

高考非选择题突破

高
考
必
胜

非选择题题型(一)

无机化工流程题

命题视角一 物质转化中反应方程式的书写

(一)陌生非氧化还原反应方程式的书写

[解题模板]

运用“证据→推理→符号”思路，书写新情境反应方程式的基本思路为：“读取”流程中的有效信息(证据)，找出主要的反应物和生成物(推理)，再依据质量守恒定律和电荷守恒规律写出反应的化学(离子)方程式，书写步骤如下：

第一步

分析流程图的入口与出口,确定反应物与生成物,有些生成物可依据物质类别的通性及反应规律判断出

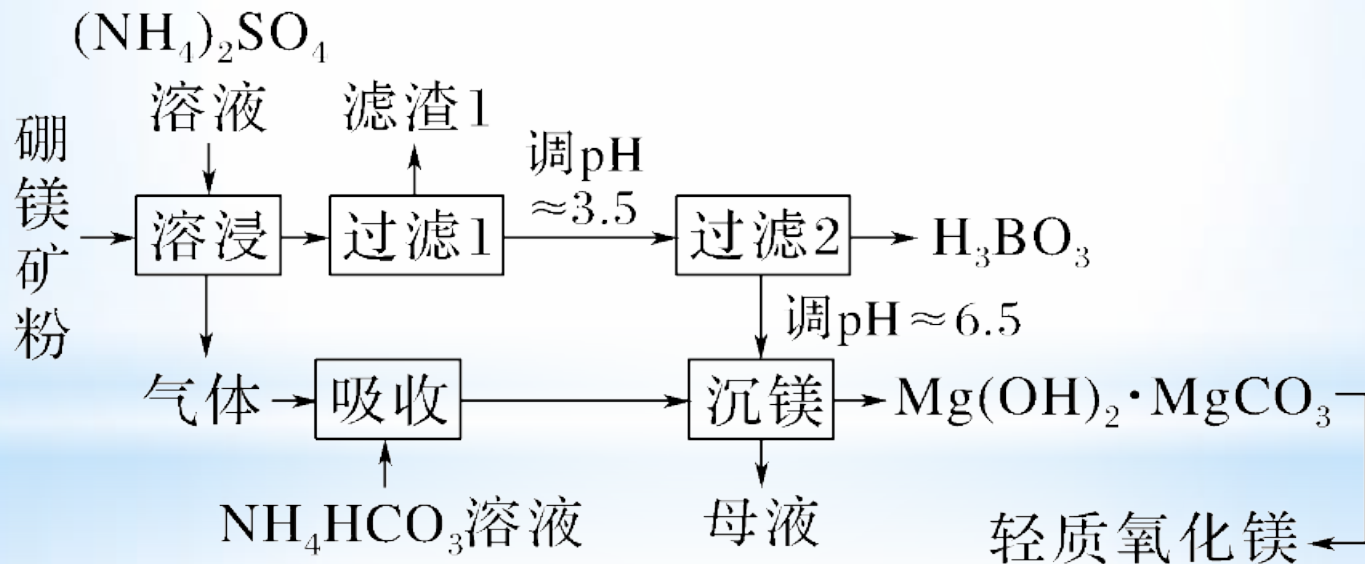
第二步

初步表示出反应过程:反应物 I + 反应物 II \longrightarrow 生成物 I + 生成物 II

第三步

依据原子守恒或电荷守恒,补齐缺失物质,并将方程式配平

[典例1] 硼酸(H_3BO_3)是一种重要的化工原料,广泛应用于玻璃、医药、肥料等工业。一种以硼镁矿(含 $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 、 SiO_2 及少量 Fe_2O_3 、 Al_2O_3)为原料生产硼酸及轻质氧化镁的工艺流程如下:



(1)在95 °C “溶浸” 硼镁矿粉，产生的气体在“吸收” 中反应的化学方程式为



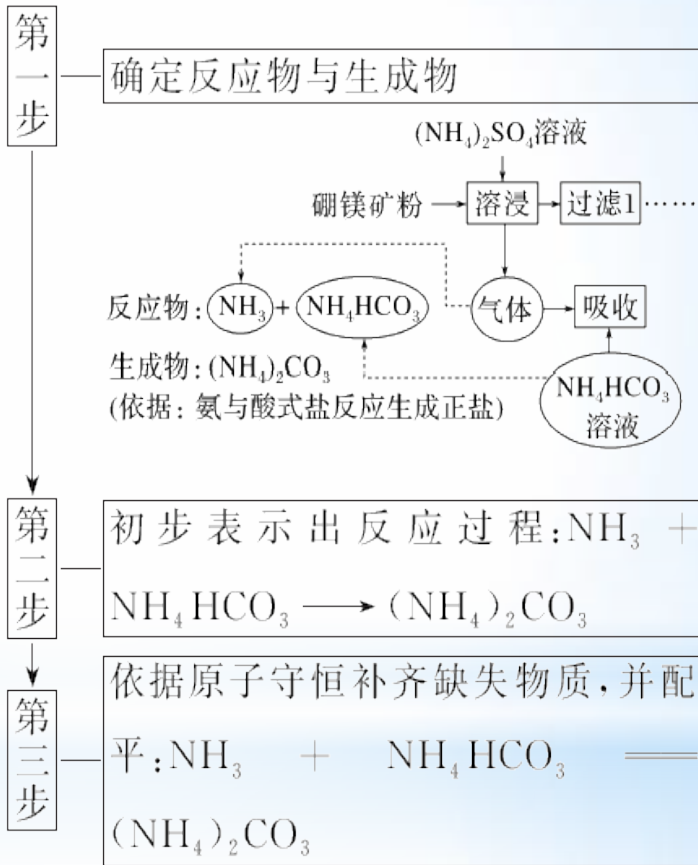
(2)在“沉镁” 中生成 $\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{MgCO}_3$ 沉淀的离子方程式为



[解题流程]

(1)书写“溶浸”

