



教辅图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30<sup>+</sup>年创始人专注教育行业

全品高考

# 第二轮专题

AI智慧  
教辅

???

物质氧化性或还原性的强弱与反应中本身得到或失去电子数目的多少无关  
也与元素化合价的高低无必然联系。有单质参加或生成的反应不一定是氧化还原反应，如氢气与氯气之间的反应  
只有在稀溶液中进行且离子方程式可表示为  $\text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) = \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  的中和反应的中和热才是  $57.3 \text{ kJ/mol}$

物质必须完全燃烧生成稳定的氧化物，其中要特别指水为液态  
表示燃烧热的热化学方程式中可燃物的化学计量数必须为1

同种元素的不同核素原子的中子数和质子数不同  
核外电子层结构相同，化学性质相似  
它们形成的单质和化合物的化学性质相同，物理性质不同

稀有气体中没有任何类型的化学键；铝盐是不含金属元素的离子化合物  
 $\text{AlCl}_3$  在熔融状态下不导电，是含金属元素的共价化合物

若是在密闭容器中进行  
则气体体积、密度、压强保持不变  
不能作为化学平衡的标志

具有相同核电荷数的微粒不一定是同种元素，如： $\text{Na}$  与  $\text{NH}_4^+$

苯能使溴水（因萃取而）褪色但不能使溴的  $\text{CCl}_4$  溶液褪色  
在催化剂存在下  
苯能与液溴反应但不能与溴水反应

氨气的性质稳定  
 $\text{NH}_3$  是唯一的气体  
遇水溶解、受热后易分解

主编 肖德好

若所有物质均为气体则质量不变  
不能作为密闭体系中化学平衡的标志

化学  
作业手册

本书为AI智慧教辅

“讲题智能体”支持学生聊着学，扫码后哪题不会选哪题；随时随地想聊就聊，想问就问。



沈阳出版发行集团  
沈阳出版社

# CONTENTS



## 目录

|          |                                   |     |
|----------|-----------------------------------|-----|
| 限时集训(一)  | 基础小专题 1 规范使用化学用语 .....            | 115 |
| 限时集训(二)  | 基础小专题 2 $N_A$ 的综合应用 .....         | 117 |
| 限时集训(三)  | 基础小专题 3 氧化还原反应规律及应用 .....         | 118 |
| 限时集训(四)  | 基础小专题 4 STSE 与传统文化中的化学价值 .....    | 119 |
| 限时集训(五)  | 基础小专题 5 无机物的性质及用途 .....           | 121 |
| 限时集训(六)  | 基础小专题 6 无机物间的转化关系 .....           | 123 |
| 难点专练(一)  | 难点 1 基于流程分析的物质确定与转化原理 .....       | 125 |
| 难点专练(一)  | 难点 2 工艺流程中的条件控制及原因分析 .....        | 127 |
| 难点专练(一)  | 难点 3 工艺流程中产品的分离提纯和检验 .....        | 129 |
| 难点专练(一)  | 难点 4 工艺流程中的计算 .....               | 130 |
| 题型综合练(一) | 无机工艺流程 .....                      | 131 |
| 限时集训(七)  | 基础小专题 7 原子结构 元素周期律 .....          | 133 |
| 限时集训(八)  | 基础小专题 8 分子结构与性质 .....             | 135 |
| 限时集训(九)  | 基础小专题 9 晶胞分析及简单计算 .....           | 137 |
| 限时集训(十)  | 能力小专题 10 “位—构—性”综合推断 .....        | 139 |
| 限时集训(十一) | 能力小专题 11 物质结构对性质的影响、原因分析及表述 ..... | 141 |
| 限时集训(十二) | 能力小专题 12 新型化学电源 .....             | 143 |
| 限时集训(十三) | 能力小专题 13 电解原理的应用 .....            | 145 |
| 限时集训(十四) | 能力小专题 14 化学反应速率与化学平衡分析 .....      | 147 |
| 限时集训(十五) | 能力小专题 15 化学反应机理分析 .....           | 149 |
| 限时集训(十六) | 能力小专题 16 水溶液中三大平衡分析 .....         | 151 |
| 限时集训(十七) | 能力小专题 17 电解质溶液图像分析 .....          | 153 |

|           |                                 |     |
|-----------|---------------------------------|-----|
| 难点专练(二)   | 难点 1 热化学方程式书写与盖斯定律的应用 .....     | 155 |
| 难点专练(二)   | 难点 2 化学平衡图像分析、条件控制及原因解释 .....   | 156 |
| 难点专练(二)   | 难点 3 各类平衡常数及相关计算 .....          | 158 |
| 题型综合练(二)  | 化学反应原理 .....                    | 160 |
| 限时集训(十八)  | 基础小专题 18 常见有机物的性质及应用 .....      | 162 |
| 限时集训(十九)  | 能力小专题 19 多官能团有机物的结构与性质 .....    | 163 |
| 难点专练(三)   | 难点 1 有机综合推断与有机反应方程式书写 .....     | 165 |
| 难点专练(三)   | 难点 2 限定条件下有机物同分异构体书写 .....      | 167 |
| 难点专练(三)   | 难点 3 有机合成路线设计 .....             | 168 |
| 题型综合练(三)  | 有机合成与推断 .....                   | 170 |
| 限时集训(二十)  | 基础小专题 20 实验基本操作和实验仪器的合理选用 ..... | 172 |
| 限时集训(二十一) | 基础小专题 21 与实验“微设计”相关的分析 .....    | 174 |
| 限时集训(二十二) | 能力小专题 22 实验方案设计与评价 .....        | 176 |
| 难点专练(四)   | 难点 1 实验装置的作用、选择与连接 .....        | 178 |
| 难点专练(四)   | 难点 2 实验现象描述、实验条件控制及原因表述 .....   | 180 |
| 难点专练(四)   | 难点 3 实验数据的分析与处理 .....           | 182 |
| 题型综合练(四)  | 化学综合实验 .....                    | 183 |

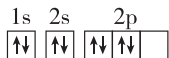
### 角度一 表示物质结构与组成

1. 下列化学用语或表述正确的是 ( )

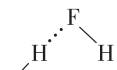
A. 中子数为 143 的 U(U 为 92 号元素)原子:



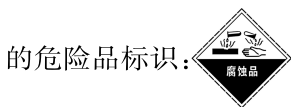
B. 基态氧原子的核外电子轨道表示式:



C. 气态二聚氟化氢 $[(\text{HF})_2]$ 分子结构:



D. 《易经》中“泽中有火”描述了沼气燃烧,沼气的

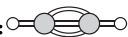


2. 下列化学用语正确的是 ( )

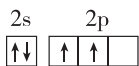
A. 氰化氢的结构式:  $\text{H}-\text{CN}$

B.  $\text{H}_2\text{O}$  的电子式:  $\text{H}:\text{O}:\text{H}$

C. 乙炔的空间填充模型:



D. 基态碳原子的价层电子轨道表示式:

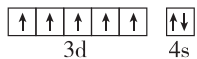


3. [2025·安徽六安模拟] 下列化学用语或表述正确的是 ( )

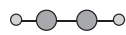
A.  $\text{H}_2\text{S}$  的电子式:  $\text{H}^+[\text{:}\ddot{\text{S}}\text{:}]^{2-}\text{H}^+$

B. 乙醇分子间的氢键:  $\text{H}-\text{O}\cdots\text{H}$

C. 基态锰原子的价层电子轨道表示式:

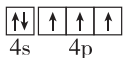


D.  $\text{H}_2\text{O}_2$  的球棍模型:

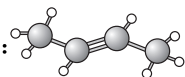


4. [2025·安徽淮南、淮北一模] 下列化学用语表述正确的是 ( )

A. 基态砷原子的价层电子轨道表示式:



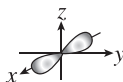
B. 顺-2-丁烯的球棍模型:



C.  $\text{CO}_2$  的空间填充模型:



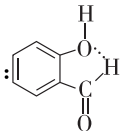
D. 基态 Na 原子最外层电子的电子云轮廓图:



5. [2025·湖南衡阳一模] 下列化学用语或图示表达正确的是 ( )

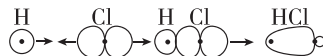
A. 的名称为 1-丁醇

B. 邻羟基苯甲醛分子内氢键示意图:



C.  $\text{HSO}_3^-$  水解的离子方程式:  $\text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_3^{2-}$

D.  $\text{HCl}$  分子中  $\sigma$  键的形成:



6. [2025·江苏连云港一模] 反应  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{浓硫酸}} \text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  可用于制备乙酸乙酯。下列有关说法正确的是 ( )

A.  $\text{H}_2\text{O}$  分子的 VSEPR 模型:



B. 乙酸分子中  $\sigma$  键与  $\pi$  键数目之比为 7 : 1

C. 羟基的电子式为:  $\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:H}$

D. 乙酸乙酯分子中含有离子键

7. [2025·江苏苏州调研] 工业上利用反应  $\text{CO}_2 + \text{CaSO}_4 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  制备硫酸铵晶体。下列说法正确的是 ( )

A.  $\text{NH}_3$  的电子式为  $\text{H}:\text{N}:\text{H}$



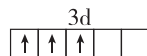
B.  $\text{NH}_4^+$  和  $\text{SO}_4^{2-}$  可以形成氢键

C.  $\text{CO}_3^{2-}$  的空间结构为三角锥形

D. 冰的晶体类型为共价晶体

8. [2025·河北唐山一模] 反应  $2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 16\text{H}^+ + 3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 13\text{H}_2\text{O} = 4[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + 3\text{CH}_3\text{COOH}$  可用于乙醇的检验。下列说法错误的是 ( )

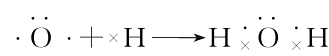
A. 基态  $\text{Cr}^{3+}$  核外电子价层电子轨道表示式为



B. 碳的基态原子最高能级轨道形状为哑铃形

C.  $\text{CH}_3\text{COOH}$  中 C 原子的杂化类型均为  $\text{sp}^3$

D.  $\text{H}_2\text{O}$  的形成过程可表示为  $\text{H} \times +$



## 角度二 反应方程式的正误判断

9. 能正确表示下列变化的离子方程式是 ( )

- A. 甲醇碱性燃料电池负极的电极反应式:  
 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} - 6\text{e}^- = \text{CO}_2 \uparrow + 6\text{H}^+$
- B. 铁粉与过量稀硝酸反应:  $\text{Fe} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- C. 碳酸氢钠在水中的水解:  $\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$
- D. 硫酸铜溶液中通入硫化氢:  $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS} \downarrow$

10. [2025·河北秦皇岛一模] 氯及其化合物应用广泛。氢气在氯气中燃烧生成 HCl, 可用于制盐酸, 生成 1 mol HCl(g) 时放出 91.5 kJ 热量。在强酸性介质中用  $\text{SO}_2$  还原  $\text{NaClO}_3$  制备  $\text{ClO}_2$ 。 $\text{BrCl}$  和  $\text{Cl}_2$  的化学性质相似, 能与  $\text{H}_2\text{O}$  反应生成两种酸。工业上用氯气与石灰乳反应制备漂白粉。下列化学反应表示正确的是 ( )

- A. 氢气在氯气中燃烧:  $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = 2\text{HCl}(\text{g}) \quad \Delta H = -91.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
- B. 若通过原电池反应来实现  $\text{NaClO}_3$  制备  $\text{ClO}_2$ , 则正极的电极反应式为  $\text{ClO}_3^- - \text{e}^- + 2\text{H}^+ = \text{ClO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- C.  $\text{BrCl}$  与  $\text{H}_2\text{O}$  反应的化学方程式:  $\text{BrCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{HBrO} + \text{HCl}$
- D. 工业制取漂白粉:  $\text{Cl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}(\text{ClO})_2 + \text{H}_2 \uparrow$

11. [2025·湖南九校联盟二模] 下列方程式书写正确的是 ( )

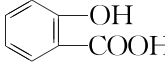
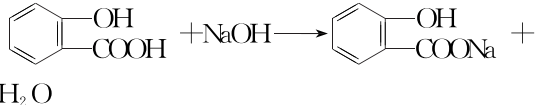
- A. Al 与 NaOH 溶液反应的离子方程式:  $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$
- B. 联氨( $\text{N}_2\text{H}_4$ )是一种二元弱碱,  $\text{N}_2\text{H}_5\text{Cl}$  在水溶液中发生水解的离子方程式:  $\text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_6^{2+} + \text{OH}^-$
- C. 乙酰胺在盐酸中发生反应的化学方程式:  
 $\text{CH}_3\text{CONH}_2 + \text{HCl} \xrightarrow{\Delta} \text{CH}_3\text{CONH}_3\text{Cl}$
- D. 氮化硅( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )可由石英与焦炭在高温的氮气气氛中制备, 该过程的化学方程式:  $3\text{SiO}_2 + 3\text{C} + 2\text{N}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si}_3\text{N}_4 + 3\text{CO}_2$

12. 下列指定反应的方程式书写错误的是 ( )

- A. 向  $\text{NaHSO}_3$  溶液中滴入过量  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  溶液:  
 $2\text{Fe}^{3+} + \text{HSO}_3^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 3\text{H}^+$

B.  $\text{PbO}_2$  与酸性  $\text{MnSO}_4$  溶液反应:  $5\text{PbO}_2 + 2\text{Mn}^{2+} + 4\text{H}^+ + 5\text{SO}_4^{2-} = 5\text{PbSO}_4 + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O}$

