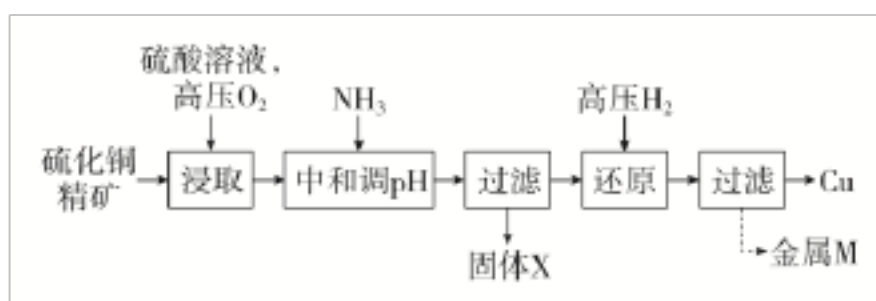


高考题型专项突破 突破化学工艺流程题

① 真题精研

例1 (2022 山东高考)高压氢还原法可直接从溶液中提取金属粉。以硫化铜精矿(含 Zn、Fe 元素的杂质)为主要原料制备 Cu 粉的工艺流程如下,可能用到的数据见下表。



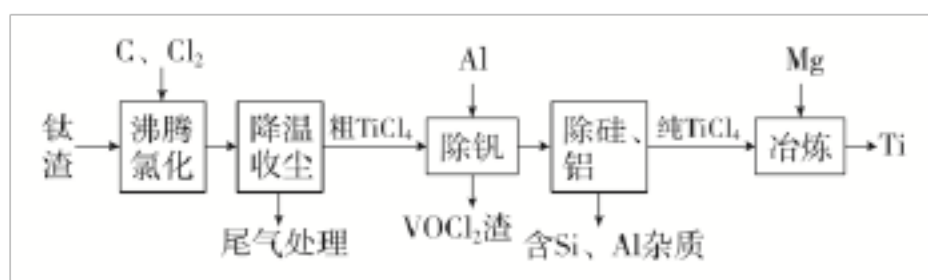
	Fe(OH) ₃	Cu(OH) ₂	Zn(OH) ₂
开始沉淀 pH	1.9	4.2	6.2
沉淀完全 pH	3.2	6.7	8.2

下列说法错误的是()

- A. 固体 X 主要成分是 Fe(OH)₃ 和 S; 金属 M 为 Zn
- B. 浸取时, 增大 O₂ 压强可促进金属离子浸出
- C. 中和调 pH 的范围为 3.2~4.2
- D. 还原时, 增大溶液酸度有利于 Cu 的生成

[答案] D

例2 (2022 湖南高考节选)钛(Ti)及其合金是理想的高强度、低密度结构材料。以钛渣(主要成分为 TiO₂, 含少量 V、Si 和 Al 的氧化物杂质)为原料, 制备金属钛的工艺流程如下:



已知“降温收尘”后，粗 TiCl_4 中含有的几种物质的沸点：

物质	TiCl_4	VOCl_3	SiCl_4	AlCl_3
沸点/ $^{\circ}\text{C}$	136	127	57	180

回答下列问题：

(1) TiO_2 与 C 、 Cl_2 在 $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的沸腾炉中充分反应后，混合气体中各组分的分压如下表：

物质	TiCl_4	CO	CO_2	Cl_2
分压/ MPa	4.59×10^{-2}	1.84×10^{-2}	3.70×10^{-2}	5.98×10^{-9}

随着温度升高，尾气中 CO 的含量升高，原因是_____。

(2) “除钒”过程中的化学方程式为_____；“除硅、铝”过程中，分离 TiCl_4 中含 Si 、 Al 杂质的方法是_____。

(3) “除钒”和“除硅、铝”的顺序_____ (填“能”或“不能”)交换，理由是_____。

(4) 下列金属冶炼方法与本工艺流程中加入 Mg 冶炼 Ti 的方法相似的是_____。

- A. 高炉炼铁
- B. 电解熔融氯化钠制钠
- C. 铝热反应制锰
- D. 氧化汞分解制汞

[解题思路分析] 钛渣中加入 C 、 Cl_2 进行沸腾氯化，转化为相应的氯化物，降温收尘后得到粗 TiCl_4 ，加入单质 Al 除钒，再除硅、铝得到纯 TiCl_4 ，加入 Mg 还原得到 Ti 。