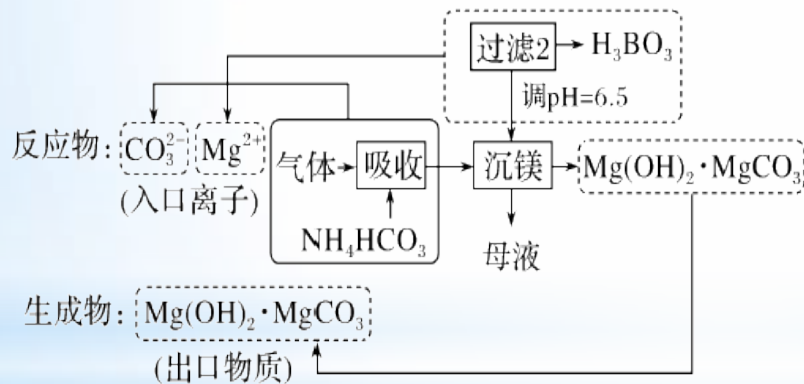
过程中的反应方程式：



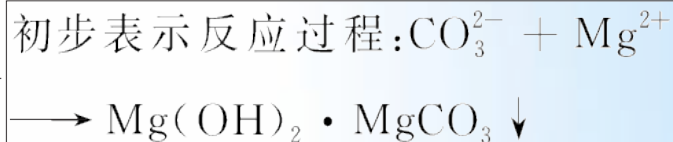
(2)书写“沉镁”过程中的反应方程式：

第一步

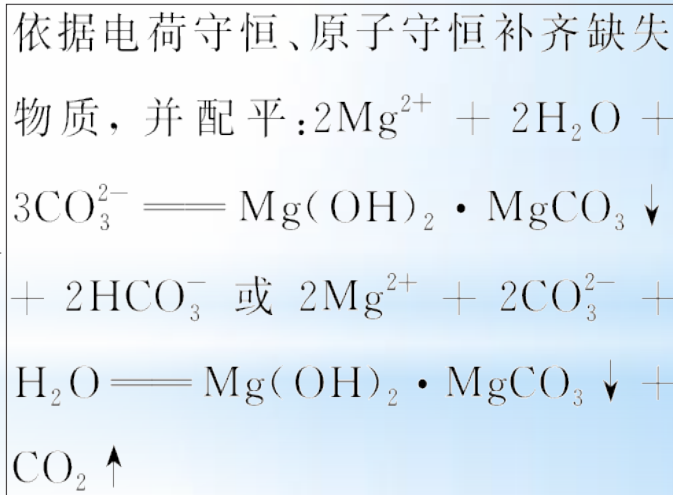
确定反应物与生成物



第二步

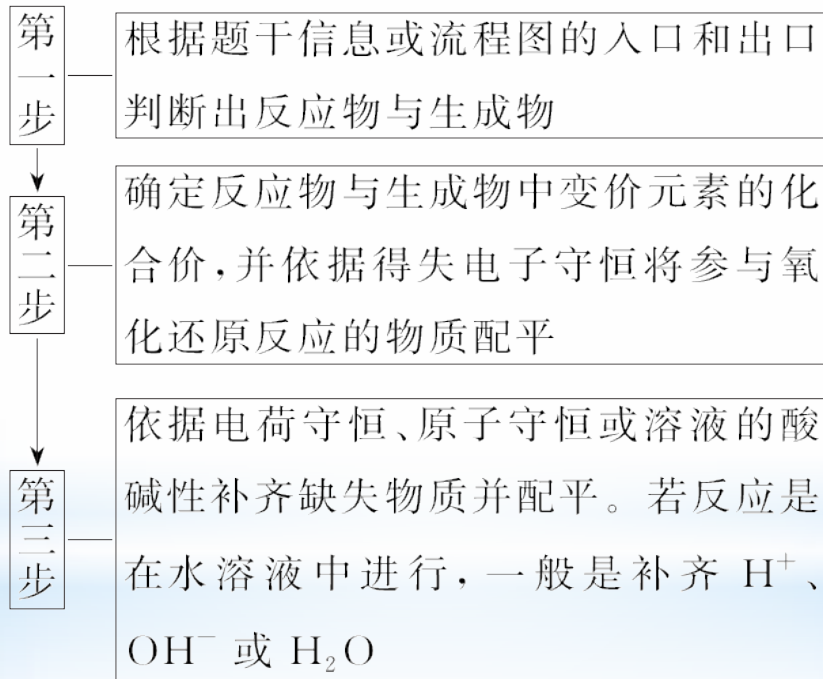


第三步

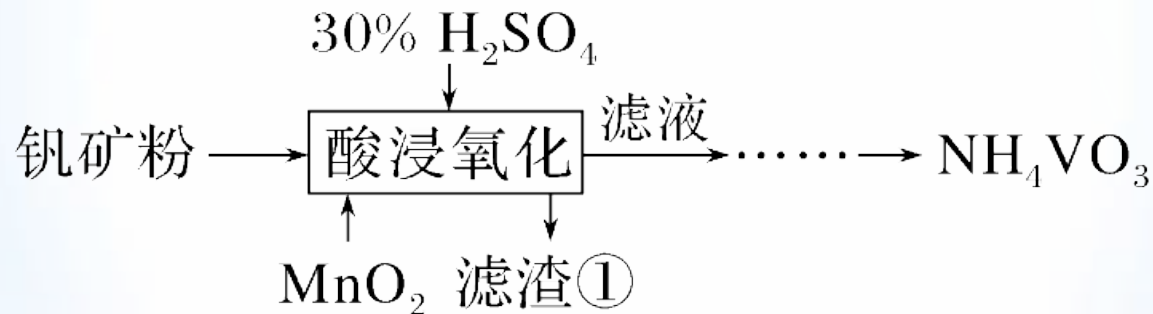


(二)陌生氧化还原反应方程式的书写

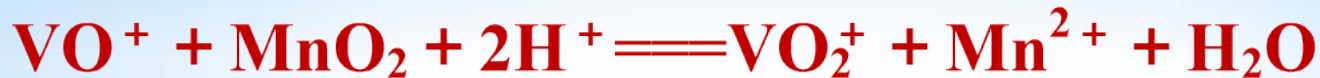
[解题模板]



[典例2] 钒具有广泛用途。黏土钒矿中，钒以+3、+4、+5价的化合物存在，还包括钾、镁的铝硅酸盐，以及 SiO_2 、 Fe_3O_4 。由黏土钒矿制备 NH_4VO_3 的部分工艺如下：



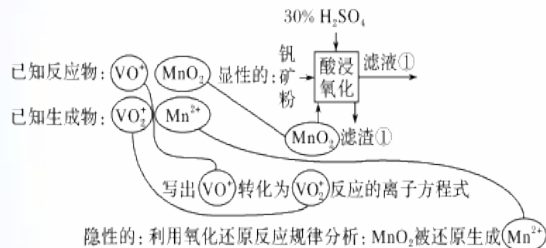
“酸浸氧化”中， VO^+ 和 VO^{2+} 被氧化成 VO_2^+ ，同时还有 Fe^{2+} 离子被氧化，写出 VO^+ 转化为 VO_2^+ 反应的离子方程式_____。



[解题流程]