C. 在新制  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  悬浊液中加入甲酸甲酯共热, 产生砖红色沉淀:  $\text{HCOOCH}_3 + 2\text{OH}^- + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_3^{2-} + \text{CH}_3\text{OH} + \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$

D.  与少量氢氧化钠溶液反应:  


13. 下列离子方程式不正确的是 ( )

- A. 向  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  溶液中加入小粒金属钠:  
 $2\text{NH}_4^+ + 2\text{Na} = 2\text{Na}^+ + \text{H}_2 \uparrow + 2\text{NH}_3 \uparrow$
- B. Fe 与稀硝酸按  $n(\text{Fe}) : n(\text{HNO}_3) = 1 : 3$  反应:  $4\text{Fe} + 3\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ = 3\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + 3\text{NO} \uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$
- C. 用铜作电极电解硫酸铜溶液:  $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{电解}} 2\text{Cu} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}^+$
- D. 向溴水中滴加少量  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液:  $\text{H}_2\text{O} + \text{Br}_2 + \text{SO}_3^{2-} = 2\text{Br}^- + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$

14. [2025·湖南新高考教研联盟联考] 下列过程对应的离子方程式或电极反应式正确的是 ( )

- A. 向冷的石灰乳中通入  $\text{Cl}_2$  制取漂白粉:  $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$
- B. 用过量氨水吸收  $\text{SO}_2$  废气:  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = \text{NH}_4^+ + \text{HSO}_3^-$
- C. 用惰性电极电解  $\text{CuSO}_4$  溶液时的阴极反应:  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu}$
- D. 用稀硝酸洗涤试管内壁的银镜:  $\text{Ag} + 2\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = \text{Ag}^+ + \text{NO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

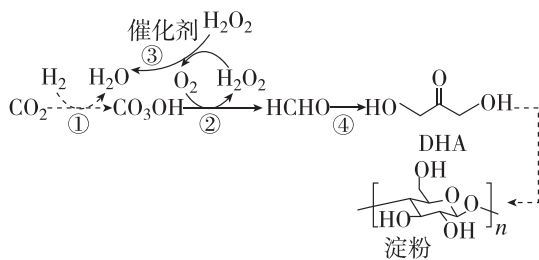
15. [2025·辽宁丹东二模] 下列离子方程式书写正确的是 ( )

- A. 用  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液吸收少量  $\text{Cl}_2$ :  $\text{Cl}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{Cl}^-$
- B. 乙二醇与足量酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液反应:  
 $24\text{H}^+ + 5\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH} + 8\text{MnO}_4^- = 8\text{Mn}^{2+} + 5\text{HOOC}-\text{COOH} + 22\text{H}_2\text{O}$
- C. 实验室用  $\text{NH}_4\text{Cl}$  和  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  固体加热制  $\text{NH}_3$ :  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- D. 酸性条件下用丙烯腈电解法合成己二腈的阴极反应式:  $2\text{CH}_2 = \text{CHCN} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{NC}(\text{CH}_2)_4\text{CN}$

1. [2025·河北唐山二模] 尿素氧化法制备水合肼( $N_2H_4 \cdot H_2O$ )的原理为  $CO(NH_2)_2 + NaClO + 2NaOH \rightleftharpoons N_2H_4 \cdot H_2O + NaCl + Na_2CO_3$ , 设  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值。下列说法错误的是 ( )
- A. 1 mol  $CO(NH_2)_2$  中  $\sigma$  键的数目为  $7N_A$
- B. 等物质的量的  $NaClO$  和  $NaCl$  电子数相差  $8N_A$
- C. 每生成 1 mol  $N_2H_4 \cdot H_2O$  转移电子数  $2N_A$
- D. 常温下, 1 L pH=11 的  $Na_2CO_3$  溶液中水电离的  $H^+$  数目为  $10^{-3}N_A$

2. [2025·湖南常德石门一中模拟]  $6HCl + 2Na_3[Ag(S_2O_3)_2] \rightleftharpoons 6NaCl + Ag_2S \downarrow + 3S \downarrow + 3SO_2 \uparrow + H_2SO_4 + 2H_2O$  为定影液回收  $Ag_2S$  的原理。设  $N_A$  是阿伏伽德罗常数的值。下列说法正确的是 ( )
- A. 36.5 g  $HCl$  中电子数为  $8N_A$
- B. 含 1 mol  $Na_3[Ag(S_2O_3)_2]$  的溶液中阳离子数为  $4N_A$
- C. 1 mol  $H_2SO_4$  中含有一OH 数为  $2N_A$
- D. 反应生成 2.24 L  $SO_2$  (已折算为标准状况) 时, 转移电子数为  $2N_A$

3. [2025·湖南邵阳二模] 我国科学家首次在实验室实现  $CO_2$  到淀粉的合成, 其路线如图所示, 设  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值。下列说法正确的是 ( )



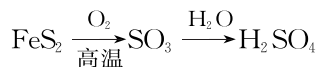
- A. 标准状况下, 11.2 L  $CH_3OH$  含有的  $\sigma$  键数目为  $2.5N_A$
- B. 1 mol 淀粉与乙酸酯化, 最多可消耗的乙酸分子数为  $3nN_A$
- C. 反应①和反应④的过程中均有非极性键和极性键的形成
- D. 反应①和反应②的过程中, 碳原子的杂化方式由  $sp \rightarrow sp^3 \rightarrow sp^2$

- [2025·安徽江南十校一模] 阅读下列材料, 完成4~5 小题。

地壳中铁元素含量较高。工业上用黄铁矿石(主要含  $FeS_2$ )为原料生产硫酸; 铁具有还原性, 能被卤素单质、 $H^+$  等氧化, 还能与水蒸气在高温下反应; 铁及其化合物常用作催化剂。

4. 用  $N_A$  表示阿伏伽德罗常数的值, 下列说法一定正确的是 ( )
- A. 1 L 1 mol  $\cdot$  L $^{-1}$   $Fe_2(SO_4)_3$  溶液中含有阳离子的数目大于  $2N_A$
- B. 5.6 g  $Fe$  与 0.1 L 1 mol  $\cdot$  L $^{-1}$  盐酸充分反应产生气体体积为 1.12 L
- C. 0.1 mol  $Cl_2$  与足量的铁粉充分反应, 转移电子数为  $0.3N_A$
- D. 1 mol  $Fe(CO)_5$  中配位原子的质子数为  $40N_A$
5. 关于铁及其化合物, 下列说法正确的是 ( )

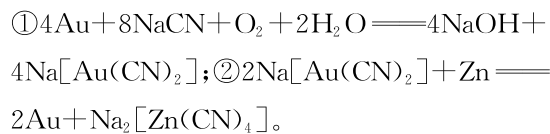
- A. 用黄铁矿石制硫酸可经过两步转化实现:



- B. 铁与水蒸气在高温下反应后的剩余固体能被磁铁吸引, 证明产物有磁性氧化铁
- C.  $FeCl_2$  与  $K_3[Fe(CN)_6]$  溶液反应生成  $KFe[Fe(CN)_6]$  沉淀

- D. 实验室制溴苯涉及的物质转化:  $Fe \xrightarrow{Br_2} FeBr_2$ ,  $FeBr_2 + C_6H_6 \xrightarrow[Br_2]{FeBr_2} C_6H_5Br$

6. 河北是中国的六大金矿集中分布区之一。湿法冶金涉及反应:



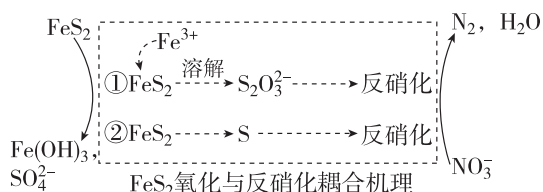
设  $N_A$  为阿伏伽德罗常数的值。已知: 常温下,  $K_a(HCN) = 6.2 \times 10^{-10}$ 。下列叙述正确的是 ( )

- A. 1 L 0.5 mol  $\cdot$  L $^{-1}$   $NaCN$  溶液含  $CN^-$  数目为  $0.5N_A$
- B. 在反应①中, 4.48 L  $O_2$  完全反应时消耗  $H_2O$  分子数为  $0.4N_A$
- C. 在反应②中, 生成 3.94 g  $Au$  时转移电子数为  $0.02N_A$
- D. 0.1 mol  $[Zn(CN)_4]^{2-}$  含  $\sigma$  键数目为  $0.4N_A$

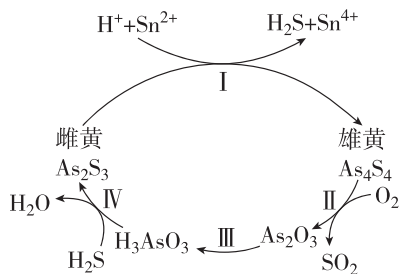
1. [2025·湖南新高考教研联盟联考]  $\text{KIO}_3$  是食盐的补碘剂,一种制取  $\text{KIO}_3$  的中间反应为  $6\text{I}_2 + 11\text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 6\text{KH}(\text{IO}_3)_2 + 5\text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow$ ,下列说法错误的是 ( )

- A. 氧化性:  $\text{ClO}_3^- > \text{IO}_3^-$   
B. 该反应的还原产物为  $\text{KCl}$  和  $\text{Cl}_2$   
C. I 的半径大于 Cl,故  $\text{I}_2$  的熔沸点高于  $\text{Cl}_2$   
D. 生成 11.2 L(标准状况)  $\text{Cl}_2$  时,转移 10 mol 电子

2. [2025·湖南常德一模] 黄铁矿( $\text{FeS}_2$ )作为电子供体的自养反硝化技术是处理低碳氮废水的一种潜力巨大的处理技术。 $\text{FeS}_2$  氧化与反硝化耦合的机理如图所示。下列相关说法错误的是 ( )



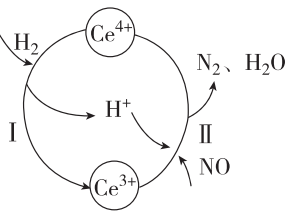
- A. 整个反应过程中涉及的还原剂只有  $\text{FeS}_2$ 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、S  
B. 可用铁氰化钾溶液检验反应过程中的  $\text{Fe}^{2+}$   
C. 整个反应过程中,1 mol  $\text{FeS}_2$  最多提供 15 mol 电子  
D.  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  参与“反硝化”的离子方程式为  $5\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 8\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 10\text{SO}_4^{2-} + 4\text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}^+$
3. 雌黄( $\text{As}_2\text{S}_3$ )和雄黄( $\text{As}_4\text{S}_4$ )都是自然界中常见的砷化物,中国自古有“信口雌黄”“雄黄入药”之说。早期曾用作绘画颜料,因有抗病毒疗效也用来入药。砷元素有+2价、+3价两种常见价态。一定条件下,雌黄和雄黄的转化关系如图所示。下列说法错误的是 ( )



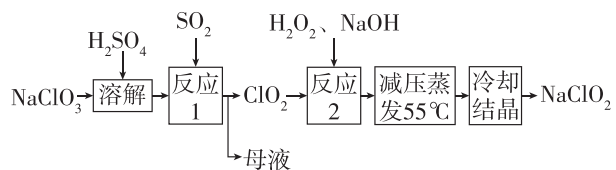
- A. 反应 I 中  $\text{Sn}^{4+}$  为氧化产物  
B. 反应 I 中  $\text{As}_2\text{S}_3$  和  $\text{Sn}^{2+}$  恰好完全反应时,其物质的量之比为 2 : 1  
C. 若反应 II 中转移 0.7 mol 电子,则生成 0.1 mol  $\text{SO}_2$   
D. 反应 III 和 IV 均属于非氧化还原反应
4. [2025·安徽池州一模] 硝酸厂烟气中含有大量氮氧化物( $\text{NO}_x$ )。常温下,将烟气与  $\text{H}_2$  的混合气体通入  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  与  $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$  的混合溶液中

可实现无害化处理,其转化过程如图所示。下列说法正确的是 ( )

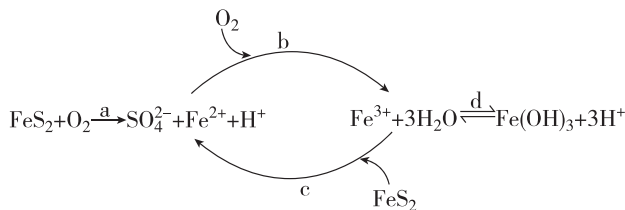
- A. 反应 I 的离子方程式为  $\text{Ce}^{4+} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{Ce}^{3+} + 2\text{H}^+$   
B. 反应 II 中氧化产物与还原产物的物质的量之比为 2 : 1  
C. 该转化过程的实质是  $\text{NO}$  被  $\text{H}_2$  氧化  
D. 反应过程中混合溶液内  $\text{Ce}^{3+}$  和  $\text{Ce}^{4+}$  总数一定保持不变



5. [2024·河北石家庄三模] 亚氯酸钠( $\text{NaClO}_2$ )具有强氧化性、受热易分解,可用作漂白剂、食品消毒剂等,以氯酸钠等为原料制备亚氯酸钠的工艺流程如图所示。已知高浓度的  $\text{ClO}_2$  易爆炸。下列说法错误的是 ( )

