



教辅图书



功能学具



学生之家

基础教育行业专研品牌

30⁺年创始人专注教育行业

QUANPIN DUANPINGKUAI 全品短平快

主编 肖德好

热点题型突破

化学

沈阳出版发行集团

沈阳出版社

CONTENTS 目录

考卷题型 I 精准直击热点 突破选择题

热点直击 1	化学用语	001	热点直击 12	有机物结构与性质	019
热点直击 2	氧化还原反应	002	热点直击 13	化学反应机理探究与分析	021
热点直击 3	反应方程式书写正误判断	003	热点直击 14	化学反应速率与平衡	023
热点直击 4	阿伏伽德罗常数综合应用	005	热点直击 15	新型化学电源 金属腐蚀	025
热点直击 5	化学与传统文化	006	热点直击 16	电解原理的应用	027
热点直击 6	化学与 STSE	008	热点直击 17	滴定曲线分析	029
热点直击 7	无机小流程分析	010	热点直击 18	分布曲线分析	031
热点直击 8	原子、分子、晶体结构与性质	012	热点直击 19	沉淀溶解平衡图像分析	033
热点直击 9	物质结构与性质的关系	013	热点直击 20	实验基本操作和仪器的合理选用	035
热点直击 10	晶胞计算	015	热点直击 21	物质制备实验分析	037
热点直击 11	位、构、性综合推断	017	热点直击 22	实验方案设计与评价	039

考卷题型 II 逐空突破微点 突破非选择

物质结构与性质微点突破

微点突破练 1	核外电子排布与电离能、电负性	041
微点突破练 2	微粒结构与性质的关系	042
微点突破练 3	晶胞相关计算	043

题型一 化学工艺流程

微点突破练 1	工艺流程中的物质确定及转化原理解析	045
微点突破练 2	工艺流程中的条件控制及其原因解析	047

微点突破练 3 工艺流程中的相关计算 049

▶ 题型强化练 (一) 化学工艺流程 A 051

▶ 题型强化练 (一) 化学工艺流程 B 053

题型二 化学实验综合

微点突破练 1 实验装置与操作分析 055

微点突破练 2 实验条件控制、原理分析与现象描述
..... 057

微点突破练 3 产率、纯度计算与误差分析 059

▶ 题型强化练 (二) 化学实验综合 A——制备类综合
实验 061

▶ 题型强化练 (二) 化学实验综合 B——定量综合
实验 063

题型三 化学反应原理

微点突破练 1 反应热计算与反应机理 065

微点突破练 2 化学反应调控及速率平衡图像分析
..... 067

微点突破练 3 转化率及平衡常数 (K 、 K_p 等) 计算
..... 069

▶ 题型强化练 (三) 化学反应原理 A 071

▶ 题型强化练 (三) 化学反应原理 B 073

题型四 有机化学基础

微点突破练 1 有机物的命名和官能团 有机反应分析
及方程式书写 075

微点突破练 2 限定条件同分异构体的数目判断与书写
..... 077

微点突破练 3 有机合成线路设计 079

▶ 题型强化练 (四) 有机化学基础 A 081

▶ 题型强化练 (四) 有机化学基础 B 083

参考答案 / 085

特色专项

(另附分册)

- 贴近真题特点
- 分类强化训练
- 考查内容全面

The part one

第一部分 小题快练

精选模拟题练习, 提升高考体验

The part two

第二部分 大题冲关

加强答题规范性, 有效快捷提分

热点直击 1 化学用语

1. [2025·河北唐山一模] 反应 $3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 2\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 16\text{H}^+ + 13\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + 3\text{CH}_3\text{COOH}$ 可用于乙醇的检验。下列说法错误的是 ()

A. 基态 Cr^{3+} 的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. CH_3COOH 中 C 原子的杂化类型均为 sp^3

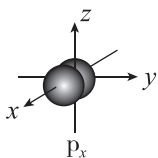
D. H_2O 的形成过程可表示为 $\text{H}\times + \cdot\ddot{\text{O}}\cdot + \times\text{H} \longrightarrow \text{H}\times\ddot{\text{O}}\times\text{H}$

2. [2025·湖北七市州联合调研] 下列化学用语表示正确的是 ()

A. 基态 As 原子的核外电子排布式为 $[\text{Ar}]4\text{s}^24\text{p}^3$

B. 有机化合物 存在顺反异构

C. 基态镁原子价层电子的电子云轮廓图:



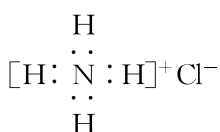
D. 用电子式表示 CO_2 的形成过程: $2\cdot\ddot{\text{O}}\cdot + \cdot\ddot{\text{C}}\cdot \longrightarrow :\ddot{\text{O}}:\ddot{\text{C}}:\ddot{\text{O}}:$

3. [2025·湖南岳阳质量监测] 实验室制取氮气的一种方法为 $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaNO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2\uparrow$ 。下列有关化学用语表示正确的是 ()

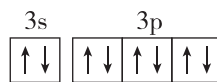
A. N_2 的结构式: $\text{N}=\text{N}$

B. NO_2^- 和 H_2O 的球棍模型均为

C. 离子化合物 NH_4Cl 的电子式为



D. Cl^- 的最外层电子排布图为



4. [2025·江苏无锡一模] 下列化学用语表示不正确的是 ()

A. 质子数为 35、中子数为 46 的 Br 原子: ${}_{35}^{81}\text{Br}$

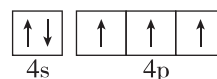
B. BeCl_2 的形成过程: $:\ddot{\text{Cl}}\cdot + \cdot\text{Be}\cdot + \cdot\ddot{\text{Cl}}: \longrightarrow :\ddot{\text{Cl}}:\text{Be}:\ddot{\text{Cl}}:$

C. 的系统命名: 2,2,4,5-四甲基己烷

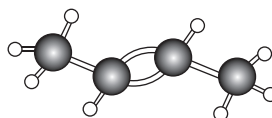
D. 福尔马林溶液中的氢键: $\text{C}-\text{H}\cdots\text{O}$

5. [2025·安徽淮北和淮南一模] 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:

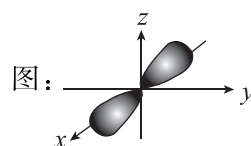


B. 顺-2-丁烯的球棍模型:



C. 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



6. [2025·辽宁名校联盟一模] 下列化学用语或图示表示正确的是 ()

A. ${}^{16}\text{O}_2$ 与 ${}^{18}\text{O}_2$ 互为同素异形体

B. 氢化钙(CaH_2)的电子式: $\text{Ca}^{2+}[\text{H}:\text{H}]^{2-}$

C. 空间结构模型 可以表示 CO_2 或 H_2O

D. $3\text{p}_y-3\text{p}_y$ π 键的形成过程:



热点直击 2 氧化还原反应

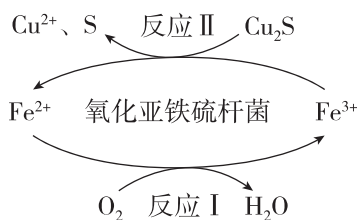
1. [2025·山东菏泽二模] 高纯度 LiMn_2O_4 (氧元素的化合价为 -2 价) 是锂电池重要的电极材料。工业利用一定比例的超细二氧化锰与氢氧化锂共热生成高纯 LiMn_2O_4 、 H_2O 和一种气体。下列说法正确的是 ()

- A. LiMn_2O_4 中 Mn 的价态为 $+4$ 价
B. 锂电池放电时, 高纯度 LiMn_2O_4 发生氧化反应
C. 制备反应中, 理论上氧化产物与还原产物的物质的量之比为 $1:4$
D. 若用碳酸锂代替氢氧化锂, 则会产生三种气体

2. [2025·辽宁县域重点高中二模] 在 MnSO_4 溶液中依次加入 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 溶液、 FeSO_4 溶液、KI-淀粉溶液和 Na_2SO_3 溶液, 溶液颜色变化依次为①无色→紫红色; ②紫红色→黄色; ③黄色→蓝色; ④蓝色→无色。已知每次加入的试剂均恰好反应完。下列有关叙述正确的是 ()

- A. ①中, $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 的 S 显 $+7$ 价, 具有强氧化性
B. ②中, 氧化剂、还原剂的物质的量之比为 $5:1$
C. ③中, 生成了 I_2 , 淀粉作指示剂
D. ④中, 还原性: $\text{I}^- > \text{SO}_3^{2-}$

3. [2025·北京顺义区一模] 用细菌等微生物从固体中浸出金属离子, 有浸出速率快、浸出率高等特点。氧化亚铁硫杆菌是一类在酸性环境中加速 Fe^{2+} 氧化的细菌, 用其浸出辉铜矿 (Cu_2S) 的机理如图所示。

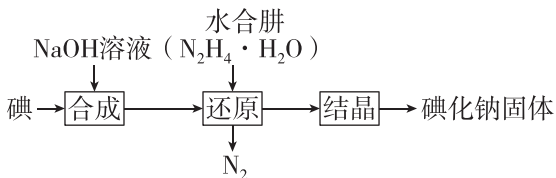


下列说法不正确的是 ()

- A. 反应 I 的离子方程式为 $4\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 4\text{H}^+ \rightleftharpoons 4\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$
B. 温度越高, Cu_2S 的浸出速率越快
C. 浸出过程中几乎不需要补充铁盐

D. 理论上反应 I 中每消耗 2.24 L O_2 (标准状况), 可浸出 0.2 mol Cu^{2+}

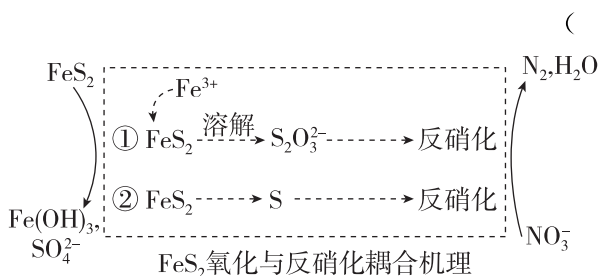
4. [2025·河北沧州二模] 采用水合肼 ($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 还原法制取碘化钠固体, 其制备流程如图所示。已知: “合成”步骤中生成的副产物为 IO_3^- 。



下列说法中不正确的是 ()

- A. “合成”过程所得溶液中主要含有 I^- 、 IO_3^- 、 IO_3^- 和 Na^+
B. “还原”过程消耗 IO_3^- 的离子方程式为 $2\text{IO}_3^- + 3\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{N}_2 \uparrow + 2\text{I}^- + 9\text{H}_2\text{O}$
C. “水合肼还原法”的优点是 $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 被氧化后的产物为 N_2 和 H_2O , 不引入杂质
D. 工业上常用铁屑还原 NaIO_3 制备 NaI , 理论上该反应中氧化剂与还原剂的物质的量之比为 $1:2$

5. [2025·湖南常德一模] 黄铁矿 (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。 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 ()

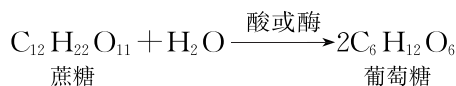


- A. 整个反应过程中涉及的还原剂只有 FeS_2 、 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、 S
B. 可用铁氰化钾溶液检验反应过程中的 Fe^{2+}
C. 整个反应过程中, 1 mol FeS_2 最多提供 15 mol 电子
D. $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 参与“反硝化”过程的离子方程式为 $5\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 8\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 10\text{SO}_4^{2-} + 4\text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}^+$