(4) 高炉炼铁的原理是用还原剂将铁矿石中铁的氧化物还原成金属铁，属于热

还原法；电解熔融氯化钠制取金属钠的原理是电解法；铝热反应制锰是利用 Al 作还原剂，将锰从其化合物中还原出来，为热还原法；Hg 为不活泼金属，可以直接用加热分解氧化汞的方法制备汞。

[答案] (1)随着温度升高， CO_2 与 C 发生反应 $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$

(2) $3\text{VOCl}_3 + \text{Al} \rightleftharpoons 3\text{VOCl}_2 + \text{AlCl}_3$ 蒸馏

(3)不能 若先“除硅、铝”再“除钒”，“除钒”时需要加入 Al，又引入 Al 杂质

(4)AC

2 题型突破

一、试题特点

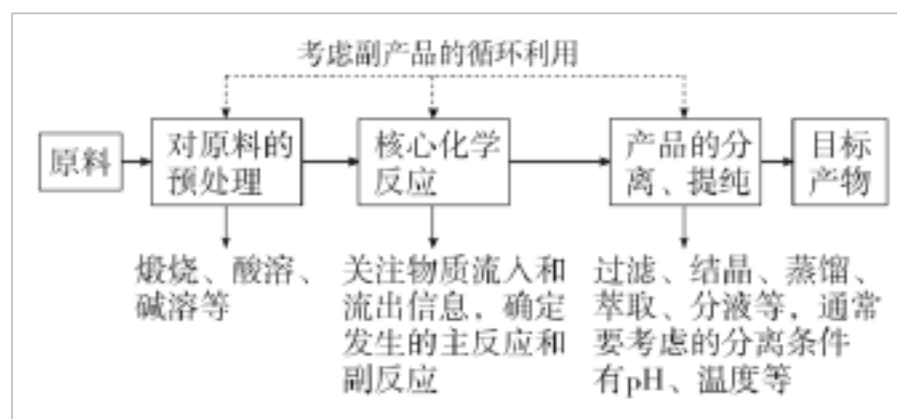
1. 以与化工生产和日常生活密切相关的物质制备、分离和提纯为中心，以流程图、装置图为信息背景，以物质的性质、转化、分离等为考点，将化学用语、元素化合物知识、化学反应原理、实验(仪器、操作等)、化学计算等内容有机融合。

2. 题目的陌生度很高，通常出现较多的新名词、新物质、新方法、新设备等。问题的设置一般包括化学实验仪器、实验基本操作方法、陌生化学方程式或离子方程式的书写、化学计算、绿色化学思想等。