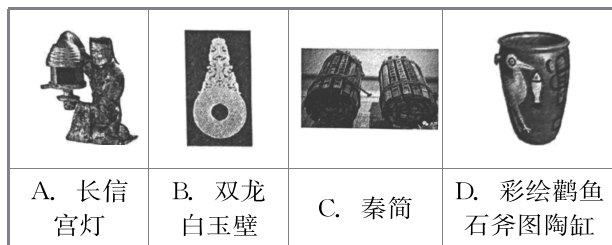


- A. 反应 1 中  $\text{ClO}_2$  是还原产物,母液中主要成分为  $\text{Na}_2\text{SO}_4$   
B. 反应 1 需要通入  $\text{N}_2$  稀释  $\text{ClO}_2$ ,以防发生爆炸  
C. 反应 2 中,氧化剂和还原剂的物质的量之比为 2 : 1  
D. 若还原产物均为  $\text{Cl}^-$  时, $\text{ClO}_2$  的氧化能力是等质量  $\text{Cl}_2$  的 2.5 倍
6. [2025·江苏前黄高级中学一模] 黄铁矿(主要成分  $\text{FeS}_2$ )在空气中会被缓慢氧化,氧化过程如图所示。下列说法不正确的是 ( )



- A. 发生反应 a 时,0.05 mol  $\text{FeS}_2$  被氧化时消耗标准状况下氧气的体积大约为 3.92 L  
B. 为了验证 b 过程反应后溶液中含  $\text{Fe}^{2+}$ ,可选用  $\text{KSCN}$  溶液和氯水  
C. c 过程发生反应的离子方程式为  $14\text{Fe}^{3+} + \text{FeS}_2 + 8\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 15\text{Fe}^{2+} + 2\text{SO}_4^{2-} + 16\text{H}^+$   
D. 已知 25 °C 时, $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2.79 \times 10^{-39}$ ,则该温度下 d 反应的逆反应的平衡常数  $K = 2.79 \times 10^3$

1. [2025·河北承德、张家口一模] 中华文化历史悠久,文化底蕴深厚。下列文物的主要材质属于有机物的是 ( )

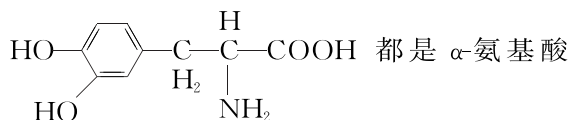
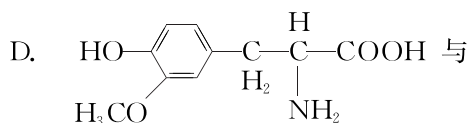


2. [2025·河北石家庄一模] 生产、生活离不开各种材料。下列说法错误的是 ( )
- A. 聚氯乙烯塑料制品属于热固性塑料
- B. 生铁和钢是含碳量不同的两种铁合金
- C. 富勒烯、碳纳米管和石墨烯均属于碳纳米材料,均为碳的同素异形体
- D. 丙烯酸钠中加入交联剂后再聚合可得到具有网状结构的高吸水性树脂
3. [2025·安徽师大附中模拟] 化学与人类生产、生活密切相关,下列说法正确的是 ( )
- A. 可以用含增塑剂的聚氯乙烯薄膜生产食品包装材料
- B. 使用蒸馏法进行海水淡化,是因为其工艺比较成熟、能耗低
- C. 低血糖的患者可利用静脉注射葡萄糖溶液的方式来迅速补充营养
- D. 在酸催化下,等物质的量的苯酚与甲醛反应生成网状结构的酚醛树脂
4. [2025·湖南九校联盟联考] 资源的开发与利用是当今社会重要的研究主题之一,化学在海水资源的开发利用中发挥着重要的作用。下列说法正确的是 ( )
- A. 蒸馏法淡化海水,历史悠久,技术、工艺成熟,能耗最低
- B. 反渗透法淡化海水,所使用的高分子分离膜主要为有机高分子材料
- C. 电渗析法淡化海水过程中,化学能转化为电能
- D. 海水中含量最多的化学元素为Cl和Na
5. 科学、安全、有效、合理地使用化学品是每一位生产者和消费者的要求,下列有关说法错误的是 ( )

- A. 聚四氟乙烯可作化工反应器的内壁涂层,该材料属于合成高分子材料
- B. 铁强化酱油中的添加剂乙二胺四乙酸铁钠属于增味剂
- C. 非处方药有“OTC”标识,消费者无需凭医生处方,即可购买和使用
- D. 硝酸铵是一种高效氮肥,但受热或经撞击易发生爆炸,故必须作改性处理后才能施用
6. [2025·湖北武汉模拟] 化学是社会发展的基础,下列说法正确的是 ( )
- A. 合成纤维是以石油、天然气和煤为原料制成的
- B. 添加纳米银颗粒的抗菌材料:纳米银颗粒具有强氧化性
- C. 稀土元素是指镧系金属元素,在钢中添加稀土元素可以增加钢的塑性、韧性等
- D. 量子通信材料螺旋碳纳米管与石墨烯互为同分异构体
7. [2025·安徽淮南、淮北一模] 古文中蕴含了丰富的化学知识,下列说法正确的是 ( )
- A. “近朱者赤近墨者黑”,其中“朱”是指 $\text{Fe}_2\text{O}_3$
- B. “凡盐(食盐),入水即化”,“入水即化”表明NaCl固体中含有离子键
- C. “金(铜)柔锡柔,合两柔则为刚”,可知铜锡合金比成分金属硬度大、熔点高
- D. “绿蚁新醅酒,红泥小火炉”,酿酒和烧炉过程中均涉及氧化还原反应
8. [2025·江苏南京二模] 2025年巴黎AI峰会上,DeepSeek创始人通过量子全息投影技术远程参会。全息投影的实现依赖于材料科学与光学技术的结合。下列相关说法不正确的是 ( )
- A. 全息投影技术的光电器件所用材料氮化镓为新型无机非金属材料
- B. 甘油被用作全息投影设备的冷却剂,主要利用其强吸水性
- C. 空气显示影像时通过电激发氧气发光,该过程属于物理变化
- D. 聚四氟乙烯具有耐酸碱特性,用于制作全息投影仪的光敏胶片

9. 化学与生活、科技、生命科学息息相关。下列说法正确的是 ( )

- A. 某国产车车身铝合金含量达到 80%，铝合金硬度低于铝单质
- B. 为保证食物的口感与风味，可以随便使用食品添加剂
- C. 葡萄糖有链状结构和环状结构，在水溶液中主要以环状结构的形式存在



且互为同系物

10. [2025·安徽淮南二模] 传统文化中的化学知识体现了古人对自然规律的深刻理解和巧妙运用。下列说法错误的是 ( )

- A. 《周礼·考工记》中记载的青铜是铜和锡的合金
- B. 古代壁画中常用的红色颜料主要是  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{HgS}$  等
- C. 青花瓷的制作过程中硅酸盐发生复杂的化学反应
- D. 《本草纲目》中“冬月灶中所烧薪柴之灰，令人以灰淋汁，取碱浣衣”中的“碱”是  $\text{K}_2\text{CO}_3$

11. [2025·河北保定一模] 化学与材料、生活和环境密切相关。下列有关说法错误的是 ( )

- A. 腈纶、有机玻璃均属于有机高分子化合物
- B. 一种单体不能通过缩聚反应生成高分子化合物
- C. 生活污水进行脱氮、脱磷处理可以减少水体富营养化
- D. 某些聚合物中含有大  $\pi$  键，经过掺杂处理可作为导电材料

12. [2025·河北唐山二模] 中国古典名著《红楼梦》中对贾宝玉的出场有如下描述：“头上戴着束发嵌宝紫金冠……青缎粉底小朝靴……又有一根五色丝绦，系着一块美玉。”下列说法错误的是 ( )

- A. 头发的主要成分为蛋白质
- B. 紫金的主要成分为合金
- C. 缎的主要成分为纤维素
- D. 美玉的主要成分为硅酸盐

13. [2025·湖南衡阳一模] 化学渗透在社会生活的各个方面。下列叙述正确的是 ( )

- A. 某科研团队开发的腺病毒载体疫苗，其主要成分为蛋白质，需在高温下保存
- B. 某品牌手机高清镜头使用的环烯烃共聚物是有机高分子化合物，也是纯净物
- C. 核辐射废水中氚含量较高，对海洋生物没有影响
- D. “静电除尘”“燃煤脱硫”“汽车尾气催化净化”都能提高空气质量

14. [2025·湖南师大附中一模] 科技是国家强盛之基，创新是民族进步之魂。下列说法正确的是 ( )

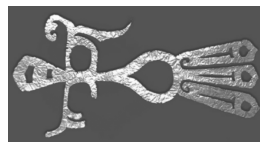
- A. “天目一号”气象卫星的光伏发电系统，可将化学能转化成电能
- B. C919 飞机上使用了芳纶纤维，芳纶属于天然纤维
- C. 一种高性能涂料的主要成分石墨烯属于不饱和有机物
- D. “天和核心舱”电推进系统中的腔体采用氮化硼陶瓷，其属于新型无机非金属材料

15. [2025·安徽皖江名校联考] 下列有关叙述正确的是 ( )

- A. 向饱和  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  溶液和  $\text{CuSO}_4$  溶液中分别加入蛋白质溶液，都出现沉淀，说明两者均能使蛋白质变性
- B. 核酸携带的遗传信息通过 DNA 复制精确地传递给下一代，通过控制蛋白质合成来影响生物体性状
- C. 油脂、乙酸乙酯都属于酯类，且它们互为同系物
- D. 纤维素在一定条件下能水解生成葡萄糖，因此纤维素能作为人类的营养食物

16. [2025·辽宁县域重点高中二模] 三星堆博物馆展示的文物“金鸟形饰”是商代代表作品，如图所示。下列说法错误的是 ( )

- A. “金鸟形饰”纤薄如纸，说明金具有良好的延展性



- B. 金的化学性质非常稳定，常温下不能与  $\text{O}_2$ 、硝酸、王水等发生反应
- C. 金在电子工业中有重要用途，因其具有良好的导电性和抗氧化性
- D. “沙里淘金”这个成语体现了金在自然界中通常以单质形式存在，且密度较大

1. [2024·湖南邵阳二模] 物质的性质决定用途,下列两者对应关系不正确的是 ( )
- A.  $\text{FeCl}_3$  溶液呈酸性,可用于腐蚀电路板上的 Cu  
B. CaO 能与水反应,可用作食品干燥剂  
C. 碳纳米管具有独特的结构和大的比表面积,可用作新型储氢材料  
D. 等离子体中含有带电粒子且能自由移动,可应用于化学合成和材料表面改性
2. [2025·河北秦皇岛一模] 下列有关元素化合物性质和用途的说法正确的是 ( )
- A. 全卤代烃不可燃且不与 Na 反应,故少量的 Na 可保存在液态全卤代烃中  
B. 常温下,氯气与铁在干燥情况下不反应,所以液氯可以储存在钢瓶中  
C. 补铁保健品中主要含有铁盐,激光打印机的墨粉中含有四氧化三铁  
D. 胃酸过多的患者,可以服用含适量碳酸钠或氢氧化铝等的药品
3. [2025·江苏南京二模] 下列有关物质的性质与用途具有对应关系的是 ( )
- A. 铝具有良好的导热性,可用铝罐贮运浓硝酸  
B.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  能与盐酸反应,可作红色涂料  
C.  $\text{NaNO}_2$  具有碱性,可用于使铁零件表面生成  $\text{Fe}_3\text{O}_4$   
D. Mg 在空气中燃烧时发出耀眼的白光,可用于制造信号弹
4. [2025·湖南新高考教研联盟联考] 物质性质决定用途,下列两者对应关系错误的是 ( )
- A. 明矾溶液显酸性,中国古代利用明矾溶液清除铜镜表面的铜锈  
B.  $\text{NaHCO}_3$  溶液显碱性,常作烘焙糕点的膨松剂  
C. 维生素 C 具有还原性,可用作食品抗氧化剂  
D. 二氧化硅因其对光的全反射,并且有硬度和柔韧度,可作光导纤维
5. [2025·安徽“江南十校”联考] 物质性质决定用途。下列性质和用途的对应关系错误的是 ( )
- A. 用浓氨水和  $\text{H}_2\text{O}_2$  清洗试管内壁的银镜—— $\text{NH}_3$  的碱性  
B. 活性炭可用于除去水中色素和异味——吸附性  
C. 利用“杯酚”可分离  $\text{C}_{60}$  和  $\text{C}_{70}$ ——分子识别  
D. 稀有气体用于制作霓虹灯——稳定性和电子跃迁
6. [2025·河北“五个一”名校联考] 物质性质决定用途,下列物质性质与用途均正确且具有对应关系的是 ( )
- A. 常温下铁遇浓硫酸会发生钝化,可用铁罐储存、运输浓硫酸  
B. 铝具有强还原性,可用铝合金制作门窗框架  
C. 纯碱属于强电解质,可用热的纯碱溶液去油污  
D. 氢氟酸具有强酸性,可用于刻蚀玻璃
7. [2024·辽宁沈阳郊联体联考] 物质的性质和用途是化学研究的重要内容,下列物质的性质与用途具有对应关系且正确的是 ( )
- A.  $\text{SO}_2$  能杀菌且具有还原性, $\text{SO}_2$  可以用作葡萄酒酿制过程的添加剂  
B. 钠具有导电性,可用于冶炼部分金属  
C. 浓硫酸具有脱水性,可用于实验室干燥氧气  
D. 铁具有良好的导电性,氯碱工业中可用铁作阳极电解饱和食盐水
8. 物质的性质决定用途,下列两者对应关系不正确的是 ( )
- A.  $\text{SO}_2$  能使某些色素褪色,可用作漂白剂  
B. 金属钠导热性好,可用作传热介质  
C.  $\text{NaClO}$  溶液呈碱性,可用作消毒剂  
D.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  呈红棕色,可用作颜料
9. 下列有关铁及其化合物的性质与用途具有对应关系的是 ( )
- A.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  是金属氧化物,可用于制作红色颜料  
B. 铁粉具有还原性,可用作食品袋中的抗氧化剂  
C.  $\text{FeCl}_3$  具有氧化性,可用于除去水中悬浮杂质  
D.  $\text{FeS}$  难溶于水,可用于除去废水中的  $\text{Cu}^{2+}$
10. [2025·安徽阜阳一中六模] 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.  $\text{SO}_2$  具有还原性,可用于漂白纸浆  
B.  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  中 S 为 +6 价, $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$  具有较强的氧化性  
C. 浓硫酸具有脱水性,可用于干燥氯气  
D.  $\text{H}-\text{O}$  的键能大于  $\text{H}-\text{S}$ , $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$  的热稳定性比  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  的高

