成需要选择合适的原料。以油脂为原料适合制取或合成下列物质中的( )

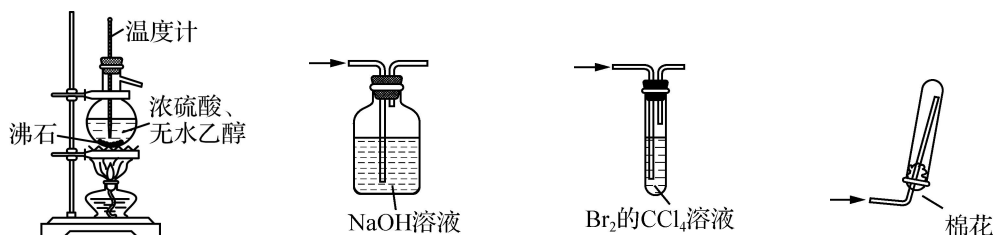
- A. 聚乙烯    B. 晶体硅  
C. 氨基酸    D. 甘油

2 [2025 如东调研 T2][Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]SO<sub>4</sub>·H<sub>2</sub>O（硫酸四氨合铜晶体）常用作杀虫剂、媒染剂，在碱性镀铜中也常用作电镀液的主要成分。下列叙述正确的是( )



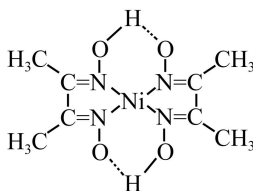
- A. NH<sub>3</sub> 的电子式为  $\begin{array}{c} \text{H} : \text{N} : \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$   
B. [Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup> 中存在离子键、配位键和极性共价键  
C. NH<sub>3</sub> 分子中 H—N—H 的键角小于 H<sub>2</sub>O 分子中 H—O—H 的键角  
D. NH<sub>3</sub> 和 H<sub>2</sub>O 与 Cu<sup>2+</sup> 的配位能力：NH<sub>3</sub>>H<sub>2</sub>O

3 [2024 南京外国语、金陵中学、海安中学联考 T3]实验室制取乙烯并验证其化学性质。下列装置不正确的是( )



- A. 制备乙烯    B. 除去杂质    C. 验证加成反应    D. 收集乙烯

4 [2024 南京二模 T4]丁二酮肟与 Ni<sup>2+</sup> 反应生成鲜红色的二丁二酮肟合镍沉淀，其结构如图所示。该反应可鉴定 Ni<sup>2+</sup> 的存在。下列说法不正确的是( )



- A. 沸点：CH<sub>4</sub><NH<sub>3</sub><H<sub>2</sub>O  
B. 原子半径：r(O)<r(N)<r(C)  
C. 电离能：I<sub>1</sub>(C)<I<sub>1</sub>(N)<I<sub>1</sub>(O)  
D. Ni<sup>2+</sup> 提供空轨道，N 原子提供孤电子对

阅读下列材料，完成 5~7 题：

氧、硫及其化合物应用广泛。O<sub>2</sub> 可用作燃料电池的氧化剂。单质硫有多种同素异形体，其中 S<sub>8</sub> 在液态 SO<sub>2</sub> 中被 AsF<sub>5</sub> 氧化成 S<sub>8</sub><sup>2+</sup>，化学方程式为 S<sub>8</sub> + 3AsF<sub>5</sub>  $\xrightarrow{\text{SO}_2}$  S<sub>8</sub>(AsF<sub>6</sub>)<sub>2</sub> + AsF<sub>3</sub>。氧能形成 H<sub>2</sub>O、H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 等重要氧化物。SO<sub>2</sub> 是一种重要的工业原料，可通过煅烧黄铁矿或加热无水硫酸钙、焦炭及二氧化硅的混合物 (CaSO<sub>4</sub> + C + SiO<sub>2</sub>  $\xrightarrow{\text{高温}}$  SO<sub>2</sub> ↑ + CO ↑ + CaSiO<sub>3</sub>) 等方法来制取。SO<sub>2</sub> 在 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 催化作用下与 O<sub>2</sub> 反应生成 SO<sub>3</sub>。

5 [2024 南通、泰州等八市三调 T6] 下列说法正确的是( )

- A. <sup>18</sup>O、<sup>18</sup>O、<sup>20</sup>O 互为同素异形体
- B. SO<sub>2</sub> 的中心原子杂化轨道类型为 sp<sup>3</sup>
- C. Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 晶体中阴、阳离子数目之比为 1 : 2
- D. 1 mol SiO<sub>2</sub> 晶体中含有 2 mol Si—O σ 键

6 [2024 南通、泰州等八市三调 T7] 下列关于反应 2SO<sub>2</sub>(g) + V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>  $\xrightleftharpoons{\Delta}$  2SO<sub>3</sub>(g) ΔH < 0 的说法正确的是( )

- A. 基态 V 原子核外电子排布为 3d<sup>3</sup>4s<sup>2</sup>
- B. 反应达到平衡状态时，v<sub>逆</sub>(SO<sub>3</sub>) = 2v<sub>正</sub>(O<sub>2</sub>)
- C. 使用 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 的目的是增大 SO<sub>2</sub> 的平衡转化率
- D. 其他条件相同，增大压强，平衡常数增大

7 [2024 南通、泰州等八市三调 T8] 下列关于化学反应的表示或说法正确的是( )

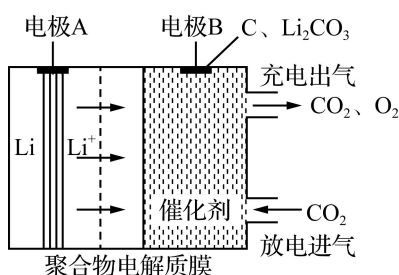
- A. 碱性氢氧燃料电池的正极反应：O<sub>2</sub> + 4e<sup>-</sup> + 4H<sup>+</sup> = 2H<sub>2</sub>O
- B. Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 与 SO<sub>2</sub> 反应：2Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + 2SO<sub>2</sub> = 2Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + O<sub>2</sub>
- C. S<sub>8</sub> 与 AsF<sub>5</sub> 反应中，n(氧化剂) : n(还原剂) = 3 : 1
- D. 温度越高，ΔS 越大，硫酸钙制取 SO<sub>2</sub> 的反应正向进行程度越大

8 [2025 淮安期初 T8] 在给定条件下，下列选项所示的物质间转化均能实现的是( )

- A. N<sub>2</sub>(g)  $\xrightarrow{\text{H}_2(\text{g}) \text{ 高温、高压、催化剂}}$  NH<sub>3</sub>(g)  $\xrightarrow{\text{NaCl}(\text{aq}) \text{ CO}_2(\text{g})}$  NaHCO<sub>3</sub>(s)
- B. S(s)  $\xrightarrow{\text{O}_2(\text{g}) \text{ 点燃}}$  SO<sub>2</sub>(g)  $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}(\text{l})}$  H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(aq)
- C. NaCl(aq)  $\xrightarrow{\text{电解}}$  Cl<sub>2</sub>(g)  $\xrightarrow{\text{Fe}(\text{s}) \text{ } \Delta}$  FeCl<sub>2</sub>(s)
- D. SiO<sub>2</sub>(s)  $\xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$  H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>(s)  $\xrightarrow{\text{NaOH}(\text{aq})}$  Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>(aq)

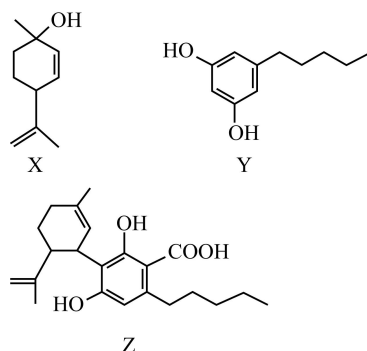


9 [2025 镇江期初 T8]我国科学家研究发现一种电化学“大气固碳”有效方法的原理如图所示。充电时，通过催化剂的选择性控制，只有  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  发生氧化。下列有关说法正确的是( )



- A. 放电时，电极 B 发生氧化反应
- B. 该电池可选用  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  水溶液作离子导体
- C. 充电时， $\text{Li}^+$  从电极 B 移向电极 A
- D. 放电时，每消耗 1 mol  $\text{CO}_2$  转移电子数  $4 \times 6.02 \times 10^{23}$

10 [2025 扬州中学月考 T8]由化合物 X、Y 为起始原料可合成药物 Z。下列说法正确的是( )

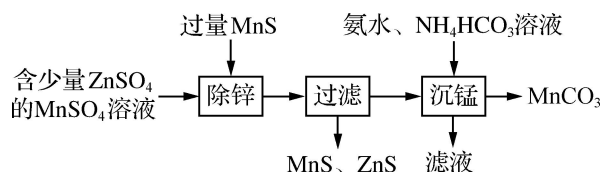


- A. X 分子中所有碳原子可处于同一平面
- B. X、Z 分子中均含有 2 个手性碳原子
- C. 1 mol Z 最多只能与 2 mol  $\text{Br}_2$  发生反应
- D. X、Y、Z 均可与  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液发生反应

11 [2024 泰州中学模拟 T11]探究卤族元素单质及其化合物的性质，下列实验方案能达到探究目的的是( )

选项	探究目的	实验方案
A	$\text{I}_2$ 在饱和 KI 溶液与 $\text{CCl}_4$ 中的溶解能力大小	向 $\text{I}_2$ 的 $\text{CCl}_4$ 溶液中加入等体积饱和 KI 溶液，振荡
B	Cl 与 C 的非金属性强弱	将稀盐酸滴入 $\text{NaHCO}_3$ 溶液中，将产生的气体通入澄清石灰水中
C	$\text{AgCl}$ 与 $\text{AgI}$ 溶度积大小	向 2 mL 0.1 mol/L $\text{AgNO}_3$ 溶液中先滴加 4 滴 0.1 mol/L KCl 溶液，再滴加 4 滴 0.1 mol/L KI 溶液
D	$\text{NH}_4\text{Cl}$ 能否水解	向 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 溶液中滴入几滴酚酞

12 [2024 如皋适应性考试—T12]室温下，用含少量  $\text{ZnSO}_4$  杂质的  $1\text{ mol/L}$   $\text{MnSO}_4$  溶液制备  $\text{MnCO}_3$  的过程如下图所示。下列说法正确的是( )

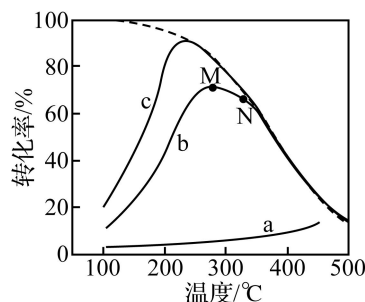


已知： $K_{\text{sp}}(\text{MnS}) = 2 \times 10^{-10}$ 、 $K_{\text{sp}}(\text{ZnS}) = 2 \times 10^{-24}$ 、 $K_{\text{b}}(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 2 \times 10^{-5}$ 、 $K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4 \times 10^{-7}$ 、

$K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 5 \times 10^{-11}$ 。

- A. “除锌”后所得上层清液中， $c(\text{Zn}^{2+})$ 一定小于  $1 \times 10^{-5}\text{ mol/L}$
- B.  $0.1\text{ mol/L}$   $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液中存在： $c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) = c(\text{OH}^-) + c(\text{CO}_3^{2-})$
- C. 氨水、 $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液中存在： $c(\text{NH}_4^+) < 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-)$
- D. “沉锰”后的滤液中存在： $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 2c(\text{SO}_4^{2-})$

13 [2024 扬州期末 T13]为研究反应  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  在不同条件下  $\text{NO}$  的转化率，向恒压反应器中通入含一定浓度  $\text{NO}$  与  $\text{O}_2$  的气体，在无催化剂和有催化剂存在时，分别测得不同温度下反应器出口处  $\text{NO}$  的转化率如图中曲线 a、b 所示（图中虚线表示相同条件下  $\text{NO}$  的平衡转化率随温度的变化）。下列说法正确的是( )



- A. 反应的  $\Delta H > 0$
- B. 曲线 a 中  $\text{NO}$  转化率随温度升高而增大，是由于催化剂的活性增强
- C. 曲线 b 中从 M 点到 N 点， $\text{NO}$  转化率随温度升高而减小，是由于反应速率减慢
- D. 催化剂存在时，其他条件不变，增大气体中  $c(\text{O}_2)$ ， $\text{NO}$  转化率随温度的变化为曲线 c

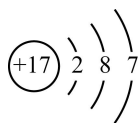
### 选择题专练（六）

1 [2024 盐城期中 T1]水是生命之源，寻找火星水冰是“祝融”号火星车的任务之一。下列关于水的说法正确的是( )

- A. 属于两性氧化物
- B. 既有氧化性又有还原性
- C. 与  $\text{H}_2\text{O}_2$  互为同素异形体
- D. 不属于电解质

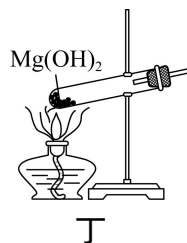
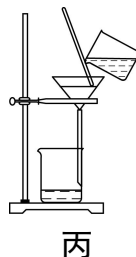
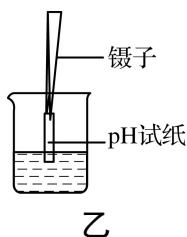
2 [2025 镇江期初 T2]反应  $2\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{Cl}_2 = 2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 2\text{KCl}$  可制备媒染剂铁氰化钾。下列说法正确的是( )

- A.  $\text{CN}^-$  的电子式为  $[\text{C} \vdots \vdots \text{N}]^-$
- B.  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  中铁元素化合价为 +3



- C.  $\text{Cl}^-$  的结构示意图为
- D.  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  中既含离子键又含非极性共价键

3 [2024 海安中学期初 T3]以菱镁矿（主要成分是  $\text{MgCO}_3$ ，含少量  $\text{FeCO}_3$ ）为原料制取高纯氧化镁需要经历酸浸、调 pH、过滤、灼烧等操作。下列实验装置和原理能达到实验目的的是( )



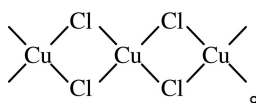
- A. 用装置甲配制稀硫酸
- B. 用装置乙测溶液的 pH
- C. 用装置丙过滤悬浊液
- D. 用装置丁灼烧  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  固体

4 [2024 常州期中 T5]铁系超导材料  $\text{Fe-Sm-As-F-O}$  中基态 Sm 原子的价电子排布为  $4f^2 6s^2$ 。下列说法正确的是( )

- A. Sm 位于元素周期表中的 f 区
- B. Fe 成为阳离子时先失去 3d 轨道电子
- C. 氢化物的稳定性:  $\text{AsH}_3 > \text{H}_2\text{O}$
- D. 电离能:  $I_1(\text{F}) < I_1(\text{O})$

阅读下列材料，完成 5~7 题：

Cu、Ag 位于元素周期表 I B 族。Ag 与空气中微量  $\text{H}_2\text{S}$  接触发生反应生成黑色  $\text{Ag}_2\text{S}$ 。Cu 可以形成  $\text{CuCl}_2$ 、 $\text{CuSO}_4$ 、 $\text{Cu}_2\text{O}$ 、 $\text{Cu}_2\text{S}$  等化合物。有研究表明，无水  $\text{CuCl}_2$  为长链状结构，其片段如图：



水  $\text{CuCl}_2$  为长链状结构，其片段如图：

5 [2024 扬州考前模拟 T5] 下列说法正确的是( )

A.  $\text{CuCl}_2$  属于离子化合物

B.  $\text{CO}_3^{2-}$  的空间结构为三角锥形

C.  $\text{SO}_2$  中的键角比  $\text{SO}_3$  中的小

D.  $\text{NO}_3^-$  中心原子的轨道杂化类型为  $\text{sp}^2$

6 [2024 扬州考前模拟 T6] 下列化学反应表示正确的是( )

A. Ag 与空气中  $\text{H}_2\text{S}$  的反应： $4\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2\text{Ag}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

B. 加热  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ： $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{CuCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

C. 用惰性电极电解  $\text{CuSO}_4$  溶液的阴极反应： $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$

D.  $\text{Cu}_2\text{S}$  与热的浓硝酸反应： $\text{Cu}_2\text{S} + 6\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \xrightarrow{\Delta} 2\text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \uparrow + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

7 [2024 扬州考前模拟 T7] 下列物质结构与性质或物质性质与用途不具有对应关系的是( )

A.  $\text{H}_2\text{O}$  中的 O 存在孤电子对， $\text{Cu}^{2+}$  能与  $\text{H}_2\text{O}$  形成  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$

B.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  中 H 元素呈 +1 价，浓硫酸具有强氧化性

C.  $\text{CuSO}_4$  具有杀菌能力，可用于游泳池的水处理

D. 无水  $\text{CuSO}_4$  吸水后显现蓝色，可用于检验乙醇所含的微量水分

8 [2024 南通、泰州等六市一调 T8] 氮及其化合物的转化具有重要应用。下列说法不正确的是( )

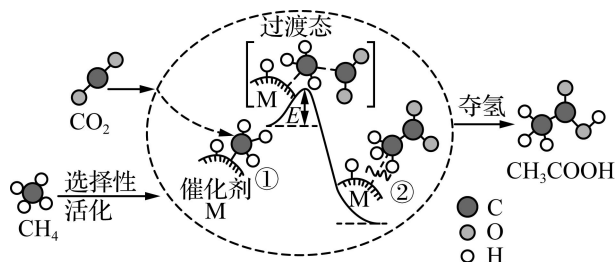
A. 常温下可以用铁制容器来盛装浓硝酸

B. 工业制硝酸过程中的物质转化： $\text{NH}_3 \xrightarrow[\text{催化剂}]{\text{O}_2} \text{NO} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{HNO}_3$

C. 氮气、铵盐、亚硝酸盐、硝酸盐之间的转化构成了自然界“氮循环”的一部分

D. 实验室用浓氨水、生石灰制备少量氨气： $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CaO} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NH}_3 \uparrow$

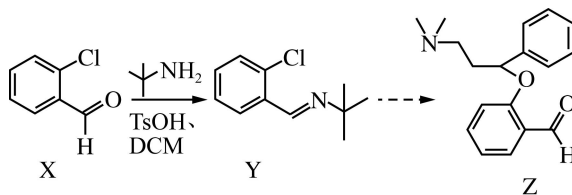
9 [2025 南通如东调研 T10]催化剂  $M(\text{TiO}_2/\text{Cu}_2\text{Al}_2\text{O}_4)$  催化  $\text{CO}_2$  和  $\text{CH}_4$  转化为高附加值产品  $\text{CH}_3\text{COOH}$  的反应为  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COOH}(\text{l})$ , 该催化反应历程示意图如下。



下列说法不正确的是( )

- A. 该反应的  $\Delta S < 0$
- B. ①  $\rightarrow$  ② 过程放出能量并形成了  $\text{C}-\text{C}$
- C. 如图所示的反应机理中, 步骤①可理解为  $\text{CH}_4$  中带部分负电荷的  $\text{C}$  与催化剂  $\text{M}$  之间发生作用
- D. 该反应中每消耗 1 mol  $\text{CO}_2$ , 转移电子的数目约为  $2 \times 6.02 \times 10^{23}$

10 [2025 海门中学调研 T9]物质  $\text{Z}$  常应用于液晶材料的制备。合成  $\text{Z}$  的一种方法如下图所示。下列说法正确的是( )

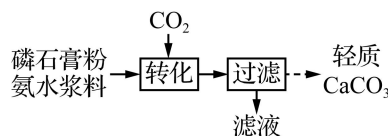


- A.  $\text{X} \rightarrow \text{Y}$  经历了加成和消去两步反应
- B. 1 mol  $\text{tert-butylamine}$  中含有 6 mol  $\sigma$  键
- C.  $\text{Y}$  分子与足量  $\text{H}_2$  加成后的产物中含有 3 个手性碳原子
- D.  $\text{Z}$  分子不能发生银镜反应

11 [2024 连云港调研 T11]室温下, 下列实验方案能达到探究目的的是( )

选项	实验方案	探究目的
A	向 $\text{KBr}$ 、 $\text{KI}$ 混合溶液中依次加入少量氯水和 $\text{CCl}_4$ , 振荡后静置, 观察 $\text{CCl}_4$ 层颜色	氧化性: $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$
B	向溶液 $\text{X}$ 中加入盐酸, 将产生的气体通入品红溶液中, 观察溶液颜色变化	溶液 $\text{X}$ 中是否含有 $\text{SO}_3^{2-}$ 或 $\text{HSO}_3^-$
C	测定浓度均为 0.1 mol/L 的 $\text{CH}_3\text{COONa}$ 、 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 溶液的 pH	$\text{CH}_3\text{COOH}$ 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的电离能力
D	$\text{BaSO}_4$ 用饱和 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 溶液浸泡一段时间后, 过滤、洗涤, 向所得滤渣上滴加盐酸, 产生无色气体	$K_{\text{sp}}(\text{BaSO}_4) > K_{\text{sp}}(\text{BaCO}_3)$

12 [2024 苏州三模 T12]以磷石膏（主要成分  $\text{CaSO}_4$ ，杂质  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  等）和氨水为原料可实现  $\text{CO}_2$  矿物封存同时制备轻质  $\text{CaCO}_3$ ，转化部分流程如图。



$$K_{\text{sp}}(\text{CaSO}_4)=5.0 \times 10^{-5}, K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3)=3.0 \times 10^{-9},$$

$$K_{\text{a1}}(\text{H}_2\text{CO}_3)=4.3 \times 10^{-7}, K_{\text{a2}}(\text{H}_2\text{CO}_3)=5.61 \times 10^{-11}。$$

下列说法正确的是( )

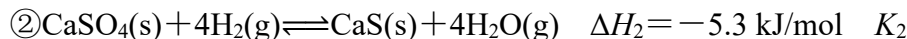
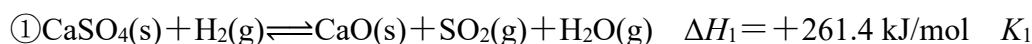
A. 氨水中存在： $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$

B. “转化”步骤，通入  $\text{CO}_2$  后清液中始终存在： $\frac{c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{CO}_3^{2-})} > \frac{5}{3} \times 10^4$