第一步

初步确定反应物和生成物。
显性确定:直接从题给信息中确定;隐性确定:根据反应原理分析确定。



第二步

写出氧化还原反应离子方程式,具体步骤为:根据参加氧化还原反应的氧化剂、还原剂、氧化产物、还原产物呈现反应关系并依据得失电子数相等确定相关化学计量数。

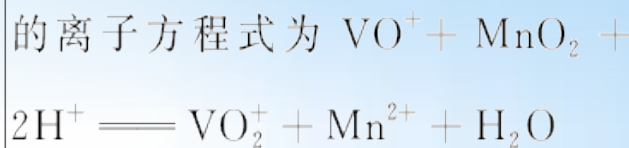


第三步

根据溶液的酸碱性环境和相关守恒补充缺失微粒,并配平。

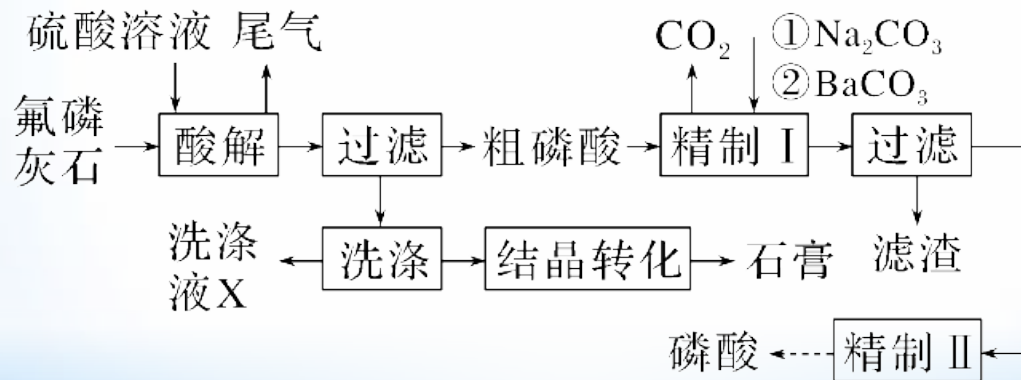
从电荷守恒的角度分析,反应物中需要增加带正电荷的微粒,因为该操作中加入硫酸,因此可补充 H^+ ;

从原子守恒的角度分析:生物中的氧原子数小于反应物中的氧原子数,结合反应物中的 H^+ ,生成物中还应含有 H_2O 。由此可写出该反应的离子方程式为



练·应试能力

1.工业上以氟磷灰石 $[\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3]$ ，含 SiO_2 等杂质]为原料生产磷酸和石膏，工艺流程如下：

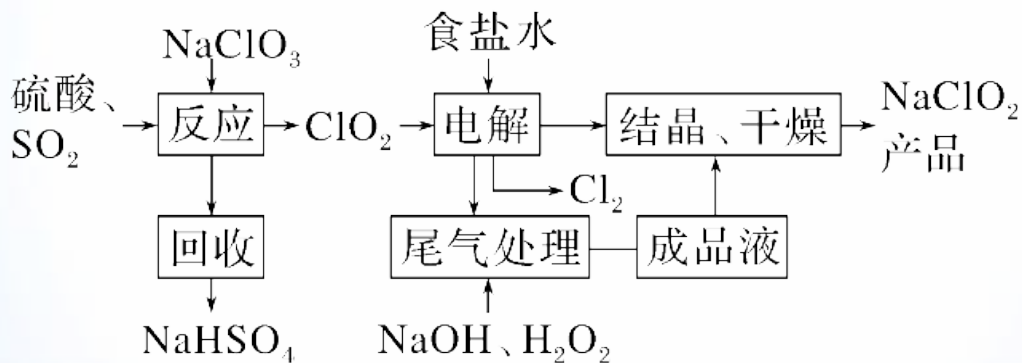


酸解时有 HF 产生。氢氟酸与 SiO_2 反应生成二元强酸 H_2SiF_6 ，离子方程式为

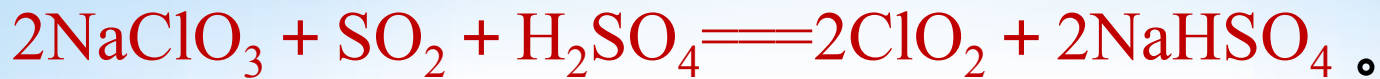


解析 氢氟酸(HF)为弱酸, H_2SiF_6 为二元强酸, 书写离子方程式应拆写为 H^+ 和 SiF_6^{2-} , 因此 SiO_2 与氢氟酸发生非氧化还原反应的离子方程式为 $6\text{HF} + \text{SiO}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{SiF}_6^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

2. NaClO_2 是一种重要的杀菌消毒剂，也常用来漂白织物等，其一种生产工艺如下：



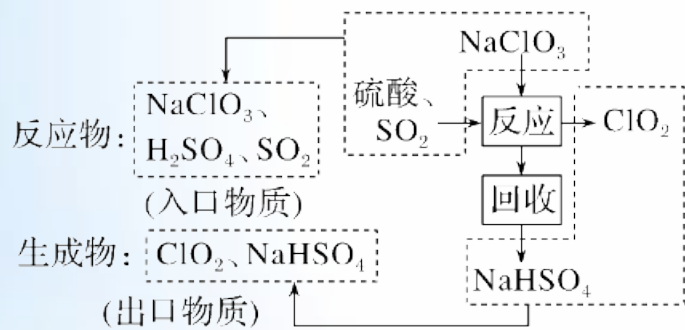
写出“反应”步骤中生成 ClO_2 的化学方程式



解析

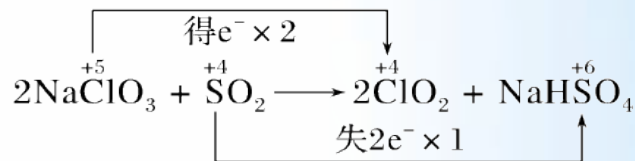
第一步

确定反应物与生成物



第二步

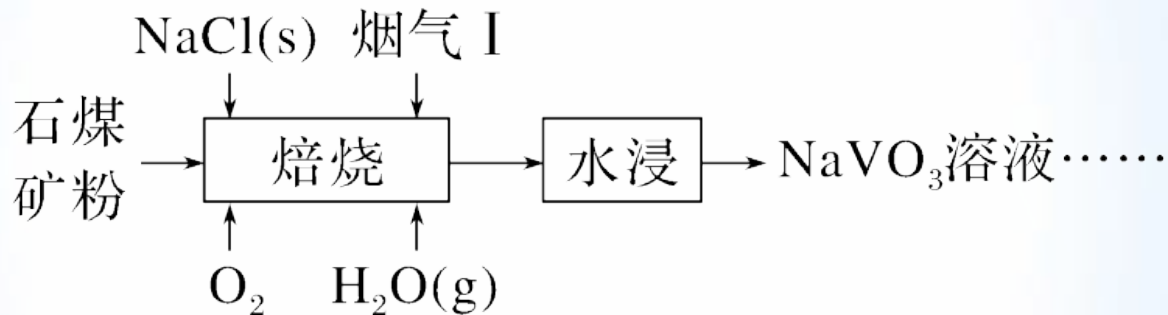
确定变价元素的化合价并局部配平



第三步

依据溶液的酸碱性及原子守恒，补齐缺失物质并配平： $2\text{NaClO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaHSO}_4$