11. [2025·河北承德、张家口一模] 性质决定用途,用途体现性质。下列说法错误的是 ( )
- A. 用稀硝酸清洗银镜实验后的试管,体现了硝酸的氧化性
- B. 用  $\text{NH}_3$  检验氯气管道是否泄漏,体现了  $\text{NH}_3$  的还原性
- C. 将浓硫酸滴入浓盐酸中制取  $\text{HCl}$ ,体现了浓硫酸的酸性
- D. 用氢氧化铝治疗胃酸过多,体现了氢氧化铝的碱性
12. [2025·河北邯郸三模] 下列有关物质的性质与用途具有对应关系的是 ( )

| 选项 | 用途                                      | 性质                              |
|----|-----------------------------------------|---------------------------------|
| A  | 常用甲苯除去家具表面的油漆斑点                         | 甲苯易挥发                           |
| B  | 水玻璃( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 水溶液)作防火剂 | $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 溶液显碱性 |
| C  | 氨气可用作制冷剂                                | 氨气易液化且液氨汽化时吸收大量的热               |
| D  | 用浓硫酸和 $\text{NaCl}$ 固体制备少量 $\text{HCl}$ | 浓硫酸具有酸性                         |

13. [2025·广东深圳一模] 劳动是一切知识的源泉。下列劳动项目与所述化学知识没有关联的是 ( )

|   | 劳动项目                        | 化学知识                     |
|---|-----------------------------|--------------------------|
| A | 糕点制作用 $\text{NaHCO}_3$ 作膨松剂 | $\text{NaHCO}_3$ 受热易分解   |
| B | 铵态氮肥要保存在阴凉处                 | $\text{NH}_4^+$ 水解呈酸性    |
| C | 化妆品中常常加入甘油来保湿护肤             | 丙三醇分子中含有多个羟基             |
| D | 加入 $\text{CuSO}_4$ 对游泳池消毒   | $\text{Cu}^{2+}$ 能使蛋白质变性 |

14. [2025·河北衡水中学模拟] 劳动创造美好的生活。下列劳动项目与所述的化学知识具有对应关系且正确的是 ( )

| 选项 | 劳动项目                                               | 化学知识               |
|----|----------------------------------------------------|--------------------|
| A  | 环保行动:宣传用布袋子代替聚乙烯塑料袋                                | 聚乙烯塑料有毒            |
| B  | 社区服务:用石灰水将社区的树刷白                                   | 石灰水可以杀死害虫,减少虫害     |
| C  | 工业劳作:向工业废水中加入 $\text{FeS}$ 除去废水中的 $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{FeS}$ 水解显碱性 |
| D  | 家务劳动:切好土豆丝,并将之浸泡在水中防止变色                            | 土豆中的氧化性物质遇空气变色     |

15. [2025·湖北襄阳随州八校三模] 化学在生产生活中有着广泛的应用,下列两项内容说法正确且存在因果关系的是 ( )

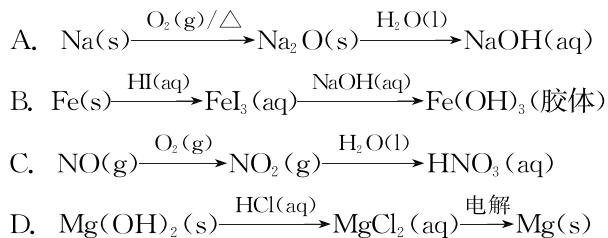
| 选项 | 物质性质或用途                   | 实际应用                  |
|----|---------------------------|-----------------------|
| A  | 硅为半导体材料                   | $\text{SiO}_2$ 用于光纤通信 |
| B  | $\text{Cl}_2$ 具有氧化性       | 氯水可以漂白有色布条            |
| C  | $\text{Al}$ 表面易形成致密的氧化物薄膜 | 可以用铝槽车运送热的浓硫酸         |
| D  | 乙醇可以使蛋白质变性                | 乙醇用于制作医用酒精            |

16. [2025·湖北沙市模拟] 化学与生活息息相关、密不可分。下列说法正确的是 ( )

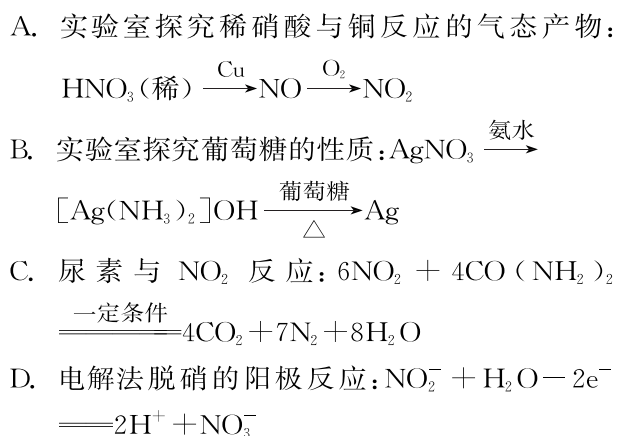
| 选项 | 生活情境         | 涉及化学知识                   |
|----|--------------|--------------------------|
| A  | LED灯装饰的建筑夜景  | 原子吸收光谱                   |
| B  | 阳台铁栏杆上刷油漆    | 主要是防止铁发生化学腐蚀             |
| C  | 使用含氟牙膏可以坚固牙齿 | 牙齿表面釉质层的主要成分可以转为更难溶的氟磷灰石 |
| D  | 用盐水浸泡菠萝后再食用  | 盐水能使菠萝中的蛋白酶变性            |

### 角度一 基于“价—类”二维的转化关系

1. [2025·安徽淮南、淮北二模] 下列物质的转化均能一步实现的是 ( )



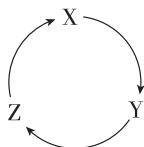
2. [2025·江苏南京模拟] 已知电解法脱硝是将  $\text{HNO}_2$  电解生成  $\text{HNO}_3$ 。下列物质转化或化学反应表示不正确的是 ( )



3. 下列实验方案中元素化合价转化正确的是 ( )

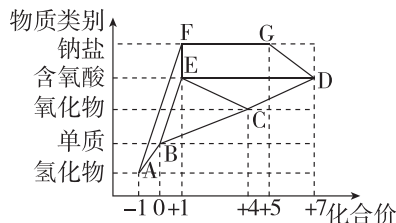
| 选项 | 实验方案                                                               | 同元素不同化合价之间转化                          |
|----|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| A  | 向 $\text{Na}_2\text{SO}_3$ 粉末中滴加 70% 硫酸,将气体通入氯水                    | S: $+6 \rightarrow +4 \rightarrow +6$ |
| B  | 向稀硝酸中加入少量铁粉,再加入过量铜粉                                                | Fe: $0 \rightarrow +3 \rightarrow +2$ |
| C  | 加热 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 混合物,将气体通入浓硫酸中 | N: $-3 \rightarrow 0 \rightarrow +4$  |
| D  | 在 $\text{KClO}_3$ 中加入浓盐酸,将气体通入 KI 淀粉溶液中                            | Cl: $-1 \rightarrow 0 \rightarrow +5$ |

4. [2025·安徽淮北一中等校一模] 下列选项中的物质能按图示路径转化,且 X 和  $\text{NaOH}$  可以直接反应生成 Y 的是 ( )



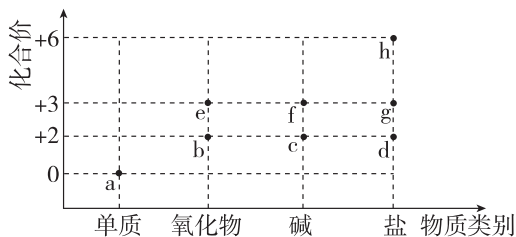
| 选项 | X                        | Y                         | Z                       |
|----|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| A  | Al                       | $\text{Al(OH)}_3$         | $\text{Al}_2\text{O}_3$ |
| B  | $\text{H}_2\text{SiO}_3$ | $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ | $\text{SiO}_2$          |
| C  | $\text{Cl}_2$            | $\text{NaClO}$            | $\text{NaCl}$           |
| D  | $\text{FeCl}_2$          | $\text{Fe(OH)}_2$         | $\text{Fe(OH)}_3$       |

5. [2025·广东汕头二模] 物质类别和化合价是认识物质最重要的两个视角,下列有关氯的“价—类”二维图说法错误的是 ( )



- A. A 和 F 在一定条件下可反应生成 B  
 B. C 常用于自来水的杀菌消毒  
 C. D 和 E 均具有较强的稳定性  
 D. G 的阴离子空间结构为三角锥形

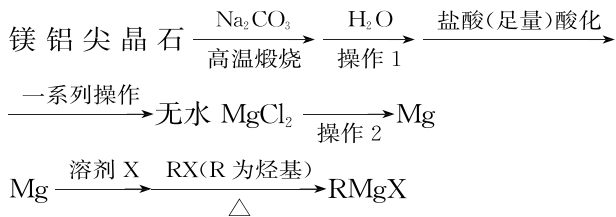
6. [2025·湖北部分高中协作体一模] 铁元素的“价—类”二维图如图所示。下列有关说法正确的是 ( )



- A. 向 d 的硝酸盐溶液中加入稀盐酸,可实现  $d \rightarrow g$  的转化  
 B. 在空气中加热 c,可实现  $c \rightarrow b$  的转化  
 C. 高温下 a 与水蒸气反应可得到 e  
 D. 在水中 g 易水解,在水处理过程中常加入 g 的硫酸盐杀菌消毒

### 角度二 与工艺“微流程”相关的分析

7. [2025·安徽六安一中三模] 格氏试剂是有机化学常用试剂。某小组利用镁铝尖晶石 ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ) 制备格氏试剂的流程如下:



已知:①镁铝尖晶石结构稳定,难溶于酸。

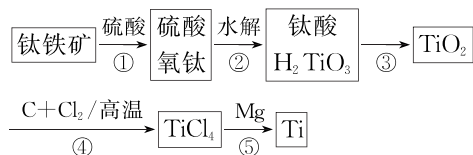
②相关物质的熔沸点如下表所示:

| 物质                     | $\text{CH}_3\text{F}$ | $\text{CH}_3\text{Cl}$ | $\text{CH}_3\text{Br}$ | $\text{CH}_3\text{I}$ | 乙醚     | THF  |
|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|--------|------|
| 熔点/ $^{\circ}\text{C}$ | -142                  | -97.7                  | -94                    | -66.5                 | -116.2 | -108 |
| 沸点/ $^{\circ}\text{C}$ | -78.2                 | -23.7                  | 3.6                    | 42.5                  | 34.5   | 66   |

③当 R 为苯基时,  $\text{R-X}$  键能较大。

- 下列说法不正确的是 ( )

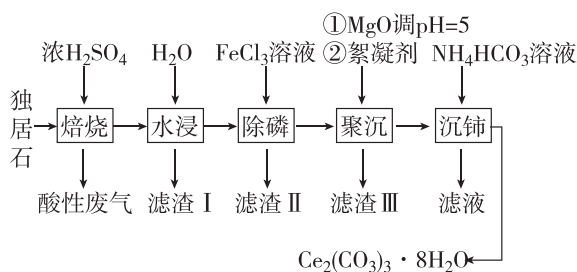
- A.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  的作用是将难溶的镁铝尖晶石转化为易溶物质,并增大反应的熵,推动反应进行
- B. “一系列操作”是蒸发浓缩、冷却结晶、过滤、洗涤、干燥,“操作 2”是电解
- C. 制备格氏试剂需在无水条件下进行,因此溶剂 X 不为水
- D. 实验室常采用碘甲烷制备甲基格氏试剂,且常选择 THF 作为溶剂以制备苯基格氏试剂
8. [2024·湖南部分学校联考模拟] 钛(Ti)和钛合金被广泛应用于火箭、导弹、航天飞机等领域。工业上以钛铁矿( $\text{FeTiO}_3$ ,其中 Ti 元素为+4 价)为主要原料制备金属钛的工艺流程如图所示。