C. “转化”步骤，若通入  $\text{CO}_2$  至溶液 pH 为 6.5，此时溶液中： $c(\text{HCO}_3^-) > c(\text{CO}_3^{2-})$

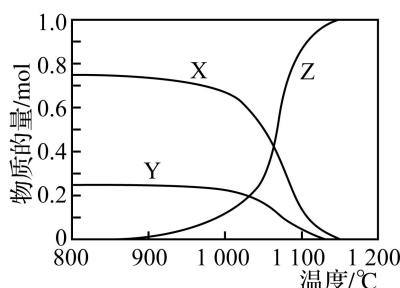
D. “滤液”中存在： $c(\text{H}^+) + 2c(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{OH}^-) + 2c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$

13 [2024 苏锡常镇二调 T13]利用  $\text{H}_2$  可实现对石膏中 S 元素的脱除，涉及的主要反应如下：



在  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、 $n_{\text{始}}(\text{H}_2)$  和  $n_{\text{始}}(\text{CaSO}_4)$  均为 1 mol 时，若仅考虑上述反应，平衡时各固体物质的物质的量随温度的变化关系如图所示。石膏中 S 元素的脱除效果可用脱硫率  $[\frac{m_{\text{反应前}}(\text{石膏中 S 元素}) - m_{\text{反应后}}(\text{固体中 S 元素})}{m_{\text{反应前}}(\text{石膏中 S 元素})} \times 100\%]$  表示。

下列说法不正确的是( )



A. 反应  $3\text{CaSO}_4(\text{s}) + \text{CaS}(\text{s}) \rightleftharpoons 4\text{CaO}(\text{s}) + 4\text{SO}_2(\text{g})$  的平衡常数  $K = K_1^4 \cdot K_2^1$

B. 图中曲线 X 表示平衡时  $\text{CaSO}_4$  固体的物质的量随温度的变化

C. 一定温度下，加入  $\text{NaOH}$  固体或增大体系压强，均可提高平衡时的脱硫率

D. 其他条件不变，1000 °C 下， $n_{\text{始}}(\text{H}_2) < 1 \text{ mol}$  时， $n_{\text{始}}(\text{H}_2)$  越多，平衡时的脱硫率越高

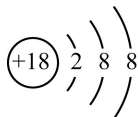
### 选择题专练（七）

1 [2024 如皋适应性考试二 T1]含碳物质的转化在生产生活、环境保护中具有重要意义。下列说法正确的是( )

- A. 含碳、氢、氧元素的化合物都是有机化合物
- B. 植树造林、节能减排有助于实现“碳中和”
- C. 煤、石油的用途就是作燃料
- D. 石墨烯与金刚石互为同系物

2 [2024 扬州考前模拟 T2] $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  检验酒精的反应为  $2\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 11\text{H}_2\text{O}$ 。下列说法正确的是( )

- A. 中子数为 28 的铬原子:  ${}^{54}_{24}\text{Cr}$
- B.  $\text{H}_2\text{O}$  的电子式:  $\text{H}:\text{O}:\text{H}$

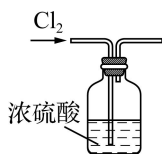


- C.  $\text{K}^+$  的结构示意图:
- D.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  中氧元素的化合价:  $-2$

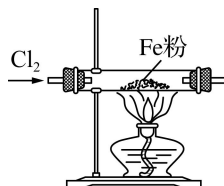
3 [2025 如皋学情调研一 T3]下列制取氯气、制  $\text{FeCl}_2$  和尾气处理的装置能达到实验目的的是( )



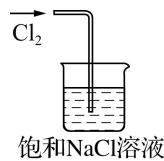
A. 制  $\text{Cl}_2$



B. 干燥  $\text{Cl}_2$



C. 制  $\text{FeCl}_2$



D. 吸收尾气

4 [2024 南通、泰州等八市三调 T5]前四周期主族元素 X、Y、Z、W 的原子序数依次增大。基态时, X 原子核外有 6 个电子, Y 原子 3p 原子轨道半充满, Z 原子 3p 原子轨道上有 2 个未成对电子。W 与 Y 处于同一主族。下列说法正确的是( )

- A. 第一电离能:  $Z < Y$
- B. Y 的简单气态氢化物的热稳定性比 W 的弱
- C. 原子半径:  $r(\text{W}) < r(\text{Z})$
- D. X 的最高价氧化物对应水化物的酸性比 Z 的强

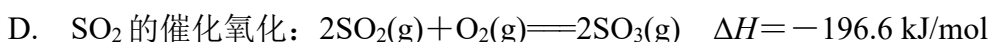
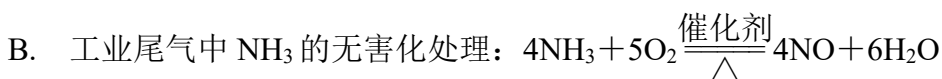
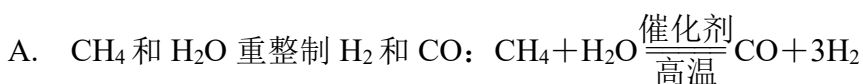
阅读下列材料, 回答 5~7 题:

催化反应广泛存在，如植物光合作用、合成氨、 $\text{CH}_4$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ 重整制 $\text{H}_2$ 和 $\text{CO}$ 、工业尾气中 $\text{NH}_3$ 的无害化处理、 $\text{SO}_2$ 的催化氧化[ $\text{SO}_2(\text{g})$ 和 $\text{O}_2(\text{g})$ 生成1 mol  $\text{SO}_3$ 放出98.3 kJ的热量]等。催化剂有选择性，如酸性条件下铈电催化还原 $\text{CO}_2$ ，生成 $\text{HCOOH}$ 的选择性大于 $\text{CO}$ 。非均相催化指催化剂与反应物处于不同聚集状态的催化反应，反应在催化剂表面进行，主要包括吸附、反应、脱附等过程。

5 [2025 南京开学考试 T5]下列说法不正确的是( )

- A. 植物光合作用过程中，酶能增大该反应的活化分子百分数
- B.  $\text{H}_2\text{O}_2$ 制 $\text{O}_2$ 反应中， $\text{Fe}^{3+}$ 能加快化学反应速率
- C. 酸性条件下铈电催化还原 $\text{CO}_2$ 生成两种产物的速率： $v(\text{CO}) > v(\text{HCOOH})$
- D. 铁触媒催化合成氨的反应属于非均相催化

6 [2025 南京开学考试 T6]下列化学反应表示不正确的是( )



7 [2025 南京开学考试 T7]下列有关反应描述正确的是( )

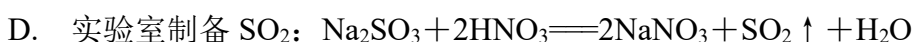
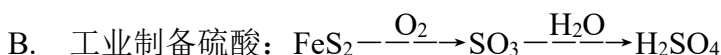
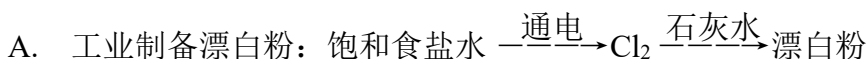
A. 合成氨温度选择 $400 \sim 500^\circ\text{C}$ 的重要原因之一是铁触媒在该温度范围内活性大

B. 浓硫酸催化下， $\text{CH}_3\text{CH}_2^{18}\text{OH}$ 与 $\text{CH}_3\text{COOH}$ 的酯化反应产物中可检测到 $\text{H}_2^{18}\text{O}$

C. 乙醛催化加氢反应中， $\text{H}_2$ 在催化剂 $\text{Ni}$ 表面吸附过程的 $\Delta S > 0$

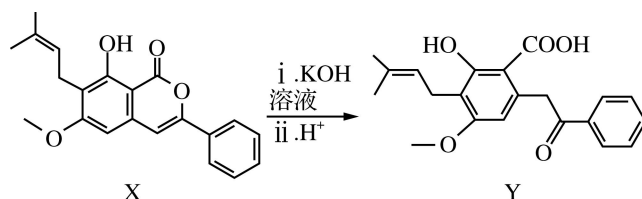
D.  $\text{SO}_2$ 转化为 $\text{SO}_3$ 时，S原子轨道的杂化类型由 $\text{sp}^2$ 转变为 $\text{sp}^3$

8 [2024 宿迁调研 T8]下列有关氮、硫、氯的单质及其化合物的转化正确的是( )



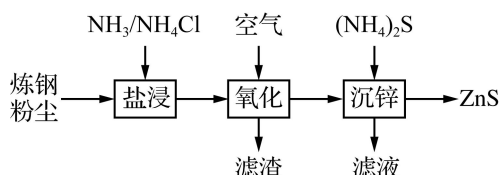


9 [2024 徐州考前模拟 T9]化合物 Y 用于糖尿病及并发症的治疗，由下列转化制得。下列说法正确的是( )



- A. X 分子存在顺反异构体  
 B. X 中含氧官能团为羟基、羰基、醚键  
 C. X 与 Y 分子中含有碳氧σ键数目相同  
 D. X 和 Y 均能与甲醛发生缩聚反应

10 [2025 南通崇川调研 T13]从炼钢粉尘（主要含  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{ZnO}$ ）中提取锌的流程如下：



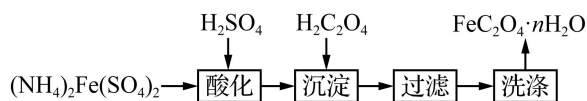
“盐浸”过程中， $\text{ZnO}$  转化为  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ，并有少量  $\text{Fe}^{2+}$  和  $\text{Fe}^{3+}$  浸出。下列说法不正确的是( )

- A. 1 mol  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  中含 16 mol σ键  
 B. “盐浸”过程中需补充  $\text{NH}_3$ ，防止浸液 pH 下降  
 C. “滤渣”的主要成分为  $\text{Fe}(\text{OH})_3$   
 D. “沉锌”过程中得到的“滤液”可循环利用

11 [2024 苏锡常镇调研一 T11]探究  $\text{NaClO}$  溶液的性质，下列实验方案能达到探究目的的是( )

选项	探究目的	实验方案
A	检验 $\text{NaClO}$ 溶液中的 $\text{Na}^+$	用洁净的铂丝蘸取少量 $\text{NaClO}$ 溶液，在酒精灯上灼烧，透过蓝色钴玻璃观察火焰颜色
B	检验 $\text{NaClO}$ 溶液的氧化性	将 $\text{NaClO}$ 溶液滴加到淀粉-KI 溶液中，观察溶液颜色变化
C	测定 $\text{NaClO}$ 溶液的 pH	用洁净的玻璃棒蘸取 $\text{NaClO}$ 溶液滴在 pH 试纸上，待变色后与标准比色卡比对
D	检验 $\text{NaClO}$ 溶液的还原产物	将少量 $\text{NaClO}$ 溶液与 $\text{FeCl}_2$ 充分反应后，滴加硝酸酸化的硝酸银溶液，观察沉淀产生情况

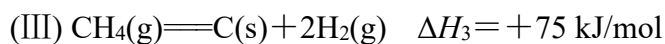
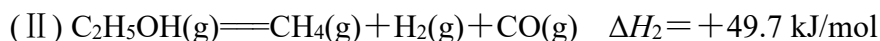
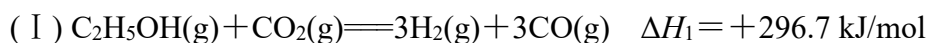
12 [2024 南通、泰州等七市二调 T12]实验室通过下列过程制取草酸亚铁晶体。



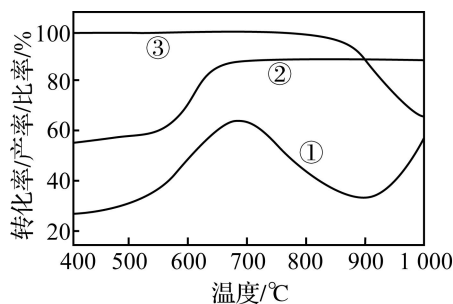
已知： $K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)=5.6 \times 10^{-2}$ 、 $K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)=1.5 \times 10^{-4}$ 。下列说法不正确的是( )

- A. pH=2 的  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液中： $c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)<c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$
- B. “酸化”后的溶液中： $c(\text{NH}_4^+)+2c(\text{Fe}^{2+})<2c(\text{SO}_4^{2-})$
- C. 可以用酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液检验“沉淀”后的上层清液中是否含有  $\text{Fe}^{2+}$
- D. 水洗后，再用乙醇洗涤有利于晶体快速干燥

13 [2024 无锡期末 T13]乙醇- $\text{CO}_2$  催化重整可获得  $\text{H}_2$ 。使用 Ni 基催化剂，主要发生的反应如下：



在  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ ,  $n_{\text{始}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}):n_{\text{始}}(\text{CO}_2)=1:1.2$  时,仅考虑上述反应,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  的转化率、 $\text{H}_2$  产率和  $\frac{n(\text{CO})}{n(\text{H}_2)}$  比率随温度的变化如图所示。下列说法正确的是( )



- A. 700~900 °C, 升高温度, 有利于提高乙醇的转化率
- B. 900~1 000 °C, 向体系补充  $\text{CO}_2$ , 可缩短达到平衡时间
- C. 乙醇- $\text{CO}_2$  重整制氢的最佳温度条件为 1 000 °C
- D. 500~600 °C, 选择高效催化剂或增大压强可提高  $\text{H}_2$  平衡产率

### 选择题专练（八）

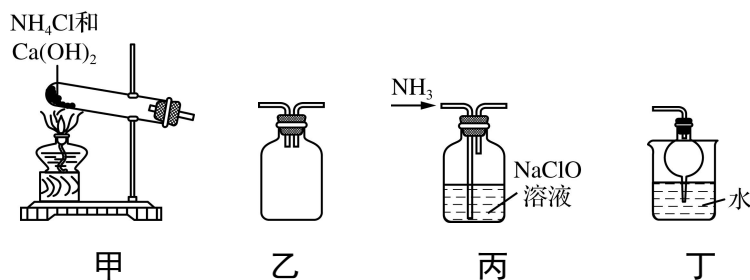
1 [2024 泰州调研 T1]C919 是我国首款具有自主知识产权的干线飞机，其使用的材料中属于无机非金属材料的是( )

- A. 铝合金机身      B. 芳纶纤维舱门  
C. 玻璃纤维雷达罩      D. 合成橡胶轮胎

2 [2025 淮安调研 T2]反应  $\text{CH}_3\text{COO}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2] + \text{NH}_3 + \text{CO} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}[\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}]$  可用于除去  $\text{H}_2$  中的  $\text{CO}$ 。下列说法正确的是( )

- A.  $\text{NH}_3$  的空间结构为平面三角形  
B.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  中既有离子键又有共价键  
C.  $1 \text{ mol } [\text{Cu}(\text{NH}_3)_3\text{CO}]^+$  中  $\sigma$  键数目为  $10 \text{ mol}$   
D.  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_3]^+$  中  $\text{Cu}$  元素的化合价为  $+1$

3 [2025 南京期初调研 T3]水合肼( $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )具有强还原性，其制备原理为  $\text{NaClO} + 2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{NaCl}$ 。下列关于实验室制备水合肼的装置不能达到实验目的的是( )



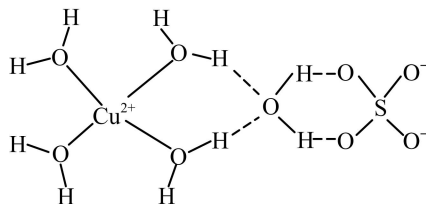
- A. 装置甲用于制取氨气  
B. 装置乙作为制备过程的安全瓶  
C. 装置丙用于制取水合肼  
D. 装置丁用于吸收尾气中的氨气

4 [2024 苏锡常镇调研一 T4]一种超导材料中含  $\text{Cu}$ 、 $\text{P}$ 、 $\text{O}$ 、 $\text{S}$  等元素。下列说法正确的是( )

- A. 原子半径:  $r(\text{P}) > r(\text{S}) > r(\text{O})$   
B. 第一电离能:  $I_1(\text{O}) > I_1(\text{S}) > I_1(\text{P})$   
C. 酸性:  $\text{H}_3\text{PO}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4$   
D. 基态  $\text{Cu}$  原子  $3d$  轨道上有  $9$  个电子

阅读下列材料，完成 5~7 题：

铜族元素包括铜、银、金等。1 000 多年前，我国采用加热胆矾 ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ，结构如图) 制取硫酸。目前工业上煅烧黄铜矿 ( $\text{CuFeS}_2$ ) 得  $\text{Cu}_2\text{S}$ 、 $\text{FeS}$  和  $\text{SO}_2$ ；电解精炼粗铜可得纯铜。 $\text{Cu}_2\text{O}$  可用于制备红色玻璃；照相底片上未曝光的  $\text{AgBr}$  浸入  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液转变成  $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$  而溶解。 $\text{Au}$  能溶解在王水 ( $\text{HCl}$ 、 $\text{HNO}_3$  按一定体积比混合) 中生成  $\text{HAuCl}_4$ 。



5 [2024 徐州考前打靶 T5] 下列说法不正确的是( )

- A.  $\text{SO}_4^{2-}$  和  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  均为四面体形
- B. 铜族元素位于元素周期表中的 ds 区
- C.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  晶体中存在共价键、配位键和氢键
- D. 电解精炼粗铜时，阴极上每转移 2 mol 电子，阳极上溶解 1 mol Cu

6 [2024 徐州考前打靶 T6] 下列化学反应表示不正确的是( )

- A. 工业煅烧黄铜矿： $2\text{CuFeS}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Cu}_2\text{S} + 2\text{FeS} + \text{SO}_2$
- B. 王水溶解 Au： $\text{Au} + 4\text{HCl} + \text{HNO}_3 = \text{HAuCl}_4 + \text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- C.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液溶解  $\text{AgBr}$ ： $\text{AgBr} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = [\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} + \text{Br}^-$
- D. 胆矾制硫酸的物质转化： $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{高温}} \text{SO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{H}_2\text{SO}_4$

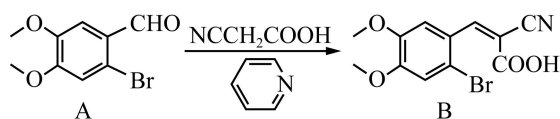
7 [2024 徐州考前打靶 T7] 下列物质性质与用途不具有对应关系的是( )

- A.  $\text{AgI}$  难溶于水，可用于人工降雨
- B.  $\text{HCl}$  具有还原性，可用于制氯气
- C.  $\text{Cu}_2\text{O}$  呈红色，可用于制备红色玻璃
- D.  $\text{CuSO}_4$  能使蛋白质变性，可用于游泳池消毒

8 [2024 盐城考前模拟 T8] 历史上曾用 Deacon 法生产  $\text{Cl}_2$ ，化学原理为  $4\text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 。下列说法正确的是( )

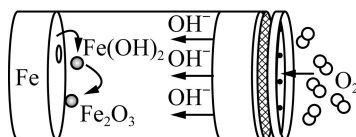
- A. 该反应  $\Delta H > 0$ 、 $\Delta S > 0$
- B. 反应平衡常数  $K = \frac{c(\text{HCl}) \cdot c(\text{O}_2)}{c(\text{Cl}_2) \cdot c(\text{H}_2\text{O})}$
- C. 提高  $\frac{n(\text{HCl})}{n(\text{O}_2)}$  的值可增大  $\text{HCl}$  的转化率
- D. 每生产 1 mol  $\text{Cl}_2$ ，反应中转移电子数目约  $2 \times 6.02 \times 10^{23}$

9 [2024 宿迁三模 T9]化合物 B 是合成一种用于减慢心率药物的中间体,可由下列反应制得。下列说法正确的是( )



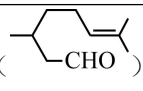
- A. B 存在顺反异构体
- B. 该反应历程经历取代反应、消去反应两步
- C. 等物质的量的 A、B 分别与足量  $H_2$  加成,消耗的氢气量相等
- D. 可用银氨溶液或酸性高锰酸钾溶液检验 B 中是否含有 A

10 [2024 如皋适应性考试三 T8]铁—空气二次电池具有价格低廉、安全性好等优点。一种铁—空气电池放电时原理如图所示。电池使用碱性溶液作电解质, C 电极允许空气中的  $O_2$  通过。下列说法正确的是( )

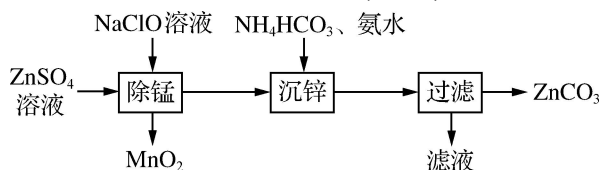


- A. 放电时正极反应为  $O_2 + 4e^- + 4H^+ = 4H_2O$
- B. 充电时的阴极反应之一为  $Fe_2O_3 + 2e^- + 3H_2O = 2Fe(OH)_2 + 2OH^-$
- C. 忽略溶液体积的变化,放电后溶液的 pH 增大
- D. 该电池也可以用强酸溶液作电解质

11 [2024 南京外国语、金陵中学、海安中学联考 T11]为了探究某些有机物的结构或性质,下列实验方案能达到探究目的的是( )

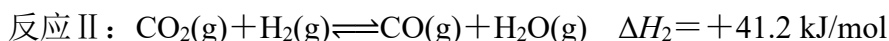
选项	探究目的	实验方案
A	1-溴丙烷是否能水解	将 1 溴丙烷与足量 NaOH 溶液共热充分反应后冷却,滴加 $AgNO_3$ 溶液
B	香茅醛是否含碳碳双键	向香茅醛 (  ) 中加入酸性 $KMnO_4$ 溶液,观察溶液颜色变化
C	维生素 C 是否有还原性	向盛有 2 mL 0.1 mol/L $KMnO_4$ 溶液的试管中滴加适量维生素 C 溶液,观察溶液颜色变化
D	乙醇是否与 Na 反应	向乙醇水溶液中加入一小粒钠,观察是否有气泡产生

12 [2024 南通、泰州等六市一调 T12] 室温下, 用含有少量  $\text{Mn}^{2+}$  的  $\text{ZnSO}_4$  溶液制备  $\text{ZnCO}_3$  的过程如下。下列说法正确的是( )

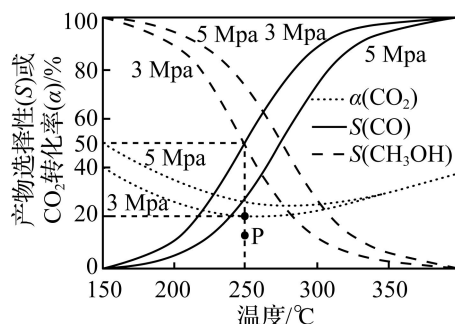


- A.  $\text{NaClO}$  溶液中:  $c(\text{Na}^+) = c(\text{ClO}^-) + c(\text{OH}^-)$
- B.  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  溶液中:  $c(\text{OH}^-) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{CO}_3^{2-})$
- C. “过滤”所得滤液中:  $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) > c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{CO}_3^{2-})$
- D. “过滤”所得滤液中:  $\frac{c(\text{CO}_3^{2-})}{c^2(\text{OH}^-)} < \frac{K_{\text{sp}}(\text{ZnCO}_3)}{K_{\text{sp}}[\text{Zn}(\text{OH})_2]}$