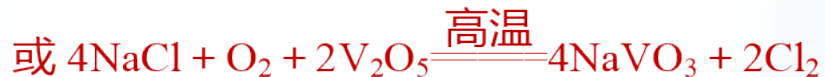
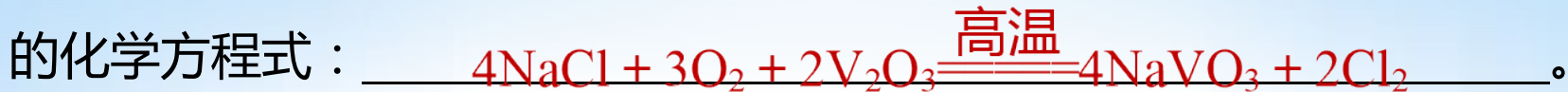
3.以某地石煤矿(主要成分： V_2O_3 、 V_2O_5 及少量 SiO_2 、 Al_2O_3)为原料制备高纯 V_2O_3 的部分工艺如下：



(1) “焙烧”时 V_2O_3 发生反应的化学方程式为



(2) “焙烧”时若 $H_2O(g)$ 不足，会产生造成环境污染的气体，写出生成该气体的



解析 (1)由流程图可知, V_2O_3 焙烧时转化为 $NaVO_3$, 该反应为氧化还原反应,

O_2 为氧化剂, 反应方程式为: $V_2O_3 + O_2 + 2NaCl + H_2O \xrightarrow{\text{高温}} 2NaVO_3 + 2HCl$ 。

(2)“焙烧”时若 $H_2O(g)$ 不足, 产生的污染性气体为 Cl_2 , 该反应的化学方程式为:

$4NaCl + O_2 + 2V_2O_5 \xrightarrow{\text{高温}} 4NaVO_3 + 2Cl_2$ 或 $4NaCl + 3O_2 + 2V_2O_3 \xrightarrow{\text{高温}} 4NaVO_3 + 2Cl_2$ 。

命题视角二 工艺流程中反应条件的控制

(一)反应条件的控制方法

通过控制一定的反应条件来达到提高物质转化率或除去杂质的目的。最常见的是溶液的pH、反应的温度及使用保护气等。

1.控制溶液的pH

(1)增强物质的氧化性、还原性(增强 MnO_4^- 、 NO_3^- 的氧化性), 调节离子的水解程度。

(2)通过控制溶液的 pH 可以除去某些金属离子。

①如 要除去溶液中含有的 Fe^{3+} 、 Al^{3+} ,可调节溶液的 pH 使之转变为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀。[若有 Fe^{2+} , 通常需先用氧化剂(H_2O_2 等)把 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+}]。

②调节 pH 所需的物质一般应满足两点 : (a)能与 H^+ (或 OH^-) 反应 , 使溶液 pH 增大(或减小) ; (b)不引入新杂质。例如 : 若要除去 Cu^{2+} 溶液中混有的 Fe^{3+} , 可加入 CuO 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 CuCO_3 、 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 等物质来调节溶液的 pH。

2.控制反应温度(常用水浴、冰水浴等)

(1)控制反应速率(升温加快反应速率)、使催化剂达到最大活性、防止副反应的发生。

(2)使化学平衡移动，控制化学反应进行的方向。

(3)升温：使溶液中的气体逸出，使易挥发物质挥发，使易分解的物质分解。

煮沸：使气体逸出；促进水解，聚沉后利于过滤分离。

(4)控制固体的溶解与结晶

趁热过滤：减少因降温而析出的溶质的量。

蒸发浓缩：蒸发除去部分溶剂，提高溶液的浓度。

蒸发结晶：蒸发溶剂，使溶液由不饱和变为饱和，继续蒸发，过剩的溶质就会呈晶体析出。从溶液中得到晶体的过程：蒸发浓缩→冷却结晶→过滤→(洗涤、干燥)