已知: $\text{TiCl}_4$  的熔点为  $-25\text{ }^\circ\text{C}$ ,沸点为  $136.4\text{ }^\circ\text{C}$ 。下列说法中错误的是 ( )

- A. 步骤①的反应过程中元素的化合价没有发生变化
- B. 步骤③的操作名称是加热或高温煅烧
- C. 步骤④反应的化学方程式为  $\text{TiO}_2 + 2\text{C} + 2\text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{TiCl}_4 + 2\text{CO}$
- D. 由  $\text{TiCl}_4$  制备 Ti 的过程中,可以加入氮气作保护气体

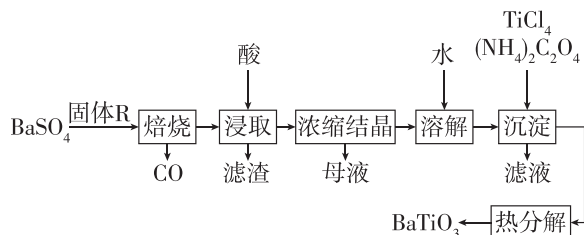
9. [2025·江苏连云港模拟]  $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3$  可用于催化剂载体及功能材料的制备。天然独居石中,铈(Ce)主要以  $\text{CePO}_4$  形式存在,还含有  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaF}_2$  等物质。以独居石为原料制备  $\text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  的工艺流程如图所示。



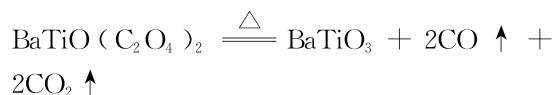
下列说法不正确的是 ( )

- A. 可采用加热、搅拌等措施提高“水浸”效率
- B. 加入絮凝剂可促使铝离子沉淀
- 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  $2\text{Ce}^{3+} + 6\text{HCO}_3^- + 5\text{H}_2\text{O} = \text{Ce}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$

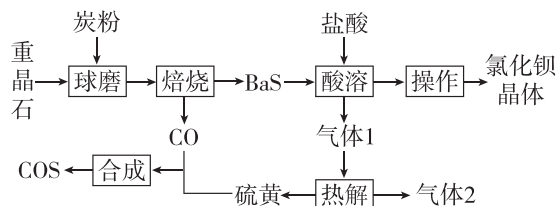
10. [2024·河北邢台二模]  $\text{BaTiO}_3$  是一种压电材料。实验室以纯净  $\text{BaSO}_4$  为原料,采用下列路线模拟工业制备  $\text{BaTiO}_3$ ,焙烧所得产物的物质的量之比为 1:4。下列说法错误的是 ( )



- A. 焙烧步骤中固体 R 为炭粉,作还原剂
- B. 浸取步骤应选用的酸是稀硫酸
- C. 浸取过程中会产生有毒气体,需要在通风橱中进行
- D. 沉淀产品  $\text{BaTiO}(\text{C}_2\text{O}_4)_2$  的热分解方程式为

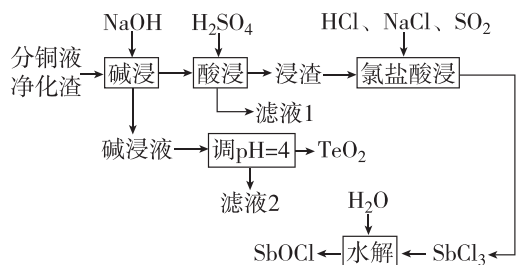


11. [2025·辽宁名校联盟联考] 重晶石的主要成分是  $\text{BaSO}_4$ ,我国学者以重晶石为原料设计氯化钡晶体和羰基硫的联合生产以实现节能减排,其工艺流程如图所示。下列说法正确的是 ( )



- A. “焙烧”反应中转移电子的物质的量为 8 mol
- B. “操作”过程中需持续通入 HCl
- C. 气体 2 的主要成分为  $\text{H}_2$  和  $\text{Cl}_2$
- D. 先将硫黄转化为气态,有利于提高合成反应的速率

12. [2025·湖北云学名校联盟联考] 分铜液净化渣主要含铜、碲(Te)、锑(Sb)、砷(As)等元素的化合物,一种回收工艺流程如图所示。

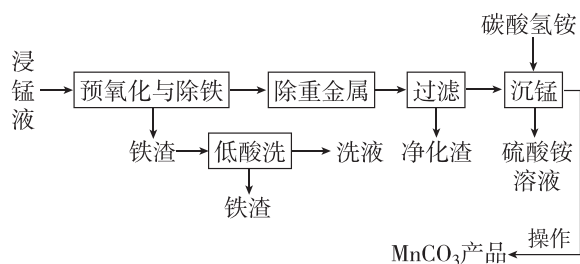


已知:①“碱浸”时,铜、锑转化为难溶氢氧化物或氧化物,碱浸液含有  $\text{Na}_2\text{TeO}_3$ 、 $\text{Na}_3\text{AsO}_4$ 。②“酸浸”时,锑元素发生反应生成难溶的  $\text{Sb}_2\text{O}(\text{SO}_4)_4$  浸渣。下列说法正确的是 ( )

- A. 碲(Te)和砷(As)位于元素周期表第VA族
- B. 利用蒸发结晶从“滤液 1”中获取胆矾
- C. “氯盐酸浸”时,通入  $\text{SO}_2$  的目的是将  $\text{Sb}_2\text{O}(\text{SO}_4)_4$  还原为  $\text{SbCl}_3$
- D. “水解”时,生成  $\text{SbOCl}$  的离子方程式为  $\text{Sb}^{3+} + \text{Cl}^- + 2\text{OH}^- = \text{SbOCl} + \text{H}_2\text{O}$

## 难点专练(一) 难点1 基于流程分析的物质确定与转化原理

1. [2025·河北保定一模] 碳酸锰是制造电信器材软磁铁氧体、合成二氧化锰和制造其他锰盐的原料。制备碳酸锰的一种工艺流程如图所示。



回答下列问题:

(1) 浸锰液为  $\text{MnO}_2$  与  $\text{FeS}_2$ 、 $\text{FeS}$ 、 $\text{MnS}$  等在硫酸介质中反应得到的含有  $\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{S}$ 、 $\text{HSO}_4^-$  等的分散系,  $\text{MnO}_2$  与  $\text{MnS}$  在酸性条件下反应生成  $\text{HSO}_4^-$  的化学反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比是\_\_\_\_\_。

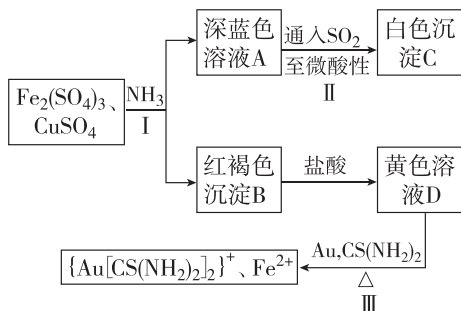
(2) “预氧化与除铁”最好采用\_\_\_\_\_ (填标号) 作氧化剂; “铁渣”的主要成分是\_\_\_\_\_ (填化学式)。

a.  $\text{HClO}$  溶液 b.  $\text{MnO}_2$  c.  $\text{KMnO}_4$  溶液

(3) 在  $600\sim 700\text{ }^\circ\text{C}$  下, 将一定量的  $\text{MnCO}_3$  置于空气中加热至恒重, 测得固体的质量残留率为  $68.7\%$ , 则该反应中固体产物的化学式为\_\_\_\_\_。

(4) 碳酸锰与水在加热条件下发生水解, 生成碱式碳酸锰  $[\text{Mn}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3]$  和一种气体, 反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

2. [2025·安徽六安一中三模] 某工业废液中含有  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{CuSO}_4$ , 一定条件下可实现如下转化:



已知: ①白色沉淀 C 中,  $\text{Cu}$ 、 $\text{S}$ 、 $\text{N}$  元素的原子个数相同。C 的晶体中有一种三角锥形的阴离子和一种正四面体形的阳离子。

②  $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]=2.8\times 10^{-39}$ ,  $K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2]=2.2\times 10^{-20}$ ,  $K_{\text{b}}(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})=1.8\times 10^{-5}$ , 水溶液中  $\text{Fe}^{3+}$  恰好完全沉淀时的  $\text{pH}=2.8$ 。

③通常条件下,  $\text{Au}$  在  $\text{FeCl}_3$  溶液中的溶解度极小。请回答:

(1) 依据步骤 I 的结果, 与  $\text{Cu}^{2+}$  的结合能力:  $\text{OH}^-$  \_\_\_\_\_ (填“>”“<”或“=”)  $\text{NH}_3$ 。当废液中  $\text{Fe}^{3+}$  恰好完全沉淀时, 溶液中  $\frac{c(\text{NH}_4^+)}{c(\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O})} =$  \_\_\_\_\_。

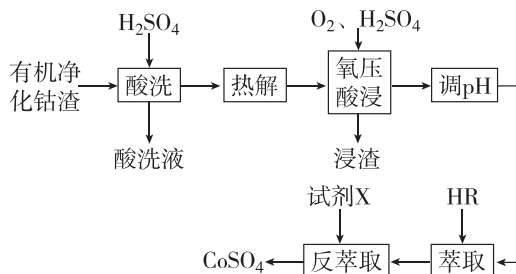
(2) D 中的金属阳离子是\_\_\_\_\_; 步骤 III 中  $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$  的作用为\_\_\_\_\_。

(3) 写出生成 C 的离子方程式: \_\_\_\_\_, 设计实验验证 C 中所含的阳离子: \_\_\_\_\_。

(4) 下列说法正确的是\_\_\_\_\_。

- A. 溶液 A 呈深蓝色的原因是含有  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$   
B. 分子间氢键的强度:  $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$  弱于  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$   
C. 离子恰好完全沉淀时对应溶液的  $\text{pH}$ :  $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+}$   
D.  $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$  与  $\text{Au}^+$  形成配位键的是碳原子

3. [2025·河北唐山一模] 有机净化钴渣的主要成分为螯合物  $[(\text{CH}_3)_2\text{NCSS}]_2\text{M}$ 、 $\text{SiO}_2$  等 (M 代表  $\text{Zn}$ 、 $\text{Co}$ 、 $\text{Fe}$ ), 一种从其中回收钴的工艺流程如图所示。

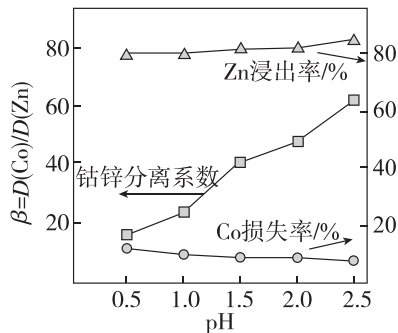


已知: ①  $25\text{ }^\circ\text{C}$  时,  $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]=1\times 10^{-38}$ ,  $K_{\text{sp}}[\text{Co}(\text{OH})_2]=1.6\times 10^{-15}$ 。

②“萃取”可将金属离子进行富集与分离, 原理为  $\text{M}^{n+} + n\text{HR} \xrightleftharpoons[\text{反萃取}]{\text{萃取}} \text{MR}_n + n\text{H}^+$ 。

回答下列问题:

(1) “酸洗”的反应机理为  $[(\text{CH}_3)_2\text{NCSS}]_2\text{M} + 2\text{H}^+ = 2(\text{CH}_3)_2\text{NCSSH} + \text{M}^{2+}$ 。“酸洗”时, 溶液  $\text{pH}$  对钴锌分离系数  $\beta$  (系数越大, 分离越彻底)、钴损失率、锌浸出率的影响如图所示。



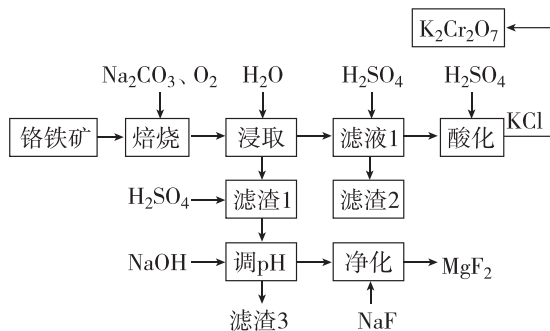
结合图像分析,“酸洗”时所用溶液的 pH 一般控制在 \_\_\_\_\_ 左右;在酸性溶液中,该有机螯合剂与金属螯合的能力:  $\text{Co}^{2+}$  \_\_\_\_\_  $\text{Zn}^{2+}$  (填“>”或“<”)。

(2)“热解”工序中,钴元素转化为  $\text{Co}_3\text{S}_4$ 、 $\text{CoS}$ ,从环保角度考虑,不在空气中直接热解的主要原因为 \_\_\_\_\_。

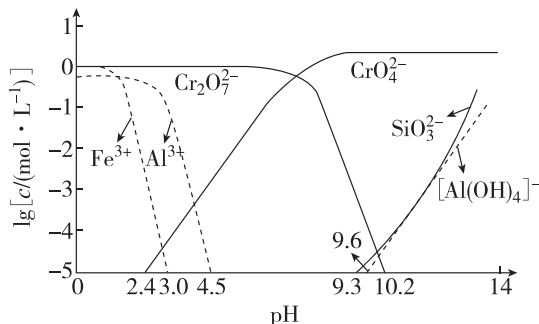
(3)“氧压酸浸”工序中,  $\text{Co}_3\text{S}_4$  中的硫元素转化为 +6 价,反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_,浸渣的主要成分为 \_\_\_\_\_。