13 [2024 南京、盐城一模 T13]  $\text{CH}_3\text{OH}$  可作大型船舶的绿色燃料。工业上用  $\text{CO}_2$  制备  $\text{CH}_3\text{OH}$  的原理如下:



分别在 3 MPa、5 MPa 下, 将  $n_{\text{起始}}(\text{CO}_2) : n_{\text{起始}}(\text{H}_2) = 1 : 3$  的混合气体置于密闭容器中, 若仅考虑上述反应, 不同温度下反应体系达到平衡时,  $\text{CO}_2$  转化率( $\alpha$ )、产物选择性( $S$ )的变化如图所示。



已知:  $S(\text{CH}_3\text{OH} \text{ 或 } \text{CO}) = \frac{n(\text{CH}_3\text{OH} \text{ 或 } \text{CO})}{n_{\text{转化}}(\text{CO}_2)} \times 100\%$ 。下列说法不正确的是

是( )

- A. 反应  $\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H < -49.5 \text{ kJ/mol}$
- B. 350 °C 后, 不同压强下  $\alpha(\text{CO}_2)$  接近相等的原因制备过程以反应 I 为主
- C. 250 °C 时, 反应 II 的平衡常数  $K = \frac{1}{104}$
- D. 250 °C、5 MPa 下,  $n_{\text{起始}}(\text{CO}_2) : n_{\text{起始}}(\text{H}_2) = 1 : 3$  的混合气体在催化下反应一段时间  $\alpha(\text{CO}_2)$  达到 P 点的值, 延长反应时间  $\alpha(\text{CO}_2)$  可能达到 20%

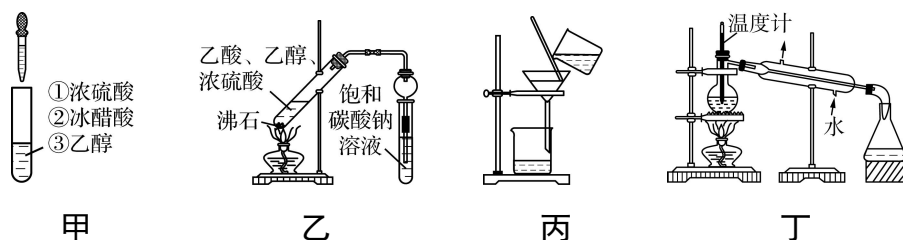
“10+2”综合小卷（一）

一、 选择题：每题只有一个选项符合题意。

1 [2023 南通如皋适应性考试一]下列关于氮的单质或化合物的性质与用途具有对应关系的是( )

- A.  $N_2$  的性质稳定，可用于合成氨
- B.  $NH_4Cl$  易溶于水，可用于除铁锈
- C.  $NH_3 \cdot H_2O$  易分解，可用于除去烟气中的  $SO_2$
- D.  $HNO_3$  具有氧化性，可用于溶解单质银

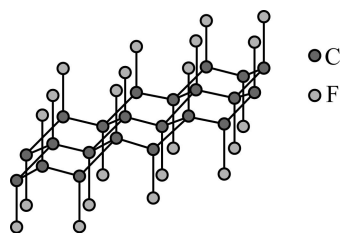
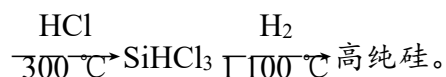
2 [2023 盐城三模]下列有关制取、分离和提纯乙酸乙酯的实验装置能达到实验目的的是( )



- A. 向甲试管中依次加入物质的先后顺序为②①③
- B. 用装置乙制备乙酸乙酯
- C. 用装置丙分离乙酸乙酯粗品
- D. 用装置丁提纯乙酸乙酯

阅读下列材料，完成 3~5 题：

F、Cl 元素的单质及其化合物应用广泛。石墨与  $F_2$  在  $450\text{ }^\circ\text{C}$  反应，石墨层间插入 F 得到层状化合物  $(CF)_x$ ，该物质仍具有润滑性，其单层局部结构如图所示； $ClO_2$  具有强氧化性，易溶于水，是一种高效安全消毒剂，可用甲醇在酸性条件下与  $NaClO_3$  反应制得；HCl 可用于制备高纯硅，主要过程如下：粗硅



- 3 [2025 南通期初 T5]下列表述正确的是( )
- A. 石墨与  $F_2$  反应前后碳原子的杂化轨道类型不变
  - B. 与石墨相比， $(CF)_x$  导电性增强
  - C.  $1\text{ mol } (CF)_x$  中含有  $2.5x\text{ mol}$  共价单键
  - D.  $(CF)_x$  中 C—C 的键长比 C—F 短

4 [2025 南通期初 T6]下列说法正确的是( )

- A. 键角:  $\text{ClO}_3^- < \text{ClO}_2^-$   
B.  $\text{NaClO}_3$  在制备  $\text{ClO}_2$  反应中作氧化剂  
C.  $\text{ClO}_2$  分子的空间结构为直线形  
D.  $\text{ClO}_2$  在消毒过程中最终转化为  $\text{Cl}_2$

5 [2025 南通期初 T7]下列说法不正确的是( )

- A. 粗硅制备高纯硅的两步反应中硅元素均被氧化  
B. 制备粗硅的化学方程式为  $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + 2\text{CO} \uparrow$   
C. 1 mol Si 含 Si—Si 键的数目约为  $2 \times 6.02 \times 10^{23}$   
D. 制备高纯硅的原料气 HCl 和  $\text{H}_2$  应充分去除  $\text{O}_2$

6 [2023 泰州期末]已知:  $\text{CN}^-$  结合  $\text{H}^+$  的能力弱于  $\text{CO}_3^{2-}$ 。氰化物浓度较低时, 可在碱性条件下用  $\text{H}_2\text{O}_2$  或  $\text{Cl}_2$  将其转化为  $\text{N}_2$ 。  $\text{CN}^-$  具有较强的配位能力, 氰化物浓度高时, 可加入 HCN、Fe 和  $\text{K}_2\text{CO}_3$  溶液反应生成  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  溶液。下列化学反应表示正确的是( )

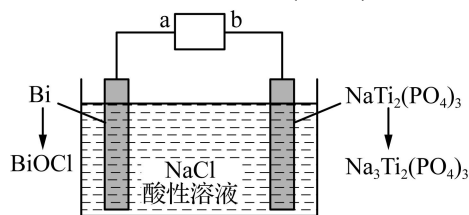
- A. NaCN 溶液通入少量的  $\text{CO}_2$ :  $\text{CN}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCN} + \text{HCO}_3^-$   
B. Fe 与 HCN 溶液反应:  $\text{Fe} + 2\text{HCN} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{CN}^-$   
C.  $\text{K}_2\text{CO}_3$  水解:  $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{OH}^- + \text{H}_2\text{CO}_3$   
D.  $\text{Cl}_2$  处理含氰废水:  $5\text{Cl}_2 + 2\text{CN}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 10\text{Cl}^- + \text{N}_2 \uparrow + 4\text{H}^+ + 2\text{CO}_2 \uparrow$

7 [2023 南通如皋适应性考试三]下列实验探究方案能达到相应探究目的是( )

选项	探究方案	探究目的
A	向乙醇中加入一小粒金属钠, 观察现象	乙醇中是否含有水
B	取少量久置的 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 粉末于试管中, 向其中滴加 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 酸化, 再滴加 $\text{BaCl}_2$ 溶液, 观察现象	$\text{Na}_2\text{SO}_3$ 是否变质
C	将乙醇和浓硫酸在 $170^\circ\text{C}$ 时共热所得气体通入酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液中, 观察现象	乙烯具有还原性
D	室温下, 测定 $0.1 \text{ mol/L NaHC}_2\text{O}_4$ 溶液的 pH	比较 $K_{a1}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \cdot K_{a2}(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$ 与 $K_w$ 的大小



8 [2023 南通海安实验中学月考]某二次电池充电时的原理如图所示,该过程可实现盐溶液的淡化。下列有关说法错误的是( )



- A. 充电时, a 为电源正极
- B. 充电时,  $\text{Cl}^-$  向 Bi 电极移动
- C. 充电时, 两电极新增加的物质中:  $n(\text{Na}^+) : n(\text{Cl}^-) = 1 : 3$
- D. 放电时, 正极的电极反应为  $\text{BiOCl} + 3\text{e}^- + 2\text{H}^+ = \text{Bi} + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$

9 [2023 无锡期中]缓冲溶液体系是维持生命活动的基础。配制  $\text{pH}=5$  的磷酸盐缓冲溶液的实验步骤如下:

步骤 1: 称取 2.4 g  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  ( $M=120 \text{ g/mol}$ ) 固体, 在小烧杯中加 10 mL 水溶解, 静置。

步骤 2: 将步骤 1 所得溶液转移至容量瓶中, 定容至 100 mL, 振荡, 静置。

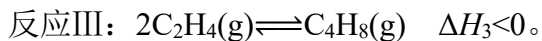
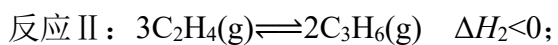
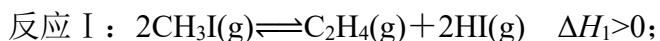
步骤 3: 取步骤 2 所得溶液 45 mL, 向其中滴加某浓度  $\text{NaOH}$  溶液, 至  $\text{pH}=5$ , 溶液的体积恰好为 50 mL。

步骤 4: 将步骤 3 所得溶液分成两等份, 向其中一份滴加 0.5 mL 0.1 mol/L  $\text{NaOH}$  溶液, 向另一份溶液中滴加 0.5 mL 0.1 mol/L 盐酸, 充分振荡, 测得两溶液的  $\text{pH}=5$ 。

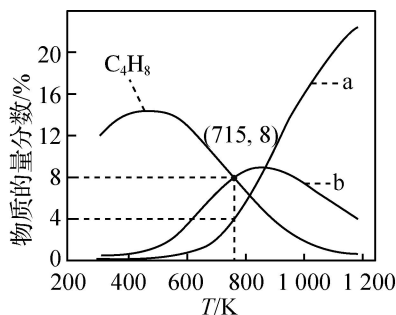
$\text{H}_3\text{PO}_4$  的电离平衡常数:  $K_{a1}=7.1 \times 10^{-3}$ ;  $K_{a2}=6.2 \times 10^{-8}$ ;  $K_{a3}=4.5 \times 10^{-13}$ 。下列说法正确的是( )

- A. 步骤 2 所配制的溶液中:  $c(\text{NaH}_2\text{PO}_4)=2 \text{ mol/L}$
- B. 在  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  溶液中:  $c(\text{H}_3\text{PO}_4) < c(\text{HPO}_4^{2-})$
- C. 在步骤 3 所得溶液中:  $c(\text{HPO}_4^{2-}) + c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + c(\text{PO}_4^{3-}) = 0.18 \text{ mol/L}$
- D. 从步骤 4 的实验数据可得出:  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  与  $\text{NaOH}$  和  $\text{HCl}$  均不反应

10 [2023 南通如皋调研]一碘甲烷( $\text{CH}_3\text{I}$ )热裂解可制取乙烯等低碳烯烃化工原料。一碘甲烷( $\text{CH}_3\text{I}$ )热裂解时主要反应如下:



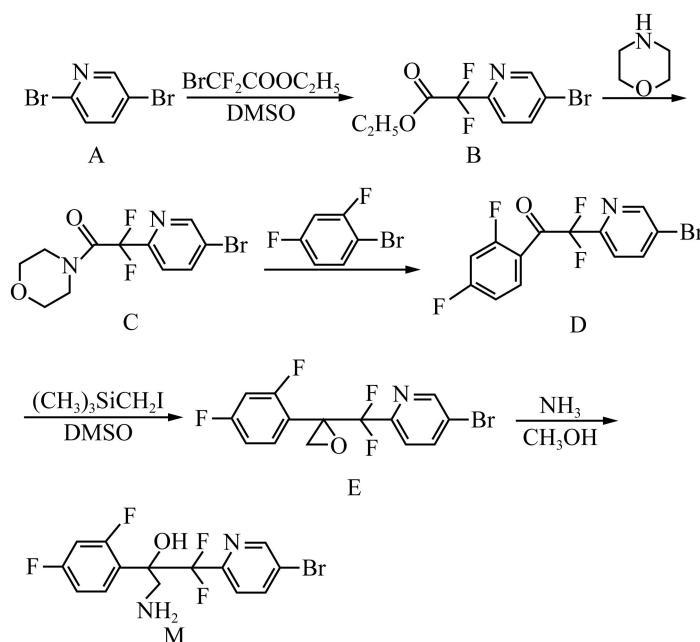
向容积为 1 L 的密闭容器中起始投入 1 mol  $\text{CH}_3\text{I}(\text{g})$ , 反应温度对平衡体系中乙烯、丙烯和丁烯占有所有气体的物质的量分数的影响如图所示。已知: 715 K 时,  $\text{CH}_3\text{I}$  的转化率为 80%。下列说法正确的是( )



- A. 曲线 b 表示反应温度对平衡体系中乙烯的物质的量分数的影响
- B. 由图像可知, 温度越高, 催化剂的活性越强
- C. 715 K 时,  $\text{C}_4\text{H}_8(\text{g})$  的平衡物质的量浓度为 0.1 mol/L
- D. 400 K 时, 使用活性更强的催化剂, 可以提高曲线 a、b 对应物质的物质的量分数

## 二、 非选择题。

11 [2024 徐州考前打靶 T15]有机物 M 是合成一种口服药物的中间体，其合成路线如下：



- (1) A 分子采取  $\text{sp}^2$  杂化的碳原子数目是\_\_\_\_\_。
- (2) B  $\rightarrow$  C 的另一产物的结构简式为\_\_\_\_\_。
- (3) C  $\rightarrow$  D 的反应类型为\_\_\_\_\_。
- (4) E  $\rightarrow$  M 过程生成一种与 M 互为同分异构体的副产物，该副产物的结构简式为\_\_\_\_\_。
- (5) D 的一种同分异构体同时满足下列条件，写出该同分异构体的结构简式：\_\_\_\_\_。
  - ①只含有一个环且为苯环；
  - ②可与溴的四氯化碳溶液反应；
  - ③分子中不同化学环境的氢原子个数比是 4 : 1 : 1。

(6) 写出以 、 $(\text{CH}_3)_3\text{SiCH}_2\text{I}$ 、 $\text{CH}_3\text{OH}$  为原料制备 的合成路线流程图（无机试剂和有机溶剂任用，合成路线流程图示见本题题干）。

12 [2025 苏州期中调研 T14]实验室以碳酸铈 $[\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3]$ 为原料制备氧化铈 $(\text{CeO}_2)$ 粉末，部分实验过程如下：

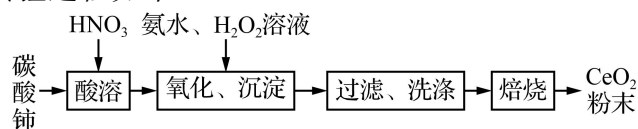


图 1

已知： $\text{Ce}(\text{OH})_4$  难溶于稀硝酸； $\text{Ce}^{4+}$  极易水解，酸性较强时有强氧化性。

(1) “氧化、沉淀”过程

①向酸溶后的溶液中加入氨水和  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液，维持 pH 为 5~6 充分反应，生成胶状红褐色过氧化铈 $[\text{Ce}(\text{OH})_3\text{O}\cdot\text{OH}]$ 沉淀，加热煮沸，过氧化铈转化为黄色氢氧化铈 $[\text{Ce}(\text{OH})_4]$ 。反应生成过氧化铈的离子方程式为\_\_\_\_\_。

②双氧水与氨水的加入量之比对  $\text{Ce}^{3+}$  氧化率的影响如图 2 所示， $\text{H}_2\text{O}_2$  与  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$  的物质的量之比大于 1.20 时， $\text{Ce}^{3+}$  氧化率下降的原因是\_\_\_\_\_。

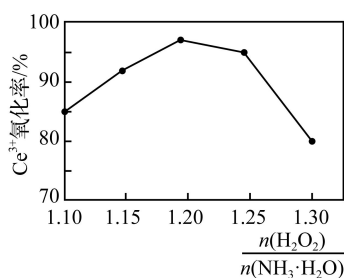


图 2

(2) “过滤、洗涤”过程

①“过滤”需用到的玻璃仪器：烧杯、漏斗和\_\_\_\_\_。

②“洗涤”的实验操作是\_\_\_\_\_。

(3) “焙烧”过程

焙烧  $\text{Ce}(\text{OH})_4$  过程中测得剩余固体质量与起始固体质量比值随温度变化的曲线如图 3 所示。则 301~317 °C 内， $\text{B} \rightarrow \text{C}$  发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_（Ce—140，写出计算过程）。

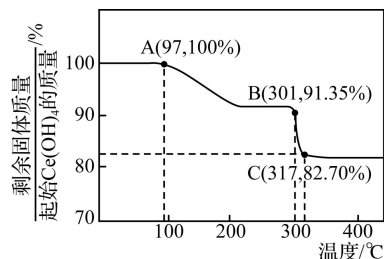


图 3

(4) 由稀土碳酸盐获取  $\text{La}(\text{OH})_3$

以稀土碳酸盐样品[含有  $\text{La}_2(\text{CO}_3)_3$ 、 $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$  和可溶性  $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ ]为原料可获得纯净的  $\text{La}(\text{OH})_3$ ，请补充实验方案：向稀土碳酸盐样品中\_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

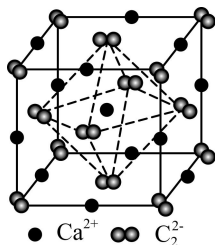
---

烘干，得到  $\text{La}(\text{OH})_3$  固体。[已知： $\text{La}^{3+}$ 不与  $\text{H}_2\text{O}_2$  反应； $\text{La}^{3+}$ 、 $\text{Ce}^{3+}$ 开始转化为氢氧化物沉淀的 pH 分别为 7.8、7.6；可选用的试剂有：1 mol/L 氨水、30%  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液、2 mol/L  $\text{HNO}_3$  溶液、2 mol/L  $\text{HCl}$  溶液、1 mol/L  $\text{BaCl}_2$  溶液、去离子水]

“10+2”综合小卷（二）

一、 选择题：每题只有一个选项符合题意。

1 [2024 无锡调研 T2]碳化钙的晶胞如图所示，反应  $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow + \text{Ca}(\text{OH})_2$  常用于制备  $\text{C}_2\text{H}_2$ 。下列有关说法正确的是( )

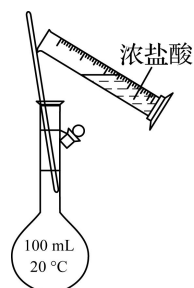


- A. 1 个  $\text{C}_2\text{H}_2$  中含有 1 个  $\pi$  键
- B.  $\text{C}_2^{2-}$  的电子式为  $[\text{C} \vdots \vdots \text{C}]^{2-}$
- C. 碳化钙晶胞中含 4 个  $\text{C}_2^{2-}$
- D.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  属于共价晶体

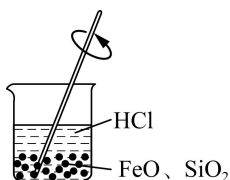
2 下列有关硫及其化合物的性质与用途具有对应关系的是( )

- A. 二氧化硫具有氧化性，可用作葡萄酒的抗氧化剂
- B. 亚硫酸钠溶液显碱性，可用于吸收少量的二氧化硫
- C. 硫具有还原性，可用硫黄处理洒落的汞单质
- D. 硫酸铜溶液具有酸性，可用作泳池杀菌剂

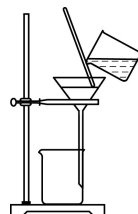
3 [2025 南通海门中学调研 T3]实验室由  $\text{FeO}$ 、 $\text{SiO}_2$  混合物制取  $\text{FeCl}_3$  溶液的实验原理和装置不能达到实验目的的是( )



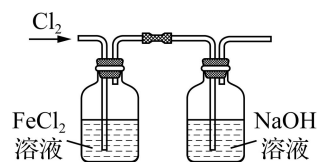
甲



乙



丙

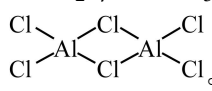


丁

- A. 用装置甲配制一定浓度的稀盐酸
- B. 用装置乙浸出  $\text{Fe}^{2+}$
- C. 用装置丙除去  $\text{SiO}_2$
- D. 用装置丁获得  $\text{FeCl}_3$  溶液

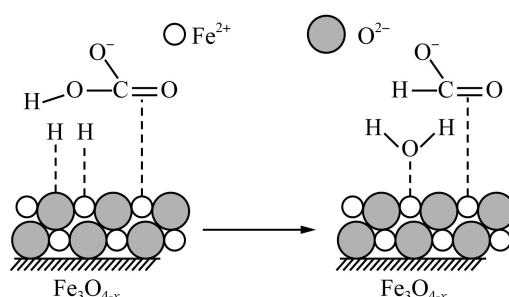
4 [2023 南通海安期末]下列化学反应表示正确的是( )

- A.  $\text{CuSO}_4$  溶液中加入小粒金属钠： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{Na} \longrightarrow \text{Cu} + 2\text{Na}^+$
- B. 用铜作电极电解  $\text{CuSO}_4$  溶液： $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$
- C. 稀硝酸洗涤做过银镜反应的试管： $\text{Ag} + 2\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \longrightarrow \text{Ag}^+ + \text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- D. 多余的  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$  用硝酸处理： $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{OH}^- + 3\text{H}^+ \longrightarrow \text{Ag}^+ + 2\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$

5  $\text{Be}(\text{OH})_2$  和  $\text{Al}(\text{OH})_3$  均为两性氢氧化物,  $\text{Be}(\text{OH})_2$  溶于强碱形成  $[\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$ 。  
 $\text{BeCl}_2$  和  $\text{AlCl}_3$  在气态时通常以二聚体的形式存在,  $(\text{AlCl}_3)_2$  的结构如图所示:  
。硼酸( $\text{H}_3\text{BO}_3$ )和硅酸都是弱酸, 硼酸晶体有类似于石墨的片层状结构, 常用作医用消毒剂、润滑剂等。下列说法正确的是( )