热点直击 3 反应方程式书写正误判断

1. [2025·北京门头沟区一模] 下列反应方程式与所给事实不相符的是 ()

A. 蔗糖在酸或酶的作用下水解:

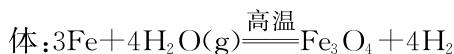


B. 碱性锌锰电池的负极反应: $\text{Zn} + 2\text{OH}^- - 2\text{e}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2$

C. 海水提溴过程中,用二氧化硫还原溴:



D. 铁粉在高温下与水蒸气反应生成可燃气体:



2. [2025·湘豫名校联考三模] 下列相关的方程式正确的是 ()

A. 粗硅冶炼时主要反应的化学方程式: $\text{SiO}_2 + \text{C} \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si} + \text{CO}_2 \uparrow$

B. 表示甲烷燃烧热的热化学方程式: $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) = \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H = -890.3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

C. 某锂离子电池的负极反应式: $\text{Li}_x\text{C}_y - x\text{e}^- = x\text{Li}^+ + \text{C}_y$

D. 硫酸铜溶液中加入过量浓氨水所发生反应的离子方程式: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$

3. [2025·广东肇庆二模] 下列离子方程式书写正确的是 ()

A. 泡沫灭火器的工作原理: $\text{Al}^{3+} + 3\text{HCO}_3^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{CO}_2 \uparrow$

B. 向稀硝酸中加入过量铁粉: $\text{Fe} + \text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$

C. 向漂白粉溶液中通入过量的 CO_2 : $\text{Ca}^{2+} + 2\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{HClO}$

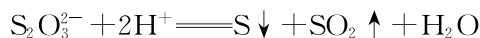
D. 向草酸溶液中滴加酸性高锰酸钾溶液: $2\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 16\text{H}^+ = 2\text{Mn}^{2+} + 8\text{H}_2\text{O} + 10\text{CO}_2 \uparrow$

4. [2025·广东汕头一模] 下列有关硫及其化合物的离子方程式书写正确的是 ()

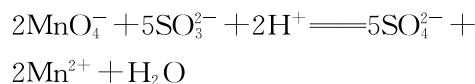
A. 向 NaOH 溶液中通入过量 SO_2 : $\text{SO}_2 + 2\text{OH}^- = \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

B. 将少量 H_2S 通入 CuSO_4 溶液中: $\text{H}_2\text{S} + \text{Cu}^{2+} = \text{CuS} \downarrow + 2\text{H}^+$

C. 向 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液中加入足量稀硝酸:



D. 用酸性 KMnO_4 溶液滴定 Na_2SO_3 溶液:



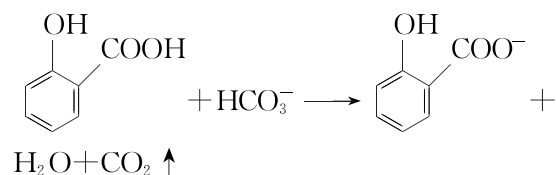
5. [2025·河北邯郸三模] 下列反应的离子方程式书写正确的是 ()

A. 用稀硝酸清洗试管壁上的银镜: $\text{Ag} + 2\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = \text{Ag}^+ + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

B. 向冷的石灰乳中通入 Cl_2 制漂白粉: $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

C. 用醋酸除水壶中的水垢 (CaCO_3): $2\text{H}^+ + \text{CaCO}_3 = \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

D. 用碳酸氢钠溶液检验水杨酸中的羧基:



6. [2025·安徽黄山二模] 下列过程对应的离子方程式错误的是 ()

A. NaHCO_3 溶液中通入少量 Cl_2 : $\text{Cl}_2 + \text{HCO}_3^- = \text{Cl}^- + \text{HClO} + \text{CO}_2$

B. 某些麦片中加微量的还原铁粉,在人体消化时: $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$

C. 氟化物预防龋齿原理: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}(\text{s}) + \text{F}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}(\text{s}) + \text{OH}^-(\text{aq})$

D. 向 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 溶液中滴入 FeCl_2 溶液: $\text{K}^+ + \text{Fe}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} = \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$

7. [2025·辽宁名校联盟模拟] 以碳酸锰铜矿(主要成分为 MnCO_3 、 CuCO_3 , 还含有 Fe_2O_3 、 FeO 等杂质)为原料制备硫酸锰的主要过程: 第一步溶于稀硫酸、第二步氧化 Fe^{2+} 、第三步除去 Cu^{2+} 等, 有关离子方程式书写正确的是 ()

A. 碳酸锰铜矿加入稀硫酸中主要发生的反应: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

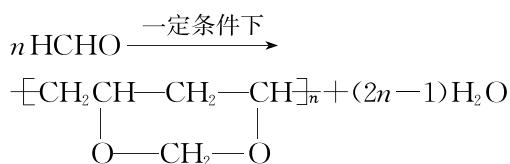
B. 加入 MnO_2 将 Fe^{2+} 转化为 Fe^{3+} : $\text{MnO}_2 + \text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ = \text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$

C. 若向溶液中通入氨气除去 Cu^{2+} : $\text{Cu}^{2+} + 6\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$

D. 若向溶液中加入 MnS 除去 Cu^{2+} : $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{MnS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + \text{CuS}(\text{s})$

8. [2025·湖南沅澧共同体一模] 下列相关反应的化学或离子方程式书写正确的是 ()

- A. 侯氏制碱法: $2\text{NaCl} + 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$
- B. 向 KHSO_4 溶液中逐滴加入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至溶液呈中性: $\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{BaSO}_4 \downarrow$
- C. 用 Na_2SO_3 溶液吸收少量的 Cl_2 : $3\text{SO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{Cl}^- + 2\text{HSO}_3^-$
- D. 制备维纶: $\left[\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} \\ | \quad \quad | \\ \text{OH} \quad \quad \text{OH} \end{array} \right]_n +$



9. [2025·山东泰安二模] 下列化学反应对应的离子方程式书写错误的是 ()

- A. 向 $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中滴入 NaHSO_4 溶液至恰好沉淀完全: $\text{Ba}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- B. 将 2.24 L CO_2 (标准状况) 通入 250 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液中: $4\text{CO}_2 + 5\text{OH}^- \longrightarrow \text{CO}_3^{2-} + 3\text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
- C. 将 ICl 滴入 NaOH 溶液中: $\text{ICl} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{IO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$
- D. 将 0.2 mol Cl_2 通入 2 L $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ FeI_2 溶液中: $2\text{Fe}^{2+} + 2\text{I}^- + 2\text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + \text{I}_2 + 4\text{Cl}^-$

10. [2025·福建龙岩一模] 下列反应方程式与所给事实相符的是 ()

- A. 过量 SO_2 与 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 Na_2S 溶液反应: $3\text{SO}_2 + 2\text{Na}_2\text{S} \longrightarrow 3\text{S} \downarrow + 2\text{Na}_2\text{SO}_3$
- B. 少量 CO_2 与 $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$ 溶液反应: $2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_3^{2-}$
- C. 用 Na_2CO_3 溶液将锅炉水垢中的 CaSO_4 转化为 CaCO_3 : $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \longrightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow$
- D. 用绿矾 ($\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 将酸性工业废水中的 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 转化为 Cr^{3+} : $6\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ \longrightarrow 6\text{Fe}^{3+} + 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$

11. [2025·浙江绍兴二模] 下列离子方程式正确的是 ()

- A. 用硝酸溶解 FeS : $\text{FeS} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{S} \uparrow$
- B. 往 Na_2CO_3 溶液中滴入少量盐酸: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- C. 往 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液中通入足量 CO_2 : $\text{ClO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{HClO} + \text{HCO}_3^-$
- D. 足量镁粉与 FeCl_3 溶液反应: $\text{Mg} + 2\text{Fe}^{3+} \longrightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$

12. [2025·河南豫西名校一模] 宏观辨识与微观探析是化学学科核心素养之一, 下列反应的离子方程式书写正确的是 ()

- A. 将少量 SO_2 通入 $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ 溶液中: $\text{Ca}^{2+} + \text{ClO}^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CaSO}_4 \downarrow + \text{Cl}^- + 2\text{H}^+$
- B. 向甲醛溶液中加入足量的银氨溶液并加热: $\text{HCHO} + 4[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + 4\text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{CO}_3^{2-} + 2\text{NH}_4^+ + 4\text{Ag} \downarrow + 6\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
- C. 向摩尔盐 $[(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$ 溶液中加入 NaOH 溶液至 NH_4^+ 刚好反应完全: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- D. 往酸性 MnSO_4 溶液中加入难溶于水的 NaBiO_3 固体, 溶液出现紫红色: $5\text{BiO}_3^- + 2\text{Mn}^{2+} + 14\text{H}^+ \longrightarrow 5\text{Bi}^{3+} + 2\text{MnO}_4^- + 7\text{H}_2\text{O}$

13. [2025·湖南九校联盟二模] 下列化学或离子方程式书写正确的是 ()

- A. Al 与过量 NaOH 溶液反应的离子方程式: $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{H}_2 \uparrow + 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$
- B. 联氨 (N_2H_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: $\text{CH}_3\text{CONH}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CONH}_3\text{Cl}$
- D. 氮化硅 (Si_3N_4) 可由石英砂与焦炭在高温的氮气流中制备, 该过程的化学方程式: $3\text{SiO}_2 + 3\text{C} + 2\text{N}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Si}_3\text{N}_4 + 3\text{CO}_2$

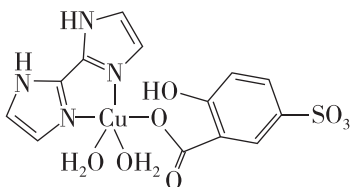
物质结构与性质微点突破

微点突破练 1 核外电子排布与电离能、电负性

- (1)[2025·湖南九校联盟联考] 基态 Fe^{2+} 的价层电子排布为_____。
- (2)[2025·湖北七市州调研测试] 按照核外电子排布,Co 位于元素周期表中的_____区。
- (3)[2025·湖南岳阳教学质量监测] Zn 属于_____区元素,其基态原子的价层电子排布为_____。
- (4)[2025·广东梅州一模] 写出基态钪原子的价层电子排布:_____。
- (5)[2025·河北邯郸三调] 锑矿含有的五种元素(Sb、Fe、Cu、O、S)中,位于元素周期表 p 区的有_____种,基态 Sb 原子的价层电子排布为_____。
- (6)[2025·河北石家庄二模] 基态 Ce 原子的核外电子排布式为 $[\text{Xe}]4f^1 5d^1 6s^2$,则 Ce 在元素周期表中位于_____区。
- (7)[2025·北京通州区一模] 氮、磷、砷在自然界中分布广泛,其化合物有重要用途。
 - As 位于元素周期表的第四周期第 V A 族。将 As 的基态原子最外层轨道表示式补充完整。

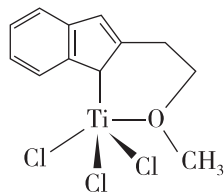


- 比较 N 原子和 As 原子的第一电离能大小,从原子结构角度说明理由:_____。
- (8)[2025·北京西城区一模] 硼元素在医药、陶瓷、新型电池等领域具有重要应用。
 - 基态 B 原子的核外电子排布式是_____。
 - Be、B 均为第二周期的元素,元素的第一电离能:Be_____B(填“>”“<”或“=”)。
 - (1)[2025·河南洛平许济二模] 第一电离能: $I_1(\text{O})$ _____ $I_1(\text{Ca})$ (填“>”或“<”)。
 - (2)[2025·山东济宁二模] 以 5-磺基水杨酸和咪唑衍生物为配体合成的单核心铜配合物的结构如图所示:



基态 Cu 原子的价层电子轨道表示式为_____,该配合物中所含第二周期元素的第一电离能由大到小的顺序为_____。

- [2025·天津河西二模] 钛及其化合物在航天领域有着广泛应用。回答下列问题:
 - 基态 Ti 原子的价层电子轨道表示式是_____。
 - 某含钛催化剂 R 能催化乙烯、丙烯聚合,其结构如图所示。



- 组成 R 的元素中,C、O、Ti 的电负性由大到小的顺序是_____。
 - R 中含有的化学键有_____ (填字母)。
 - π 键
 - σ 键
 - 离子键
 - 配位键
 - 氢键
- [2025·天津部分区二模] 碳族元素的单质及化合物在生产中有许多重要用途,请回答下列问题:
 - 基态碳原子核外有_____种不同空间运动状态的电子,其中占据最高能级的原子轨道的形状是_____ (填名称)。
 - 已知 SiH_4 和 Si_3N_4 中硅元素均为 +4 价,则 H、N、Si 的电负性由大到小的顺序为_____。
 - 写出 Ge 的基态原子最外层电子轨道表示式:_____。
 - [2025·北京丰台区一模] 铁蓝 $\text{Fe}(\text{M})[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot \text{H}_2\text{O}$ (M 表示 K^+ 或 NH_4^+) 是一种传统的蓝色颜料,可由亚铁氰化钾 $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 制备而成。
 - 基态 Fe 原子的价层电子排布为_____。
 - 铁蓝中包含的化学键类型有_____ (填字母)。
 - 配位键
 - 离子键
 - 非极性共价键
 - 比较 N 原子和 O 原子的第一电离能大小,并从原子结构角度说明理由:_____。

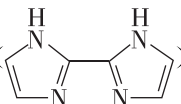
微点突破练 2 微粒结构与性质的关系

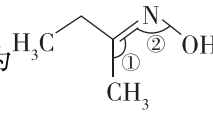
1. [2025·天津宝坻区一模] 碘及其化合物在生产、生活中有着广泛的应用。人工合成的 ^{131}I 是医疗上常用的放射性同位素。回答下列问题:

(1) 碘单质在 CS_2 中的溶解度比在水中的大, 解释原因: _____。

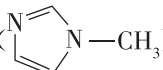
(2) 已知键角: $\text{PI}_3 > \text{H}_2\text{O}$, 从结构角度解释其原因: _____。

2. [2025·浙江宁波模拟] S_2 (分子结构: $\text{S}=\text{S}$) 凝华时聚合生成 S_8 (分子结构: ) , 请从化学键和能量角度解释降温凝华时 S_2 聚合的原因: _____。

3. [2025·山东济宁二模] 与 Mg^{2+} 相比, Cu^{2+} 更易与联咪唑 () 形成螯合物, 原因是 _____。

4. [2025·天津河东区二模] (1) 甲乙酮肟的结构简式为  , 其中氮原子采取的杂化方式为 _____; 键角① _____ ② (填“>”“<”或“=”)。

(2) 亚甲基双丙烯酰胺、乙胺和 2-羟基乙胺均可用于染料合成。乙胺 ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$) 和 2-羟基乙胺 ($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$) 的碱性随 N 原子电子云密度增大而增强, 二者碱性更强的是 _____ (填结构简式)。

(3) 1-甲基咪唑 () 常用作配合物的配体, 在酸性环境中其配位能力会 _____ (填“增强”“减弱”或“不变”)。

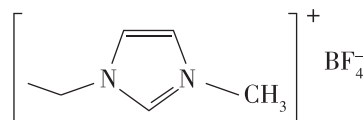
5. [2025·天津武清区一模] 回答下列问题。
(1) 镓 (Ga) 与铝位于同主族, 镓与铝的单质及其化合物具有广泛的工业应用。镓的卤化物都有

较高的催化活性, 可用于聚合和脱水等工艺。查阅资料可知:

物质	GaBr_3	GaCl_3	GaF_3
熔点/ $^{\circ}\text{C}$	124	78	1000

GaBr_3 的熔点高于 GaCl_3 , 却远低于 GaF_3 , 原因是 _____。

(2) 离子液体具有电导率高、化学稳定性高等优点, 在电化学领域用途广泛。某离子液体的结构简式如图所示。



1-乙基-3-甲基咪唑四氟硼酸盐

① 微粒中 $\text{F}-\text{B}-\text{F}$ 键角: BF_3 _____ BF_4^- (填“>”“<”或“=”)。

② BF_3 可以与 NaF 反应生成 NaBF_4 的原因是 _____。

6. [2025·浙江杭州模拟] 氧族元素及其化合物有着广泛应用价值。

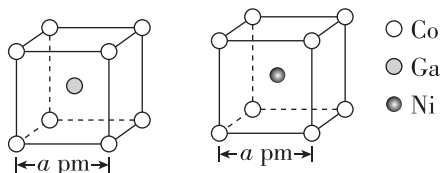
- (1) 下列说法正确的是 _____。
- A. 按照核外电子排布, 可把元素周期表划分为 4 个区, Se 位于元素周期表 p 区
- B. Se 的第二电离能小于 As (砷) 的第二电离能
- C. 硒的两种含氧酸的酸性强弱为 H_2SeO_4 大于 H_2SeO_3
- D. $\text{Se}=\text{O}$ 不稳定, 因为其键长较长, π 键重叠程度较弱
- E. 已知某含硒化合物的结构简式为  , 不能使溴的四氯化碳溶液褪色, Se 的杂化方式为 sp^3

(2) 人体代谢甲硒醇 (CH_3SeH) 后可增加抗癌活性, 下表中有有机物沸点不同的原因是 _____。

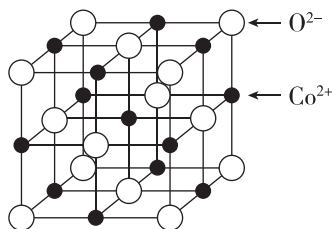
有机物	甲醇	甲硫醇 (CH_3SH)	甲硒醇
沸点/ $^{\circ}\text{C}$	64.7	5.95	25.05

微点突破练 3 晶胞相关计算

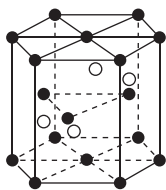
1. [2025·安徽滁州一模] 一种含 Co、Ni 和 Ga 元素的记忆合金的晶体结构可描述为 Ga 与 Ni 交替填充在 Co 构成的立方体体心,形成如图所示的结构单元。该合金的晶胞中,粒子个数最简比 $N(\text{Co}) : N(\text{Ga}) : N(\text{Ni}) =$ _____,其立方晶胞的体积为 _____ nm^3 。



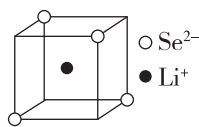
2. $\text{Co}(\text{OH})_3$ 在稀有气体中受热分解可得 CoO 。 CoO 的晶胞结构如图所示,与 Co^{2+} 距离最近且相等的 Co^{2+} 有 _____ 个;已知晶胞参数为 $a \text{ nm}$,设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值,则 CoO 晶体的密度为 _____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。



3. [2025·福建部分地市校质检] Cr_2O_3 晶胞结构如图所示,若 Cr_2O_3 晶体的密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,晶胞体积为 $V \text{ nm}^3$ 。晶胞结构示意图中的小黑球代表 _____ (填“ Cr^{3+} ”或“ O^{2-} ”),阿伏伽德罗常数 $N_A =$ _____ mol^{-1} 。



第3题图



第4题图

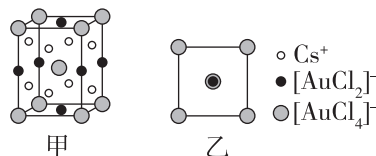
4. [2025·广东江门一模] 硒的化合物在半导体和电池研发领域有重要用途,如 Li_2Se 可用于提升光电器件性能。 Li_2Se 晶体结构可描述为 Li^+ 填充在 Se^{2-} 构成的正四面体的体心,形成如图所示的结构单元。

(1) Se^{2-} 在晶胞中的位置为 _____。

(2) 设两个 Se^{2-} 的最短距离为 $a \text{ nm}$, Li_2Se 晶体的密度为 _____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。(设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值,列出计算式)

5. [2025·广东珠海一模] 一种化合物由 Cs^+ 、 $[\text{AuCl}_2]^-$ 、 $[\text{AuCl}_4]^-$ 按一定比例构成,其晶胞结

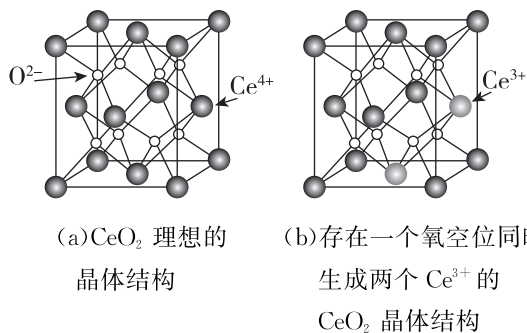
构如图甲所示,晶胞俯视图如图乙所示(Cs^+ 未画出)。



(1) 该化合物的化学式是 _____。

(2) 在图乙中画出 Cs^+ 的位置。

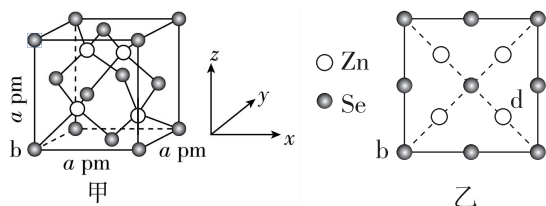
6. [2025·湖南株洲一模] 二氧化铈为立方晶胞结构,其独特的电子结构使得它更易在 Ce^{4+} 和 Ce^{3+} 之间进行可逆电荷转移,从而实现两步法制氢,当晶胞中部分 Ce^{4+} 被还原为 Ce^{3+} 时会产生氧空位。



(1) 二氧化铈晶胞中 Ce^{4+} 的配位数为 _____。

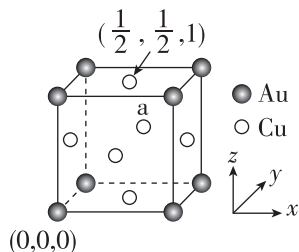
(2) 当晶体中 Ce^{3+} 和 Ce^{4+} 个数比为 2 : 5 时,氧空位比为 _____ (氧空位比 = $\frac{\text{氧空位数}}{\text{O}^{2-} \text{数}}$)。

7. [2025·河南创新发展联盟一模] 含硒化合物应用广泛,如硒化锌可用于制造红外线光学仪器。硒化锌为立方晶胞,其结构如图甲所示,晶胞的俯视图如图乙所示。b 处 Se 的原子分数坐标为 (0, 0, 0),则 d 处 Zn 的原子分数坐标为 _____;用 N_A 表示阿伏伽德罗常数的值,该硒化锌晶体的密度为 _____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (用含 a 、 N_A 的代数式表示)。