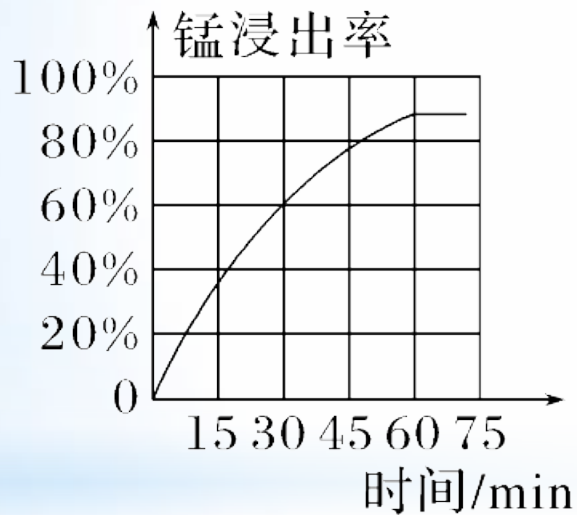
3.使用保护气

(1)隔绝空气(主要是 O_2 、 H_2O)。

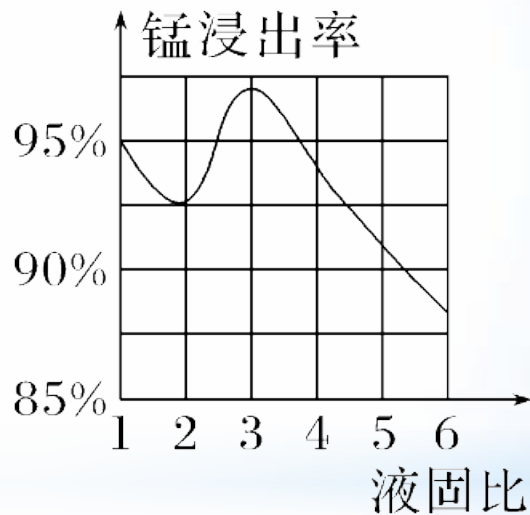
(2)抑制弱离子的水解(如HCl氛围)。

(二)陌生图像中反应条件下的选择

1.浸出过程中时间和液固比对锰浸出率的影响分别如图甲、图乙所示。



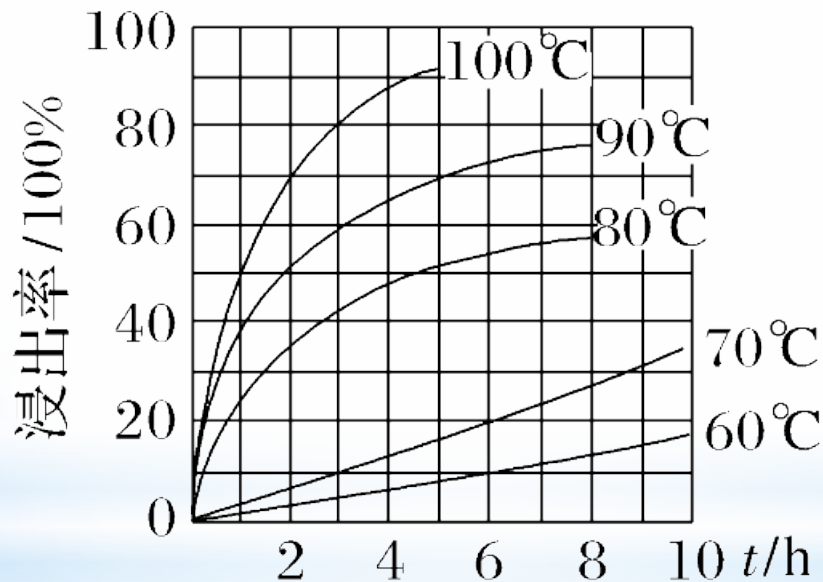
甲



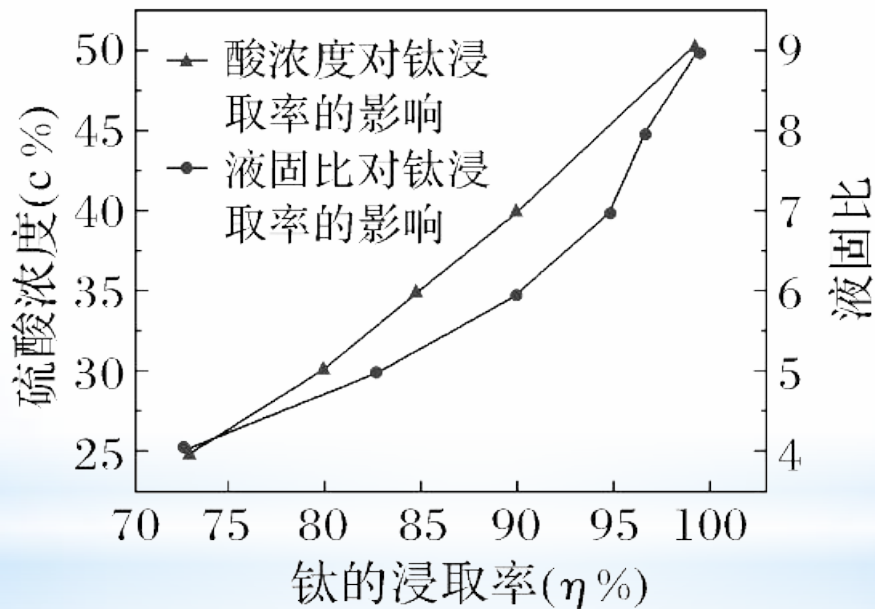
乙

则适宜的浸出时间和液固比分别为 60 min、3。

2. “酸浸”实验中，镁的浸出率结果如图所示。由图可知，当镁的浸出率为 80% 时，所采用的实验条件为 100 °C、3 h 左右。

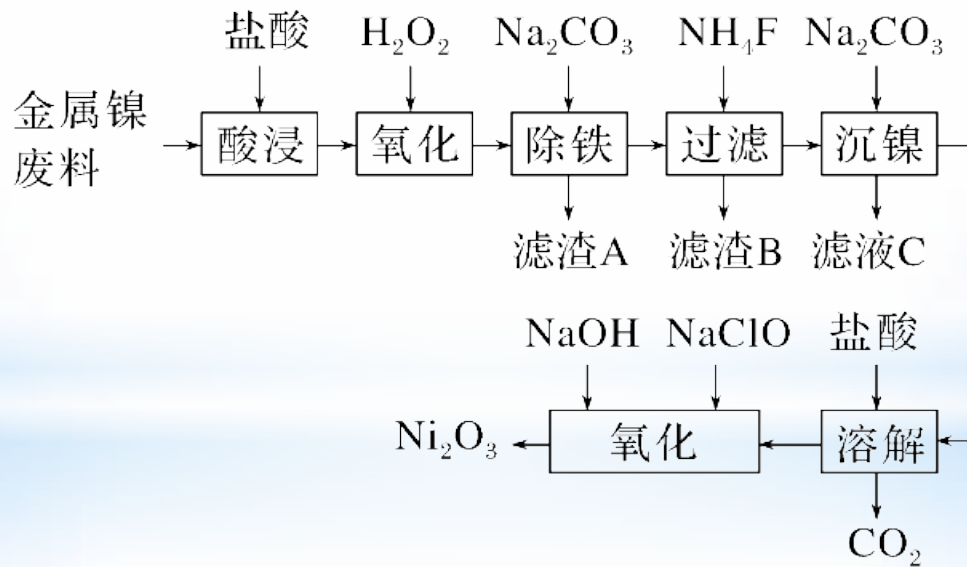


3.酸浸时,若使钛的浸出率($\eta\%$)达到 90%,则根据下图判断工业上应采取的适宜条件是:酸浓度和液固比的取值分别约为 40%、6。



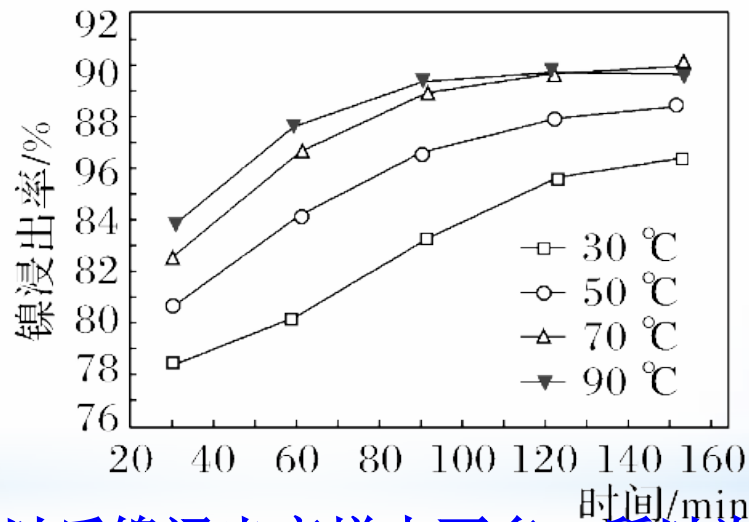
练 · 应试能力

4.(2022·重庆高三期考)三氧化二镍(Ni_2O_3)常用于制造高能电池。以金属镍废料(含Fe、Ca、Mg等杂质)生产 Ni_2O_3 的工艺流程如图所示。



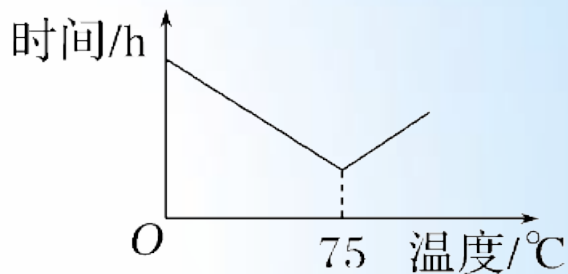