- A.  $(\text{AlCl}_3)_2$  中含有配位键
- B.  $[\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$  的空间结构为平面正方形
- C.  $\text{SiO}_2$  中的  $\text{O}-\text{Si}-\text{O}$  键角为  $120^\circ$
- D.  $\text{H}_3\text{BO}_3$  晶体中存在的作用力只有共价键

6 [2024 苏州三模 T10] 活性  $\text{Fe}_3\text{O}_{4-x}$  催化反应:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{HCOO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  的部分机理如图所示。下列说法正确的是( )



- A. 该反应的  $\Delta H > 0$
- B. 该反应的平衡常数  $K = \frac{c(\text{HCOO}^-)}{c(\text{HCO}_3^-)}$
- C. 反应前后碳原子杂化方式没有发生变化
- D. 吸附在  $\text{Fe}^{2+}$  表面的  $\text{H}$  与  $\text{HCO}_3^-$  中的羟基结合生成水

7 [2023 南通如皋适应性考试二] 由硫酸铜溶液制取硫酸四氨合铜晶体  $\{[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}\}$  的实验如下:

步骤 1: 向盛有 4 mL 0.1 mol/L 蓝色  $\text{CuSO}_4$  溶液的试管中, 滴加几滴 1 mol/L 氨水, 有蓝色沉淀生成;

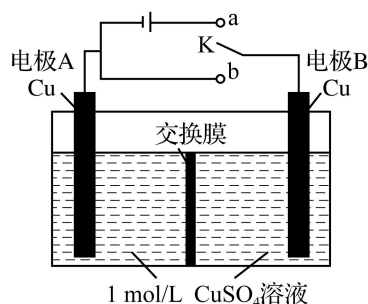
步骤 2: 继续滴加氨水并振荡试管, 沉淀溶解, 得到深蓝色溶液;

步骤 3: 向试管中加入 8 mL 95% 乙醇, 并用玻璃棒摩擦试管壁, 有深蓝色晶体析出。

下列说法正确的是( )

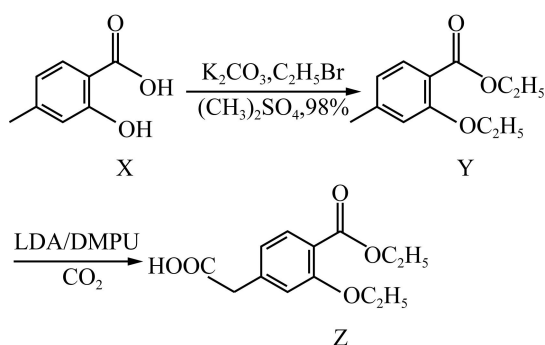
- A.  $\text{CuSO}_4$  溶液呈蓝色的原因是  $\text{Cu}^{2+}$  是蓝色的
- B. 步骤 2 所发生反应的离子方程式为  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \rightleftharpoons [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^-$
- C. 步骤 3 中用玻璃棒摩擦试管壁是为了防止晶体析出时附着在试管壁上
- D.  $\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{Cu}^{2+}$  的配位能力大于  $\text{NH}_3$

8 [2025 苏州期中调研 T8]一种浓差电池的放电原理是利用电解质溶液的浓度不同而产生电流。某浓差电池装置示意图如图所示,该电池使用前将开关 K 先与 a 连接一段时间后再与 b 连接。下列说法不正确的是( )



- A. 交换膜应当选择阳离子交换膜
- B. K 与 a 连接的目的是形成两电极区溶液的浓度差
- C. K 与 b 连接时,电极 B 上发生的反应为  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$
- D. K 与 b 连接时,导线中通过 2 mol 电子,约有 1 mol 离子通过交换膜

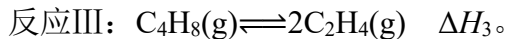
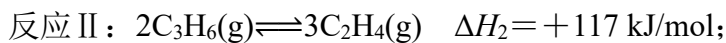
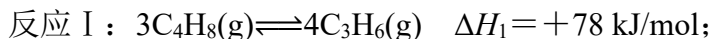
9 [2024 徐州睢宁一中联考 T9]化合物 Z 是一种治疗糖尿病药物的中间体,可由下列反应制得。



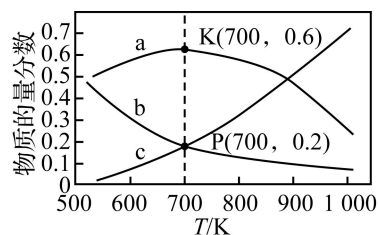
- 下列有关 X、Y、Z 的说法正确的是( )
- A. 1 mol X 中含有 2 mol 碳氧 $\pi$ 键
  - B. X 在水中的溶解度比 Y 大
  - C. Z 与足量  $\text{H}_2$  加成的产物分子中含有 2 个手性碳原子
  - D. X、Y、Z 分别与足量酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液反应所得芳香族化合物相同



10 [2023 连云港调研] 烯烃是一种应用广泛的化学原料。烯烃之间存在下列三个反应：



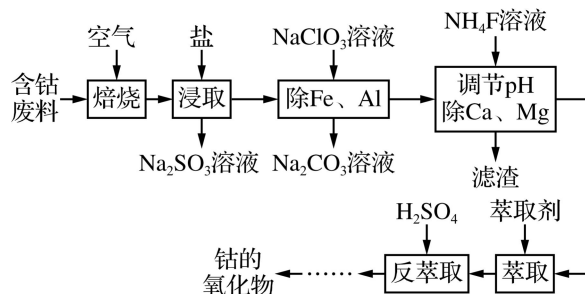
在恒压密闭容器中，反应达到平衡时，三种组分的物质的量分数随温度的变化关系如图所示。下列说法正确的是( )



- A. 反应 III 的  $\Delta H_3 = +195 \text{ kJ/mol}$
- B. 700 K 时反应 II 的平衡常数  $K_x < 2.0 \times 10^{-2}$  (以物质的量分数代替平衡浓度)
- C. 提高  $\text{C}_4\text{H}_8$  的物质的量分数，需研发低温条件下活性好且耐高压的催化剂
- D. 超过 700 K 后曲线 a 下降的原因可能是随着温度升高反应 I 逆向移动，反应 II 正向移动

## 二、 非选择题。

11 [2024 苏锡常镇一调 T14] 钴的氧化物常用于制取催化剂和颜料等。以含钴废料（含  $\text{Co}_2\text{O}_3$  和少量  $\text{Fe}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Mn}$ 、 $\text{Ca}$ 、 $\text{Mg}$  等的氧化物及少量活性炭）为原料制取钴的氧化物的流程如下。



已知：萃取时发生的反应为  $\text{Co}^{2+} + n(\text{HA})_2 \rightleftharpoons \text{CoA}_2 \cdot (n-1)(\text{HA})_2 + 2\text{H}^+$ 。

(1) 除  $\text{Fe}$ 、 $\text{Al}$ ：先加入  $\text{NaClO}_3$  溶液，再加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液调节 pH。写出  $\text{NaClO}_3$  氧化  $\text{Fe}^{2+}$  的离子方程式：\_\_\_\_\_。

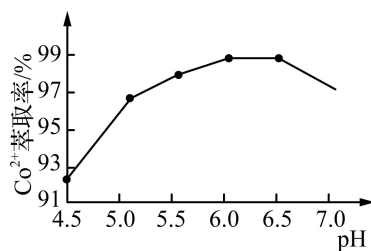
(2) 除  $\text{Ca}$ 、 $\text{Mg}$ ：当某离子浓度  $c \leq 1 \times 10^{-6} \text{ mol/L}$  时，认为该离子已除尽。

①为使  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  除尽，必须保持溶液中  $c(\text{F}^-) \geq$  \_\_\_\_\_  $\text{mol/L}$ 。

②若调节溶液的 pH 偏低，将会导致  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  沉淀不完全，其原因是\_\_\_\_\_。

$[K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2) = 1.0 \times 10^{-10}, K_{\text{sp}}(\text{MgF}_2) = 7.4 \times 10^{-11}, K_{\text{a}}(\text{HF}) = 3.5 \times 10^{-4}]$ 。

(3) 萃取、反萃取：加入某有机酸萃取剂  $(\text{HA})_2$ ，实验测得  $\text{Co}^{2+}$  萃取率随 pH 的变化如图所示。向萃取所得有机相中加入  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，反萃取得到水相。

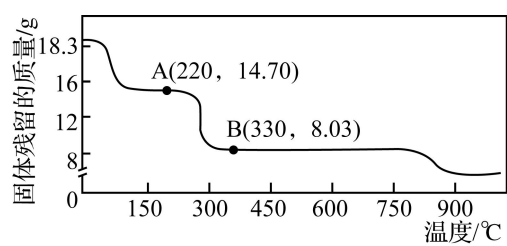


①该工艺中设计萃取、反萃取的目的是\_\_\_\_\_。

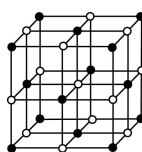
② $\text{Co}^{2+}$  萃取率随 pH 升高先增大后减小的可能原因是\_\_\_\_\_。

(4) 热分解：向反萃取所得水相中加入  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液，充分反应后，得到  $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。将  $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  在空气中加热可得到钴的氧化物。分解时测得残留固体的质量随温度变化的曲线如图所示。

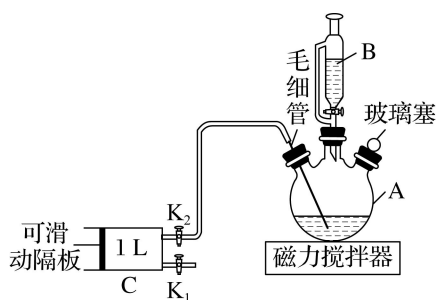
①B 点剩余固体产物为\_\_\_\_\_ (Co—59, 写出计算过程)。



②钴的一种氧化物的晶胞如图所示, 在该晶体中与一个钴原子等距离且最近的钴原子有\_\_\_\_\_个。



12 [2025 南通海门中学调研 T16]某学习小组利用下图所示装置测定空气中甲醛的含量。



(1) 高锰酸钾测定法

步骤 I：将 40.00 mL 0.000 1 mol/L  $\text{KMnO}_4$  溶液盛放于 A 中，再加入硫酸酸化。

步骤 II：取下玻璃塞，打开  $K_1$ ，关闭  $K_2$ ，使可滑动隔板慢慢由最右端拉至最左端，关闭  $K_1$ ，打开  $K_2$ ，缓慢推动滑动隔板至最右端，将气体全部推出。

步骤 III：重复上述操作至三颈烧中溶液恰好褪色。

①反应过程中有  $\text{CO}_2$  逸出，写出 A 中发生反应的离子方程式：\_\_\_\_\_。

②若 1 L 待测空气中含有  $2.5 \times 10^{-6}$  mol 甲醛，则至少将“步骤 II”进行\_\_\_\_\_次才能使溶液褪色。

③图中用毛细管代替玻璃导管，其目的是\_\_\_\_\_。

(2) 银-Ferrozine 法

测定方法：先制备银氨溶液，然后向银氨溶液中通入甲醛，将银氨溶液还原为 Ag，然后通过测定 Ag 的量计算出甲醛的含量。

①画出  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  的结构式：\_\_\_\_\_。

②制备银氨溶液时，仪器 A 中放置的药品是\_\_\_\_\_（填“ $\text{AgNO}_3$  溶液”或“氨水”）。

③补充完整用含银废料  $[\text{Ag}、\text{Al}(\text{OH})_3]$  制备硝酸银晶体实验方案：取一定量的含银废料，\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_，

蒸发浓缩、冷却结晶，用无水乙醇洗涤 2~3 次，干燥（实验中必须使用的试剂和设备：10 mol/L  $\text{HNO}_3$ 、稀盐酸、通风设备）。

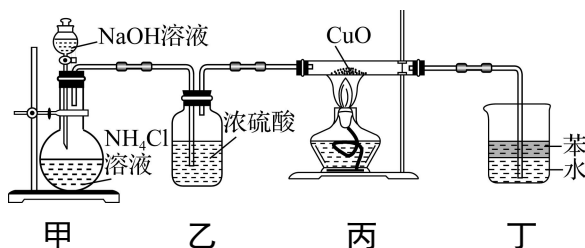
“10+2”综合小卷(三)

一、 选择题：每题只有一个选项符合题意。

1 中华文化源远流长，化学与文化遗产密不可分。下列说法错误的是( )

- A. 青铜器“四羊方尊”的主要材质为合金
- B. 长沙走马楼出土的竹木简牍的主要成分是纤维素
- C. 蔡伦采用碱液蒸煮制浆法造纸，该过程不涉及化学变化
- D. 铜官窑彩瓷是以黏土为主要原料，经高温烧结而成

2 [2023 无锡期末]实验室制取  $\text{NH}_3$  并探究其还原性，下列实验装置能达到实验目的的是( )



- A. 用装置甲制取  $\text{NH}_3$
- B. 用装置乙除去  $\text{NH}_3$  中的水蒸气
- C. 用装置丙验证氨气具有还原性
- D. 用装置丁吸收尾气中的  $\text{NH}_3$

阅读下列材料，完成 3~5 题：

$\text{NH}_3$  可用于生产铵盐、硝酸等。液氨中  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{NH}_2^-$  的性质类似于水中的  $\text{H}_3\text{O}^+$  和  $\text{OH}^-$ ； $\text{NH}_3$  中的一个 H 被  $-\text{NH}_2$  取代形成  $\text{N}_2\text{H}_4$ ， $\text{N}_2\text{H}_4$  中的两个 H 被  $-\text{CH}_3$  取代形成  $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$ ， $\text{N}_2\text{H}_4$  与  $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$  都可用作火箭的燃料， $\text{N}_2\text{H}_4$  的燃烧热为  $621.7 \text{ kJ/mol}$ ； $\text{NH}_3$  中的一个 H 被  $-\text{OH}$  取代形成  $\text{NH}_2\text{OH}$ ， $\text{NH}_2\text{OH}$  可由盐酸溶液中通入  $\text{H}_2$  与  $\text{NO}_2$  充分反应后，再碱化制得。

3 [2024 泰州中学模拟 T5]下列说法正确的是( )

- A. 电负性： $\text{H} < \text{O} < \text{N}$
- B. 键角： $\text{NH}_2^- < \text{NH}_4^+$
- C.  $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$  存在顺反异构
- D.  $\text{N}_2\text{H}_4$  和  $\text{NH}_4^+$  都可作配体

4 [2024 泰州中学模拟 T6]下列化学反应表示正确的是( )

- A.  $\text{NH}_4\text{Cl}$  和  $\text{KNH}_2$  在液氨中的反应： $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KNH}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 + \text{KCl}$
- B. 过量氨水和硫酸铜溶液的反应： $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$
- C.  $\text{N}_2\text{H}_4$  燃烧的反应： $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -621.7 \text{ kJ/mol}$
- D. 盐酸溶液中通入  $\text{H}_2$  还原  $\text{NO}_2$  的反应： $2\text{NO}_2 + 5\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_2\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O}$

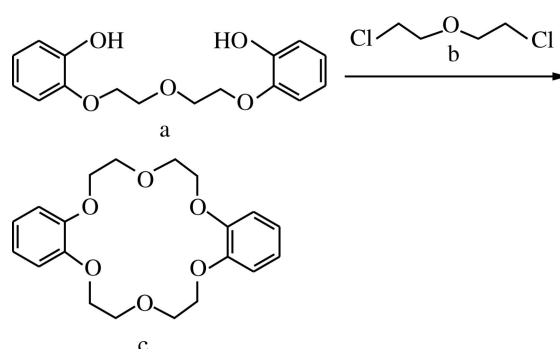
5 [2024 泰州中学模拟 T7]下列物质结构与性质或物质性质与用途具有对应关系的是( )

- A.  $\text{NH}_3$  极易溶于水，液氨可用作制冷剂
- B.  $(\text{CH}_3)_2\text{NNH}_2$  具有还原性，可用作火箭的燃料
- C.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  易分解，可用作化肥
- D.  $\text{N}_2\text{H}_4$  共价键数目大于  $\text{NH}_3$ ， $\text{NH}_3(\text{g})$  的热稳定性比  $\text{N}_2\text{H}_4(\text{g})$  的高

6 [2025 南京开学考试 T10]在给定条件下,下列制备过程涉及的物质转化均可实现的是( )

- A. 硫酸:  $\text{S(s)} \xrightarrow{\text{O}_2(\text{g}) \text{ 点燃 }} \text{SO}_3(\text{g}) \xrightarrow{\text{H}_2\text{O(l)}} \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$
- B. 硝酸:  $\text{N}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{O}_2(\text{g}) \text{ 放电或高温 }} \text{NO(g)} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O(l)}} \text{HNO}_3(\text{aq})$
- C. 纯碱:  $\text{NaCl(aq)} \xrightarrow{\text{NH}_3(\text{g})} \text{NaHCO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\text{CO}_2(\text{g})} \text{NaHCO}_3(\text{s}) \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s})$
- D. 镁:  $\text{Mg(OH)}_2(\text{s}) \xrightarrow{\text{HCl(aq)}} \text{MgCl}_2(\text{aq}) \xrightarrow{\text{电解}} \text{Mg(s)}$

7 冠醚因分子结构形如皇冠而得名,某冠醚分子 c 可识别  $\text{K}^+$ , 其合成方法如下:



下列说法错误的是( )

- A. 该反应为取代反应
- B. a、b 均可与  $\text{NaOH}$  溶液反应
- C. c 的核磁共振氢谱中有 3 组峰
- D. c 可增大  $\text{KI}$  在苯中的溶解度

8 [2023 连云港调研]室温下,下列实验探究方案能达到探究目的的是( )

选项	探究方案	探究目的
A	向 $\text{FeBr}_2$ 溶液中加入几滴氯水,振荡,再加 $\text{CCl}_4$ 萃取,观察 $\text{CCl}_4$ 层颜色变化	$\text{Fe}^{2+}$ 的还原性强于 $\text{Br}^-$
B	将 $\text{SO}_2$ 缓慢通入滴有酚酞的 $\text{NaOH}$ 溶液中,振荡,观察溶液颜色变化	$\text{SO}_2$ 具有漂白性
C	将稀盐酸滴入 $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 溶液中,振荡,观察现象	$\text{Cl}$ 的非金属性强于 $\text{Si}$
D	向某溶液中加入 $\text{Ba(OH)}_2$ 溶液,振荡,观察有无沉淀生成	该溶液中含有 $\text{SO}_4^{2-}$

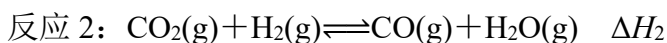
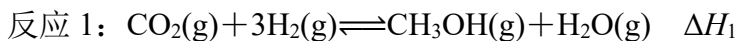
9 [2024 南通四模 T12]已知:  $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3)=10^{-6.38}$ 、 $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3)=10^{-10.25}$ 。室温下, 通过下列实验探究  $\text{NaHCO}_3$  溶液的性质。

实验	实验操作和现象
1	测量 0.1 mol/L $\text{NaHCO}_3$ 溶液的 pH 为 7.8
2	向 0.1 mol/L $\text{NaHCO}_3$ 溶液中持续通入 $\text{CO}_2$ , 溶液的 pH 减小
3	向 0.1 mol/L $\text{NaHCO}_3$ 溶液中加入少量 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液, 产生白色沉淀
4	向 0.5 mol/L $\text{NaHCO}_3$ 溶液中滴加少量 0.5 mol/L $\text{CaCl}_2$ 溶液, 产生白色沉淀和无色气体

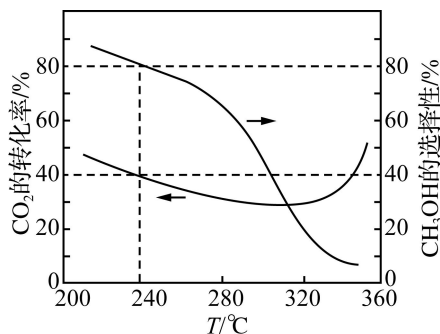
下列有关说法正确的是( )

- A. 实验 1 溶液中存在:  $c(\text{H}_2\text{CO}_3) > c(\text{HCO}_3^-)$
- B. 实验 2 中随  $\text{CO}_2$  的不断通入, 溶液中  $\frac{c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{CO}_3^{2-})}$  的值逐渐变小
- C. 实验 3 反应的离子方程式为  $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
- D. 实验 4 所得溶液中存在:  $c(\text{Na}^+) < c(\text{H}_2\text{CO}_3) + c(\text{CO}_3^{2-}) + c(\text{HCO}_3^-) + c(\text{Cl}^-)$

10 [2023 南通如皋适应性考试一]以  $\text{CO}_2$  为原料制取  $\text{CH}_3\text{OH}$  是  $\text{CO}_2$  资源化利用的重要途径。在催化剂作用下, 以  $\text{CO}_2$ 、 $\text{H}_2$  为原料制取  $\text{CH}_3\text{OH}$  主要发生如下反应:



向装有催化剂的 1 L 恒容密闭容器中充入 1 mol  $\text{CO}_2$  和 1.12 mol  $\text{H}_2$ , 测得平衡时  $\text{CO}_2$  的转化率和  $\text{CH}_3\text{OH}$  的选择性与温度的关系如图所示。

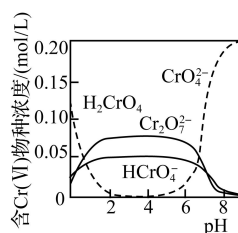


已知:  $\text{CH}_3\text{OH}$  的选择性 =  $\frac{n(\text{CH}_3\text{OH})}{n_{\text{反应}}(\text{CO}_2)} \times 100\%$ 。下列说法不正确的是( )

- A.  $\Delta H_1 < 0$ 、 $\Delta H_2 > 0$
- B. 240 °C 平衡时容器中  $c(\text{H}_2\text{O}) = 0.4 \text{ mol/L}$
- C. 240~320 °C 时, 温度越高, 平衡时  $\text{CH}_3\text{OH}$  的物质的量越小
- D. 由图可知, 200~280 °C 时, 温度越高, 催化剂的活性越弱

## 二、 非选择题。

11 [2024 南京二模]处理废水中 Cr(VI)的常用方法包括绿矾还原法、铁粉还原法和离子交换法等。含 Cr(VI)物种浓度随 pH 的变化如图甲所示。

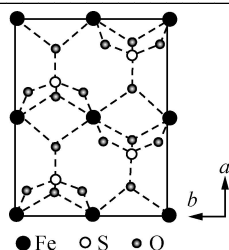


甲

(1) 绿矾还原法。FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 去除废水中的 Cr(VI)经过“酸化—还原—沉淀”的过程。