(4)“反萃取”工序中,试剂 X 为 \_\_\_\_\_。

4. [2025·湖南九校联盟二模] 工业上以铬铁矿 ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ , 含 Al、Si、Mg 的氧化物等杂质) 为主要原料制备  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  的工艺流程如图所示。



已知:矿物中相关元素可溶性组分的物质的量浓度的对数  $\lg [c/(\text{mol} \cdot \text{L}^{-1})]$  与 pH 的关系如图所示。当溶液中可溶组分浓度  $c \leq 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,可认为已除尽。



回答下列问题:

(1)“焙烧”的目的是将  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$  转化为  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$  并将 Al、Si 氧化物转化为可溶性钠盐,“焙烧”时气体与矿料逆流而行,目的是 \_\_\_\_\_;

“焙烧”过程中  $\text{SiO}_2$  反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_。

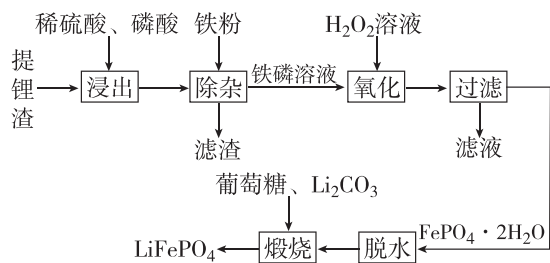
(2)25 °C 时,已知  $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 4.0 \times 10^{-38}$ 、 $K_{\text{sp}}(\text{MgF}_2) = 6.5 \times 10^{-9}$ ;  $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 6\text{F}^- \rightleftharpoons [\text{FeF}_6]^{3-} + 3\text{OH}^-$   $K > 10^5$ 。工艺流程中“调 pH”和“净化”调换顺序后,是否还能得到“滤渣 3”,请分析并说明理由: \_\_\_\_\_。

\_\_\_\_\_。

(3)“滤渣 2”的主要成分为 \_\_\_\_\_ (填化学式)。

(4)“酸化”时发生反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

5. [2025·安徽合肥二模] 废旧磷酸铁锂电池提锂渣的主要成分为磷酸铁 ( $\text{FePO}_4$ ), 还有石墨粉、铝和铜的氧化物等, 某科研小组从提锂渣中回收磷酸铁并实现正极材料再生的流程如图所示。



已知:①  $\text{FePO}_4$  和  $\text{AlPO}_4$  均难溶于水,但在强酸或磷酸条件下可生成易溶的磷酸二氢盐;

②铁磷溶液的主要成分为  $\text{FeHPO}_4$ 。

回答下列问题:

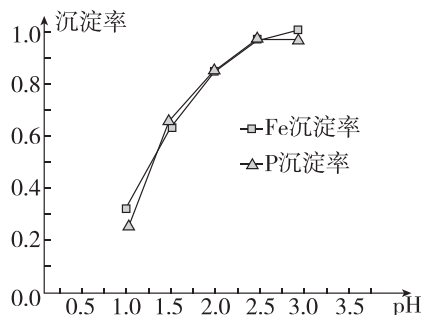
(1)为提高提锂渣的浸出率,可采取的措施有 \_\_\_\_\_ (写出一条)。

(2)“除杂”时加入适量铁粉可使  $\text{Al}^{3+}$  形成  $\text{AlPO}_4$  沉淀从溶液中分离,原因是 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ;“滤渣”的主要成分有石墨、 $\text{AlPO}_4$  和 \_\_\_\_\_ (填化学式)。

(3)“氧化”后生成难溶性的  $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , 该反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_。

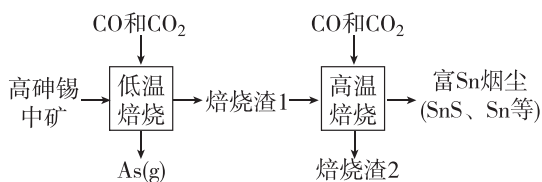
(4)“氧化”终点所得溶液需调节一定 pH 以使铁、磷元素充分沉淀制备磷酸铁, 终点 pH 对制备磷酸铁过程的影响如图所示。由图分析, 终点 pH 约为 \_\_\_\_\_ 最适宜, 若大于该 pH, 会导致 \_\_\_\_\_。



(5)“滤液”中可循环使用的物质主要是 \_\_\_\_\_ (填化学式)。

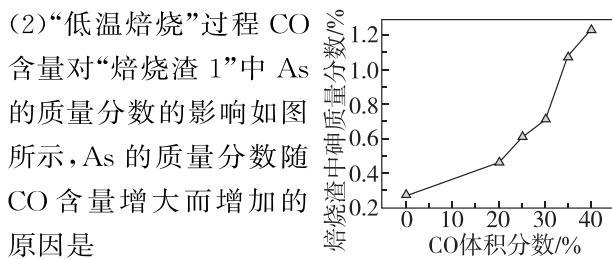
(6)“煅烧”时葡萄糖的作用是 \_\_\_\_\_。

1. [2025·安徽淮南二模] 某小组以高砷锡中矿(主要成分  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeAsS}$ 、 $\text{SnO}_2$  等)为原料,采用分段焙烧法提取砷和锡的流程如图所示:



已知:①CO 还原  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  按照  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) \rightarrow \text{FeO}(\text{s}) \rightarrow \text{Fe}(\text{s})$  的顺序逐步还原;②“焙烧渣1”的主要成分为  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、 $\text{FeS}_2$ 、 $\text{SnO}_2$ ;③Fe 与 As、Sn 能形成合金,降低 As、Sn 的挥发率。回答下列问题:

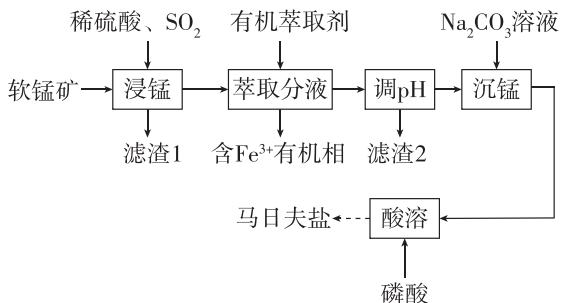
(1)“低温焙烧”中  $\text{FeAsS}$  与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。



(3)“高温焙烧”过程 CO 还原  $\text{SnO}_2$  生成 SnS 反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(4)分段焙烧的优点是\_\_\_\_\_。

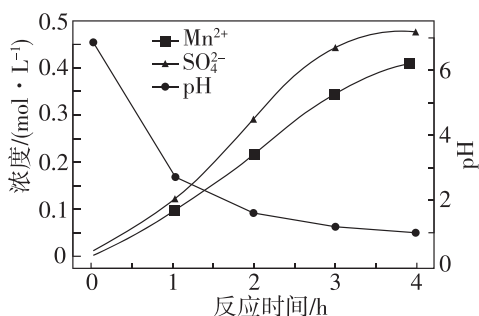
2. [2024·辽宁沈阳一模] 马日夫盐 $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$ 是一种用于机械设备的防锈磷化剂,工业上利用软锰矿(主要成分为  $\text{MnO}_2$ ,含少量硅、铁、铝等氧化物)为主要原料,联合处理含  $\text{SO}_2$  的烟气并制备马日夫盐的一种工艺流程如图所示。



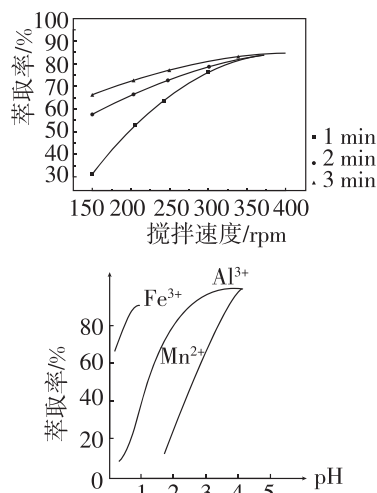
已知:① $\text{Mn}(\text{OH})_2$  不稳定,易被空气氧化;  
②有机萃取剂是溶解了一种酸性磷酸酯(表示为  $\text{H}_2\text{A}_2$ )的磺化煤油,萃取时发生的反应主要为  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{A}_2 \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{HA}_2)_3 + 3\text{H}^+$ ;  
③ $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2.8 \times 10^{-39}$ ,  $K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3] = 1.0 \times 10^{-33}$ ,  $K_{\text{sp}}[\text{Mn}(\text{OH})_2] = 1.0 \times 10^{-12.8}$ 。

请回答下列问题:

(1)若含  $\text{SO}_2$  的烟气中混有空气,不同的浸出时间下,浸出液中  $\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  的浓度和 pH 测定结果如图所示,在“浸锰”步骤中,主反应的化学方程式为\_\_\_\_\_,2 h 后曲线产生明显差异的原因是\_\_\_\_\_ (用化学方程式表示)。

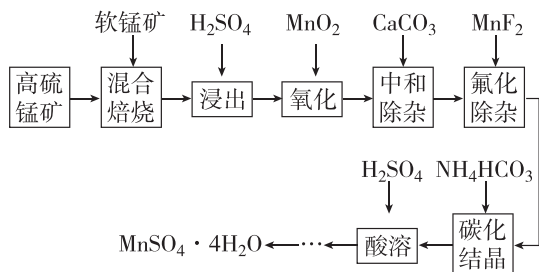


(2)萃取可分为扩散萃取和动力学萃取两种类型。萃取率随搅拌速度的增加而进一步增加称为扩散萃取,浸出液受化学反应的控制称为动力学萃取。萃取时搅拌速度和溶液 pH 对金属离子萃取率的影响如图所示。萃取时,应采用的最佳实验条件为\_\_\_\_\_,pH 过大或过小都会降低  $\text{Fe}^{3+}$  萃取率,结合平衡移动原理解释其原因:\_\_\_\_\_。



(3)若浸出液中  $\text{Mn}^{2+}$  的浓度为  $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,则“调 pH”的范围为\_\_\_\_\_ (当离子浓度小于  $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时认为沉淀完全)。

3. [2025·江苏淮安三模] 硫酸锰是一种重要的化工中间体,是锰行业研究的热点。一种以高硫锰矿(主要成分为含锰化合物及少量  $\text{FeS}$ )为原料制备硫酸锰的工艺流程如图所示。

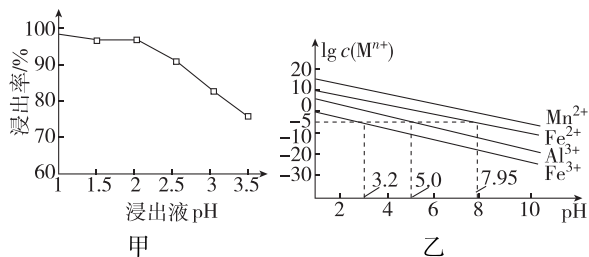


已知:

①“混合焙烧”后烧渣含  $\text{MnSO}_4$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  及少量  $\text{FeO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 。

②酸浸时,浸出液的 pH 与锰的浸出率关系如图甲所示。

③金属离子在水溶液中的平衡浓度与 pH 的关系如图乙所示 (25 °C),此实验条件下  $\text{Mn}^{2+}$  开始沉淀的 pH 为 7.54;当离子浓度  $\leq 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,可认为该离子沉淀完全。

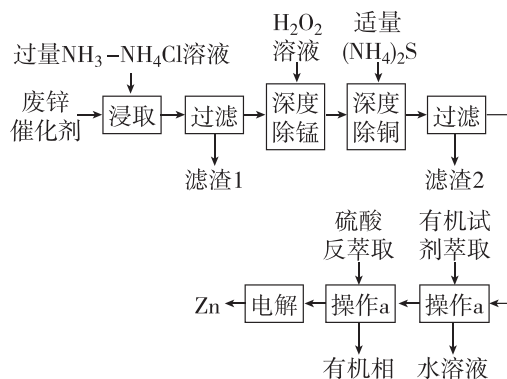


(1)传统工艺处理高硫锰矿时,若不经“混合焙烧”,而是直接用  $\text{H}_2\text{SO}_4$  浸出,其缺点为 \_\_\_\_\_。

(2)实际生产中,酸浸时控制硫酸的量不宜过多,使 pH 在 2 左右。请结合图甲和制备硫酸锰的流程,说明硫酸的量不宜过多的原因: \_\_\_\_\_。

(3)“中和除杂”时,应调节 pH 的范围为 \_\_\_\_\_;其中除去  $\text{Fe}^{3+}$  的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

4. [2025·河北衡水三模] 以固体废锌催化剂(主要成分为  $\text{ZnO}$  及少量  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CuO}$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{SiO}_2$ )为原料制备锌的工艺流程如图所示。



已知:①“浸取”时, $\text{ZnO}$ 、 $\text{CuO}$  分别转化为

$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 、 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  进入溶液;

②25 °C时, $K_{\text{sp}}(\text{CuS})=6.4 \times 10^{-36}$ 、 $K_{\text{sp}}(\text{ZnS})=1.6 \times 10^{-24}$ ;