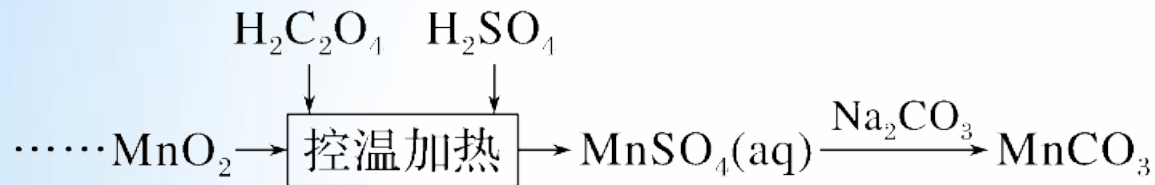
其他条件不变，在不同温度下对含镍废料进行酸浸，镍浸出率随时间变化如图所示，酸浸的最佳温度与时间分别为 **C** (填序号)。

- A. 30 °C、30 min
- B. 50 °C、120 min
- C. 70 °C、120 min
- D. 90 °C、150 min



解析 根据图示，120 min以后镍浸出率增大不多，所以为提高生产效率，酸浸时间应选择120 min。相同时间内，70 °C和90 °C对应的镍浸出率相差不大，所以酸浸温度应选择较为节能的70 °C，故选C。

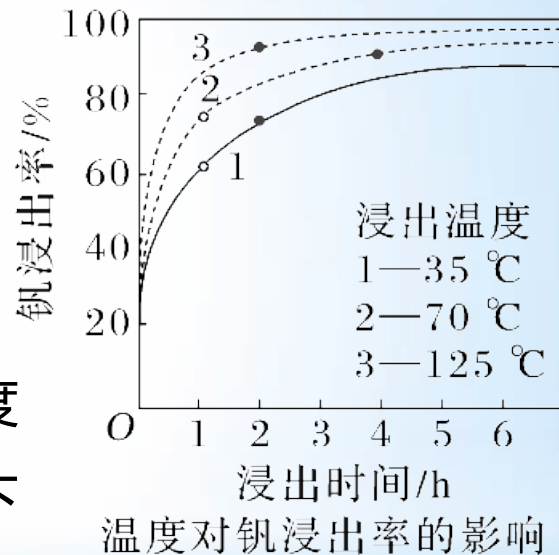
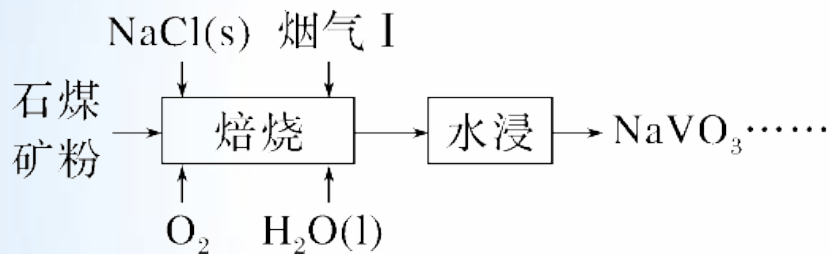
5.制取 MnCO_3 的部分工艺流程如下：



MnO_2 与硫酸、草酸反应时，测得一定量 MnO_2 完全溶解的时间与温度的关系如图所示，分析控温加热75 °C时 MnO_2 溶解所需时间最少的原因是75 °C以前，温度升高，反应速率加快，所需时间减少；75 °C以后，部分草酸分解，导致浓度降低，速率下降，所需时间增多。

解析 从图中看出，超过75 °C时，反应时间增长，反应速率变慢，原因是 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 部分分解，浓度减少。