①“还原”时，HCrO<sub>4</sub><sup>-</sup>被还原成 Cr<sup>3+</sup>的离子方程式为\_\_\_\_\_。

②β-FeSO<sub>4</sub>的晶胞沿 *c* 轴（*c* 轴垂直于 *a*、*b* 轴）方向投影的平面图如图乙所示，其中硫原子的杂化方式为\_\_\_\_\_；已知该晶胞中 S 原子的数目为 4，试预测 Fe<sup>2+</sup>是否占据该晶胞的所有顶点、面心和体心，并说明理由：\_\_\_\_\_。



乙

(2) 铁粉还原法。为探究铜离子浓度对 Cr(VI)去除率的影响，向 1 000 mL 某浓度酸性废水中加入 2.0 g 铁粉，随着 Cu<sup>2+</sup>浓度由 0 升高至 15 mg/L，测得废水中 Cr(VI)的去除率增大，其可能原因为\_\_\_\_\_。

(3) 离子交换法。阴离子交换树脂（ROH，R 为高分子阳离子骨架）去除酸性废水中 Cr(VI)的原理为 2ROH + Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> ⇌ R<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> + 2OH<sup>-</sup>。

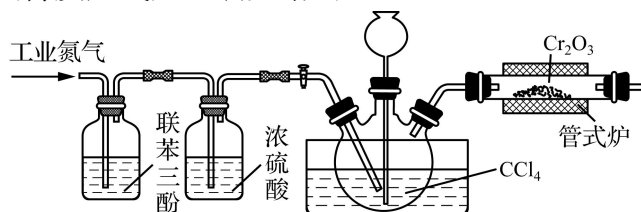
①树脂失效后，用 NaOH 溶液将树脂再生，发生反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

②某树脂的 Cr(VI)摩尔交换总容量为 1.45 mol/L，即每升湿树脂最多吸收 1.45 mol Cr(VI)。现将 Cr(VI)含量为 50 mg/L 的废水以 1.0 L/h 的流量通过填充有 30 mL 湿树脂的淡化室。试通过计算说明，通废水 20 h 时，该离子交换树脂是否达到吸收饱和。[Cr(VI)均以铬元素计，Cr—52，写出计算过程]



12 [2024 南通四模 T16] $\text{CrCl}_3$  易溶于水和乙醇, 难溶于乙醚, 在潮湿空气中易形成  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 高温下易被  $\text{O}_2$  氧化。

(1) 制备无水  $\text{CrCl}_3$ 。实验室用  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  和  $\text{CCl}_4$  在高温下制备无水  $\text{CrCl}_3$  的实验装置如下(加热、夹持及尾气处理装置略去):



①联苯三酚的作用是\_\_\_\_\_。

②若实验过程中管式炉发生堵塞, 出现的实验现象是\_\_\_\_\_。

③补充完整实验结束时的操作: 停止加热管式炉, 撤去水浴装置, \_\_\_\_\_, 打开管式炉取出产品。

(2) 测定无水  $\text{CrCl}_3$  样品的纯度。准确称取 0.200 0 g 样品, 配成 250 mL 溶液。取 25.00 mL 溶液于碘量瓶中, 加热至沸腾后, 加适量  $\text{NaOH}$  溶液, 生成  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  沉淀。冷却后, 加足量  $\text{H}_2\text{O}_2$  至沉淀完全转化为  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ 。加热煮沸一段时间, 冷却后加入稀硫酸, 再加入足量  $\text{KI}$  溶液, 充分反应后生成  $\text{Cr}^{3+}$  和  $\text{I}_2$ 。用 0.025 00 mol/L  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定至终点, 消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液 12.00 mL。已知:  $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$ 。

① $\text{Cr}(\text{OH})_3$  与  $\text{H}_2\text{O}_2$  反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

②样品中无水  $\text{CrCl}_3$  的质量分数为\_\_\_\_\_ (Cr—52, 写出计算过程)。

(3) 补充完整用含铬污泥[含  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  及不溶于酸的杂质]制备  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  晶体的实验方案: 向含铬污泥中缓慢加入盐酸使固体充分反应, 过滤,

抽滤, 干燥, 得到  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  晶体。[已知:  $2\text{CrCl}_3 + 3\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{FeCl}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。实验中须使用的试剂: 铁粉、盐酸、硝酸酸化的硝酸银溶液、蒸馏水、乙醚]

“10+2”综合小卷（四）

一、 选择题：每题只有一个选项符合题意。

1 [2025 南通期初 T1]制造 5G 芯片的氮化铝属于( )

- A. 金属材料      B. 无机非金属材料  
C. 复合材料      D. 有机高分子材料

2 [2023 南通调研]下列物质的性质与用途具有对应关系的是( )

- A.  $I_2$  易升华，可用于检验淀粉的存在  
B. 漂白粉具有强氧化性，可用于消毒杀菌  
C. 液溴呈红棕色，可用于与苯反应制备溴苯  
D. 浓硫酸具有脱水性，可用于与  $CaF_2$  反应制 HF

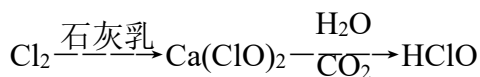
3 [2023 南通、泰州、扬州等七市三模]乙硼烷( $B_2H_6$ )常应用于有机合成领域，

可通过反应  $3NaBH_4 + 4BF_3 \xrightarrow{\text{乙醚}} 2B_2H_6 + 3NaBF_4$  制得。下列说法正确的是( )

- A. 基态 B 原子的轨道表示式为  $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow\uparrow & \uparrow\uparrow & \uparrow \\ \hline 1s & 2s & 2p \\ \hline \end{array}$   
B. 基态 F 原子核外电子排布式为  $2s^2 2p^5$   
C.  $BF_3$  分子空间结构为三角锥形  
D.  $NaBF_4$  中含有配位键

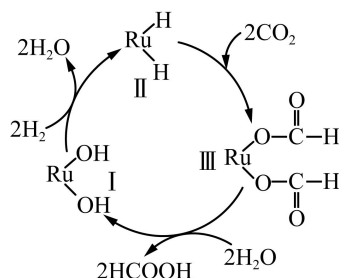
4 [2024 扬州考前模拟 T9]氯及其化合物的转化具有重要应用。下列说法不正确的是( )

- A. 实验室利用浓盐酸的氧化性制备  $Cl_2$   
B. 利用  $ClO_2$  的氧化性对饮用水进行消毒  
C.  $Cl_2$  与石灰乳反应制备漂白粉及漂白粉使用时加水浸泡片刻的物质转化：



- D. 制备  $FeCl_3$  的路径之一： $HCl \xrightarrow{Fe} FeCl_2 \xrightarrow{Cl_2} FeCl_3$

5 为了实现“碳中和”目标，某研究小组通过钌化合物催化  $CO_2$  转化为甲酸，其反应机理如图所示。下列说法错误的是( )



- A. 物质 III 中 Ru 的化合价为 +2  
B. 总反应方程式为  $H_2 + CO_2 \xrightarrow{\text{催化剂}} HCOOH$   
C. 催化反应过程中，当 1 mol 物质 I 转化为物质 II 时，物质 I 得到 4 mol 电子  
D. 整个过程中，有极性键的断裂与形成

6 [2024 南通、泰州等八市三调 T9] $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  可用作定影剂。 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  的结构式

为  $\left[ \begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{S} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{O} \end{array} \right]^{2-}$ 。通过下列实验探究 0.1 mol/L  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液的性质。

实验 1：向  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液中滴加稀硫酸，溶液中有淡黄色沉淀和无色气体产生。

实验 2：向  $\text{AgBr}$  悬浊液中滴加  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液，振荡后得到澄清透明的溶液。

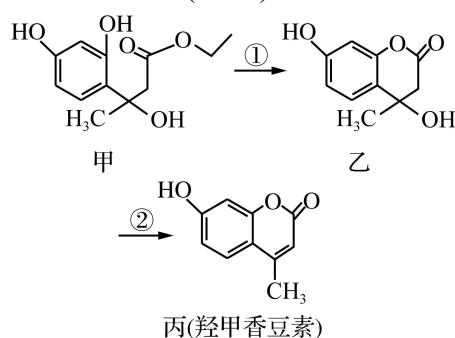
下列说法正确的是( )

- A.  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  的空间结构为平面形
- B. 实验 1 中产生的气体为  $\text{H}_2\text{S}$
- C. 实验 1 中稀硫酸体现氧化性
- D. 实验 2 中  $c(\text{Ag}^+)$  减小

7 [2024 苏州三模 T11]取少量  $\text{SO}_2$  水溶液，进行水溶液性质探究。下列实验方案不能达到实验目的的是( )

选项	探究性质	实验方案
A	氧化性	滴加几滴盐酸酸化的 $\text{BaCl}_2$ 溶液，再滴加 5 mL 3% 的 $\text{H}_2\text{O}_2$ 溶液，振荡，观察实验现象
B	还原性	滴加几滴酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液，振荡，观察溶液颜色的变化
C	酸性	滴加紫色石蕊溶液，观察溶液颜色变化
D	漂白性	滴加几滴品红溶液，振荡，加热试管，观察溶液颜色变化

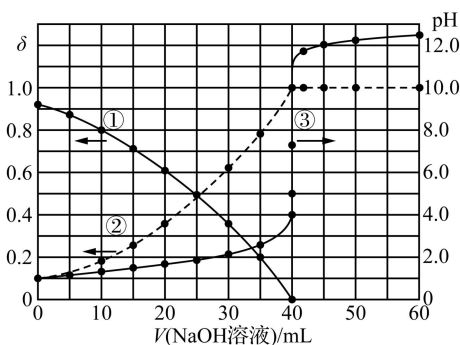
8 [2023 扬州中学月考]羟甲香豆素(丙)是一种治疗胆结石的药物，部分合成路线如图所示。下列说法不正确的是( )



- A. 甲分子中的含氧官能团：羟基、酯基
- B. 丙能使酸性高锰酸钾溶液褪色
- C. 常温下，1 mol 乙最多与含 4 mol  $\text{NaOH}$  的水溶液完全反应
- D. 1 mol 丙与足量溴水反应时，消耗  $\text{Br}_2$  的物质的量为 3 mol

9 [2023 扬州中学月考]以酚酞为指示剂,用 0.100 0 mol/L 的 NaOH 溶液滴定 20.00 mL 未知浓度的二元酸  $\text{H}_2\text{A}$  溶液。溶液中, pH、分布分数  $\delta$  随滴加 NaOH 溶液体积  $V$  (NaOH 溶液) 的变化关系如下图所示[示例:  $\text{A}^{2-}$  的分布分数  $\delta(\text{A}^{2-}) = \frac{c(\text{A}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{A}^{2-})}$ ]

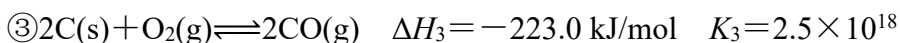
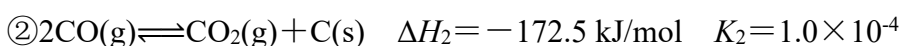
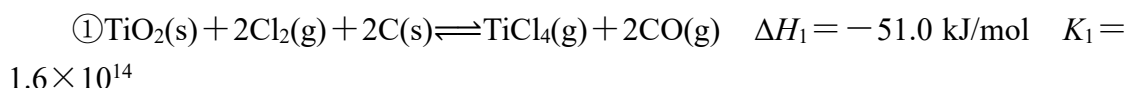
$$\frac{c(\text{A}^{2-})}{c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{A}^{2-})}$$



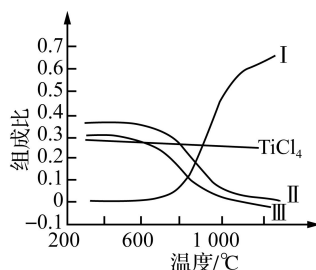
下列叙述不正确的是( )

- A. 滴定终点的现象为溶液从无色变为粉红色,且半分钟不褪色
- B.  $\text{H}_2\text{A}$  溶液的浓度为 0.100 0 mol/L
- C. 曲线①代表  $\delta(\text{HA}^-)$ , 曲线②代表  $\delta(\text{A}^{2-})$
- D. 滴定终点时, 溶液中  $c(\text{Na}^+) < 2c(\text{A}^{2-}) + c(\text{HA}^-)$

10 [2023 苏锡常镇一调]工业上制备 Ti, 采用碳氯化法将  $\text{TiO}_2$  转化成  $\text{TiCl}_4$ 。在 1 000  $^\circ\text{C}$  时发生如下反应。



在  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ , 将  $\text{TiO}_2$ 、C、 $\text{Cl}_2$  以物质的量比 1 : 2.2 : 2 进行碳氯化, 平衡时体系中  $\text{CO}_2$ 、CO、 $\text{TiCl}_4$  和 C 的组成比 (物质的量分数) 随温度变化的关系如图所示。下列说法不正确的是( )



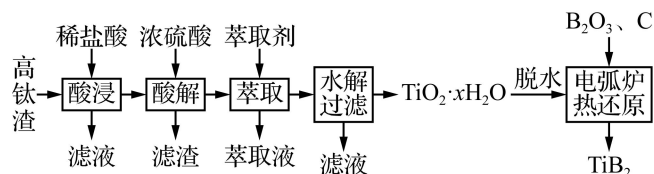
A. 1 000  $^\circ\text{C}$  时, 反应  $\text{TiO}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{TiCl}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$  的平衡常数  $K = 6.4 \times 10^{-5}$

- B. 曲线III表示平衡时  $\text{CO}_2$  的物质的量分数随温度的变化
- C. 高于 600  $^\circ\text{C}$  时, 升高温度, 主要对反应②的平衡产生影响
- D. 为保证  $\text{TiCl}_4$  的平衡产率, 选择反应温度应高于 1 000  $^\circ\text{C}$

## 二、 非选择题。

11 [2024 宿迁三模 T14]硼化钛( $\text{TiB}_2$ )常用于制备导电陶瓷材料。

I. 高钛渣(主要含  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{CaO}$ , 少量  $\text{MgO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 为原料制取  $\text{TiB}_2$  的流程如图所示。



已知: ① $\text{B}_2\text{O}_3$  高温易挥发; ② $\text{TiO}_2$  可溶于热的浓硫酸形成  $\text{TiO}^{2+}$ 。

(1) “酸浸”后的滤液中的阳离子有:  $\text{H}^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、\_\_\_\_\_。

(2) “水解”需在沸水中进行, 离子方程式为\_\_\_\_\_。

(3) “热还原”中发生反应的化学方程式为  $\text{TiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3 + 5\text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{TiB}_2 + 5\text{CO} \uparrow$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$  的实际用量超过了理论用量, 原因是\_\_\_\_\_。

II. 气相沉积法获得硼化钛: 以  $\text{TiCl}_4$  和  $\text{BCl}_3$  为原料, 在过量的  $\text{H}_2$  参与下, 沉积温度为  $800 \sim 1000^\circ\text{C}$ , 可制得具有空间网状结构的磨料级硼化钛。

(4) 制得硼化钛的化学方程式为\_\_\_\_\_。

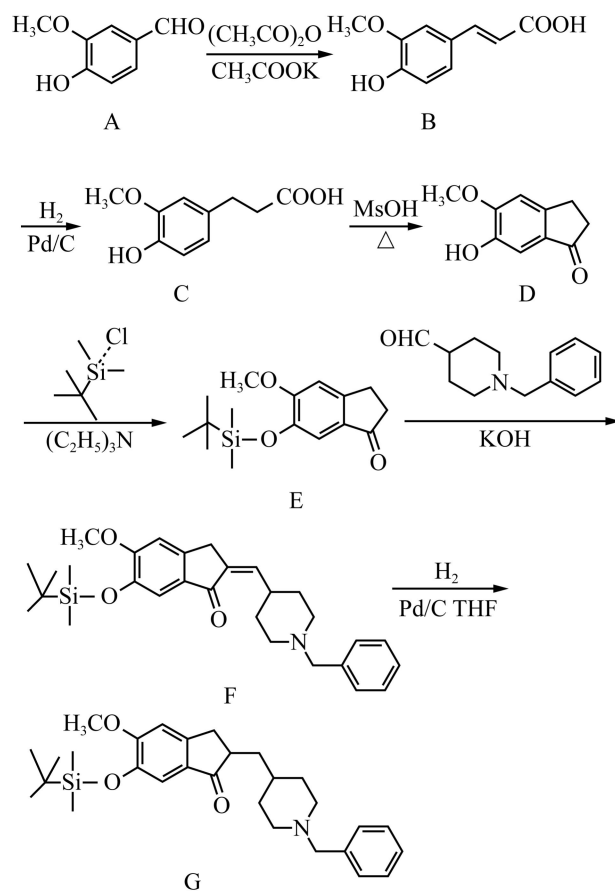
硼化钛能作为磨料的原因是\_\_\_\_\_。

(5) 生产硼化钛, 当  $\text{BCl}_3$  和  $\text{TiCl}_4$  投料比  $[m(\text{BCl}_3) : m(\text{TiCl}_4)]$  超过 1.25 时, 硼化钛的纯度下降, 原因是\_\_\_\_\_。

III. 硼砂 ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) 与  $\text{NaOH}$  的混合溶液中加入  $\text{H}_2\text{O}_2$  可以制备  $\text{X}(\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_8\text{H}_4)$ 。已知 X 的阴离子  $[\text{B}_2\text{O}_8\text{H}_4]^{2-}$  只有 1 种化学环境的 B 原子, 结构中有 1 个六元环且 B 和 O 原子最外层都达到 8 电子稳定结构。

(6) X 阴离子的结构式为\_\_\_\_\_。

12 [2024 南通四模 T15] 化合物 G 是一种药物合成中间体, 人工合成路线如下:



- (1) A 中碳原子采取的杂化方式为\_\_\_\_\_。
- (2) A  $\rightarrow$  B 中生成的另一产物为\_\_\_\_\_。
- (3)  $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$  有利于 D  $\rightarrow$  E 的转化, 原因是\_\_\_\_\_。

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

- ①能与  $\text{FeCl}_3$  溶液发生显色反应;
- ②碱性条件水解, 酸化后得两种产物均只含有 2 种不同化学环境的氢原子。

(5) 请设计以 c1ccccc1CCC=O 和  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  为原料制备 c1ccc2c(c1)ccc(cc2)C(=O)CC 的合成路线 (无机试剂和有机溶剂任用, 合成路线示例见本题题干)。

“10+2”综合小卷（五）

一、 选择题：每题只有一个选项符合题意。

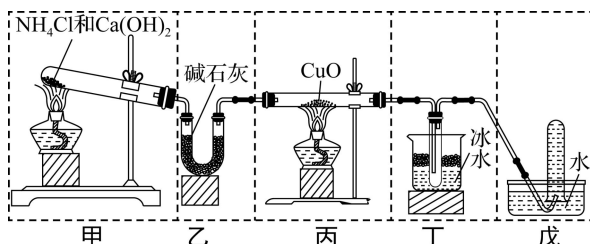
1 [2023 南京中华中学期末]下列有关物质的性质与用途不具有对应关系的是( )

- A.  $\text{FeSO}_4$  水溶液呈弱酸性，可用作食品抗氧化剂
- B. 小苏打水溶液呈弱碱性，可用作制药中的抗酸剂
- C. 氨气具有还原性，可用于烟气中  $\text{NO}_x$  脱除
- D. 漂白粉具有强氧化性，可用作游泳池的杀菌消毒剂

2 [2025 苏州期中调研 T4]已知： $\text{SnCl}_4$  的沸点为  $114^\circ\text{C}$ ， $\text{GaAs}$  是第三代半导体材料，熔点高、硬度大。氨硼烷( $\text{H}_3\text{NBH}_3$ )是最具潜力的储氢材料之一，与乙烷的相对分子质量相近，但沸点却比乙烷高得多。下列说法不正确的是( )

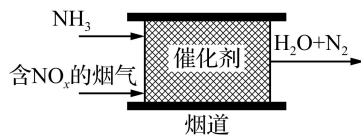
- A.  $\text{H}_3\text{NBH}_3$  分子内存在配位键
- B.  $\text{PF}_3$  是由极性键构成的极性分子
- C.  $1\text{ mol } [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  中含有  $16\text{ mol}$  共价键
- D. 固态  $\text{SnCl}_4$  和砷化镓晶体都是分子晶体

3 [2023 南京、盐城二模]用如图所示装置制备氨气并验证氨气的还原性，其中不能达到实验目的的是( )



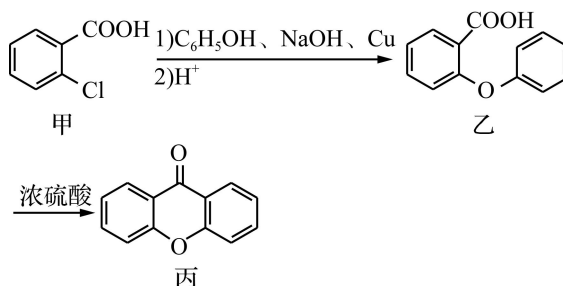
- A. 用装置甲制备氨气
- B. 用装置乙干燥氨气
- C. 用装置丙验证氨气的还原性
- D. 用装置丁和戊分别收集氨气和氮气

4 [2024 南通四模 T11] $\text{NH}_3$  快速消除烟气中的  $\text{NO}_x$  的反应原理为  $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{NO}(\text{g}) + 2\text{NH}_3(\text{g}) \xrightarrow{\text{催化剂}} 2\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H < 0$ 。反应装置示意图如图所示。下列关于该反应的说法不正确的是( )



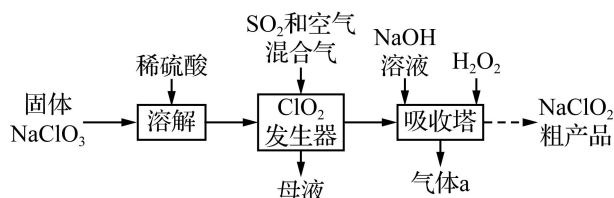
- A. 该反应  $\Delta S > 0$
- B. 选择高效催化剂可降低反应的焓变
- C. 选择高效催化剂可提高  $\text{NO}_x$  的转化率
- D. 每消耗  $1\text{ mol NH}_3$ ，转移电子的数目约为  $3 \times 6.02 \times 10^{23}$