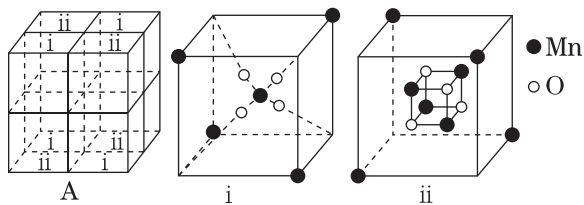


8. [2025·广东汕头一模] Cu、Au 能形成多种组成固定的合金,其中一种晶体 X 的晶胞结构(立方体)如图所示。该合金的晶胞中,铜原子 a 的分数坐标为 _____。设 X 的最简式的相对分子质量为 M_r ,晶体密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,则晶体

X 中 Au 与 Cu 之间的最短距离为 _____ nm (设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值)。

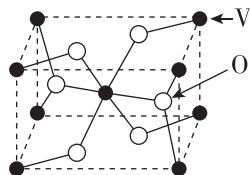


9. [2025 · 广东一模] 锰的某种氧化物的立方晶胞结构如图中 A 所示 (Mn 和 O 原子省略), 晶胞参数为 c nm。A 可看作是 i、ii 两种基本单元交替排列而成。

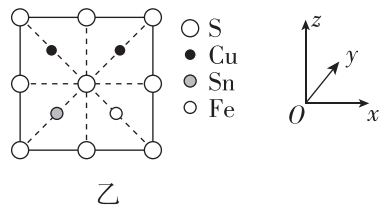
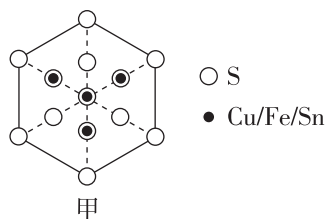


- (1) 该氧化物的化学式为 _____。
(2) 设该氧化物最简式的相对分子质量为 M_r , 则晶体密度为 _____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (列出计算式, 设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值)。

10. [2025 · 广东梅州一模] 钒的某种氧化物的立方晶胞结构如图所示, 晶胞参数为 a pm。V 的配位数与 O 的配位数之比为 _____; 已知 N_A 表示阿伏伽德罗常数的值, 该晶体密度为 _____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (列出计算式即可)。

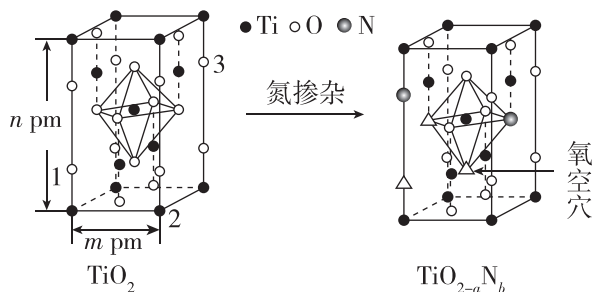


11. [2025 · 河北邢台三模] 一种含铜的多元金属硫化物的晶胞结构为四方晶系, 已知金属原子均呈四面体配位, 晶胞棱边夹角均为 90° , 其结构可看作是由两个立方体 A、B 上下堆叠而成。图甲为 A 沿体对角线的投影图, 图乙为 B 沿 y 轴方向的投影图。A 中 Fe、Sn 位置互换即为 B, 立方体 A、B 棱长均为 a pm, 晶胞中部分原子的分数坐标为 S(0,0,0)、Fe($\frac{3}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}$)。



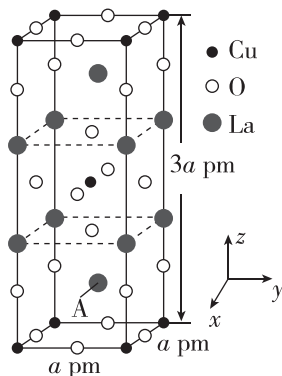
晶胞中 Sn 原子的分数坐标为 _____。若该晶体的密度为 $d \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 则阿伏伽德罗常数 $N_A =$ _____。

12. [2025 · 北京二中模拟] 反型钙钛矿电池无须使用具有光催化活性的 TiO_2 (通过氮掺杂生成 $\text{TiO}_{2-a}\text{N}_b$, 反应如图所示) 以及掺杂的有机空穴传输层, 光照下的输出稳定性更好, 更具发展潜力。



则 $\text{TiO}_{2-a}\text{N}_b$ 晶体中 $a =$ _____。已知原子 1、2 的分数坐标分别为 $(0, 0, \frac{1}{4})$ 和 $(1, 0, 0)$, 则原子 3 的分数坐标为 _____。

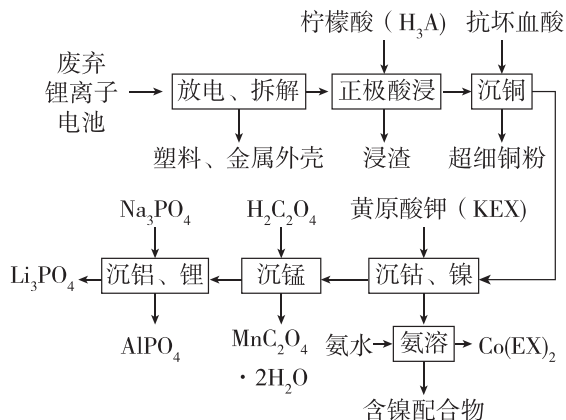
13. [2025 · 山东威海三模] 化合物 X 由 La、Cu 和 O 三种元素组成, 它是第一个被发现的氧化物超导体, 其晶胞结构如图所示, 晶胞棱边夹角均为 90° 。晶胞中每个 Cu 原子处于最近的若干个 O 原子构成的空间结构的中心, 则这若干个 O 原子构成的空间结构为 _____。化合物 X 的化学式为 _____; A 点原子的分数坐标为 _____; 若阿伏伽德罗常数的值为 N_A , 则晶体密度 $\rho =$ _____ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (用含 a 、 N_A 的代数式表示)。



题型一 化学工艺流程

微点突破练 1 工艺流程中的物质确定及转化原理解析

1. [2025·河北石家庄三模] 某三元锂离子电池的正极材料含有 $\text{Li}_3\text{NiCoMnO}_6$ 、 Cu 和 Al 等。现欲利用以下工艺流程回收该废弃电池正极材料中的某些金属资源(部分条件未给出)。



回答下列问题:

(1) $\text{Li}_3\text{NiCoMnO}_6$ 中 Co 、 Mn 元素分别为 +3 价、+4 价,则 Ni 元素的化合价为_____价。

(2)“放电”的目的为_____。

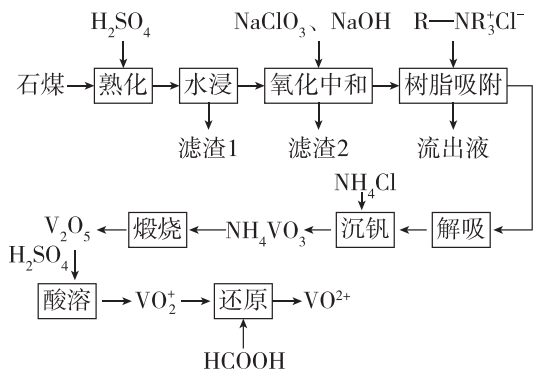
(3)“正极酸浸”后, $\text{Li}_3\text{NiCoMnO}_6$ 中 Co 、 Mn 及 Cu 元素均转化为 +2 价, H_3A 转化为 A^{3-} ,据此写出 $\text{Li}_3\text{NiCoMnO}_6$ 被 Cu 还原的离子方程式:

_____;

根据原理分析, H_3A 和 Cu 的作用也可用浓盐酸实现,但缺点为_____。

(4)“沉钴、镍”工序中, Ni 、 Co 元素分别转化为 $\text{Ni}(\text{EX})_2$ 、 $\text{Co}(\text{EX})_2$ 沉淀,“氨溶”所得含镍配合物中阳离子呈正八面体结构,该反应的化学方程式为_____。

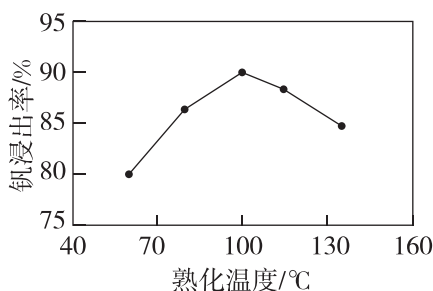
2. [2025·广东惠州一模] 钒(V)是一种重要的战略金属元素,利用硫酸熟化-水浸工艺从石煤(含有 V_2O_3 、 SiO_2 、 CaO 、 Al_2O_3)中制得 VO^{2+} 的工艺流程如图所示。



已知:①氧化中和后,溶液的 pH 为 8;

②树脂吸附原理: $\text{R-NR}_3^+\text{Cl}^- + \text{M}^+ \rightleftharpoons \text{R-NR}_3^+\text{M}^+ + \text{Cl}^-$ 。

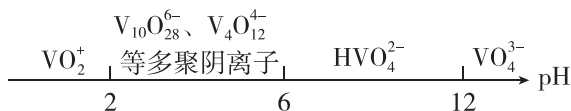
(1)在其他条件相同时,熟化温度对钒浸出率的影响如图所示,最佳的熟化温度为_____。



(2)“氧化中和”后钒的化合价为_____价,

滤渣 2 的主要成分为_____ (填化学式)。

(3)含钒离子在不同 pH 溶液中的存在形式如下:



“树脂吸附”的化学方程式为_____。

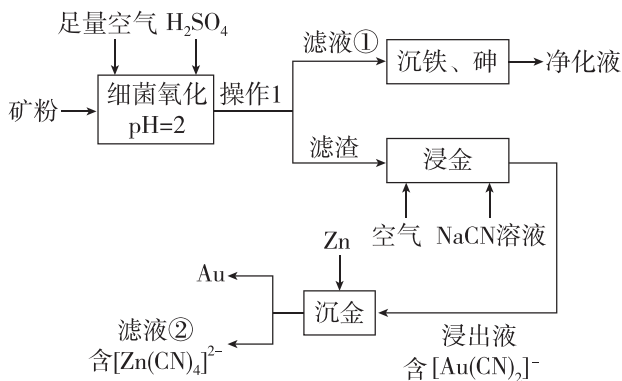
流出液的主要成分为_____ (填化学式)。

(4)“解吸”时可以用饱和 NaCl 溶液洗脱,请结合平衡移动原理解释原因:

(5)向 NH_4VO_3 的悬浊液中加入 MgCl_2 溶液,当溶液中 $c(\text{Mg}^{2+}) = 1.8 \times 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,溶液中的 $c(\text{NH}_4^+) =$ _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ {已知: $K_{\text{sp}}(\text{NH}_4\text{VO}_3) = 1.6 \times 10^{-3}$, $K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{VO}_3)_2] = 1.8 \times 10^{-12}$ }。

(6)“还原”过程的离子方程式为_____。

3. [2025·湖南岳阳教学质量监测] 中国是世界上最早利用细菌冶金的国家。已知金属硫化物在“细菌氧化”时转化为硫酸盐,某工厂用细菌冶金技术处理载金硫化矿粉(其中细小的 Au 颗粒被 FeS_2 、 FeAsS 包裹),以提高金的浸出率并冶炼金,工艺流程如图所示。



回答下列问题:

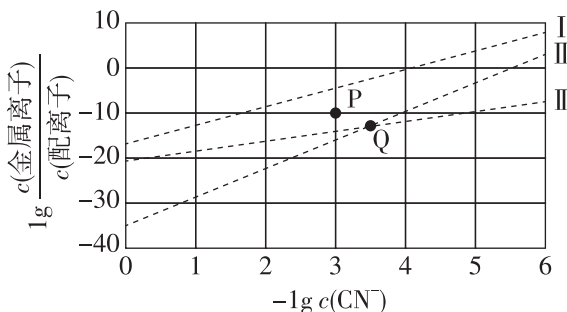
(1)“细菌氧化”过程中, FeS_2 中被氧化的元素为_____。

(2)“浸金”中发生反应的离子方程式为_____。

(3)“沉金”中 Zn 的作用为_____。

(4)“滤液②”中的 $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$ 含有配位键,其中参与配位的原子是_____ (填“碳原子”或“氮原子”),理由是_____。

(5)常温下,溶液中 CN^- 分别与三种金属离子形成配离子 $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ 、 $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$ 、 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$,平衡时, $\lg \frac{c(\text{金属离子})}{c(\text{配离子})}$ 与 $-\lg c(\text{CN}^-)$ 的关系如图所示。

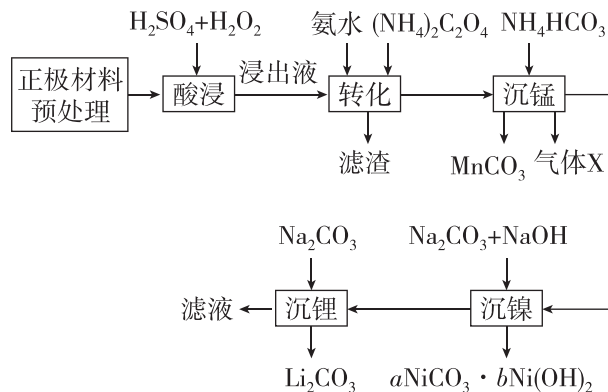


①当 I 对应的相关离子浓度处于 P 点时,配离子的解离速率_____ (填“>”“<”或“=”)生成速率。

②当 II 和 III 对应相关离子的混合液处于 Q 点,向其中加少量 $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ 粉末,达平衡时,

$\frac{c(\text{Au}^+)}{c\{[\text{Au}(\text{CN})_2]^- \}}$ 与 $\frac{c(\text{Fe}^{3+})}{c\{[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \}}$ 的大小:前者_____ (填“>”“<”或“=”)后者。

4. [2025·湖北七市州调研测试] 废旧三元锂电池正极材料 ($\text{LiNi}_x\text{Co}_{1-x-y}\text{Mn}_y\text{O}_2$) 富含 Li 、 Ni 、 Co 、 Mn 等金属,将其回收的工艺流程如图所示:



已知:①浸出液中 $c(\text{Co}^{2+})=0.11 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Ni}^{2+})=0.03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Mn}^{2+})=0.04 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Li}^+)=0.14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

② 25°C 时, $K_{\text{sp}}(\text{CoC}_2\text{O}_4)=6.3 \times 10^{-8}$, $K_{\text{sp}}(\text{NiC}_2\text{O}_4)=4.0 \times 10^{-10}$ 。

③少量的 Ni^{2+} 和 Co^{2+} 与氨水反应生成的 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 比 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ 更稳定。

回答下列问题:

(1)正极材料表示为 LiMO_2 (M 代表 Co 、 Ni 、 Mn , 化合价均为 +3 价),“酸浸”时反应的化学方程式为_____。

“酸浸”时温度不能过高的原因为_____。

(2)若往浸出液中直接加入 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, _____ (填离子符号)应先沉淀。实际操作中先往浸出液中加入氨水再加入 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, Ni^{2+} 难以沉淀的原因为_____。

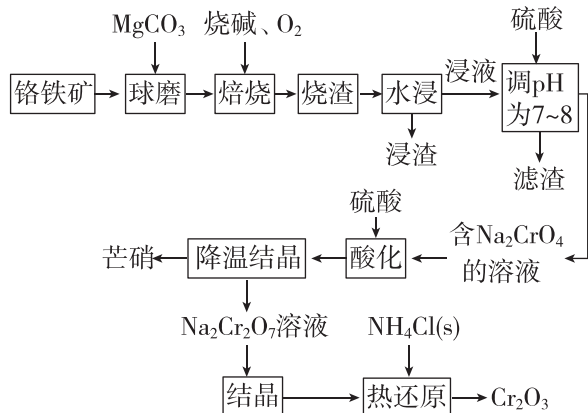
(3)“沉锰”过程发生反应的离子方程式为_____。

(4)现有 10 L 浸出液,回收得到 Li_2CO_3 的质量为 44.03 g ,则 Li^+ 的回收率为_____。



微点突破练 2 工艺流程中的条件控制及其原因解析

1. [2025·福建部分学校质检] 三氧化二铬(Cr_2O_3)可用于制备陶瓷、合金、耐火材料等。由铬铁矿(含 $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ 和少量 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 SiO_2)制备 Cr_2O_3 的一种流程如图所示。



已知：

① $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3]=4\times 10^{-38}$, $K_{\text{sp}}[\text{Al}(\text{OH})_3]=1\times 10^{-34}$, $K_{\text{sp}}[\text{Mg}(\text{OH})_2]=2\times 10^{-11}$, $K_{\text{w}}=1\times 10^{-14}$;当溶液中金属离子浓度 $\leq 1\times 10^{-5}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,可认为该金属离子已沉淀完全。

②“水浸”所得浸渣的主要成分为 Fe_2O_3 和 MgSiO_3 。

③ $\sqrt[3]{4} \approx 1.6, \lg 1.6 \approx 0.2$.

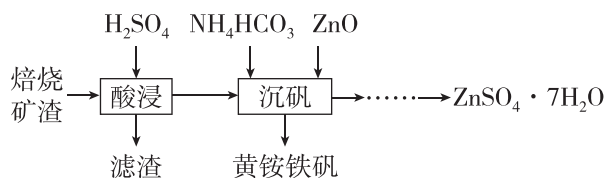
回答下列问题:

(1)该实验条件下,从浸渣中提取 Fe_2O_3 的方法:将浸渣酸溶、过滤,得到金属离子浓度均为 $0.2\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的滤液;然后调节滤液 pH 的范围为_____,过滤、洗涤、煅烧,得到 Fe_2O_3 产品。

(2)“调 pH 为 7~8”和“酸化”两步不能合并,原因是

“酸化”时,不能用盐酸代替硫酸,原因是

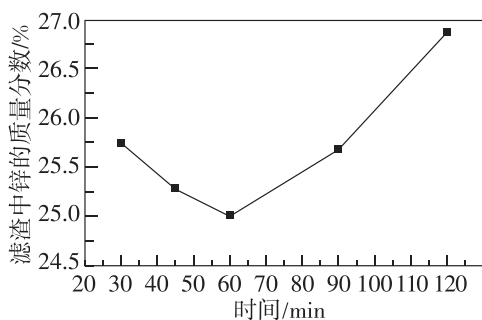
2. [2025·江苏南京、盐城一模] 高铁锌焙烧矿渣主要含 ZnO 、 ZnFe_2O_4 、 SiO_2 。一种利用焙烧矿渣制备 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 并生产黄铵铁矾的流程如图所示。



回答下列问题。

(1)“酸浸”前要将焙烧矿渣进行粉碎处理的原因是

(2)“酸浸”时,控制反应温度为 65 ℃、硫酸初始酸度为 50 g · L⁻¹,滤渣中锌元素的质量分数随时间变化的关系如图所示。当浸出时间超过 60 min 后,滤渣中锌元素的质量分数反而升高的原因是

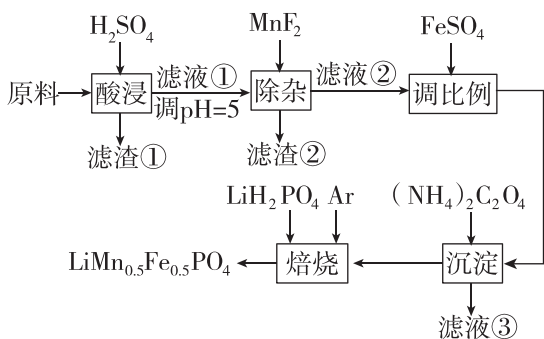


(3)“沉矾”生成黄铵铁矾 $[\text{NH}_4\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6]$, 需控制溶液 $\text{pH}=1.5$ 、温度不超过 $85\text{ }^\circ\text{C}$ 。

①生成黄铵铁矾的化学方程式为

②控制溶液温度不能过高的原因是

3. [2025·辽宁大连一模] 采用铁粉和软锰矿[主要成分为 MnO_2 、 SiO_2 、 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 、 Fe_2O_3]为原料制备电池正极材料 $\text{LiMn}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}\text{PO}_4$ 的一种工艺流程如图所示。



已知:①原料中铁元素与锰元素物质的量之比 $n(\text{Fe}) : n(\text{Mn}) = 1.2 : 1$;

②“沉淀”后得到 $\text{Mn}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$;

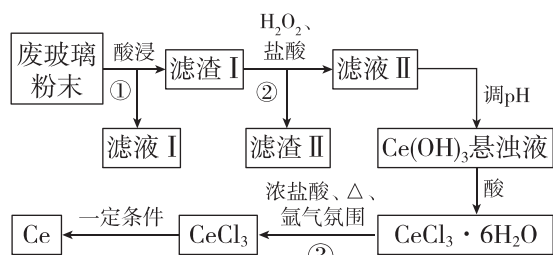
③相关物质的 K_{sp} 如下:

	Fe(OH) ₂	MgF ₂	MnF ₂	CaF ₂	Mn(OH) ₂
K_{sp}	8×10^{-16}	7.1×10^{-11}	5.3×10^{-3}	4×10^{-11}	1.9×10^{-13}

回答下列问题:

- (1)“酸浸”中,提高浸取速率的方法为_____。(答出一条即可)。
- (2)滤液①中铁元素的存在形式为 Fe^{2+} ,写出该工艺条件下 Fe 粉与 MnO_2 反应的离子方程式:_____。
- (3)滤渣①的成分为_____ (填化学式)。
- (4)“除杂”前滤液①调节的 pH 不宜过低的原因是_____。
- (5)“焙烧”过程中通入 Ar 的目的为_____;该过程中除产品外,还有 H_2O 和两种气体生成,“焙烧”过程反应的化学方程式为_____。

4. [2025·湖南“长望浏宁”四县联考] 以液晶显示屏生产过程中产生的废玻璃粉末(含 CeO_2 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 等)为原料回收 Ce 的流程如图所示。



已知:

- i. CeO_2 具有强氧化性,通常情况不与常见的无机酸反应。
- ii. 几种阳离子转化为沉淀的 pH 如下:

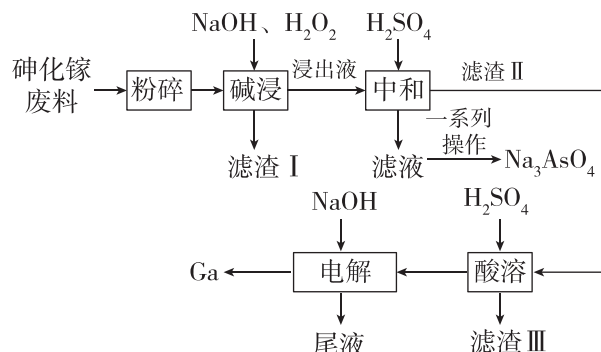
金属阳离子	Fe^{3+}	Ce^{3+}	Al^{3+}	Fe^{2+}
开始沉淀的 pH	1.5	7.6	3.4	6.5
沉淀完全的 pH	2.8	9.4	4.7	9.0