6.以某地石煤矿(主要成分： V_2O_3 、 V_2O_5 及少量 SiO_2 、 Al_2O_3)为原料制备高纯 V_2O_3 的部分工艺流程如下：



“焙烧”后的球团在串联的浸取塔内逆流浸取，温度对浸取率的影响如图所示。生产中采用125 °C条件下

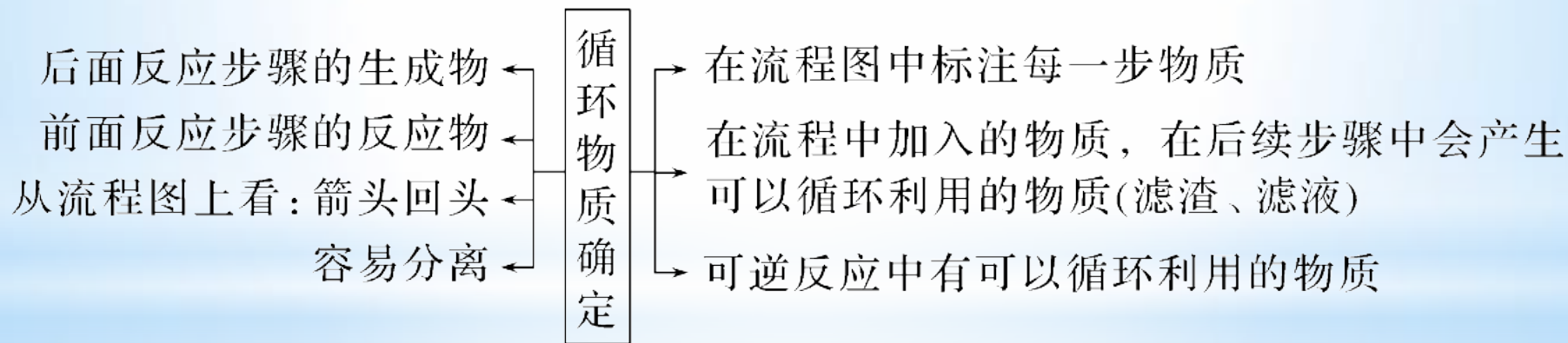
“水浸”的优点是钒的浸出率高，明显缩短浸取时间，提高生产效率。

解析 根据图像，125 °C条件下“水浸”的优点为钒的浸出率高，明显缩短浸取时间，提高生产效率。

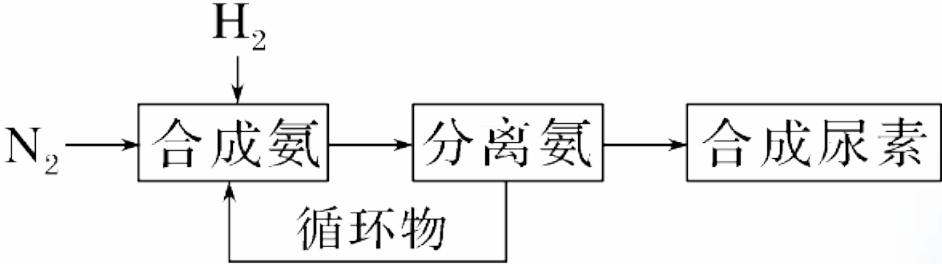
命题视角三 物质成分的确定和循环操作的判断

1. 工艺流程中循环物质的确定

(1) 思维流程



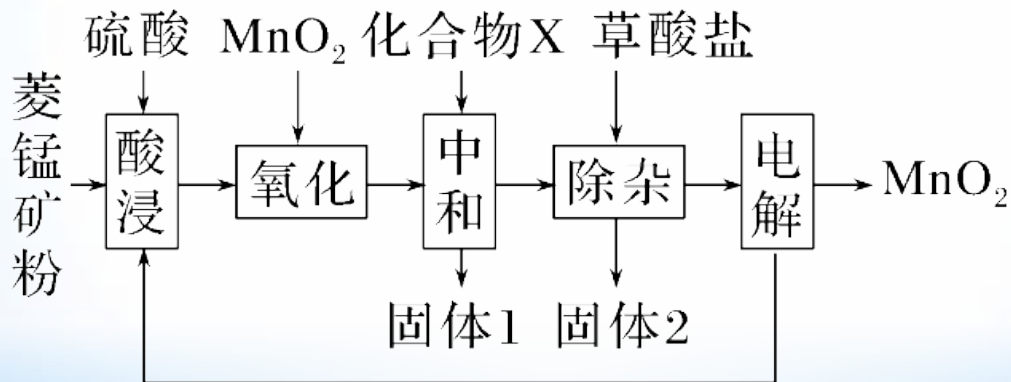
(2)实例

	举例	可循环物质
可逆反应 的反应物	 <p>The diagram illustrates a chemical process flow. It starts with N_2 entering a box labeled '合成氨' (Ammonia Synthesis). Above this box, H_2 is shown with a downward arrow pointing into the process. An arrow points from the '合成氨' box to a second box labeled '分离氨' (Ammonia Separation). From the '分离氨' box, an arrow points to a third box labeled '合成尿素' (Urea Synthesis). Below the '分离氨' box, a box labeled '循环物' (Recycled Material) has an arrow pointing up into the '合成氨' box, indicating a feedback loop.</p>	N_2 、 H_2

前面步骤的
反应物，后
面步骤的生
成物

以菱锰矿(主要成分 MnCO_3 ，还含有 FeCO_3 、 CaCO_3 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 MgCO_3 等杂质)