③深度除杂标准:溶液中  $\frac{n(\text{杂质离子})}{n\{[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}\}} \leq$

$2.0 \times 10^{-6}$ ;

④有机萃取剂(用  $\text{HR}$  表示)可萃取出  $\text{Zn}^{2+}$ ,其萃取原理反应为  $2\text{HR} + \text{Zn}^{2+} \rightleftharpoons \text{ZnR}_2 + 2\text{H}^+$ 。

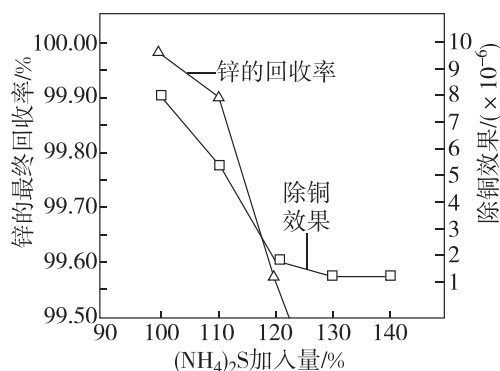
(1)“浸取”温度为 30 °C时,锌浸出率可达 90.6%,继续升温浸出率反而下降,其原因为 \_\_\_\_\_。

(2)“操作 a”的名称为 \_\_\_\_\_。

(3)“深度除锰”是在碱性条件下将残留的  $\text{Mn}^{2+}$  转化为  $\text{MnO}_2$ ,离子方程式为 \_\_\_\_\_。

(4)“深度除铜”时,锌的最终回收率、除铜效果[除铜效果以反应后溶液中铜锌比  $\frac{n(\text{Cu}^{2+})}{n\{[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}\}}$

表示]与“ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  加入量”[以  $\frac{n(\text{实际用量})}{n(\text{理论用量})} \times 100\%$  表示]的关系曲线如图所示。



①当  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  加入量  $\geq 100\%$  时,锌的最终回收率下降的原因是 \_\_\_\_\_。

(用离子方程式表示),该反应的平衡常数为 \_\_\_\_\_ (计算结果保留小数点后两位)。

{已知:  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  的  $K_{\text{稳}} = \frac{c[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}}{c(\text{Zn}^{2+}) \times c^4(\text{NH}_3)} = 2.9 \times 10^9$ }

②“深度除铜”时  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  加入量最好应选 \_\_\_\_\_ (填字母)。

- a. 100%      b. 110%  
c. 120%      d. 130%

## 难点专练（一） 难点3 工艺流程中产品的分离提纯和检验

1. [2025·江苏连云港一模] 以钴锰废渣(含  $\text{LiCoO}_2$ 、 $\text{MnCO}_3$ 、炭黑、 $\text{CaCO}_3$  和  $\text{Fe}$  等)为原料制备  $\text{Co}_3\text{O}_4$ 。

钴锰废渣  $\rightarrow$  酸浸、还原  $\rightarrow$  除杂  $\rightarrow$  萃取、反萃取  $\rightarrow$  制备

(1)“酸浸、还原”。向钴锰废渣中加入稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  和  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 充分反应后, 过滤。

①在加料完成后, 提高浸取效率的措施有 \_\_\_\_\_ (写 2 点)。

②过滤后, 滤渣的主要成分为 \_\_\_\_\_。

(2)“除杂”。在搅拌下, 向“酸浸、还原”后得到的滤液中加入  $\text{MnCO}_3$  调节溶液的  $\text{pH}=4$ , 除去溶液中的  $\text{Fe}^{3+}$ , 过滤。向得到的滤液中加入  $\text{MnF}_2$  固体除去溶液中的  $\text{Ca}^{2+}$ 。

①加入  $\text{MnCO}_3$  除去溶液中  $\text{Fe}^{3+}$  的离子方程式为 \_\_\_\_\_。

②滤液中加入  $\text{MnF}_2$  固体发生的反应为  $\text{MnF}_2(\text{s}) + \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{CaF}_2(\text{s}) + \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ 。已知:  $K > 10^5$  认为反应进行完全;  $K_{\text{sp}}(\text{MnF}_2) = 1.2 \times 10^{-3}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2) = 1.6 \times 10^{-10}$ 。结合计算解释加入  $\text{MnF}_2$  固体能除去  $\text{Ca}^{2+}$  的原因: \_\_\_\_\_。

(3)“萃取和反萃取”。向除杂后得到的滤液中加入有机萃取剂(用  $\text{HA}$  表示)萃取金属离子, 原理为  $\text{Co}^{2+} + 2\text{HA}(\text{有机层}) \rightleftharpoons \text{CoA}_2(\text{有机层}) + 2\text{H}^+(\text{水层})$ , 充分反应后, 分离出有机层。向有机层中加入稀硫酸, 进行反萃取得到富含  $\text{Co}^{2+}$  的溶液。

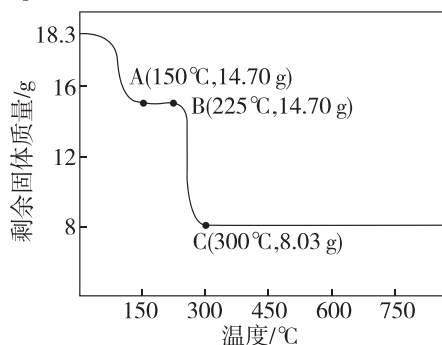
①“萃取”时, 随着  $\text{pH}$  的升高,  $\text{Co}^{2+}$  在有机萃取剂中萃取率增大, 其原因是 \_\_\_\_\_。

②“反萃取”时, 为使  $\text{Co}^{2+}$  尽可能多地转移到水层, 应选择的实验条件或采取的实验操作有 \_\_\_\_\_ (写 1 点)。

(4)“制备”。已知:  $\text{CoC}_2\text{O}_4$  从水溶液中析出的主要成分为  $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , 其在空气中受热的质量变化曲线如图所示。请补充由上述反萃取得到的富含  $\text{Co}^{2+}$  的溶液制备  $\text{Co}_3\text{O}_4$  的实验方案: 取富含  $\text{Co}^{2+}$  的溶液, \_\_\_\_\_。

\_\_\_\_\_, 得到  $\text{Co}_3\text{O}_4$ 。

(须使用的试剂:  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  溶液、盐酸、 $\text{BaCl}_2$  溶液)



2. [2025·湖南师大附中一模] 钴、镍是重要的战略物资, 但资源匮乏。某冶金厂的废炉渣中含如表 1 所示的化学成分。现用如图所示工艺流程从废炉渣中综合回收  $\text{Cu}$ 、 $\text{Ni}$ 、 $\text{Co}$ 。

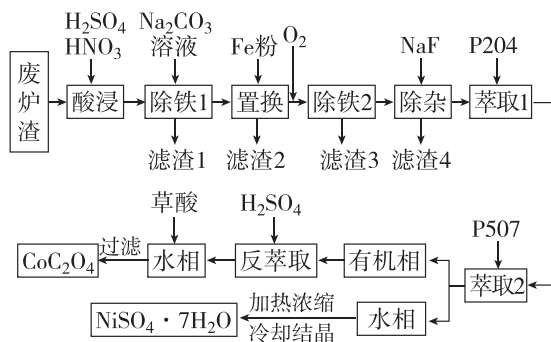


表 1 废炉渣的主要化学成分

| 元素        | Cu    | Co   | Ni    | Fe   | Mn     | Ca  | Mg     | Ti   | Zn     |
|-----------|-------|------|-------|------|--------|-----|--------|------|--------|
| 质量百分数 / % | 13.38 | 1.53 | 27.25 | 16.8 | < 0.01 | 2.0 | < 0.03 | 0.03 | < 0.01 |

表 2 有机相中 P204 体积分数对萃取除杂效果的影响

| $\varphi(\text{P204})$ / % | 萃余液中金属离子质量浓度 / ( $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ) |                  |                  |                  |                  |                  |
|----------------------------|---------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                            | $\text{Co}^{2+}$                                  | $\text{Ni}^{2+}$ | $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{Fe}^{2+}$ | $\text{Zn}^{2+}$ | $\text{Mn}^{2+}$ |
| 10                         | 1.45                                              | 27.2             | 0.017            | < 0.005          | 0.004            | 0.01             |
| 15                         | 1.40                                              | 26.8             | 0.005            | < 0.005          | 0.005            | 0.005            |
| 20                         | 1.20                                              | 26.1             | < 0.005          | < 0.005          | 0.005            | 0.003            |

已知:  $\text{CaF}_2$ 、 $\text{MgF}_2$  难溶于水。

回答下列问题:

(1)“酸浸”中稀硝酸需要缓慢加入反应液的原因是 \_\_\_\_\_。

(2)“除铁 1”中发生除杂反应的离子方程式为 \_\_\_\_\_; 若省去此步骤, 对后续步骤造成的影响是 \_\_\_\_\_。

(3)“滤渣 2”中含有 \_\_\_\_\_。

(4)“除铁 2”的原理是溶液中的  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  和  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  在  $90^\circ\text{C}$  左右, 产生黄钠铁矾晶体  $[\text{Na}_2\text{Fe}_6(\text{SO}_4)_4(\text{OH})_{12}]$ , 请写出该反应的化学方程式: \_\_\_\_\_。

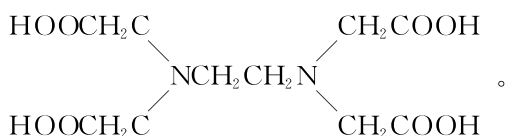
该步骤若加入  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液, 可以提高除铁效率, 试从化学平衡角度解释原因: \_\_\_\_\_。

(5)“萃取 1”中有机相(P204-煤油)中 P204 的体积分数不同, 对金属离子的萃取效果也不同。表 2 是不同体积分数的 P204-煤油溶液萃取除杂的效果数据, 最合适的是 \_\_\_\_\_ %。

1. [2025·湖南常德模拟] 稀土元素被誉为“现代工业的维生素”，由普通级氯化镧( $\text{LaCl}_3$ )料液制备高纯氧化镧( $\text{La}_2\text{O}_3$ )的新工艺流程如图所示。



已知:①EDTA 的结构简式为

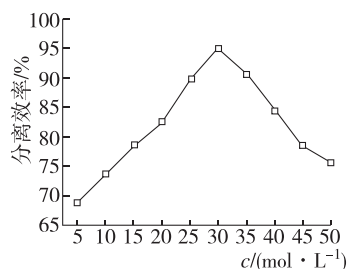


②淋洗液 pH 太高,EDTA 和 $[\text{La}(\text{EDTA})]\text{Cl}_3$  会结晶沉淀。

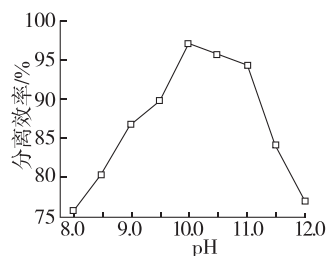
回答下列问题:

(1)“淋洗、脱附”时,经氨水处理过的淋洗液再经 EDTA 淋洗,发生反应: $(\text{G}-\text{SO}_3)_3\text{La}_2 + 3\text{NH}_4^+ + 2\text{EDTA} = 3\text{G}-\text{SO}_3\text{NH}_4^- + 2[\text{La}(\text{EDTA})]^{3+}$ ,淋洗液的浓度和 pH 对脱附分离效率的影响如图甲、图乙所示。则在恒定流速和温度条件下,淋洗时最适宜的条件为\_\_\_\_\_。

淋洗液的  $\text{pH} > 11.0$  时,分离效率迅速下降,原因是\_\_\_\_\_。



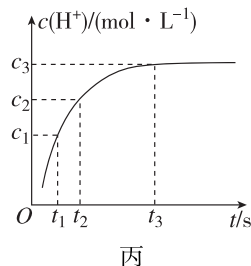
甲



乙

(2)“吸附”过程中,氯化镧料液中  $\text{La}^{3+}$  通过树脂( $\text{G}-\text{SO}_3\text{H}^-$ )时产生  $\text{H}^+$ ,在树脂吸附柱上发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

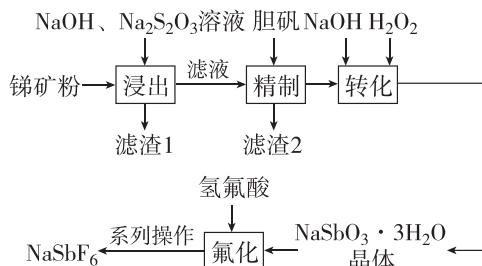
某温度时,吸附后的溶液中  $c(\text{H}^+)$  随时间的变化关系如图丙所示, $t_1 \sim t_2$  时间段的平均反应速率  $v(\text{La}^{3+}) =$ \_\_\_\_\_。



丙

(3)“沉镧”时,用草酸溶液将 $[\text{La}(\text{EDTA})]^{3+}$  中的  $\text{La}^{3+}$  以  $\text{La}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$  形式沉淀出来。某温度时,沉淀物饱和溶液的浓度为  $1.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ,该温度下沉淀物的  $K_{\text{sp}} =$ \_\_\_\_\_。

2. [2025·河北邯郸三模]  $\text{NaSbF}_6$  (六氟锑酸钠)是光化学反应的催化剂。我国科学家开发的一种以锑矿(主要含  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Sb}_2\text{S}_3$ , 还含少量  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CuS}$ 、 $\text{Sb}_2\text{O}_5$  等)为原料制备  $\text{NaSbF}_6$  的工艺流程如图所示。