回答下列问题:

- (1)为了加快废玻璃粉末的酸浸速率,通常采用的方法有_____。(至少写一种)。
- (2)操作①和②的名称为_____。
- (3)写出加入的 H_2O_2 与 CeO_2 反应的离子方程式:_____。
- (4)操作②中也需要调节 pH,调节 pH 的范围为_____,常温下,向滤液 II 中加入碱调节溶液的 pH=9 时, $\text{Ce}(\text{OH})_3$ 悬浊液中 $c(\text{Ce}^{3+}) = \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ [已知:25 °C 时, $\text{Ce}(\text{OH})_3$ 的 $K_{\text{sp}} = 8.0 \times 10^{-21}$]。

- (5)操作③需加入浓盐酸的原因是_____,在氩气氛围中加热的目的是_____。

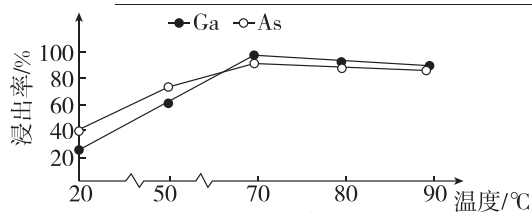
5. [2025·山东泰安二模] 从砷化镓废料(主要成分为 GaAs ,含 Fe_2O_3 、 SiO_2 和 CaCO_3 等杂质)中回收镓和砷的工艺流程如图所示。



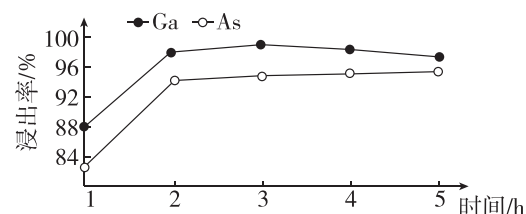
已知: $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 是两性氢氧化物。25 °C 时 $\text{Ga}(\text{OH})_3$ 的酸式电离平衡常数 $K_{\text{a}} = 1 \times 10^{-12.5}$; $K_{\text{sp}}[\text{Ga}(\text{OH})_3] = 1 \times 10^{-35}$ 。

回答下列问题:

- (1)“粉碎”的目的是_____。
- (2)图甲、图乙分别为碱浸时温度和浸泡时间对浸出率的影响,根据图中信息确定最佳反应条件为_____;超过 70 °C 浸出率下降的原因可能是_____。



甲 温度对浸出率的影响

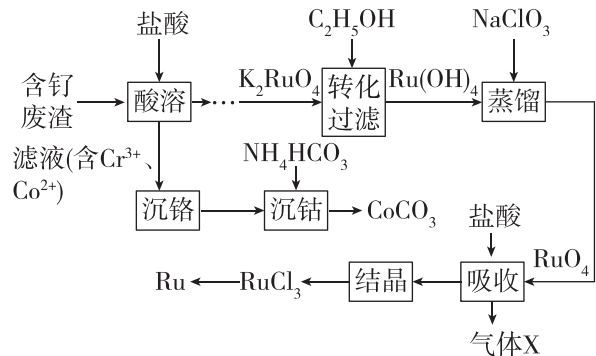


乙 时间对浸出率的影响

- (3)砷化镓(GaAs)在“碱浸”时转化为 $\text{Na}[\text{Ga}(\text{OH})_4]$ 和 Na_3AsO_4 进入溶液,该反应的离子方程式为_____。
- (4)为提高镓的回收率,“中和”加硫酸调 pH 的范围是_____ (溶液中含镓元素的微粒的浓度小于 $1 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,认为沉淀完全)。
- (5)滤渣 II 的主要成分是_____。
- (6)“酸溶”后的滤液中加入过量的 NaOH ,然后电解,阴极的电极反应式为_____。

微点突破练 3 工艺流程中的相关计算

1. [2025·广东大湾区二模] 贵金属元素钌(Ru)的产品广泛应用于电子、航空航天、化工等领域。一种利用某含钌废渣(主要成分为 Ru, 含 Co、Cr、Si 等物质)回收 Ru 的工艺流程如图所示。



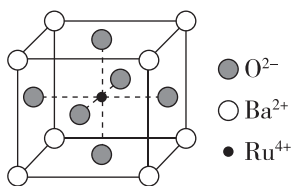
已知: 常温下, $K_{sp}[\text{Cr}(\text{OH})_3] = 1.0 \times 10^{-32}$, $K_{sp}[\text{Co}(\text{OH})_2] = 1.8 \times 10^{-15}$ 。

(1)“转化过滤”过程中 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 变为 CH_3CHO , 且溶液的 pH 明显增大, 则该反应的化学方程式为_____。

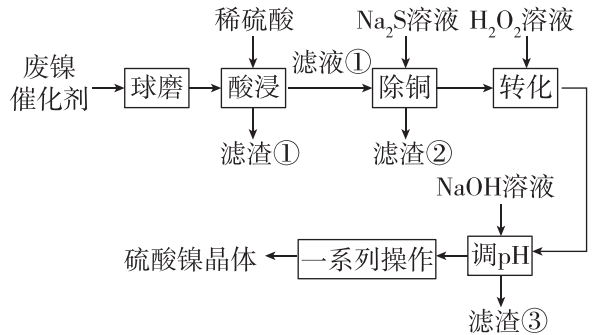
(2)气体 X 通入热的 NaOH 溶液中充分反应, 经处理后可循环至“蒸馏”工序, 则生成气体 X 的离子方程式为_____。

(3)常温下, “酸溶”后的滤液中含 Cr^{3+} 和 Co^{2+} 的浓度分别为 $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、 $1.8 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, “沉铬”时需调节 pH 的范围为_____。[已知: 当 $c(\text{M}^{n+}) \leq 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 可认为 M^{n+} 已经沉淀完全, M^{n+} 表示金属离子]

(4)某种含钌化合物的立方晶胞结构如图所示, 该晶胞中与 Ba^{2+} 距离最近的离子是_____; 若该晶体的密度为 $\rho \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 则该晶胞的边长为_____ pm。(设 N_A 为阿伏伽德罗常数的值)



2. [2025·湖南部分学校联考] 镍是一种有色金属, 被称为“钢铁工业的维生素”。以某废镍催化剂(含有 NiO 、 CuO 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 PbO 等氧化物)为原料回收 NiSO_4 的工艺流程如图所示。



已知: ①在该实验条件下, H_2O_2 、 Fe^{3+} 均不能氧化 Ni^{2+} ;

② $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = 1.1 \times 10^{-7}$, $K_{a2}(\text{HS}^-) = 1.3 \times 10^{-13}$, $K_{sp}[\text{Ni}(\text{OH})_2] = 1 \times 10^{-15.6}$;

③部分金属硫化物的 K_{sp} 及开始沉淀和完全沉淀的 pH 如下表所示。

金属硫化物	K_{sp}	开始沉淀 pH	完全沉淀 pH
FeS	6.3×10^{-16}	4.64	5.91
NiS	3.2×10^{-19}	2.64	4.27
CuS	6.3×10^{-36}		
PbS	2.5×10^{-22}	1.46	2.71

回答下列问题:

(1)查阅资料: 在水溶液中, $\text{pH} < 6.45$ 时 Ni^{2+} 能稳定存在, $\text{pH} < 4.11$ 时 Cu^{2+} 能稳定存在。若以滤渣②为原料制备硫酸铜, 则在“酸浸”时, 溶液 pH 的最大整数值为_____。

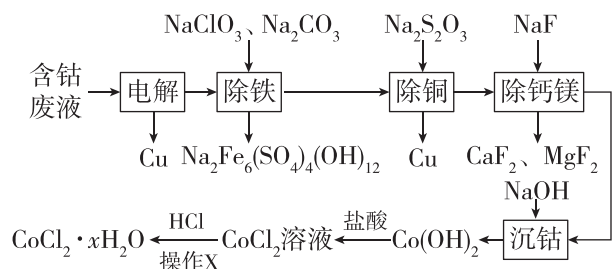
(2)“除铜”步骤中, 当 Cu^{2+} 完全沉淀时溶液中 $c^2(\text{H}^+) \approx$ _____ $\times c(\text{H}_2\text{S})$ 。(保留三位有效数字, 当溶液中离子浓度 $\leq 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 认为该离子沉淀完全)

(3)“转化”过程中 H_2O_2 溶液的主要作用是_____ (填离子方程式); “调 pH”步骤的目的是_____。

(4)试分析上述工艺流程在除杂过程中, 造成镍元素损失的主要原因:_____。

(答出一条即可); 以 1 t 废镍催化剂(Ni 的质量分数为 10.0%)为原料按上述工艺流程回收 NiSO_4 , 镍的回收率为 82.6%, 则最终得到 NiSO_4 的质量为_____ kg。

3. $\text{CoCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 广泛用于生产、生活等方面。以含钴废液(主要含 Co^{2+} , 含少量 Fe^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等)为原料制备 $\text{CoCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 的流程如图所示。



已知: 常温下, $K_{\text{sp}}(\text{MgF}_2) = 9.0 \times 10^{-11}$, $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2) = 5.3 \times 10^{-9}$, $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$, $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1.12 \times 10^{-12}$ 。

回答下列问题:

(1)“电解”工序阴极的电极反应式为_____。若 NaClO_3 被还原为 Cl^- , 则生成 1 mol $\text{Na}_2\text{Fe}_6(\text{SO}_4)_4(\text{OH})_{12}$ 至少需要_____mol NaClO_3 。

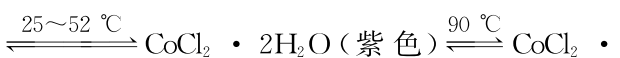
(2) 已知“除铜”工序后滤液中 $c(\text{Mg}^{2+}) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Ca}^{2+}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 在“除钙镁”工序中, 先生成的沉淀是_____ (填化学式)。

(3)“沉钴”工序分离 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 操作要快, 否则 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 在潮湿空气中易被氧化成 $\text{Co}(\text{OH})_3$ 。写出 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 在潮湿空气中发生反应的化学方程式:_____。

操作 X 在 HCl 气氛中完成, HCl 的作用是_____。

(4)氯化钴结晶水合物颜色与组成有关。

CoCl_2 的水合物在加热逐步失去结晶水的过程中会呈现不同的颜色: $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (粉红色)

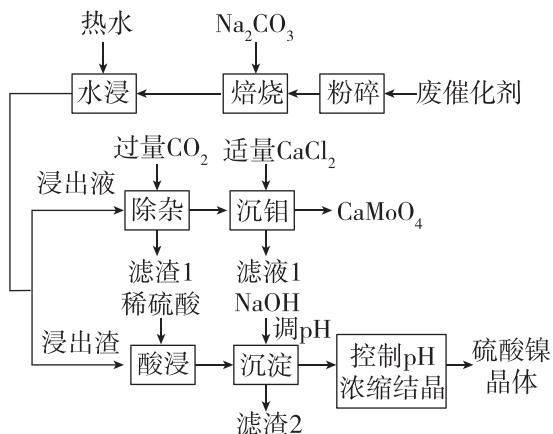


请根据此性质设计 CoCl_2 的一种用途:_____。

(5)测定样品中结晶水含量。准确称取 1.66 g $\text{CoCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 样品溶于水配制成 250 mL 溶液, 准确量取 25.00 mL 配制的溶液于锥形瓶中, 滴入几滴 Na_2CrO_4 溶液, 用 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{AgNO}_3$