二、工业生产流程的主线和核心

1. 中学化学中涉及的工业生产：工业制粗硅、制漂白粉、工业制硫酸、合成氨工业、工业制硝酸、氯碱工业、工业制玻璃、工业制纯碱。

2. 化工生产流程图模版



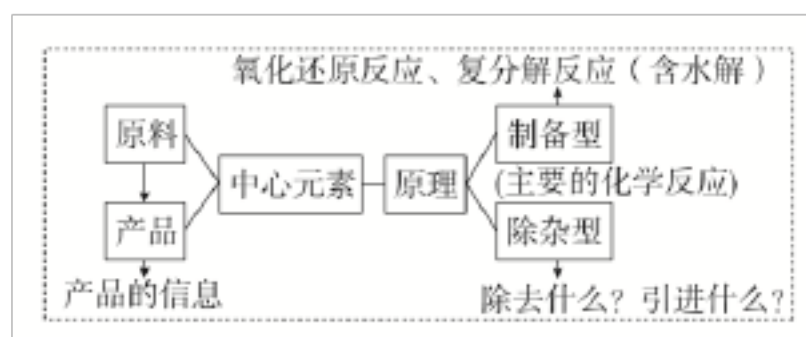
三、工业流程题中常用的关键词

1. 灼烧(煅烧、焙烧): 原料的预处理, 不易转化的物质转化为容易提取的物质, 如海带中提取碘。
2. 酸: 溶解, 去氧化物(膜), 调节 pH 促进水解(或生成沉淀)。
3. 碱: 去油污, 去铝片氧化膜, 溶解铝、二氧化硅, 调节 pH 促进水解(或生成沉淀)。
4. 盐: 用于吸收气体, 如碳酸钠、亚硫酸钠溶液吸收 CO_2 、 SO_2 , FeCl_2 溶液用于吸收 Cl_2 , 亚硫酸氢铵溶液用于吸收 NH_3 等等。
5. 氧化剂: 氧化某物质, 转化为易于被除去的离子(或沉淀)。
6. 还原剂: 还原某物质, 转化某物质、获得某种产品等。
7. 控制 pH: 通过加入氧化物等方法调节 pH, 促进某离子水解, 使其沉淀, 利于过滤分离。
8. 加热(煮沸、蒸馏、分馏等): 促进水解, 聚沉后利于分离物质, 等等。

③ 解题策略

一、掌握解题流程

1. 审题干——明确原料成分和目的要求



2. 审流程——明确各步转化原理和目的

(1)看箭头:进入的是原料(即反应物);出去的是生成物(包括主产物和副产物)。

(2)看三线:主线主产品、分支副产品、回头为循环。

(3)找信息:明确反应条件控制和分离提纯方法。

(4)关注所加物质的可能作用:参与反应、提供反应氛围、满足定量要求。

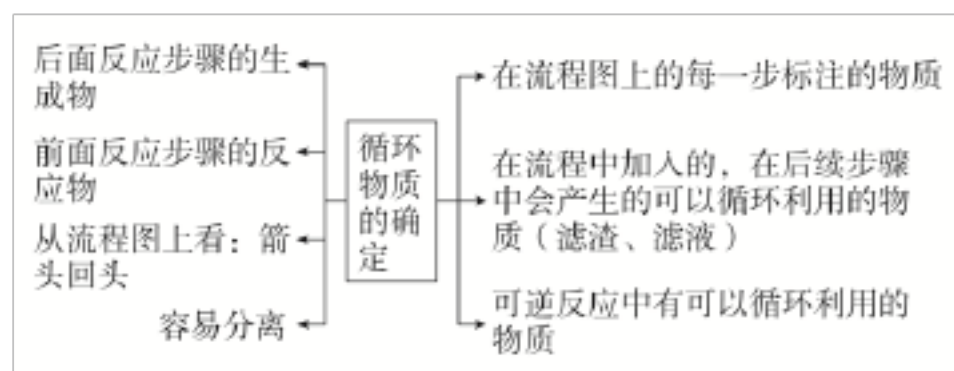
3. 审问题——明确答什么

(1)不要答非所问:要看清题目要求,按要求答题,防止答非所问。

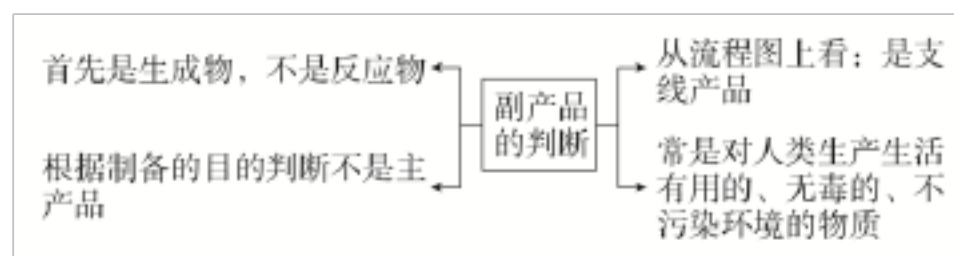
(2)规范答题:回答问题要准确全面,注意语言表达的规范性,特别是化学用语的书写与表示要准确、规范。

二、掌握确定工艺流程中重要物质的方法

1. 循环物质的确定



2. 副产品的判断



3. 滤渣、滤液成分的确定

要考虑样品中原料和杂质的成分在每一步中与每一种试剂反应的情况:

(1)反应过程中哪些物质(离子)消失了。

(2)所加试剂是否过量或离子间发生化学反应又产生了哪些新离子,要考虑这些离子间是否会发生反应。

三、记忆答题术语，规范作答

1. 增大原料浸出率(离子在溶液中含量的多少)的措施: 搅拌、升高温度、延长浸出时间、增大气体的流速(浓度、压强), 增大气液或固液接触面积。

2. 加热的目的: 加快反应速率或促使平衡向某个方向移动。

3. 温度不高于 $x\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的原因: 适当加快反应速率, 但温度过高会造成物质挥发(如浓硝酸)、分解(如 H_2O_2)、氧化(如 Na_2SO_3)或促进物质水解(如 AlCl_3)等, 影响产品的生成。

4. 从滤液中提取一般晶体(溶解度随温度升高而增大的晶体)的方法: 蒸发浓缩(至有晶膜出现)、冷却结晶、过滤、洗涤(冰水洗、乙醇洗)、干燥。

5. 从滤液中提取溶解度受温度影响较小或随温度升高而减小的晶体的方法: 蒸发浓缩、趁热过滤(如果温度下降, 杂质也会以晶体的形式析出)、洗涤、干燥。

6. 减压蒸馏(减压蒸发)的原因: 减小压强, 使液体沸点降低, 防止物质受热分解、挥发(如 H_2O_2 、浓硝酸、 NH_4HCO_3)。

7. 冰水洗涤的目的: 洗去晶体表面的杂质离子并减少被洗涤物质在洗涤过程中的溶解损耗。

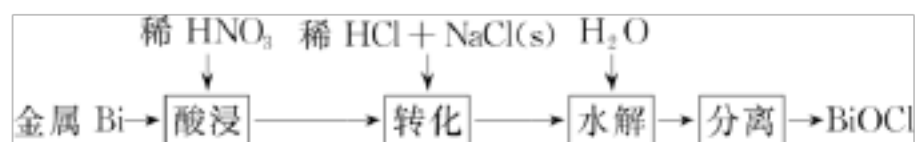
8. 乙醇洗涤的目的: 除去杂质离子并降低被洗涤物质的溶解度, 减少其在洗涤过程中的溶解损耗, 易得到较干燥的产物。

9. 蒸发时的气体环境: 抑制某离子的水解, 如加热蒸发 AlCl_3 溶液时为获得 AlCl_3 需在 HCl 气流中进行。

10. 事先煮沸溶液的原因: 除去溶解在溶液中的气体(如氧气), 防止物质被氧化。

④ 题型专练

1. (2021 河北高考)BiOCl 是一种具有珍珠光泽的材料,利用金属 Bi 制备 BiOCl 的工艺流程如图:



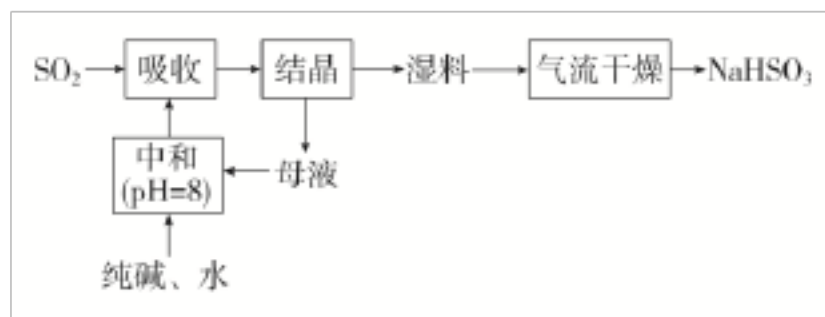
下列说法错误的是()

- A. 酸浸工序中分次加入稀 HNO₃ 可降低反应剧烈程度
- B. 转化工序中加入稀 HCl 可抑制生成 BiONO₃
- C. 水解工序中加入少量 CH₃COONa(s)可提高 Bi³⁺水解程度
- D. 水解工序中加入少量 NH₄NO₃(s)有利于 BiOCl 的生成