5 有机物甲、乙、丙存在以下转化关系，下列说法正确的是( )



- A. 甲转化为乙的反应类型和乙转化为丙的反应类型均为取代反应
- B. 乙属于芳香烃，其发生  $\text{sp}^2$  杂化的碳原子有 13 个
- C. 丙的分子式为  $\text{C}_{13}\text{H}_3\text{O}_3$ ，其所有原子可能共平面
- D. 丙与足量  $\text{H}_2$  加成后的产物分子中有 5 个手性碳原子

6 亚氯酸钠( $\text{NaClO}_2$ )主要用于纸张漂白、食品消毒、水处理等。以  $\text{NaClO}_3$  为原料制备  $\text{NaClO}_2$  粗产品的工艺流程如图所示。

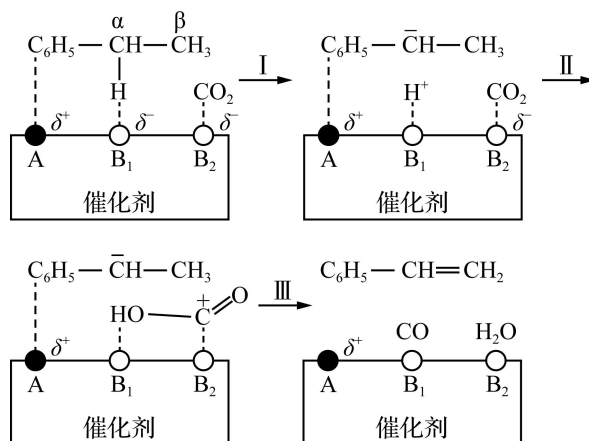


已知：纯  $\text{ClO}_2$  气体易分解爆炸； $\text{NaClO}_2$  在碱性溶液中稳定存在，在酸性溶液中分解为  $\text{NaClO}_3$  和  $\text{NaCl}$ 。下列说法错误的是( )

- A. 发生器中鼓入空气的目的是氧化  $\text{SO}_2$
- B. 母液的主要成分是  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- C. 在吸收塔中  $\text{H}_2\text{O}_2$  作还原剂，气体 a 的主要成分是  $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{ClO}_2$
- D. 每生产 1 mol  $\text{NaClO}_2$  至少需要通入 0.5 mol  $\text{SO}_2$



7 [2024 泰州中学模拟 T10]利用反应  $\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_2\text{CH}_3(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{C}_6\text{H}_5\text{—CH=CH}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  制取苯乙烯的机理如下图。下列说法正确的是( )



A. 图示机理中有非极性键的断裂与形成

B. 该反应的平衡常数  $K = \frac{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH=CH}_2) \cdot c(\text{CO})}{c(\text{C}_6\text{H}_5\text{—CH}_2\text{CH}_3) \cdot c(\text{CO}_2)}$

C. 过程 II 中,  $\text{H}^+$  与  $\text{B}_2$  位点上  $\text{CO}_2$  中带部分负电荷的 O 作用生成  $\text{HO—}\overset{+}{\text{C}}=\text{O}$

D. 该反应中每消耗 1 mol  $\text{CO}_2$ , 转移电子的数目约为  $4 \times 6.02 \times 10^{23}$

8 [2023 苏锡常镇一调]根据下列实验操作和现象得出的结论不正确的是( )

选项	实验操作和现象	实验结论
A	向溶有 $\text{SO}_2$ 的 $\text{BaCl}_2$ 溶液中通入气体 X, 出现白色沉淀	X 具有强氧化性
B	向 0.1 mol/L $\text{FeCl}_3$ 溶液中滴加淀粉-KI 溶液, 溶液变蓝	氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{I}_2$
C	向 $\text{NaHCO}_3$ 溶液中加入等浓度、等体积的 $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ 溶液, 出现白色沉淀	$[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 比 $\text{CO}_3^{2-}$ 更容易结合 $\text{H}^+$
D	将溴乙烷、乙醇和烧碱的混合物加热, 产生的气体经水洗后, 再通入酸性 $\text{KMnO}_4$ 溶液中, 溶液褪色	溴乙烷发生了消去反应

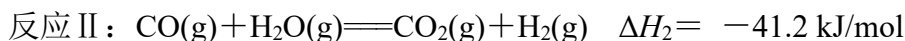
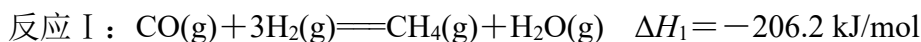
9 室温下,通过下列实验探究  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液的性质。下列说法不正确的是 ( )

已知:  $25^\circ\text{C}$  时,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  的  $K_{a1}=5.9\times 10^{-2}$ ,  $K_{a2}=6.4\times 10^{-5}$ 。

实验	实验操作和现象
1	用 pH 计测得 $0.010\ 0\ \text{mol/L}$ $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液 pH 为 8.60
2	向 $0.010\ 0\ \text{mol/L}$ $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中滴加稀盐酸至溶液 pH=7
3	向 $0.010\ 0\ \text{mol/L}$ $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中滴加等浓度、等体积稀盐酸
4	向 $0.010\ 0\ \text{mol/L}$ $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 溶液中加入足量稀硫酸酸化后,再滴加 $\text{KMnO}_4$ 溶液,溶液紫红色褪去

- A. 实验 1 溶液中存在:  $c(\text{OH}^-)=c(\text{H}^+)+2c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)+c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)$   
 B. 实验 2 溶液中存在:  $c(\text{Na}^+)=c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)+2c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$   
 C. 实验 3 溶液中存在:  $c(\text{HC}_2\text{O}_4^-)>c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})>c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$   
 D. 实验 4 中滴加  $\text{KMnO}_4$  溶液所发生的离子方程式为  $5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4+2\text{MnO}_4^-+6\text{H}^+=10\text{CO}_2\uparrow+2\text{Mn}^{2+}+8\text{H}_2\text{O}$

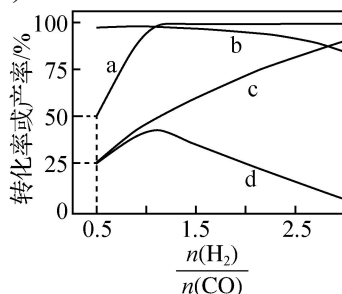
10 [2024 南通如皋适应性考试一 T13]利用  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$  反应生成  $\text{CH}_4$  的过程中主要涉及的反应如下:



向密闭容器中充入一定量  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$  发生上述反应,保持温度和容器容积一定,平衡时  $\text{CO}$  和  $\text{H}_2$  的转化率、 $\text{CH}_4$  和  $\text{CO}_2$  的产率随起始  $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$  的变化情况如图所示。

$$[\text{CH}_4\text{ 的产率}=\frac{n_{\text{生成}}(\text{CH}_4)}{n_{\text{投料}}(\text{CO})}\times 100\%,\text{CH}_4\text{ 的选择性}=\frac{n_{\text{生成}}(\text{CH}_4)}{n_{\text{生成}}(\text{CO}_2)+n_{\text{生成}}(\text{CH}_4)}\times 100\%]$$

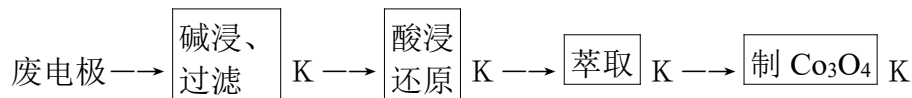
下列说法不正确的是 ( )



- A. 当容器内气体总压强保持不变时,反应 I、II 均达到平衡状态  
 B. 曲线 c 表示  $\text{CH}_4$  的产率随  $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$  的变化  
 C.  $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}=0.5$ , 反应达到平衡时,  $\text{CH}_4$  的选择性为 50%  
 D. 随着  $\frac{n(\text{H}_2)}{n(\text{CO})}$  增大,  $\text{CO}_2$  的选择性先增大后减小

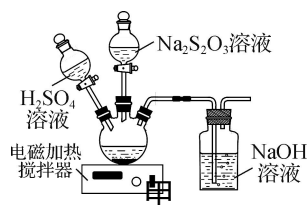
## 二、 非选择题。

11 [2023 南通如皋适应性考试三]  $\text{LiCoO}_2$  (钴酸锂) 难溶于水, 具有强氧化性, 可用作锂电池正极材料。某拆解后的废锂电池正极中主要含  $\text{LiCoO}_2$ , 还含有铝箔、炭黑和  $\text{Ni}$  元素等。实验室可通过如下过程回收废电极中钴元素并制取  $\text{Co}_3\text{O}_4$ 。



(1) 碱浸、过滤。取一定质量的废电极, 加足量  $\text{NaOH}$  溶液, 加热条件下充分反应后过滤。碱浸、过滤的目的是\_\_\_\_\_。

(2) 酸浸还原。将过滤所得滤渣置于如图甲所示三颈烧瓶中, 控制反应的温度为  $90^\circ\text{C}$ , 向烧瓶中加入  $2\text{ mol/L}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液, 在充分搅拌的条件下向烧瓶中滴加  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液。



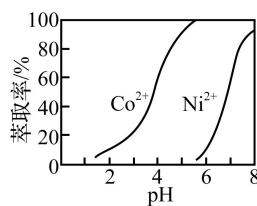
①酸浸还原后所得溶液中含  $\text{Li}^+$ 、 $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  等, 不含  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 。写出酸浸还原时  $\text{LiCoO}_2$  反应的离子方程式:\_\_\_\_\_。

②当  $\text{LiCoO}_2$  完全反应后, 过量的  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液能与硫酸反应。实验中判断  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液过量的方法是\_\_\_\_\_。

(3) 萃取。请补充完整萃取  $\text{Co}^{2+}$  的实验方案: 将烧瓶中所得物质过滤, \_\_\_\_\_, 向溶液中分批次加入萃取剂, 充分振荡后静置分液, 取有机层, 将每次所得有机层合并 (实验中可选用的试剂:  $\text{NaOH}$  溶液、稀硫酸)。

已知: ①萃取剂是  $\text{RH}$  和煤油的混合物,  $\text{RH}$  与  $\text{Co}^{2+}$  可发生如下反应:  $\text{Co}^{2+} + 2\text{RH} \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{CoR}_2$  ( $\text{CoR}_2$  易溶于煤油, 难溶于水);

②萃取剂对  $\text{Co}^{2+}$ 、 $\text{Ni}^{2+}$  的萃取率与  $\text{pH}$  的关系如图乙所示。



乙

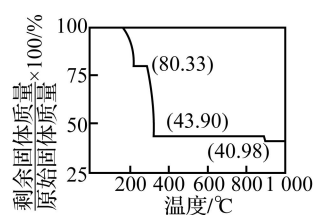
(4) 制  $\text{Co}_3\text{O}_4$ 。请补充完整由萃取  $\text{Co}^{2+}$  所得有机层制取  $\text{Co}_3\text{O}_4$  的实验方案：取萃取后所得有机层，\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_，

得到  $\text{Co}_3\text{O}_4$ （实验中可选用的试剂： $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液）。

已知：①  $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  难溶于水和煤油；②  $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  在空气中加热时所

得  $\frac{\text{剩余固体质量}}{\text{原始固体质量}} \times 100\%$  与温度的关系如图丙所示 (Co—59)。



丙

12 [2024 苏州三模 T17]研究  $\text{CH}_4$  的综合利用具有重要的意义。

### I. $\text{CH}_4$ 催化重整制氢气

一种  $\text{CO}_2$  与  $\text{CH}_4$  催化重整制取  $\text{H}_2$  的过程如图 1 所示。在反应管中加入  $\text{CaO}$  和催化剂，先通入  $\text{CO}_2$ ，待步骤 I 完成后，再将  $\text{CH}_4$  以一定流速通入，并控制温度为  $800\text{ }^\circ\text{C}$ ，进行步骤 II。

(1) 写出步骤 II 中发生主要反应的化学方程式：\_\_\_\_\_。

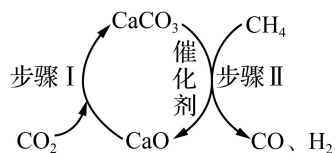


图 1

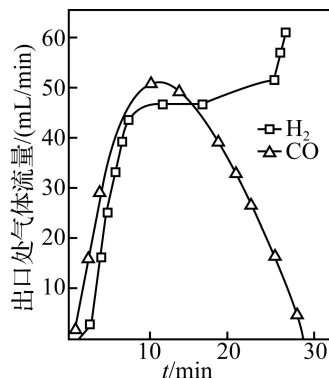


图 2

(2) 步骤 II 中还存在少量副反应： $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$ ，测得出口处  $\text{H}_2$  和  $\text{CO}$  的流量随时间变化如图 2 所示。

①  $0 \sim 7\text{ min}$  时出口处气体流量  $\text{CO}$  略高于  $\text{H}_2$  的原因是\_\_\_\_\_。

② 反应进行  $15\text{ min}$  后，反应管中仍残留较多  $\text{CaCO}_3$ ，但  $\text{CO}$  流量迅速降低， $\text{H}_2$  流量升高，可能的原因是\_\_\_\_\_。

### II. $\text{CH}_4$ 用于烟气脱硝

(3)  $\text{CH}_4$  烟气脱硝相关反应如下：

反应 I： $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$   $\Delta H = -985.2\text{ kJ/mol}$

反应 II： $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$   $\Delta H = -116.2\text{ kJ/mol}$

反应 III： $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

① 反应 III 的  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_  $\text{kJ/mol}$ 。

② 反应 I 和反应 II 的平衡常数分别为  $K_1$ 、 $K_2$ ，则相同温度下反应 III 的  $K =$  \_\_\_\_\_ (用  $K_1$ 、 $K_2$  表示)。

(4) 模拟烟气脱硝：一定条件下，将  $\text{CH}_4$ 、 $\text{NO}$  和  $\text{O}_2$  按  $1:1:50$  匀速通过催化脱硝反应器，测得  $\text{NO}_x$  去除率和  $\text{CH}_4$  转化率随反应温度的变化如图 3 所示。

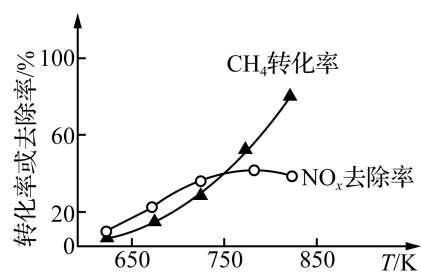


图 3

①当温度低于 780 K 时, NO<sub>x</sub> 的去除率随温度升高而升高, 可能原因是\_\_\_\_\_。

②当温度高于 780 K 时, NO<sub>x</sub> 的去除率随温度升高而降低, 可能原因是\_\_\_\_\_。

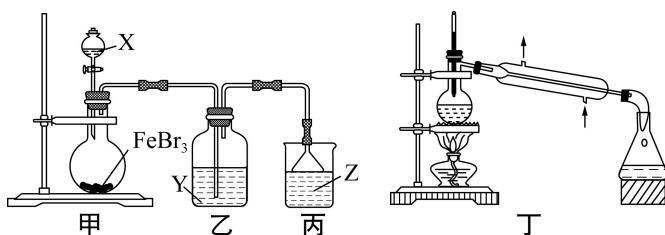
“10+2”综合小卷（六）

一、 选择题：每题只有一个选项符合题意。

1  $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -116.4 \text{ kJ/mol}$ ，下列说法正确的是 ( )

- A. 该反应能够自发的原因是  $\Delta S > 0$
- B. 工业上使用合适的催化剂可提高  $\text{NO}_2$  的生产效率
- C. 升高温度，该反应  $v_{\text{逆}}$  减小， $v_{\text{正}}$  增大，平衡向逆反应方向移动
- D. 2 mol  $\text{NO}(\text{g})$  和 1 mol  $\text{O}_2(\text{g})$  的总键能比 2 mol  $\text{NO}_2(\text{g})$  的总键能大 116.4 kJ/mol

2 [2023 南通如皋适应性考试三] 实验室用如下装置制备溴苯并验证反应有  $\text{HBr}$  生成。下列说法正确的是 ( )

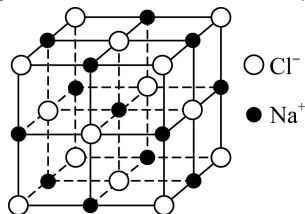


- A. X 为苯和溴水的混合液
- B. Y 可以是  $\text{CCl}_4$
- C. Z 可以是淀粉和  $\text{KI}$  混合液
- D. 苯和溴苯可以用如图丁所示装置分离

阅读下列材料，完成 3~5 小题：

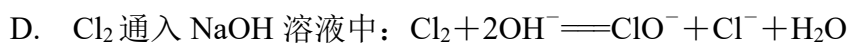
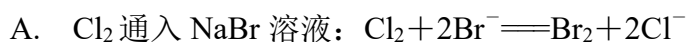
海洋是一个巨大的资源宝库，海水中富含  $\text{Na}$ 、 $\text{Cl}$ 、 $\text{Mg}$ 、 $\text{Br}$  等元素。工业上电解饱和食盐水可获得  $\text{Cl}_2$ ， $\text{Cl}_2$  能氧化  $\text{Br}^-$ ，可从海水中提取  $\text{Br}_2$ ；氯元素有多种化合价，可形成  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{ClO}^-$ 、 $\text{ClO}_2^-$ 、 $\text{ClO}_3^-$ 、 $\text{ClO}_4^-$  等离子。 $\text{ClO}_2$  可用于自来水消毒，在酸性  $\text{NaClO}_3$  溶液中通入  $\text{SO}_2$  可制得  $\text{ClO}_2$ ；从海水中提取镁可通过沉淀、溶解、结晶获得六水合氯化镁晶体 ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )，进一步操作可得到无水氯化镁。

3 [2025 南通如东调研 T5] 下列说法不正确的是 ( )



- A.  $\text{NaCl}$  晶胞（如图所示）中，与  $\text{Na}^+$  最近且等距的  $\text{Cl}^-$  有 6 个
- B. 基态溴原子 ( $_{35}\text{Br}$ ) 价电子排布式为  $3\text{d}^{10}4\text{s}^24\text{p}^5$
- C.  $\text{ClO}_2^-$ 、 $\text{ClO}_3^-$  和  $\text{ClO}_4^-$  三种离子中心原子杂化类型相同
- D.  $\text{ClO}_2$  和  $\text{SO}_2$  所含化学键类型相同

4 [2025 南通如东调研 T6]下列化学反应表示不正确的是( )



5 [2025 南通如东调研 T7]下列说法正确的是( )

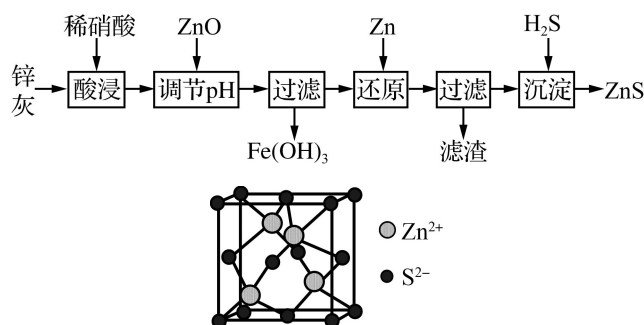
A. 通入热空气从含低浓度  $\text{Br}_2$  的海水中吹出的溴蒸气可用  $\text{SO}_2$  或  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液吸收

B. “84”消毒液（有效成分:  $\text{NaClO}$ ）与洁厕灵（有效成分:  $\text{HCl}$ ）混合使用消毒效果更佳

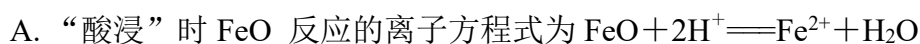
C. 在空气中灼烧  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  可得到无水氯化镁

D. 电解熔融氯化镁时，金属镁在阳极析出

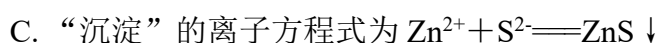
6 [2023 南通如皋期末]纳米  $\text{ZnS}$  具有独特的光电效应。以工业废渣锌灰（主要成分为  $\text{Zn}$ 、 $\text{ZnO}$ ，还含有  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{CuO}$  等杂质）为原料制备纳米  $\text{ZnS}$  的工艺流程如下：



下列说法正确的是( )



B. “还原”的目的是将  $\text{Fe}^{3+}$  转化为  $\text{Fe}^{2+}$



D.  $\text{ZnS}$  晶胞（如图所示）中，每个  $\text{S}^{2-}$  周围距离最近且相等的  $\text{Zn}^{2+}$  有 4 个





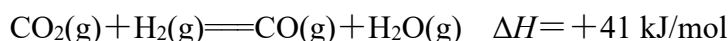
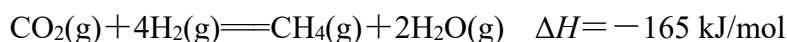
9 [2023 南通海安实验中学月考]室温下,通过下列实验探究  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液的性质。

实验	实验操作和现象
1	用 pH 试纸测定 0.1 mol/L $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 溶液的 pH, 测得 pH 约为 9.7
2	向 0.1 mol/L $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 溶液中滴加少量澄清石灰水, 产生白色沉淀

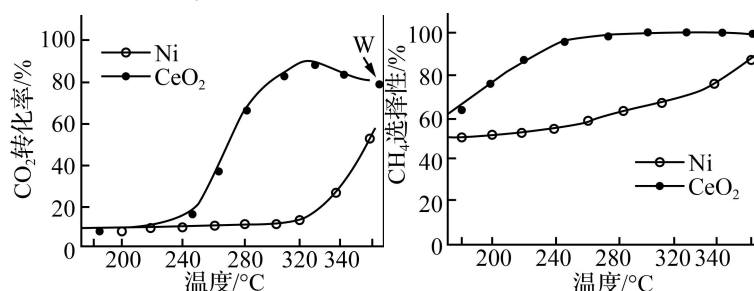
下列有关说法错误的是( )

- A. 0.1 mol/L  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液中:  $c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) > c(\text{PO}_4^{3-})$
- B. 0.1 mol/L  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  溶液中存在:  $c(\text{OH}^-) + c(\text{PO}_4^{3-}) = c(\text{H}^+) + c(\text{H}_2\text{PO}_4^-) + 2c(\text{H}_3\text{PO}_4)$
- C. 实验 2 中反应的离子方程式为  $2\text{HPO}_4^{2-} + 3\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- D. 实验 1 和实验 2 所得溶液中  $c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{H}^+)$  的值相等

10 在一定的温度和压强下,将按一定比例混合的  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2$  通过装有催化剂的反应器可得到甲烷。已知:



催化剂的选择是  $\text{CO}_2$  甲烷化技术的核心。在两种不同催化剂作用下反应相同时间,测得温度对  $\text{CO}_2$  转化率和生成  $\text{CH}_4$  选择性的影响如图所示。



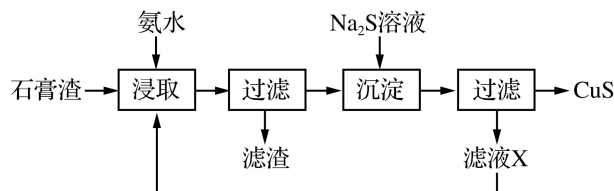
$$\text{CH}_4 \text{ 选择性} = \frac{\text{用于生成 CH}_4 \text{ 的 CO}_2 \text{ 的物质的量}}{\text{发生反应的 CO}_2 \text{ 的物质的量}} \times 100\%。$$

下列有关说法正确的是( )

- A. 在 260~320 °C 间,以  $\text{CeO}_2$  为催化剂,升高温度,  $\text{CH}_4$  的产率增大
- B. 延长 W 点的反应时间,一定能提高  $\text{CO}_2$  的转化率
- C. 选择合适的催化剂,有利于提高  $\text{CO}_2$  的平衡转化率
- D. 高于 320 °C 后,以 Ni 为催化剂,随温度的升高  $\text{CO}_2$  转化率上升的原因是平衡正向移动

## 二、非选择题。

11 [2023 南京二模]CuS 是一种重要的 P 型半导体材料。以一种石膏渣[含  $\text{CaSO}_4$  及少量  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4$ 、 $\text{Zn}(\text{OH})_2$  等]为原料制备 CuS 的实验流程如下:



已知: 常温下,  $K_{\text{sp}}(\text{CuS})=1.27 \times 10^{-36}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{ZnS})=1.2 \times 10^{-23}$ 。

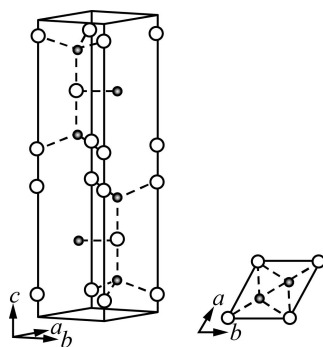
(1) “浸取”时, 生成  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  与  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  等。  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{SO}_4$  参加反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 为测定“浸取”时 Cu 元素浸出率, 需先测定石膏渣中 Cu 元素含量。称取 50.00 g 石膏渣, 加入足量稀硫酸充分溶解, 过滤并洗涤滤渣, 将滤液转移至 250 mL 容量瓶中, 加水稀释至刻度; 准确量取 25.00 mL 稀释后的溶液于锥形瓶中, 加入足量 KI 溶液 ( $2\text{Cu}^{2+} + 4\text{I}^- = 2\text{CuI} \downarrow + \text{I}_2$ ), 用 0.020 00 mol/L  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液滴定至终点 ( $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 = \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$ ), 平行滴定 3 次, 平均消耗  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  标准溶液 23.50 mL。计算石膏渣中 Cu 元素质量分数 (写出计算过程)。

(3) “沉淀”时  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液的用量不宜过多, 其原因是\_\_\_\_\_。

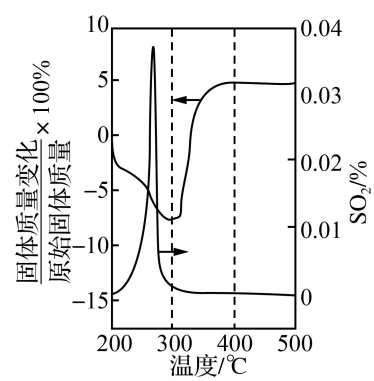
(4) 循环“浸取”多次后, “滤液 X”中浓度增大的阳离子主要有\_\_\_\_\_。

(5) CuS 的晶胞如图甲所示。1 个 CuS 晶胞含有\_\_\_\_\_个  $\text{S}^{2-}$ 。



甲

(6) 将空气以一定流速通过加热的 CuS 试样, 测得固体质量和流出气体中  $\text{SO}_2$  含量随温度的变化如图乙所示。在 200~300 °C 内, CuS 经历如下转化:  $\text{CuS} \rightarrow \text{Cu}_2\text{S} \rightarrow \text{CuO} \cdot \text{CuSO}_4$ , 固体质量减小的主要原因是\_\_\_\_\_。



乙

12 [2024 南通四模 T17]氨的制备是当前研究的重要课题。

(1)  $\text{CH}_4$ 、 $\text{N}_2$  偶联活化制  $\text{NH}_3$ 。研究发现,  $[\text{TiAlO}_4]^+$  ( $M=139 \text{ g/mol}$ ) 可以活化  $\text{CH}_4$ , 为合成氨提供活性氢原子。

①将  $[\text{TiAlO}_4]^+$  暴露在  $\text{CH}_4$  中, 反应产生微粒有  $\cdot\text{CH}_3$ 、 $[\text{TiAlO}_3\text{H}_2]^+$ 、 $[\text{TiAlO}_4\text{H}]^+$ 、 $[\text{TiAlO}_4\text{H}_2]^+$ 、 $\text{HCHO}$ 。实验过程中的质谱图如图 1 所示。图中质荷比为 125 对应的微粒为 \_\_\_\_\_, 生成该微粒的同时, 还生成 \_\_\_\_\_。

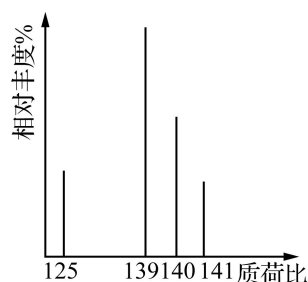


图 1

②为探究  $[\text{TiAlO}_4]^+$  活化  $\text{CH}_4$  的反应过程, 研究人员从反应体系中不断去除  $[\text{TiAlO}_4\text{H}]^+$ , 得到的质谱图如图 2 所示。  $[\text{TiAlO}_4]^+$  与  $\text{CH}_4$  反应生成  $[\text{TiAlO}_4\text{H}_2]^+$  的过程可描述为 \_\_\_\_\_。

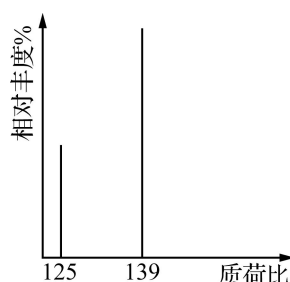


图 2

③  $[\text{TiAlO}_4]^+$  活化  $\text{CH}_4$  后, 产生活性 H 原子与  $\text{N}_2$  反应生成  $\text{NH}_3$ 。活化过程中生成多种副产物导致  $\text{NH}_3$  的选择性较低, 其中不含非极性键的含氮副产物分子可能有 \_\_\_\_\_ (写两种)。

(2) 电催化还原  $\text{N}_2$  制  $\text{NH}_3$ 。在碱性水溶液中, 通过电催化使  $\text{N}_2$  还原为  $\text{NH}_3$  的电极反应式为 \_\_\_\_\_。该制氨方法尚未能应用于工业生产, 除因为  $\text{N}_2$  的溶解度低、难吸附在电极和催化剂表面外, 还有 \_\_\_\_\_。

(3) 电催化还原  $\text{NO}_2^-$  制  $\text{NH}_3$ 。NF 是一种电极载体, 分别以  $\text{Ni}_2\text{P/NF}$ 、 $\text{Fe/NF}$ 、 $\text{NF}$  为阴极材料, 电解含  $\text{NO}_2^-$  的中性溶液 (电极材料与溶液不发生反应)。控制电压恒定、催化剂的面积为  $0.25 \text{ cm}^2$ , 电解 2 小时后, 不同电极上  $\text{NH}_3$  的产率及  $\text{NH}_3$  的选择性如图 3 所示。

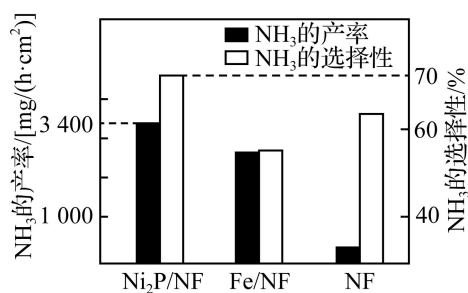


图 3

①分别以 Ni<sub>2</sub>P/NF、Fe/NF 电极电解 NaNO<sub>2</sub> 溶液相同时间： $c(\text{NO}_2^-)$  Ni<sub>2</sub>P/NF >  $c(\text{NO}_2^-)$  Fe/NF, 原因是\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_。

②已知： $\text{NH}_3$  的产率 =  $\frac{m_{\text{生成}}(\text{NH}_3)}{\text{反应时间} \times \text{催化剂面积}}$ ； $\text{NH}_3$  的选择性 =

$\frac{n_{\text{生成}}(\text{NH}_3)}{n_{\text{消耗}}(\text{NO}_2^-)} \times 100\%$ 。以 Ni<sub>2</sub>P/NF 为电极电解 NaNO<sub>2</sub> 溶液 2 小时，消耗  $n_{\text{总}}(\text{NO}_2^-)$  = \_\_\_\_\_ mol。

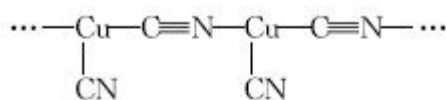
“10+2”综合小卷（七）

一、 选择题：每题只有一个选项符合题意。

1 硫和氮及其化合物对人类生存和社会发展意义重大，但硫氧化物和氮氧化物造成的环境问题也日益受到关注，下列说法正确的是( )

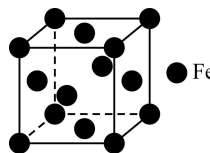
- A. 汽车尾气中 NO 主要来源于汽油、柴油的燃烧
- B. SO<sub>2</sub> 不仅可以漂白纸浆，还能杀菌消毒
- C. 植物直接吸收利用空气中的 NO 和 NO<sub>2</sub> 作为肥料，实现氮的固定
- D. 工业废气中的 SO<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub> 均可采用石灰法进行脱除

2 [2023 泰州期末]CN<sup>-</sup>具有较强的配位能力，能与 Cu<sup>+</sup>形成一种无限长链离子，其片段为



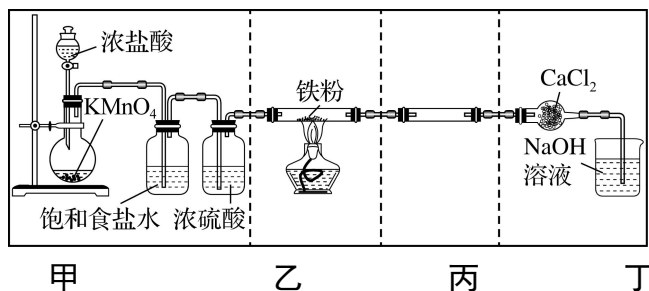
。下列说法正确的是( )

- A. 基态 Fe<sup>2+</sup>核外电子排布式为[Ar]3d<sup>5</sup>4s<sup>1</sup>
- B. Cu<sup>+</sup>与 CN<sup>-</sup>形成离子的化学式为[Cu(CN)<sub>3</sub>]<sup>2-</sup>
- C. K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]中 Fe<sup>2+</sup>的配位数为 6



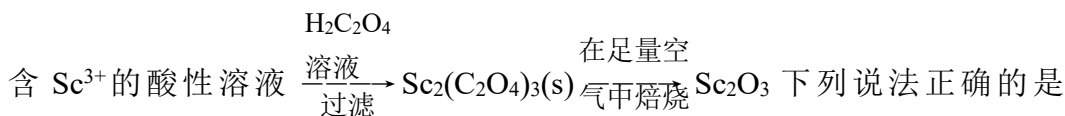
- D. 某铁晶体（晶胞如图所示）中与每个 Fe 紧邻的 Fe 数目为 6

3 [2023 南通调研]FeCl<sub>3</sub> 易水解、易升华，是有机反应中常用的催化剂。实验室用如图所示装置制备少量 FeCl<sub>3</sub>。下列说法正确的是( )



- A. 实验开始时，先点燃酒精灯，再滴加浓盐酸
- B. 实验时若 Cl<sub>2</sub> 不足量，则可能生成 FeCl<sub>2</sub>
- C. 装置丙的作用是收集 FeCl<sub>3</sub>
- D. 装置丁中 CaCl<sub>2</sub> 的作用是吸收未反应的 Cl<sub>2</sub>

4 [2023 南通调研]一种由含 Sc<sup>3+</sup>的酸性溶液制备氧化钪(Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)的工艺流程如下：



( )

- A. 基态 Sc 原子核外电子排布式为[Ar]3d<sup>1</sup>
- B. 1 mol H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>（乙二酸）含有 5 mol σ 键
- C. 生成 Sc<sub>2</sub>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 的离子方程式为 2Sc<sup>3+</sup> + 3H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> = Sc<sub>2</sub>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub> ↓ + 6H<sup>+</sup>
- D. Sc<sub>2</sub>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 在足量空气中焙烧，消耗 n[Sc<sub>2</sub>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>] : n(O<sub>2</sub>) = 1 : 2

5 [2024 南通如皋适应性考试一 T9]工业上用  $\text{CH}_4$  催化还原  $\text{NO}_2$  可以消除氮氧化物的污染，反应原理为  $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$   $\Delta H = -867.0 \text{ kJ/mol}$ 。不同的催化剂催化该反应的最佳活性温度不同。下列说法正确的是( )

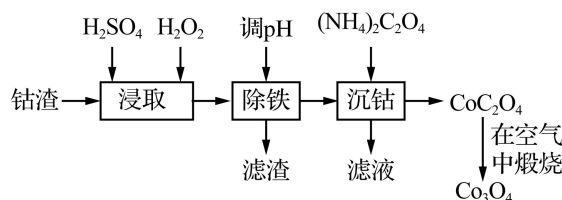
A. 上述反应平衡常数  $K = \frac{c(\text{CO}_2) \cdot c(\text{N}_2)}{c^2(\text{NO}_2) \cdot c(\text{CH}_4)}$

B. 其他条件不变时，反应单位时间， $\text{NO}_2$  去除率随温度升高而增大的原因可能是平衡常数变大

C. 其他条件不变，在低温下使用高效催化剂可提高  $\text{CH}_4$  的平衡转化率

D. 反应中若采用高分子分离膜及时分离出水蒸气，可以使反应的平衡常数增大

6 [2025 南通海安期初 T13] $\text{Co}_3\text{O}_4$  在磁性材料、电化学领域应用广泛，利用钴渣（主要含  $\text{Co}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$ ）制备  $\text{Co}_3\text{O}_4$  的流程如图所示。下列说法正确的是( )



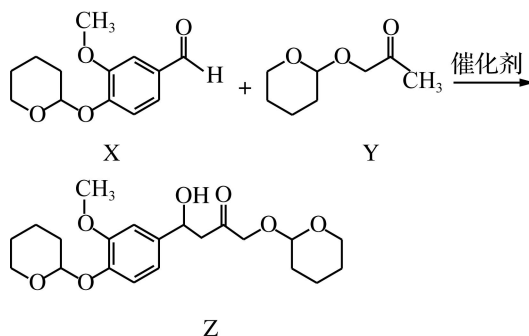
A. “浸取”后的滤液中主要阳离子有： $\text{H}^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Co}^{3+}$

B.  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液中： $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) + c(\text{HC}_2\text{O}_4^-) + c(\text{OH}^-)$

C. “沉钴”时将  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  换成  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ，则制得的  $\text{Co}_3\text{O}_4$  纯度降低

D. “煅烧”时每生成  $1 \text{ mol Co}_3\text{O}_4$ ，转移  $2 \text{ mol}$  电子

7 有机物 Z 可用于治疗阿尔茨海默症，其合成路线如下：



下列说法错误的是( )

A. 该反应为加成反应

B. X、Y 分子中含有的手性碳原子个数不同

C. Z 的消去反应产物具有顺反异构体

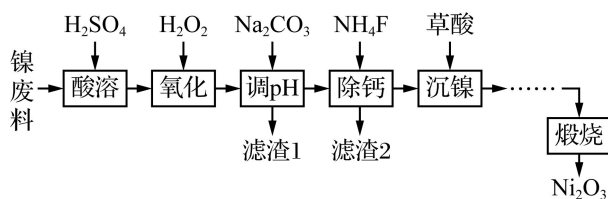
D. Z 的同分异构体中不可能含有 2 个苯环



8 [2023 南京二模]下列实验探究方案不能达到探究目的的是( )

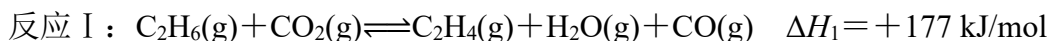
选项	探究方案	探究目的
A	向两支分别盛有 2 mL 甲基环己烷和 2 mL 甲苯的试管中各加入几滴酸性高锰酸钾溶液，用力振荡，观察现象	探究有机物中基团间的相互作用
B	用分液漏斗向盛有 $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 固体的锥形瓶中滴加乙酸溶液，将产生的气体通入盛有苯酚钠溶液的试管中，观察现象	探究乙酸、碳酸和苯酚的酸性强弱
C	向两支试管中各加入 2 mL 0.1 mol/L $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液，分别放入盛有冷水和热水的两只烧杯中，再同时分别向两支试管中加入 2 mL 0.1 mol/L $\text{H}_2\text{SO}_4$ 溶液，振荡，观察现象	探究温度对化学反应速率的影响
D	以 Zn、Fe 为电极，以酸化的 3% $\text{NaCl}$ 溶液作电解质溶液，连接成原电池装置。过一段时间，从 Fe 电极区域取少量溶液于试管中，再向试管中滴入 2 滴 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液，观察现象	探究金属的电化学保护法

9 [2024 扬州中学考前模拟 T12]工业利用含镍废料（以镍铁钙合金为主）制取  $\text{NiC}_2\text{O}_4$ （草酸镍），再经高温煅烧  $\text{NiC}_2\text{O}_4$  制取  $\text{Ni}_2\text{O}_3$  的流程如图所示。已知： $\text{NiC}_2\text{O}_4$ 、 $\text{CaC}_2\text{O}_4$  均难溶于水； $\text{Fe}^{3+}$  完全沉淀的 pH 约为 3.7。下列说法正确的是( )



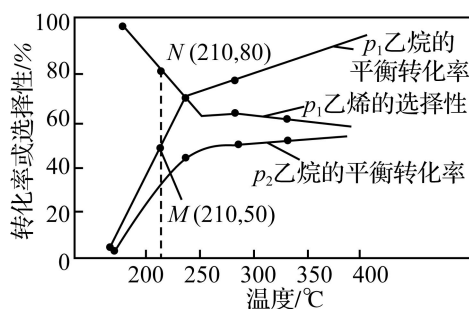
- A. 酸溶时，可加入大量硫酸来提高“酸溶”效率
- B. 调 pH 时，加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液，目的是使  $\text{Fe}^{3+}$  转化为  $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$  沉淀
- C. 沉镍时，发生反应的离子方程式为  $\text{Ni}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{NiC}_2\text{O}_4 \downarrow$
- D. 煅烧时，反应的化学方程式为  $2\text{NiC}_2\text{O}_4 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Ni}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \uparrow + \text{CO}_2 \uparrow$

10 [2023 无锡期末]在催化剂作用下,  $\text{CO}_2$  氧化  $\text{C}_2\text{H}_6$  可获得  $\text{C}_2\text{H}_4$ 。其主要化学反应如下:



压强分别为  $p_1$ 、 $p_2$  时, 将 2 mol  $\text{C}_2\text{H}_6$  和 3 mol  $\text{CO}_2$  的混合气体置于密闭容器中反应, 不同温度下体系中乙烷的平衡转化率、乙烯的选择性[ $\text{C}_2\text{H}_4$  的选择性 =

$\frac{n_{\text{生成}}(\text{C}_2\text{H}_4)}{n_{\text{总转化}}(\text{C}_2\text{H}_6)} \times 100\%$ ]如图所示。下列说法正确的是( )



A.  $p_1 > p_2$

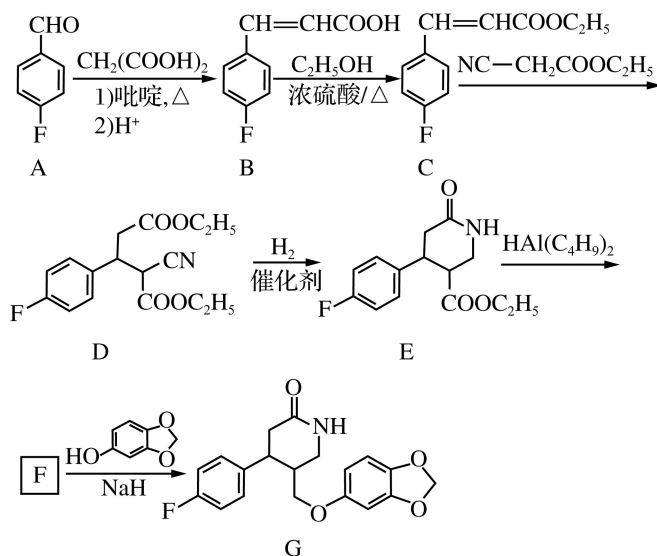
B. 压强为  $p_1$ , 温度为 210 °C 时, 反应达到平衡时,  $n_{\text{生成}}(\text{CO}) = n_{\text{生成}}(\text{C}_2\text{H}_4)$

C.  $\text{C}_2\text{H}_4$  的选择性下降的原因可能是随着温度的升高, 反应 II 中生成的 CO 抑制了反应 I 的进行

D. 研发低温下  $\text{C}_2\text{H}_6$  转化率高和  $\text{C}_2\text{H}_4$  选择性高的催化剂, 可以提高平衡时  $\text{C}_2\text{H}_4$  的产率

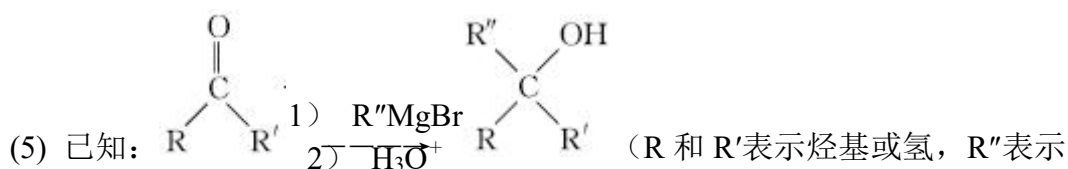
## 二、非选择题。

11 [2023 无锡期末]化合物 G 是合成治疗抑郁症药物帕罗西汀的中间体，其人工合成路线如下：


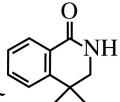


- (1) B 分子中碳原子的杂化轨道类型是\_\_\_\_\_。
- (2) C→D 的反应类型为\_\_\_\_\_。
- (3) D 的一种同分异构体同时满足下列条件，写出该同分异构体的结构简式：\_\_\_\_\_。