已知:①常温下,  $K_{\text{sp}}(\text{CuS}) = 6.3 \times 10^{-36}$ 、 $K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 2.1 \times 10^{-20}$ 。

②“滤液”中主要含有  $\text{NaSbO}_2$ 、 $\text{Na}_2\text{S}$  以及  $\text{NaOH}$  三种溶质。

回答下列问题:

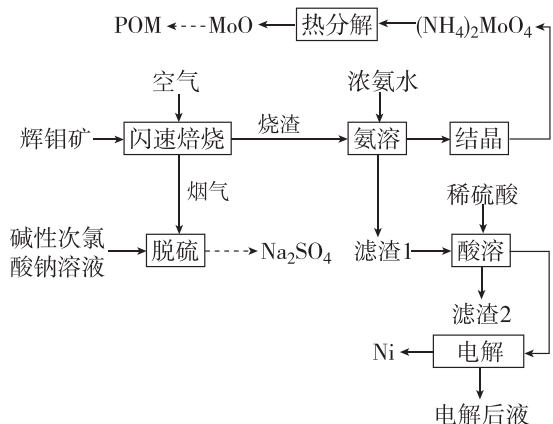
(1)“浸出”时  $\text{Sb}_2\text{S}_3$  可与  $\text{NaOH}$  反应生成硫代亚锑酸盐( $\text{Na}_3\text{SbS}_3$ )和亚锑酸盐( $\text{Na}_3\text{SbO}_3$ ),写出反应的离子方程式:\_\_\_\_\_。

\_\_\_\_\_ ;  $\text{SbS}_3^{3-}$  只能在碱性介质中存在,遇酸则生成硫代亚锑酸(不稳定,与亚硫酸类似,会分解),写出  $\text{Na}_3\text{SbS}_3$  与稀硫酸反应的离子方程式:\_\_\_\_\_。

(2)“精制”的目的是除去溶液中的  $\text{S}^{2-}$ 。常温下,向“滤液”中加入胆矾,生成  $\text{CuS}$  和  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  沉淀,若此时溶液 pH 为 10,则溶液中剩余  $c(\text{S}^{2-}) =$ \_\_\_\_\_  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(3)锑矿粉中 Sb 的质量分数为 20%,整个流程中损失率为 5%,则 10 t 锑矿粉理论上能制备  $\text{NaSbF}_6$  的质量为\_\_\_\_\_ (保留两位有效数字) t。

1. [2025·安徽淮安一中等学校模拟] POM 是一种常用的浸渍试剂,一种从辉钼矿(主要含有  $\text{MoS}_2$ 、 $\text{NiS}$ 、 $\text{PbS}$ 、 $\text{SiO}_2$ ,以及其他惰性杂质)获得 POM、Ni 以及  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  的流程如图所示:



已知:“闪速焙烧”所得烧渣中生成的氧化物有  $\text{MoO}_3$ 、 $\text{PbO}$ 、 $\text{NiO}$ ;氨水不能溶解  $\text{PbO}$ 、 $\text{NiO}$ 、 $\text{SiO}_2$  等。

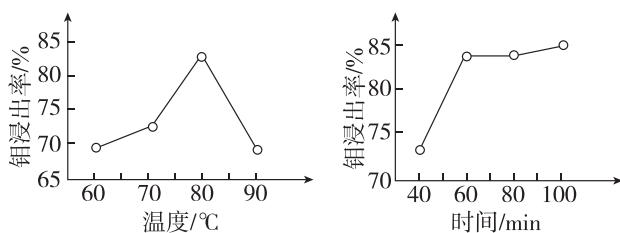
请回答下列问题:

(1)基态 $_{42}\text{Mo}$ 价层电子的轨道表示式为\_\_\_\_\_。

(2) $\text{MoS}_2$  转化为  $\text{MoO}_3$  的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(3)“脱硫”工序需控制温度在  $40\sim 60\text{ }^\circ\text{C}$  之间,原因是\_\_\_\_\_。

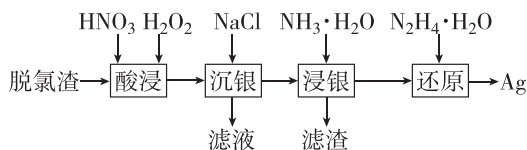
(4)其他条件一定时,钼的浸出率与“氨溶”温度和时间的关系如图所示。“氨溶”条件宜采用\_\_\_\_\_,涉及的离子方程式为\_\_\_\_\_。



(5)滤渣 2 中的主要成分有\_\_\_\_\_ (不考虑原料中的惰性杂质)。

(6)该流程中可以循环利用的物质有\_\_\_\_\_ (填化学式)。

2. [2025·江苏盐城模拟] 从分金脱氯渣(主要成分为  $\text{Ag}$ 、 $\text{Pb}$ 、 $\text{SiO}_2$ )中获取高纯银的流程如图所示:



(1)“酸浸”的目的是将  $\text{Ag}$ 、 $\text{Pb}$  转化为硝酸盐。加入  $\text{H}_2\text{O}_2$  的作用是\_\_\_\_\_。

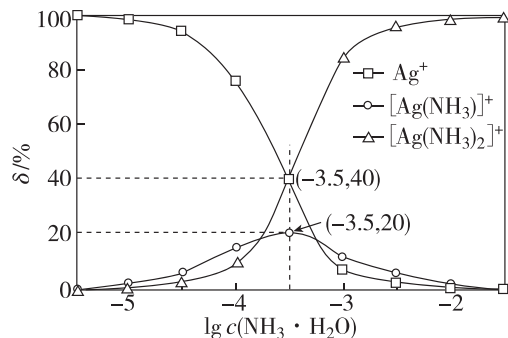
(2)已知:  $\text{Pb}^{2+} + 4\text{Cl}^- \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-}$ 。“沉银”后的滤液中,主要含有的阴离子可能有  $\text{Cl}^-$ 、\_\_\_\_\_。

(3)①为提高银的回收率,需对“浸银”后的滤渣进行洗涤,并\_\_\_\_\_。

(补充完整实验操作)

②溶液中  $\text{Ag}^+$ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+$ 、 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  三种离子分布分数  $\delta$  随  $\lg c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$  的变化关系如图所示。  $[\delta(\text{Ag}^+)] =$

$$\frac{c(\text{Ag}^+)}{c(\text{Ag}^+) + c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\} + c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\}} \times 100\%$$



浸银后的“银转化”体系中,  $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) =$

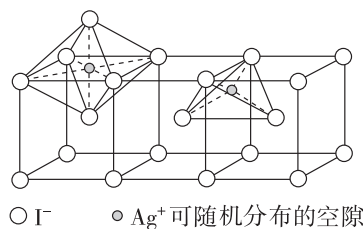
$$0.010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}, \frac{c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+\}}{c\{[\text{Ag}(\text{NH}_3)]^+\}} =$$

(已知:  $10^{1.5} \approx 31.6$ )。

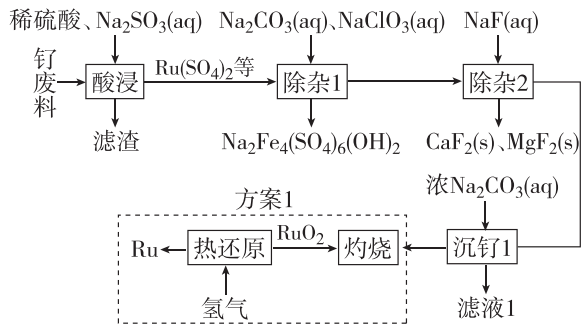
(4)①  $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  还原  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  的离子方程式为\_\_\_\_\_。

②实验表明 pH 过高,银的还原率下降,主要原因是\_\_\_\_\_。

(5) $\alpha\text{-AgI}$  晶体是离子晶体,晶胞结构如图所示。 $\text{Ag}^+$  可随机地分布在彼此共面相连的四面体空隙和八面体空隙中,则晶胞中  $n(\text{Ag}^+) : n(\text{四面体空隙}) =$ \_\_\_\_\_。



3. [2025·河北石家庄实验中学一模] 金属 Ru 被广泛用于制笔行业。某实验小组以某钉废料[主要成分是  $\text{Ru}(\text{CO}_3)_2$ , 含  $\text{RuO}_4$  (其中 Ru 元素为 +6 价)、 $\text{FeO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$  和  $\text{SiO}_2$  等]为原料制备 Ru 的流程如图所示。

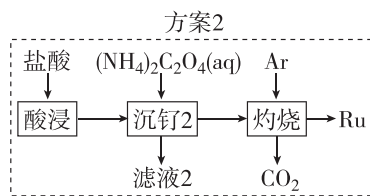


已知:常温下  $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2)=1.5\times 10^{-10}$ ,  $K_{\text{sp}}(\text{MgF}_2)=7.4\times 10^{-11}$ ;离子浓度小于或等于  $1\times 10^{-5}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  时认为该离子已被完全除去。

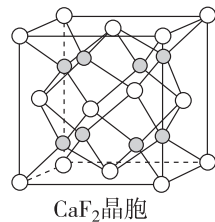
- (1)滤渣的主要成分是\_\_\_\_\_ (填化学式)。
- (2)“酸浸”中  $\text{RuO}_4$  转化为  $\text{Ru}(\text{SO}_4)_2$  的离子方程式为\_\_\_\_\_。
- (3)“除杂 1”中氯元素被还原成最低价态。若只氧化  $\text{Fe}^{2+}$ ,生成 3 mol  $\text{Na}_2\text{Fe}_4(\text{SO}_4)_6(\text{OH})_2$  理论上需要\_\_\_\_\_ mol  $\text{NaClO}_3$ 。
- (4)“除杂 1”之后,若滤液中  $c(\text{Mg}^{2+})=c(\text{Ca}^{2+})$ ,则“除杂 2”中先生成的沉淀是\_\_\_\_\_。“除杂 2”后的滤液中  $c(\text{F}^-)=0.01\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ,则  $\text{Ca}^{2+}$  和  $\text{Mg}^{2+}$  是否除尽?\_\_\_\_\_ (填“是”或“否”)。
- (5)“除杂 2”宜选择的容器材质有\_\_\_\_\_ (填序号)。

A. 陶瓷      B. 铁      C. 石英

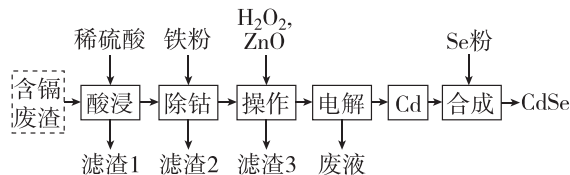
(6)为优化方案 1,该小组设计出方案 2 如下,从安全角度分析,方案 2 优于方案 1 的理由是\_\_\_\_\_。



(7) $\text{CaF}_2$  晶胞如图所示, $\text{Ca}^{2+}$  将晶胞切割成 8 个小空隙, $\text{F}^-$  填充在  $\text{Ca}^{2+}$  构成的\_\_\_\_\_ (填“正八面体”“正方体”或“正四面体”)空隙中,其填充率为\_\_\_\_\_ (填充率= $\frac{\text{F}^- \text{ 占据空隙数}}{\text{空隙总数}}\times 100\%$ )。



4. [2025·湖南娄底一模] 硒化镉( $\text{CdSe}$ )是一种重要的半导体材料,广泛应用于光电领域。某实验小组以含镉废渣(主要成分为 Zn 和 Cd,以及少量的 Cu、Fe、Co 等)为原料制备  $\text{CdSe}$  的流程如图所示。



几种金属离子沉淀的 pH 如表所示。

| 金属离子     | $\text{Fe}^{3+}$ | $\text{Fe}^{2+}$ | $\text{Cd}^{2+}$ |
|----------|------------------|------------------|------------------|
| 开始沉淀的 pH | 1.9              | 7.0              | 7.2              |
| 完全沉淀的 pH | 3.2              | 9.0              | 9.5              |

回答下列问题:

- (1)在 Cu、Zn 两种元素中,第二电离能与第一电离能之差较大的是\_\_\_\_\_ (填元素符号)。
- (2)“酸浸”中提高反应速率的措施有\_\_\_\_\_ (填两种)。
- (3)写出产生滤渣 3 的总反应的离子方程式:\_\_\_\_\_。
- “操作”的名称是\_\_\_\_\_。
- (4)“电解”中,阴极的电极反应式为\_\_\_\_\_,废液可循环用于\_\_\_\_\_ 工序。
- (5)以 100 kg 含镉质量分数为  $w_1$  的镉渣为原料,经上述流程得到 a kg 纯度为  $w_2$  的  $\text{CdSe}$ 。则镉的收率为\_\_\_\_\_ % (用含 a、 $w_1$ 、 $w_2$  的代数式表示)。(提示:镉的收率= $\frac{\text{产品中 Cd 的质量}}{\text{原料中 Cd 的质量}}\times 100\%$ )
- (6) $\text{CdSe}$  晶胞如图所示。已知:六棱柱底边边长为 a pm,高为 b pm, $\text{Cd}^{2+}$ 、 $\text{Se}^{2-}$  的半径分别为 c pm、d pm。则该晶胞中原子的空间利用率为\_\_\_\_\_ (用含 a、b、c、d 的代数式表示)。