答案 D

解析 酸浸工序中分次加入稀 HNO₃, 反应物硝酸的浓度减小, 可降低反应剧烈程度, A 正确; 金属铋与硝酸反应生成的硝酸铋会发生水解反应生成 BiONO₃, 水解的离子方程式为 $\text{Bi}^{3+} + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BiONO}_3 + 2\text{H}^+$, 转化工序中加入稀 HCl, 使氢离子浓度增大, 硝酸铋水解平衡左移, 可抑制生成 BiONO₃, B 正确; 氯化铋水解生成 BiOCl 的离子方程式为 $\text{Bi}^{3+} + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BiOCl} + 2\text{H}^+$, 水解工序中加入少量 CH₃COONa(s), 醋酸根离子会结合氢离子生成弱电解质醋酸, 使氢离子浓度减小, 氯化铋水解平衡右移, 促进 Bi³⁺水解, C 正确; 氯化铋水解生成 BiOCl 的离子方程式为 $\text{Bi}^{3+} + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BiOCl} + 2\text{H}^+$, 水解工序中加入少量 NH₄NO₃(s), 铵根离子水解生成氢离子, 使氢离子浓度增大, 氯化铋水解平衡左移, 不利于生成 BiOCl, 且部分铋离子与硝酸根离子、水也会发生反应 $\text{Bi}^{3+} + \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{BiONO}_3 + 2\text{H}^+$, 也不利于生成 BiOCl, 综上所述, D 错误。

2. (2021 山东高考)工业上以 SO₂ 和纯碱为原料制备无水 NaHSO₃ 的主要流程如图, 下列说法错误的是()

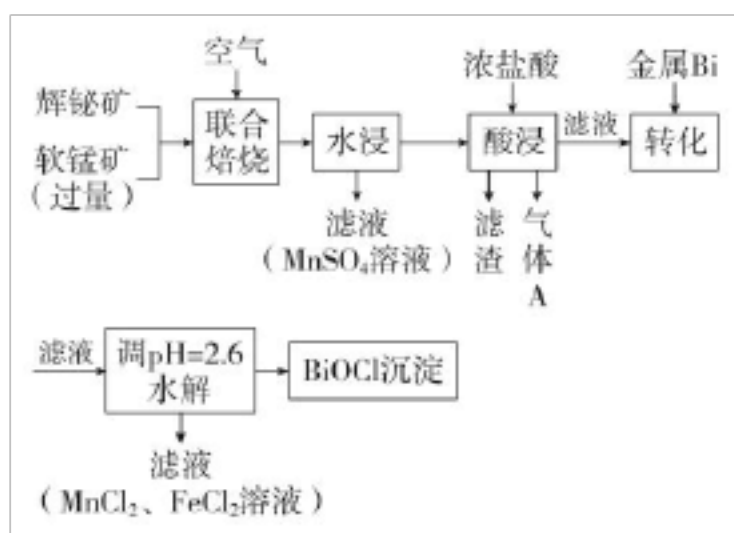


- A. 吸收过程中有气体生成
- B. 结晶后母液中含有 NaHCO_3
- C. 气流干燥湿料时温度不宜过高
- D. 中和后溶液中含 Na_2SO_3 和 NaHCO_3

答案 B

解析 根据工艺流程逆向分析可知，以二氧化硫和纯碱为原料，得到的结晶成分为 NaHSO_3 ，则母液为饱和 NaHSO_3 和过量的二氧化硫与水形成的亚硫酸，溶液呈酸性，所以加入纯碱进行中和，涉及的反应为 $\text{H}_2\text{SO}_3 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{NaHCO}_3$ ， $\text{NaHSO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaHCO}_3$ ，所以中和后得到 Na_2SO_3 和 NaHCO_3 ，通入二氧化硫气体进行混合吸收，此时吸收过程中发生反应为 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{NaHSO}_3 \downarrow$ ， $\text{SO}_2 + \text{NaHCO}_3 = \text{CO}_2 + \text{NaHSO}_3 \downarrow$ ，此时会析出大量 NaHSO_3 晶体，将得到的湿料再进行气流干燥，最终得到 NaHSO_3 产品。结晶后母液中含饱和 NaHSO_3 和过量的二氧化硫与水形成的亚硫酸，没有 NaHCO_3 ，B 错误。

3. (2022 辽宁高考)某工厂采用辉铋矿(主要成分为 Bi_2S_3 ，含有 FeS_2 、 SiO_2 杂质)与软锰矿(主要成分为 MnO_2)联合焙烧法制备 BiOCl 和 MnSO_4 ，工艺流程如下：