标准溶液滴定至终点, 消耗标准溶液 20.00 mL。计算可得 $x = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

4. [2025 · 河南洛平许济二模] 钼(Mo)广泛应用于化工生产、医疗卫生及国防战略领域。一种从废催化剂(主要含 NiO 、 MoO_3 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3)中富集回收钼和镍的工艺流程如图所示。



已知: ① NiO 、 Fe_2O_3 在高温时不与 Na_2CO_3 反应。

② 25°C 时, $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 2.8 \times 10^{-39}$, $K_{\text{sp}}[\text{Ni}(\text{OH})_2] = 2 \times 10^{-15}$, $K_{\text{sp}}(\text{CaMoO}_4) = 1.46 \times 10^{-8}$, $K_{\text{sp}}(\text{CaCO}_3) = 3.36 \times 10^{-9}$; H_2CO_3 的 $K_{\text{a1}} = 4.5 \times 10^{-7}$, $K_{\text{a2}} = 4.7 \times 10^{-11}$ 。

回答下列问题:

(1)“粉碎”废催化剂的目的是_____。

(2)“焙烧”中, 废催化剂中的 MoO_3 与 Na_2CO_3 反应生成可溶性钠盐, 该反应的化学方程式为_____。

(3)“除杂”中, 加入过量 CO_2 , 发生反应的离子方程式为_____。

(4)滤渣 2 的成分是_____ (填化学式)。

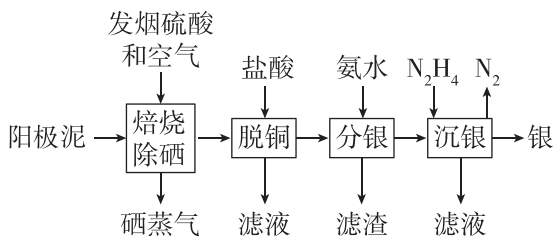
“沉淀”时, 若溶液中金属阳离子的浓度均为 $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 应控制 pH 不超过_____。

(5)“沉钼”时, pH 为 7.0, 若条件控制不当, 会产生 CaCO_3 沉淀。为避免 CaMoO_4 中混入 CaCO_3 , 当溶液中 $c(\text{HCO}_3^-) : c(\text{MoO}_4^{2-}) = \underline{\hspace{2cm}}$ (列出计算式) 时, 应停止加入 CaCl_2 溶液。

(6)将分离出硫酸镍晶体后的母液收集、循环使用, 其意义是_____。

► 题型强化练 (一) 化学工艺流程 A

1. [2025·河北沧州五县联考一模] 半湿法处理铜阳极泥回收贵金属银、铂、金的工艺流程如图所示。



已知:①“焙烧除硒”过程中硒、铜和银转化为相应的氧化物;②“分银”工艺中银转化为 $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ 。

回答下列问题:

(1) CuAgSe 中铜元素的化合价为 _____ 价;基态 Cu 原子的价层电子轨道表示式为 _____, Cu 元素位于周期表 _____ 区。

(2)“脱铜”工艺中,与银元素相关的离子方程式为 _____。

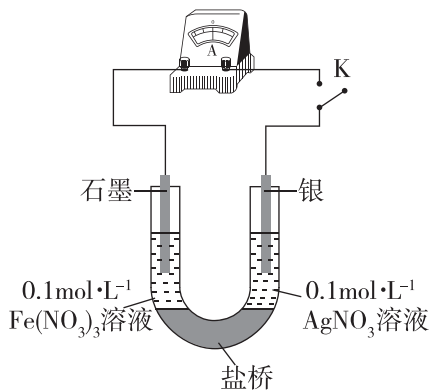
(3)“分银”得到滤渣的主要成分有 Pt 和 _____。

(4)“沉银”过程中肼(N_2H_4)的作用是 _____。

(5)经上述工艺得到的粗银还需进行电解精炼:纯银作阴极,电解液为硝酸和硝酸银的混合溶液。硝酸浓度不能过大,可能的原因是 _____。

_____ (用化学语言解释)。

(6)某研究性学习小组为探究 Ag 与 Fe^{3+} 的反应,按如图所示装置进行实验(盐桥中的物质不参与反应)。

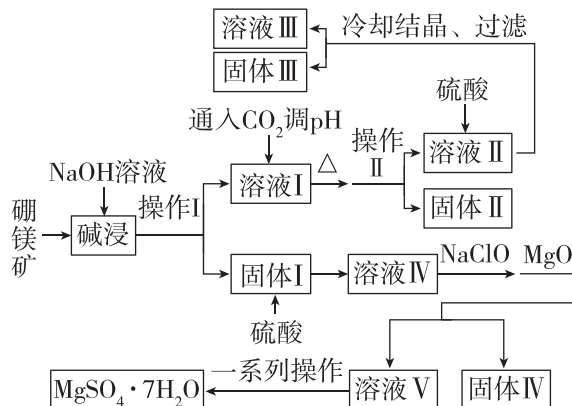


①K 闭合时,电流表指针偏转,石墨作 _____ (填“正极”或“负极”)。

②当指针归零后,向 U 形管左侧滴加几滴 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ 浓溶液,发现指针向反方向偏转,写出此时银电极的电极反应式: _____。

③结合上述实验分析,写出 Fe^{3+} 和 Ag 反应的离子方程式: _____。

2. [2025·安徽皖江名校三模] 工业上以硼镁矿(主要成分是 $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 还含有 Al_2O_3 、 MnO 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 等杂质)为原料生产硼酸和七水硫酸镁,工艺流程如图所示。



(1)为提高碱浸效率,可采取的措施有 _____ (任答两点即可)。

(2) $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5$ 中 B 元素化合价为 _____ 价,其与 NaOH 溶液反应生成 MgO 和 NaBO_2 , 则 NaBO_2 溶液中离子浓度由大到小的顺序为 _____。

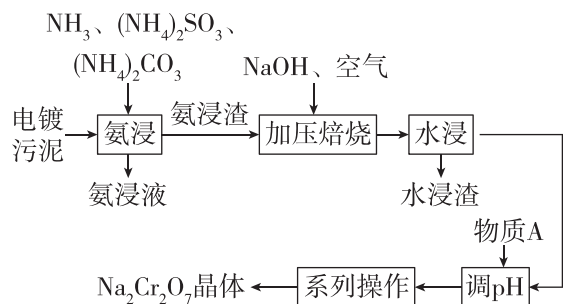
(3)硼砂的主要成分为 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, 易溶于水,且易水解: $\text{B}_4\text{O}_7^{2-} + 7\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{H}_3\text{BO}_3$ (硼酸) + 2OH^- (硼酸在常温下溶解度较小), 写出 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 与硫酸反应的化学方程式: _____。

(4)操作 II 前“加热”的目的是 _____。

(5)①固体 IV 的主要成分除 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 外,还含有一种不溶于稀盐酸的黑色固体,该固体是 _____,生成该物质的离子方程式为 _____。

②若仅考虑使 Fe^{3+} 完全沉淀,则加入 MgO 调 pH 应不小于 _____ {已知: i. 该工艺条件下, $K_{\text{sp}}[\text{Fe}(\text{OH})_3] = 8.0 \times 10^{-38}$; ii. $\lg 2 \approx 0.3$; iii. 某离子浓度 $\leq 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,即视为已完全沉淀}。

3. [2025·辽宁鞍山二模] 以电镀污泥(含 Cr^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Zn^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Ag^{+} 等)为原料生产 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 晶体的流程如图所示。



已知: I. 25 °C时, $K_b(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 10^{-5}$;

II. Zn^{2+} 能形成无色的 $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 。

回答下列问题:

(1)氨浸液中的 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 能使污泥中的一种胶状物转化为疏松的颗粒。

①“氨浸”步骤在 $\text{NH}_3\text{-(NH}_4)_2\text{CO}_3$ 缓冲溶液中进行, Fe^{3+} 可被 SO_3^{2-} 还原生成 FeCO_3 , 该反应的离子方程式为

②氨浸渣中的 FeCO_3 在 X 射线衍射图谱中产生了明锐衍射峰,则 FeCO_3 属于_____ (填“晶体”或“非晶体”)。

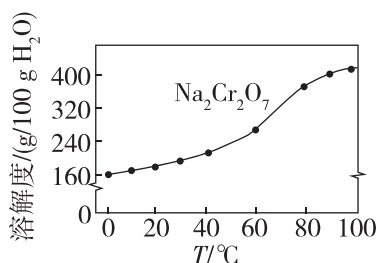
③25 ℃ 时,若测得氨浸液 pH 为 9,则溶液中 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ _____ (填“>”“<”或“=”) $c(\text{NH}_4^+)$ 。

④ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 提高了氨浸液和浸渣的分离效率,原因是

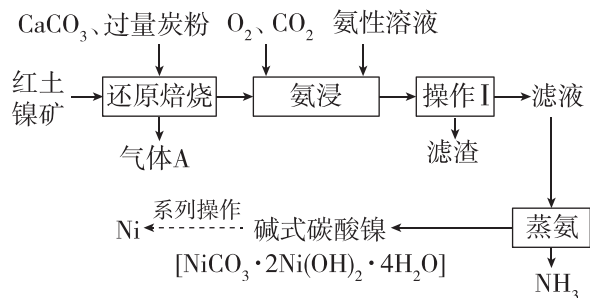
⑤氨浸液呈深蓝色,其中呈蓝色离子的结构简式为_____。

(2)水浸液中含+6价Cr的含氧酸盐,请从平衡移动角度指出物质A为_____ (填化学式),并用适当的化学用语阐述原理:

(3)根据 $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 的溶解度曲线(如图所示)指出“系列操作”为_____。



4. [2025·湖南沅澧共同体联考] 镍是重要的战略储备金属,广泛用于国防、航空航天、能源领域。从红土镍矿中冶炼镍成为了研究热点,红土镍矿主要含有 NiO 、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 等成分。一种碳还原-超声氨浸工艺流程如图所示。



已知:氨性溶液由 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 NH_4HCO_3 配制;
“还原焙烧”反应的产物为镍铁合金、硅酸钙。

回答下列问题:

(1)“气体 A”为 (填名称)。

(2)“氨浸”时的温度为 20℃,在此条件下超声浸取 1 h,浸出率可达 60%以上,选择该温度的原因是

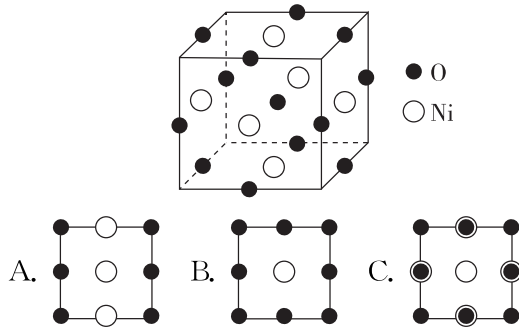
(3)Ni 经过“氨浸”后转化为含 $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ 的某酸式盐,写出“氨浸”中 Ni 发生反应的离子方程式:

(4)“操作 I”中需使用的玻璃仪器为

(5)“系列操作”中包含高温热解碱式碳酸镍生成NiO,再通入H₂制得Ni单质。请写出“高温热解”的化学方程式:

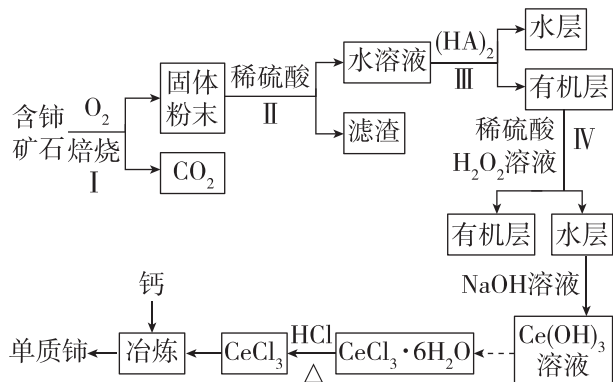
若生产 59 t 镍,理论上需要 _____ kg H_2 。

(6)碱式碳酸镍受热过程中可能生成其他镍的氧化物,其中一种晶胞结构如图所示,该氧化物的化学式为_____,该晶胞的俯视图为(填字母)。



► 题型强化练 (一) 化学工艺流程 B

1. [2025·河北秦皇岛一模] 铈(Ce)是地球上镧系元素中含量最丰富的稀土金属,可用于制备玻璃添加剂,汽车尾气净化催化剂等。工业上利用某种含铈矿石(主要成分为 CeFCO_3 , 还含少量 BaO 、 SiO_2 等)制取金属铈的一种工艺流程如图所示。回答下列问题:



已知:① $K_{sp}[\text{Ce}(\text{OH})_3]=1.0\times 10^{-20}$;

②硫酸体系中, Ce^{4+} 在 $(\text{HA})_2$ 中的溶解度大于其在水中的溶解度, Ce^{3+} 与之相反。

(1)焙烧时常采用逆流操作,即空气从焙烧炉下部通入,矿石从焙烧炉上部加入,这样操作的目的是_____。

(2)滤渣的主要成分是 SiO_2 和 _____ (填化学式),写出一条该物质在医疗上的应用:_____。

(3)步骤Ⅲ的操作名称是_____。

(4)步骤Ⅳ中发生反应的离子方程式为_____。

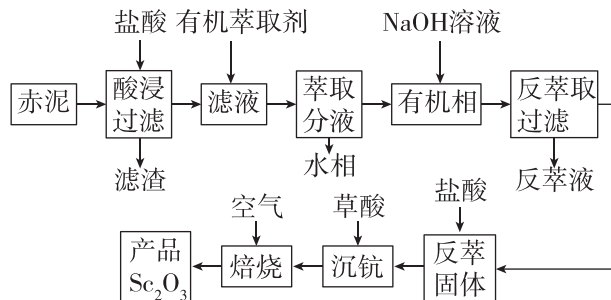
该步骤通常控制温度为 $40\sim 50\text{ }^\circ\text{C}$ 的原因是_____。

(5)步骤Ⅳ后,向水层中加入 NaOH 溶液来调节溶液的 pH, pH 大于 _____ 时, Ce^{3+} 完全生成 $\text{Ce}(\text{OH})_3$ 沉淀。(已知当溶液中某离子浓度小于 $1.0\times 10^{-5}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 时,可认为该离子沉淀完全)

(6)加热 $\text{CeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 制备无水 CeCl_3 时, HCl 的作用是_____。下列金属冶炼方法与本工艺流程中加入钙冶炼 Ce 的方法相似的是 _____ (填字母)。

- A. 高炉炼铁 B. 电解熔融 NaCl 制钠
C. 利用铝热反应制锰 D. 氧化汞分解制汞

2. [2025·湖北八市二模] 氧化钪(Sc_2O_3)广泛应用于航天、激光等科学领域。一种从赤泥(一种矿渣,主要成分为 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 CaO 、 SiO_2 、 Sc_2O_3 、 TiO_2)中提取氧化钪的工艺流程如图所示。



已知: TiO_2 难溶于盐酸。

回答下列问题:

(1)基态 Sc 原子的价层电子轨道表示式为_____。

(2)①“酸浸过滤”后滤渣的主要成分为 _____。(填化学式)

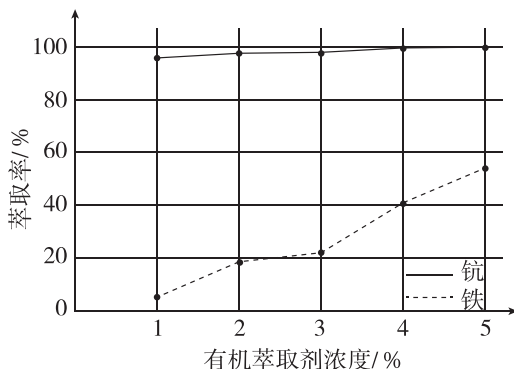
②“酸浸过滤”时影响钪的浸出率的因素有 _____ (至少写两条)。

(3)有机萃取剂萃取 Sc^{3+} 的反应原理可表示为 $\text{Sc}^{3+} + 3\text{HR} \rightleftharpoons \text{ScR}_3 + 3\text{H}^+$ (HR 代表有机萃取剂, ScR_3 为有机配合物)。

①向有机相中加入 NaOH 溶液反萃取时发生反应的离子方程式为 _____。

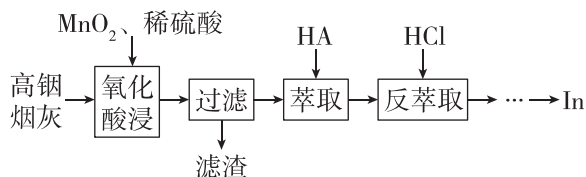
②反萃液可以再生利用,其方法是 _____。

(4)萃取时易发生 Sc^{3+} 、 Fe^{3+} 共萃现象,有机萃取剂的浓度对萃取率(萃取率=被萃取物进入有机相中的量占萃取前溶液中被萃取物总量的百分比)具有重要的影响,如图所示为有机萃取剂的浓度与钪、铁的萃取率关系图像,从图像中选择最合适的有机萃取剂浓度为 _____ %;为提高钪的回收率,“萃取分液”操作可进行多次,假设“滤液”中 $c(\text{Sc}^{3+})=a\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$,“萃取分液”每进行一次, Sc^{3+} 的萃取率为 98%,三次操作后“水相”中的 $c(\text{Sc}^{3+})=_____\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 。



(5)“反萃固体”进一步酸溶再“沉铟”的目的是_____。
 (6)“焙烧”时发生反应的化学方程式为_____。

3. [2025·江苏苏北四市一模] 从高铟烟灰中(主要含 In_2O_3 、 In_2S_3 、 PbO 、 SiO_2 等)提取铟的过程如下:



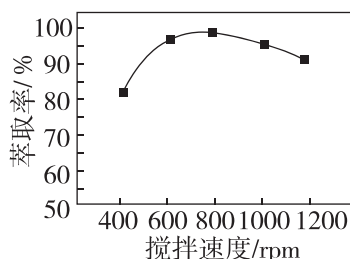
已知:使用有机萃取剂时,搅拌速度过快,易造成有机相乳化。

(1)氧化酸浸:向高铟烟灰中加入 MnO_2 和稀硫酸充分反应, In_2S_3 中硫元素被氧化为 SO_4^{2-} 。

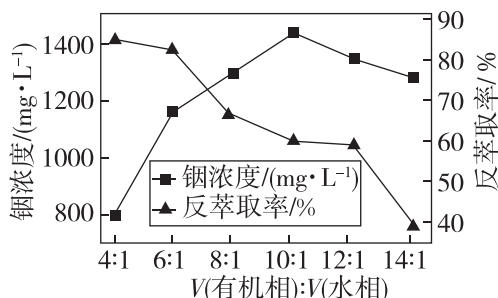
①写出 In_2S_3 发生反应的离子方程式:_____。

②过滤所得滤渣含 MnO_2 、 SiO_2 和 _____ (填化学式)。

(2)萃取:向滤液中加入有机萃取剂(HA)并搅拌,发生反应: In^{3+} (水相) + 3HA (有机相) $\rightleftharpoons$ InA_3 (有机相) + 3H^+ (水相)。在一定条件下,搅拌速度与铟萃取率的关系如图所示,铟萃取率的先增大后减小的可能原因是_____。



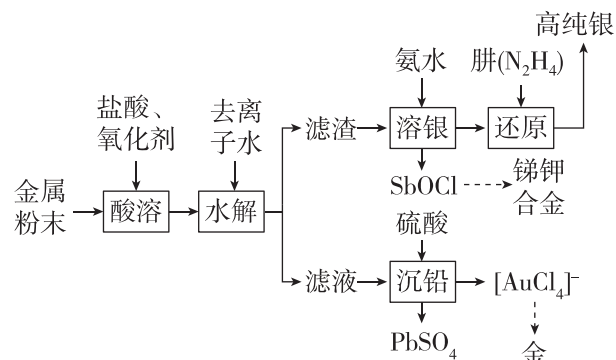
(3)反萃取: InA_3 (有机相) + 4HCl (水相) $\rightleftharpoons$ HInCl_4 (水相) + 3HA (有机相),有机相与水相体积比和反萃取率、水相中铟浓度的关系如图所示,操作时选择有机相与水相体积比为 _____,原因是_____。



(4)制备铟:分液,向水相中加入足量 Zn ,反应的化学方程式为_____。

若锌粉的利用率为 78%,获得 6.9 kg 铟时需要使用锌粉 _____ kg。

4. [2025·广东肇庆二模] 贵金属在电子工业领域有着重要应用。一种从废旧电路板富集回收的金属粉末(含金、银、锑、铅等)中回收金、银及制备锑钾合金的工艺流程如图所示。



已知:①金属元素“酸溶”主要转化为 $[\text{AuCl}_4]^-$ 、 $[\text{AgCl}_2]^-$ 、 $[\text{PbCl}_4]^{2-}$ 、 Sb^{3+} 等;

② $\text{PbCl}_2(\text{s}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{PbCl}_4]^{2-}(\text{aq})$,

$\text{PbCl}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq})$;

③常温下, $K_{\text{sp}}(\text{PbCl}_2) = 1.6 \times 10^{-5}$,

$K_{\text{sp}}(\text{PbSO}_4) = 1.6 \times 10^{-8}$, $K_{\text{b}}(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 1.8 \times 10^{-5}$;

④金属离子完全沉淀时,其离子浓度 $\leq 1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

(1)“酸溶”过程中,先将金属进行粉碎的目的为_____;

“酸溶”后得到含 +3 价金属元素的配离子为 _____ (填化学式)。

(2)“水解”过程中, Sb^{3+} 水解生成 SbOCl 的离子方程式为_____。

(3)“溶银”过程中,常温下当溶液 $\text{pH}=4$ 时,溶液中 $c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$ _____ (填“>”“<”或“=”) $c(\text{NH}_4^+)$ 。

(4)“还原”过程中,加入的绿色还原剂 N_2H_4 是二元弱碱,其在水中第一步电离方程式为 $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+ + \text{OH}^-$,则第二步电离方程式为_____。

(5)“沉铅”过程中,从平衡移动的角度解释加入硫酸的作用:_____。

_____;

若“沉铅”时 Pb^{2+} 完全转化为 PbSO_4 ,则此时溶液中 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 不低于 _____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。