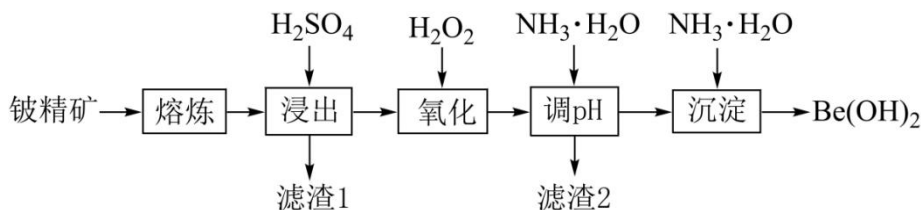


工艺设问升级改编

江苏省宜兴中学 柳金花

原题：铍是一种核性能优良的材料，铍精矿的主要成分为铍、铝、硅、铁的氧化物、碳酸钙，以铍精矿为原料制备氢氧化铍的工艺流程如图所示：

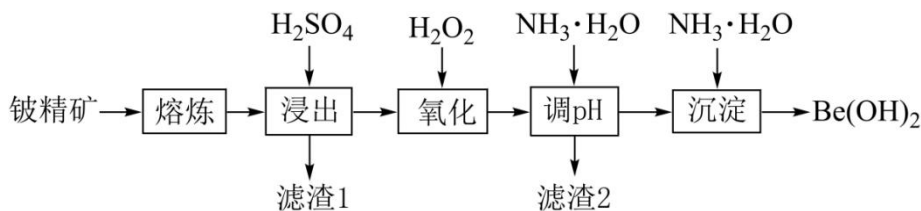


已知： i Al^{3+} 和 Be^{2+} 可通过调节溶液 pH 实现分步沉淀； ii $\text{Be}(\text{OH})_2$ 与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 具有相似的化学性质； iii 硅的氧化物难溶于硫酸。

下列说法正确的是 (B)

- A. 滤渣 1 的成分为二氧化硅
- B. “氧化”工序中用 NaClO 代替 H_2O_2 可达到目的且不影响产品纯度
- C. “沉淀”工序中需严格控制 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 加入量，以减少 $\text{Be}(\text{OH})_2$ 溶解损失
- D. “氧化”工序的主要反应为 $2\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

改编：铍及其化合物应用广泛，从铍精矿（主要含 BeO 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 FeO 、 CaCO_3 ）中制备 $\text{Be}(\text{OH})_2$ 的工艺流程如下：：



已知： i Al^{3+} 和 Be^{2+} 可通过调节溶液 pH 实现分步沉淀； ii $\text{Be}(\text{OH})_2$ 与 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 具有相似的化学性质； iii 硅的氧化物难溶于硫酸，破坏铍精矿的矿物结构。

部分金属离子沉淀的 pH 范围（常温，金属离子浓度为 0.01mol/L ）：

金属离子	开始沉淀 pH	完全沉淀 pH
Be^{2+}	5.2	6.7
Al^{3+}	3.0	4.7
Fe^{3+}	1.9	3.2
Fe^{2+}	7.6	9.6

请回答下列问题:

1. 滤渣 1 的主要成分是_____ (填化学式), 如何提高浸出率_____。
_____。(答两点)
2. 加入 H_2O_2 的离子方程式为_____, 若将 H_2O_2 替换为 NaClO_3 , 是否可行? 请说明理由_____。
3. 调 pH 的范围为_____, 目的是_____。
4. 加入过量 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 生成 $\text{Be}(\text{OH})_2$ 的离子方程式为_____。
5. 若流程中省略“熔炼”工序, 直接用稀 H_2SO_4 浸出铍精矿, 会导致的问题是_____。
_____。

题号	考查内容	考查核心素养	分值
1	难溶/微溶物判断、工艺流程中工序的作用	宏观辨识与微观探析(物质溶解性与过滤分离的关联)、证据推理与模型认知(工序作用的逻辑模型)	4
2	氧化还原反应离子方程式书写、氧化剂选择的可行性分析(反应产物对流程的影响)	宏观辨识与微观探析(氧化还原反应的本质)、科学探究与创新意识(氧化剂替换的可行性探究)	4
3	pH 调控对金属离子沉淀的影响、结合数据进行逻辑推理	证据推理与模型认知(pH 数据与沉淀程度的关联模型)、科学运算与实践应用(数据解读能力)	4
4	弱碱与金属离子的反应方程式书写、物质化学性质判断	宏观辨识与微观探析(弱碱的化学性质)、证据推理(反应方程式与物质性质的关联)	2
5	工艺流程的条件控制与误差分析(省略工序的后果)	科学态度与社会责任(工艺流程的严谨性)、证据推理与模型认知(工序缺失的连锁反应分析)	2

修改点及理由:

1. 将浸出试剂“稀 H_2SO_4 ”明确为“过量稀 H_2SO_4 ”, 理由是强调试剂用量可避免学生因“是否足量”产生歧义, 同时为后续“ CaCO_3 完全反应生成 CaSO_4 ”提供明确依据, 进一步考察“试剂用量对反应产物的影响”这一核心考点。
2. 给调 pH 条件补充具体数值“调 $\text{pH}=4.5$ ”, 理由是结合已知沉淀 pH 数据, 让 pH 调控的目的更具体, 要求学生通过对比 Al^{3+} 、 Fe^{3+} 完全沉淀 pH 与 Be^{2+} 开始沉淀 pH, 推理出“除杂不损失目标离子”的核心逻辑, 强化数据解读与推理能力的考察。
3. 新增“将 H_2O_2 替换为 NaClO_3 是否可行”的设问, 理由是该设计可考察氧化还原反应中氧化剂的选择原则, 即产物是否引入杂质、是否污染环境, 而 NaClO_3 氧化 Fe^{2+} 后生成 Cl^- , 不引入新杂质且氧化性强, 符合流程需求, 同时能培养学生的创新思维与可行性分析能力。
4. 新增第 5 问“省略熔炼工序的后果”, 理由是熔炼工序的核心作用是破坏矿物结构、使氧化物更易溶于酸, 省略后会导致浸出率降低, 该设问可考察学生对工艺流程整体逻辑的理解, 避免学生仅关注单个反应, 强化“全局观”的培养。
5. 将生成 $\text{Be}(\text{OH})_2$ 的反应条件明确为“加入 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 至过量”, 理由是强调弱碱过量可确保 Be^{2+} 完全沉淀, 同时考察 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的碱性, 且 $\text{Be}(\text{OH})_2$ 两性较弱, 不溶于过量弱碱, 能有效区分弱碱与强碱的差异, 细化物质性质的考察维度。

参考答案

1. SiO_2 、 CaSO_4 ；适当提高硫酸浓度；适当升高温度；粉碎矿石；搅拌。
2. $2\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ ；可行， NaClO_3 可将 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ，且反应后生成 Cl^- ，不引入新的杂质离子，不影响后续流程。
3. 【4.7,5.2）；使 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 完全沉淀除去，同时避免 Be^{2+} 沉淀。
4. $\text{Be}^{2+} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Be}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$ 。
5. 铍精矿中部分氧化物（如 BeO 、 Al_2O_3 ）难以被稀硫酸浸出，导致 Be^{2+} 浸出率降低，后续产物产量减少。