已知：①焙烧时过量的 MnO_2 分解为 Mn_2O_3 ， FeS_2 转变为 Fe_2O_3 ；

②金属活动性： $\text{Fe} > (\text{H}) > \text{Bi} > \text{Cu}$ ；

③相关金属离子形成氢氧化物的 pH 范围如下：

	开始沉淀 pH	完全沉淀 pH
Fe^{2+}	6.5	8.3
Fe^{3+}	1.6	2.8
Mn^{2+}	8.1	10.1

回答下列问题：

(1)为提高焙烧效率，可采取的措施为_____。

- 进一步粉碎矿石
- 鼓入适当过量的空气
- 降低焙烧温度

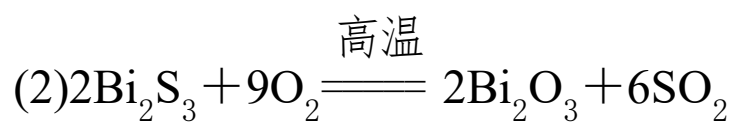
(2) Bi_2S_3 在空气中单独焙烧生成 Bi_2O_3 ，反应的化学方程式为_____。

(3)“酸浸”中过量浓盐酸的作用为：①充分浸出 Bi^{3+} 和 Mn^{2+} ；②_____。

(4)滤渣的主要成分为_____ (填化学式)。

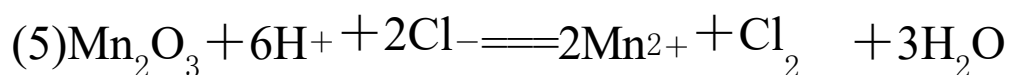
(5)生成气体 A 的离子方程式为_____。

(6)加入金属 Bi 的目的是_____。



(3) 抑制金属离子水解

(4) SiO_2



(6) 将 Fe^{3+} 转化为 Fe^{2+}

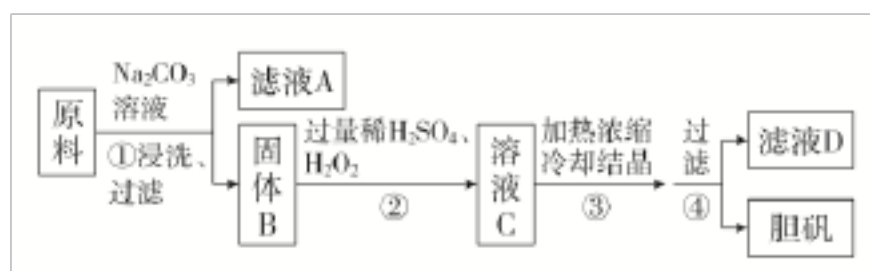
解析 联合焙烧：由已知信息①和第(2)问题干可知，发生转化： $\text{Bi}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{Bi}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$ 、 $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$ 、 $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn}_2\text{O}_3 + \text{MnSO}_4$ ，故联合焙烧后得到 Bi_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Mn_2O_3 、 MnSO_4 和 SiO_2 ；

水浸： MnSO_4 进入滤液，滤渣为 Bi_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Mn_2O_3 和 SiO_2 ；

酸浸：加入过量浓盐酸后， Bi_2O_3 和 Fe_2O_3 发生转化： $\text{Bi}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Bi}^{3+}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ ，因 Mn_2O_3 有氧化性，会与浓盐酸发生氧化还原反应： $\text{Mn}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 2\text{Cl}^- \rightleftharpoons 2\text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ ，气体 A 为 Cl_2 ，滤渣主要为不溶于浓盐酸的 SiO_2 ，滤液中金属离子为 Bi^{3+} 、 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 。

(6)由已知信息②知，Fe 的金属活动性强于 Bi，且调 $\text{pH}=2.6$ 时 Mn^{2+} 和 Fe^{2+} 进入滤液，可知加入金属 Bi 的目的是将 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} 。

4. (2022 海南高考)胆矾($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)是一种重要化工原料。某研究小组以生锈的铜屑为原料[主要成分是 Cu，含有少量的油污、 CuO 、 CuCO_3 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$]制备胆矾。流程如下。