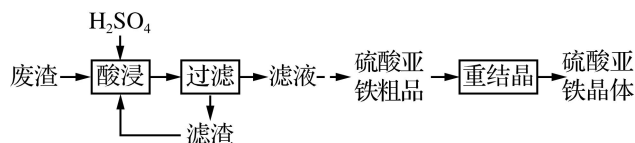
- ①分子中含有 5 种不同化学环境的氢原子；
- ②含有 2 个苯环，每个苯环上有 4 个取代基，且只有 1 种含氧官能团。
- (4) F 的分子式为  $C_{12}H_{14}NO_2F$ ，其结构简式为\_\_\_\_\_。



烃基)，羧基与酯基也能与格氏试剂( $\text{R}''\text{MgBr}$ )反应。 $\text{RBr} \xrightarrow{\text{NaCN}} \text{RCN}$ 。

写出以  和  $\text{CH}_3\text{MgBr}$ 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  为原料制备  的合成路线流程图(无机试剂和有机溶剂任用，合成路线流程图示例见本题题干)。

12 [2023 南京、盐城二模]硫酸亚铁晶体( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )可用于生产聚合硫酸铁。以钼铁硼二次废渣(主要含  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$  等)为原料制备硫酸亚铁晶体的实验流程如下:

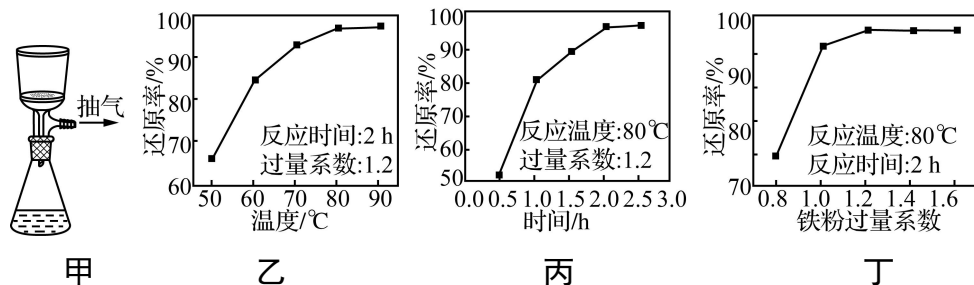


(1) “酸浸”时,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 将“滤渣”返回“酸浸”工序, 其目的是\_\_\_\_\_。

(3) 与普通过滤相比, 使用图甲装置进行过滤的优点是\_\_\_\_\_。

(4) 固定其他条件不变, 反应温度、反应时间、铁粉过量系数  $\left[ \frac{n_{\text{投入}}(\text{Fe})}{n_{\text{理论}}(\text{Fe})} \right]$  分别对“滤液”中  $\text{Fe}^{3+}$  还原率的影响如图乙、丙、丁所示。



设计由 100 mL “滤液” [其中  $c(\text{Fe}^{3+}) = 0.8 \text{ mol/L}$ ] 制备硫酸亚铁粗品的实验方案: \_\_\_\_\_。

(须使用的试剂和仪器: 铁粉、冰水、真空蒸发仪)。

(5) 通过下列实验测定硫酸亚铁晶体样品的纯度。准确称取 1.200 0 g 样品置于锥形瓶中, 用 50 mL 蒸馏水完全溶解, 加一定量硫酸和磷酸溶液; 用 0.020 00 mol/L  $\text{KMnO}_4$  标准溶液滴定至终点 ( $\text{MnO}_4^-$  转化为  $\text{Mn}^{2+}$ ), 平行滴定 3 次, 平均消耗  $\text{KMnO}_4$  标准溶液 42.90 mL。计算硫酸亚铁晶体样品中  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  的质量分数: \_\_\_\_\_ (写出计算过程)。

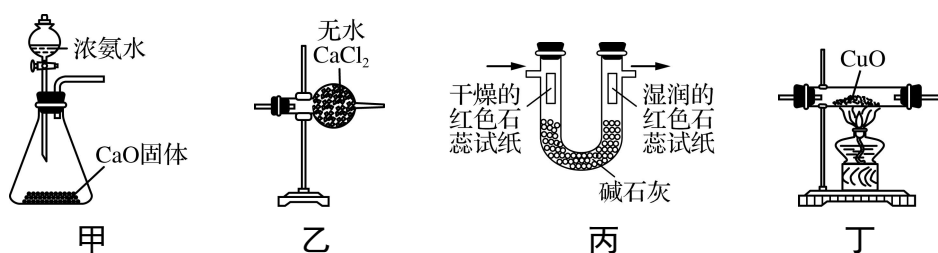
“10+2”综合小卷（八）

一、 选择题：每题只有一个选项符合题意。

1 [2023 苏锡常镇二调]嫦娥石属于陨磷钠镁钙石族，其纯晶体成分为  $\text{Ca}_8\text{YFe}(\text{PO}_4)_7$ 。下列说法正确的是( )

- A. 电离能： $I_1(\text{Na}) > I_1(\text{Mg})$
- B. 碱性： $\text{Ca}(\text{OH})_2 > \text{Mg}(\text{OH})_2$
- C. 离子半径： $r(\text{Ca}^{2+}) > r(\text{P}^{3-})$
- D. 电负性： $\chi(\text{P}) > \chi(\text{O})$

2 [2025 苏州期中调研 T3]氨是重要的化工原料，能与  $\text{CaCl}_2$  结合生成  $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ ，加热条件下  $\text{NH}_3$  能将  $\text{CuO}$  还原成  $\text{Cu}$ ，实验室制取少量  $\text{NH}_3$  并探究其性质。下列装置不能达到实验目的的是( )



- A. 用装置甲制取  $\text{NH}_3$
- B. 用装置乙干燥  $\text{NH}_3$
- C. 用装置丙检验  $\text{NH}_3$  水溶液呈碱性
- D. 用装置丁探究的  $\text{NH}_3$  还原性

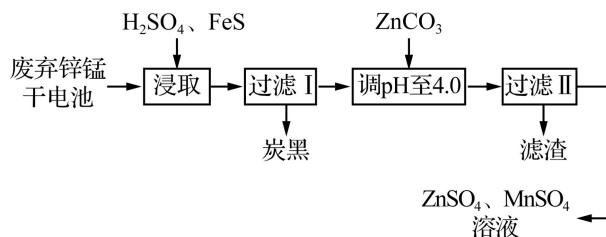
3 [2024 南通四模 T7]下列物质结构与性质或物质性质与用途不具有对应关系的是( )

- A.  $\text{HClO}$  呈弱酸性，可用于漂白纸张
- B.  $\text{ClO}_2$  具有强氧化性，可用于自来水杀菌消毒
- C.  $\text{Cl}^-$  有孤电子对，可与  $\text{Cu}^{2+}$  形成  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$
- D.  $\text{HF}$  分子间存在氢键， $\text{HF}$  沸点较高

4 [2023 南通如皋期末]碱式碳酸氧钒铵晶体  $[(\text{NH}_4)_5(\text{VO})_6(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_9 \cdot 10\text{H}_2\text{O}]$  是制备多种含钒产品的原料。下列有关说法不正确的是( )

- A.  $\text{NH}_4^+$  的空间结构为正四面体形
- B. 基态  $\text{V}^{4+}$  的核外电子排布式为  $[\text{Ar}]3\text{d}^1$
- C.  $\text{CO}_3^{2-}$  中 C 的轨道杂化类型为  $\text{sp}^2$  杂化
- D.  $\text{H}_2\text{O}$  是非极性分子

5 [2023 连云港调研]以废弃锌锰干电池（主要成分是  $\text{Zn}$  和  $\text{MnO}_2$ ，还含有少量炭黑）为原料制取  $\text{ZnSO}_4$ 、 $\text{MnSO}_4$  溶液，进而得到复合微肥的流程如下：



下列说法正确的是( )

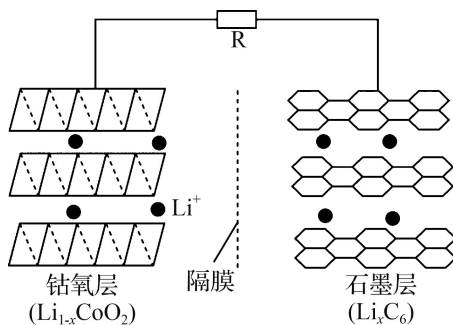
A. 浸取时， $\text{MnO}_2$  与  $\text{FeS}$ （不溶于水）反应的离子方程式： $8\text{MnO}_2 + 2\text{FeS} + 16\text{H}^+ = 8\text{Mn}^{2+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 2\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O}$

B. 浸取液中主要存在离子有： $\text{H}^+$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ 、 $\text{S}^{2-}$ 、 $\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

C. 过滤 II 所得的滤渣为  $\text{ZnCO}_3$

D. 过滤所得  $\text{ZnSO}_4$ 、 $\text{MnSO}_4$  溶液中： $c(\text{Zn}^{2+}) + c(\text{Mn}^{2+}) < c(\text{SO}_4^{2-})$

6 [2025 南通海门中学调研 T8]一款锂离子电池如图所示，放电时的总反应  $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + \text{Li}_x\text{C}_6 = \text{LiCoO}_2 + \text{C}_6$ 。下列说法正确的是( )



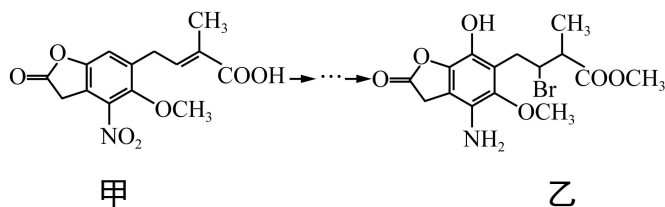
A. 电池放电时，钴氧层为负极

B. 电池放电时， $\text{Li}^+$  通过隔膜向石墨层移动

C. 电池充电时，钴氧层反应为  $\text{LiCoO}_2 + x\text{e}^- = \text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + x\text{Li}^+$

D. 电池充电时，外电路中流过  $0.02 \text{ mol}$  电子，石墨层增重  $0.14 \text{ g}$

7 化合物乙是一种治疗神经类疾病的药物，可由化合物甲经多步反应得到。下列有关化合物甲、乙的说法正确的是( )



A. 甲分子中所有碳原子一定处于同一平面

B. 乙分子中含有 2 个手性碳原子

C. 用  $\text{NaHCO}_3$  溶液或  $\text{FeCl}_3$  溶液不能鉴别甲、乙

D. 乙能与盐酸、 $\text{NaOH}$  溶液反应，且  $1 \text{ mol}$  乙最多能与  $4 \text{ mol}$   $\text{NaOH}$  反应

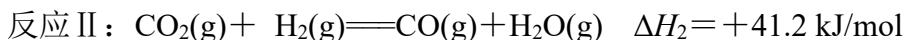
8 [2024 扬州考前模拟 T11]室温下,下列实验探究方案能达到探究目的的是 ( )

选项	探究方案	探究目的
A	向 NaCl、NaI 混合溶液中滴加少量 AgNO <sub>3</sub> 溶液, 观察沉淀的颜色	$K_{sp}(\text{AgCl}) > K_{sp}(\text{AgI})$
B	将少量 SO <sub>2</sub> 气体通入 0.1 mol/L Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 溶液中, 观察实验现象	BaSO <sub>3</sub> 难溶于水
C	向 0.1 mol/L H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 溶液中滴加 0.1 mol/L KMnO <sub>4</sub> 溶液, 观察溶液颜色变化	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 具有氧化性
D	向 FeCl <sub>3</sub> 溶液中滴加少量 KI 溶液, 再滴加少量淀粉溶液, 观察溶液颜色变化	Fe <sup>3+</sup> 的氧化性比 I <sub>2</sub> 强

9 Na<sub>2</sub>S 是染料工业中的重要原料, 室温下, 0.1 mol/L Na<sub>2</sub>S 溶液的 pH ≈ 13, H<sub>2</sub>S 的电离平衡常数  $K_{a1} = 1.3 \times 10^{-7}$ ,  $K_{a2} = 7.1 \times 10^{-15}$ , 现对 0.1 mol/L Na<sub>2</sub>S 溶液的性质进行探究, 下列结论正确的是( )

- A. 该溶液中:  $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HS}^-) + c(\text{H}_2\text{S})$
- B. 该溶液中:  $c(\text{Na}^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{HS}^-) > c(\text{S}^{2-})$
- C. 向 0.1 mol/L Na<sub>2</sub>S 溶液中通入过量 Cl<sub>2</sub>, 无淡黄色沉淀生成, 说明 S<sup>2-</sup> 未被氧化
- D. 向 10 mL 0.1 mol/L Na<sub>2</sub>S 溶液中滴入几滴 0.1 mol/L ZnCl<sub>2</sub> 溶液产生白色沉淀, 再滴入几滴 0.1 mol/L CuCl<sub>2</sub> 溶液出现黑色沉淀, 证明  $K_{sp}(\text{ZnS}) > K_{sp}(\text{CuS})$

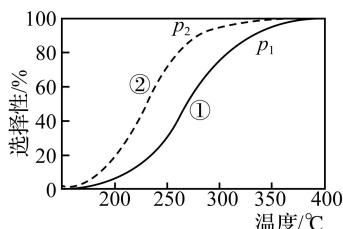
10 [2024 苏州三模 T13]CO<sub>2</sub> 催化加氢制甲醇主要反应如下:



压强分别为  $p_1$ 、 $p_2$  时, 将  $\frac{n_{\text{起始}}(\text{CO}_2)}{n_{\text{起始}}(\text{H}_2)} = 1:3$  的混合气体置于密闭容器中反应,

不同温度下体系中 CH<sub>3</sub>OH 或 CO 的平衡选择性如图所示。CH<sub>3</sub>OH (或 CO) 的

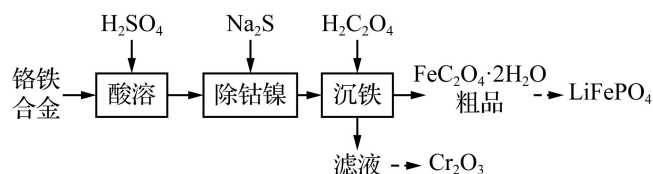
平衡选择性 =  $\frac{n(\text{CH}_3\text{OH}) \text{ 或 } n(\text{CO})}{n_{\text{参与反应}}(\text{CO}_2)}$ 。下列说法正确的是( )



- A. 曲线①②表示的是 CH<sub>3</sub>OH 平衡选择性
- B. 曲线①②表示的压强:  $p_1 < p_2$
- C. 随温度升高, CO<sub>2</sub> 的平衡转化率受压强影响减小
- D. 相同温度下, 压强分别为  $p_1$ 、 $p_2$  时, 反应 I 的平衡常数  $K(p_1) > K(p_2)$

## 二、非选择题

11 [2024 南通海安中学学情检测 T16]由铁铬合金（主要成分 Cr、Fe，含少量 Co、Ni 等）可以制取  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  和  $\text{LiFePO}_4$ 。实验流程如下：



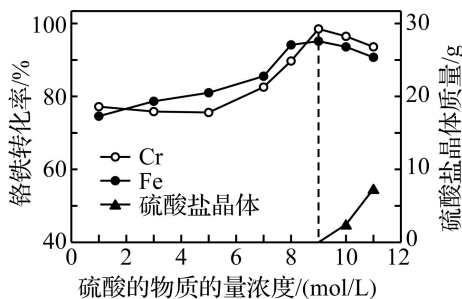
(1) “酸溶”时应先向反应器中加入硫酸，再分批加入铬铁合金粉末，同时需保持强制通风。

①分批加入铬铁合金粉末并保持强制通风的原因是\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_。

②其他条件相同，实验测得相同时间内铬铁转化率 $\left[\frac{\text{反应的铬铁的物质的量}}{\text{原铬铁的总物质的量}} \times 100\%\right]$ 、析出硫酸盐晶体的质量随硫酸浓度变化情况如图所示。当硫酸的浓度为 9~11 mol/L 时，铬铁转化率下降的原因：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_（已知：硫酸浓度大于 12 mol/L 时，铁才会钝化）。



(2) 向酸溶所得溶液中加入 0.5 mol/L  $\text{Na}_2\text{S}$  溶液，使  $\text{Co}^{2+}$  和  $\text{Ni}^{2+}$  转化为  $\text{CoS}$  和  $\text{NiS}$  沉淀。当上层清液中  $c(\text{Ni}^{2+}) = 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$  时， $c(\text{Co}^{2+}) =$  \_\_\_\_\_ [已知： $K_{\text{sp}}(\text{CoS}) = 1.8 \times 10^{-22}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{NiS}) = 3.0 \times 10^{-21}$ ]。

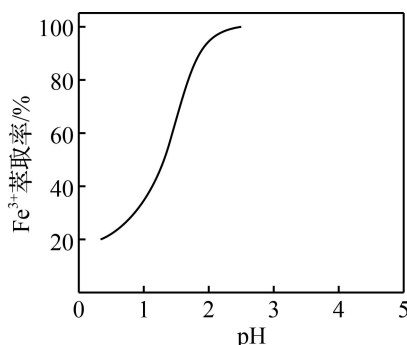
(3) 在  $\text{N}_2$  氛围中将  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  与  $\text{LiH}_2\text{PO}_4$  按物质的量之比 1 : 1 混合，360  $^\circ\text{C}$  条件下反应可获得  $\text{LiFePO}_4$ ，同时有  $\text{CO}$  和  $\text{CO}_2$  生成。写出该反应的化学方程式：\_\_\_\_\_。

(4) 设计由沉铁后的滤液（含  $\text{Cr}^{3+}$  和少量  $\text{Fe}^{2+}$ ）制备  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  的实验方案：\_\_\_\_\_，

过滤、洗涤、干燥、500  $^\circ\text{C}$  煅烧[实验中须选用试剂：P507 萃取剂、 $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{NaOH}$  溶液]。



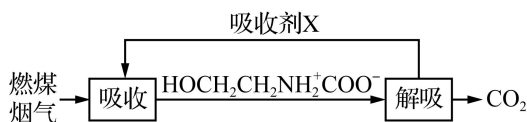
已知：①P507 萃取剂密度小于水，萃取  $\text{Fe}^{3+}$  时萃取率与溶液 pH 的关系如图所示。



②该实验中  $\text{Cr}^{3+}$  在  $\text{pH}=6.0$  时开始沉淀， $\text{pH}=8.0$  时沉淀完全。 $\text{pH}=12$  时  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  开始溶解。

12 [2024 扬州考前模拟 T17] $\text{CO}_2$  资源利用具有重要意义。

(1) 燃煤烟气中  $\text{CO}_2$  的捕集可通过如下所示的物质转化实现。



吸收剂 X 能吸收  $\text{CO}_2$  的原因是\_\_\_\_\_；“解吸”的条件是\_\_\_\_\_。

(2)  $\text{CO}_2$  与环氧化合物反应可以转化为有价值的有机物。转化过程如图 1 所示。Y 为五元环状化合物，Y 的结构简式为\_\_\_\_\_；N 原子上的孤电子对主要进攻甲基环氧乙烷中“ $\text{CH}_2$ ”上的碳原子，而不是“ $\text{CH}$ ”上的碳原子，原因是\_\_\_\_\_。

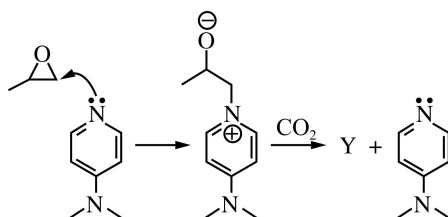


图 1

(3) 高活性  $\text{CO}_2$  催化剂的主要成分为  $\text{Cu}_2\text{O}$ 。该催化剂中铜的氧化物晶胞投影如图 2 所示（沿  $x$  轴， $y$  轴和  $z$  轴的投影都相同）。请在相应位置补全该晶胞图，晶胞内部距离最近的原子之间请用虚线相连接。

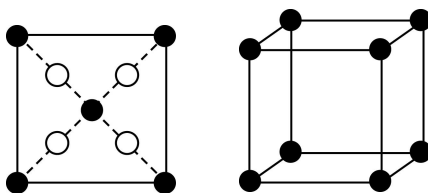


图 2

(4)  $\text{CO}_2$  通过电催化还原可转化为有机物。以  $0.1 \text{ mol/L}$  的  $\text{KHCO}_3$  溶液为电解质溶液，将  $\text{CO}_2$  通入  $\text{Cu}$  基催化剂的电极材料上 ( $\text{Cu}$  是催化剂的活性位点)，相同条件下，电解得到的部分还原产物的法拉第效率( $FE\%$ )随电解电压的变化如图 3 所示。

$$FE\% = \frac{n_{\text{X}} (\text{生成还原产物 X 所需电子的物质的量})}{n_{\text{总}} (\text{电解过程中通过电子的总物质的量})} \times 100\%$$

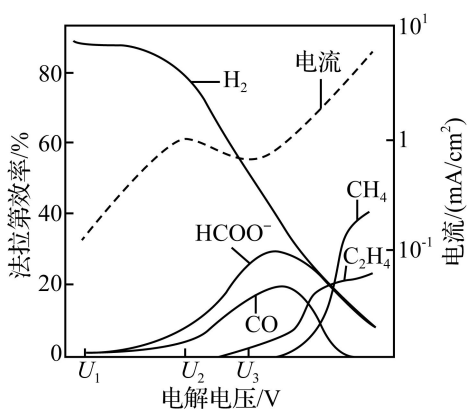


图 3

- ①当电压为  $U_1$  时，生成  $\text{H}_2$  的电极反应式为\_\_\_\_\_。
- ②为了降低  $\text{H}_2$  的法拉第效率，可以采取的措施为\_\_\_\_\_。
- ③生成的中间产物  $\text{CO}$  中  $\text{C}$  原子与  $\text{Cu}$  之间存在强烈的相互作用，该作用力为\_\_\_\_\_。
- ④电压从  $U_2 \text{ V}$  增大到  $U_3 \text{ V}$  时，电流减小的可能原因是\_\_\_\_\_。