回答问题：

的目的是_____。

(2)步骤②中,若仅用浓 H_2SO_4 溶解固体 B,将生成_____ (填化学式)污染环境。

(3)步骤②中,在 H_2O_2 存在下 Cu 溶于稀 H_2SO_4 ,反应的化学方程式为_____。

(4)经步骤④得到的胆矾,不能用水洗涤的主要原因是_____。

(5)实验证明,滤液 D 能将 I^- 氧化为 I_2 。

i. 甲同学认为不可能是步骤②中过量 H_2O_2 将 I^- 氧化为 I_2 ,理由是

-----。

ii. 乙同学通过实验证实只能是 Cu^{2+} 将 I^- 氧化为 I_2 ,写出乙同学的实验方案及结果_____ (不要求写具体操作过程)。

答案 (1)除油污 (2) SO_2

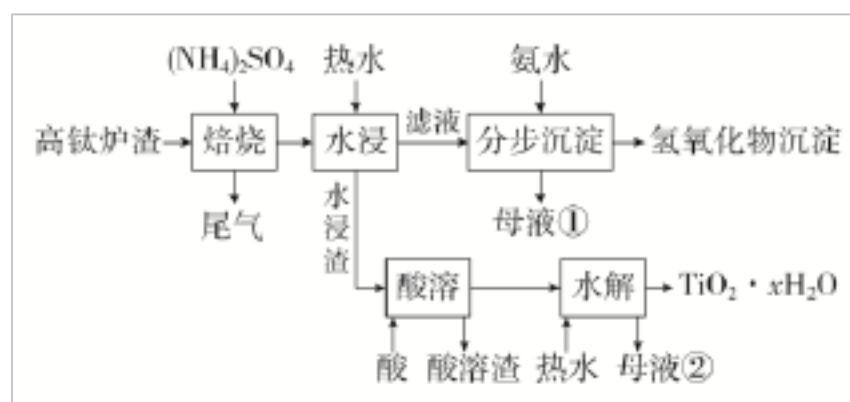


(4)胆矾晶体易溶于水

(5)i. 溶液 C 经步骤③加热浓缩后双氧水已完全分解 ii. 取滤液,向其中加入适量硫化钠,使铜离子恰好完全沉淀,再加入 I^- ,不能被氧化

解析 由流程中的信息可知,原料经碳酸钠溶液浸洗后过滤,可以除去原料表面的油污;固体 B 与过量的稀硫酸、双氧水反应,其中的 Cu 、 CuO 、 CuCO_3 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 均转化为 CuSO_4 ,溶液 C 为硫酸铜溶液和稀硫酸的混合液,加热浓缩、冷却结晶、过滤后得到胆矾。

5. (2021 全国乙卷)磁选后的炼铁高钛炉渣,主要成分有 TiO_2 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 CaO 以及少量的 Fe_2O_3 。为节约和充分利用资源,通过如下工艺流程回收



该工艺条件下，有关金属离子开始沉淀和沉淀完全的 见下表

金属离子	Fe ³⁺	Al ³⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
开始沉淀的 pH	2.2	3.5	9.5	12.4
沉淀完全(=1.0× 10 ⁻⁵ mol·L ⁻¹)的 pH	3.2	4.7	11.1	13.8

回答下列问题：

(1) “焙烧”中，TiO₂、SiO₂ 几乎不发生反应，Al₂O₃、MgO、CaO、Fe₂O₃ 转化为相应的硫酸盐。写出 Al₂O₃ 转化为 NH₄Al(SO₄)₂ 的化学方程式

_____。

(2) “水浸”后“滤液”的 pH 约为 2.0，在“分步沉淀”时用氨水逐步调节 pH 至 11.6 依次析出的金属离子是_____。

(3) “母液 ①”中 Mg²⁺ 浓度为_____ mol·L⁻¹。

(4) “水浸渣”在 160 °C “酸溶”，最适合的酸是_____。“酸溶渣”的成分是_____、_____。

(5) “酸溶”后，将溶液适当稀释并加热，TiO₂+水解析出 TiO₂·xH₂O 沉淀，该反应的离子方程式是_____。

(6) 将“母液①”和“母液②”混合，吸收尾气，经处理得_____，循环利用。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/918016107002006034>