为原料制备二氧化锰的工艺流程如图：

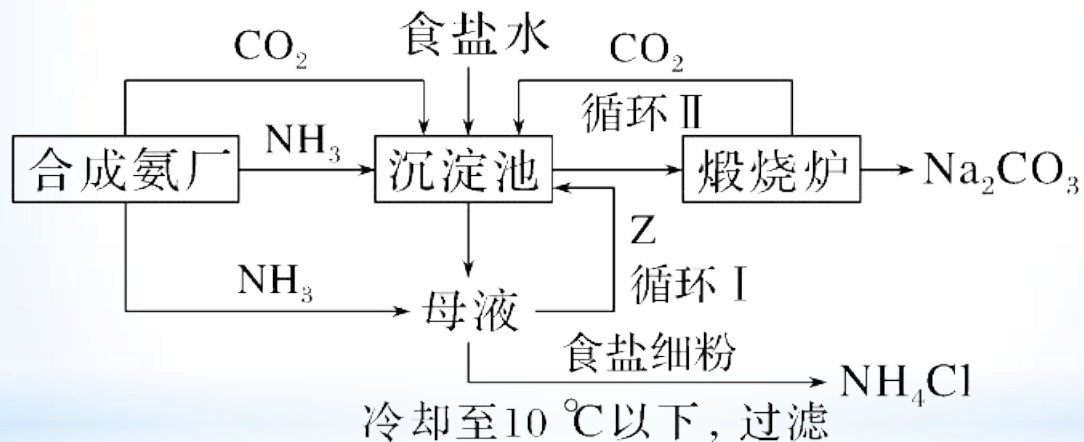


已知草酸钙、草酸镁不溶于水。

硫酸

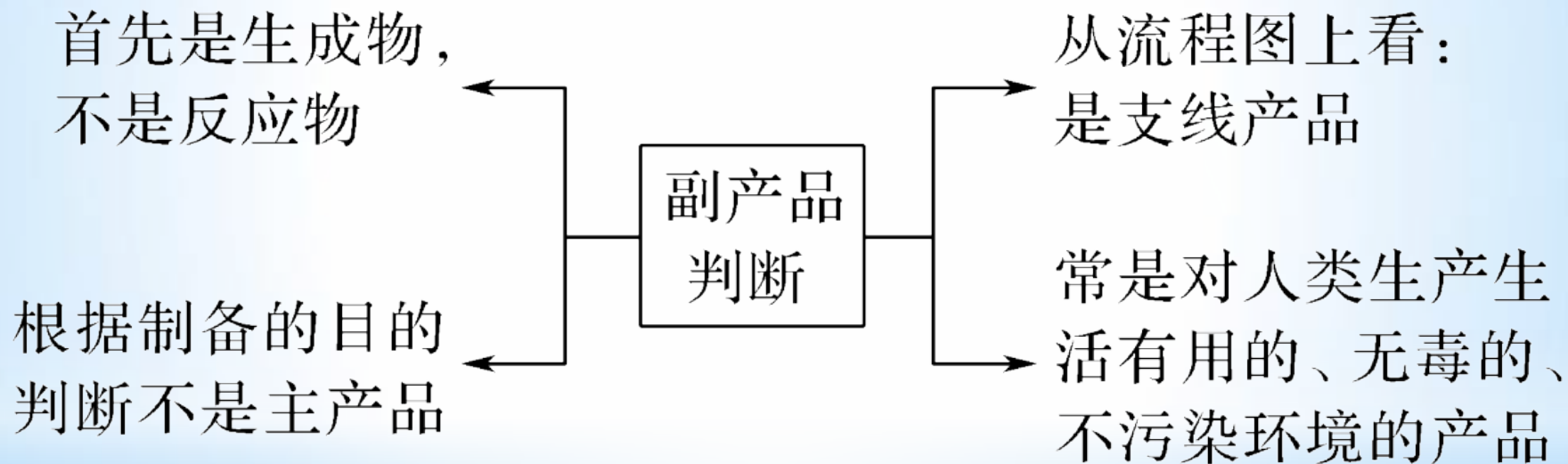
联碱法(侯氏制碱法)和氨碱法的生产流程简要表示如图所示：

箭头回头



母液、 CO_2

2.工艺流程中副产物的判断

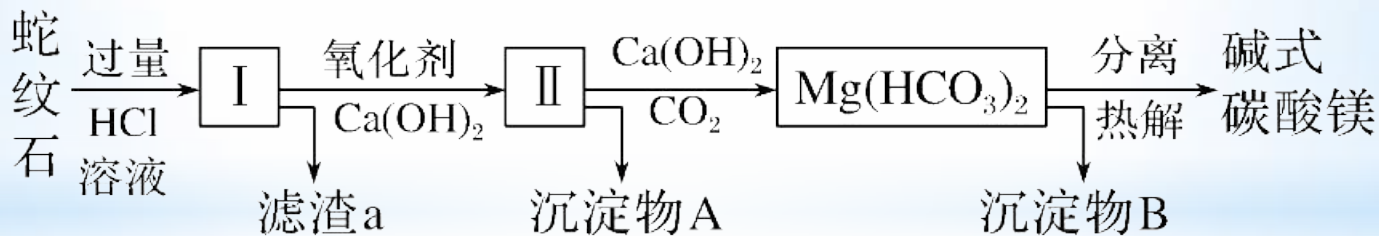


3.滤渣成分的判断实例

	举例	滤渣的成分
过量的 反应物	<p>以电石渣[主要成分为 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 和 CaCO_3]为原料制备 KClO_3 的流程如图：</p> <pre>graph LR; A[电石渣] --> B[打浆]; B --> C[氯化]; C --> D[过滤]; D --> E[转化]; E --> F[KClO3固体]; H2O --> B; Cl2 --> C; KCl --> E; D --> G[滤渣];</pre>	CaCO_3 、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$

原料
中不
参与
反应
的物质

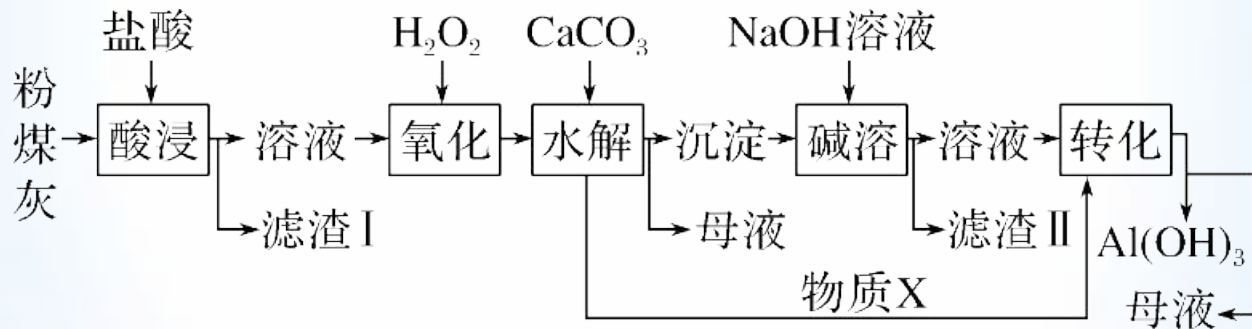
蛇纹石是一种富镁硅酸盐矿物的总称，工业上由蛇纹石(主要成分 MgO 、 FeO 和 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 SiO_2)制取碱式碳酸镁产品的流程如下：



滤渣
a为
 SiO_2

原料
中不
参与
反应的物质及生成物

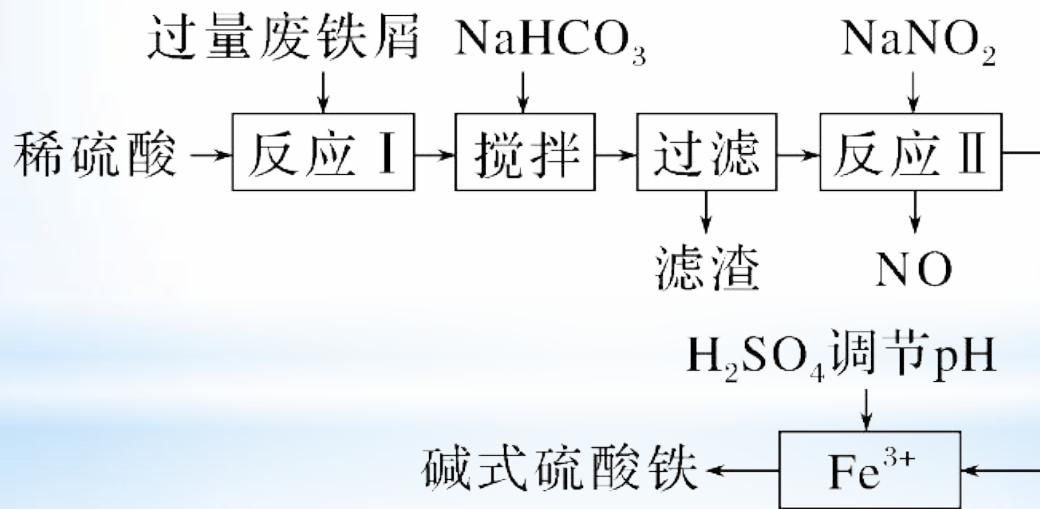
某粉煤灰经预处理后含 Cu_2O 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 FeO 化合物，一种综合利用工艺设计的流程如下：



已知① $\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ = \text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$

滤渣
I 为
 SiO_2
、 Cu

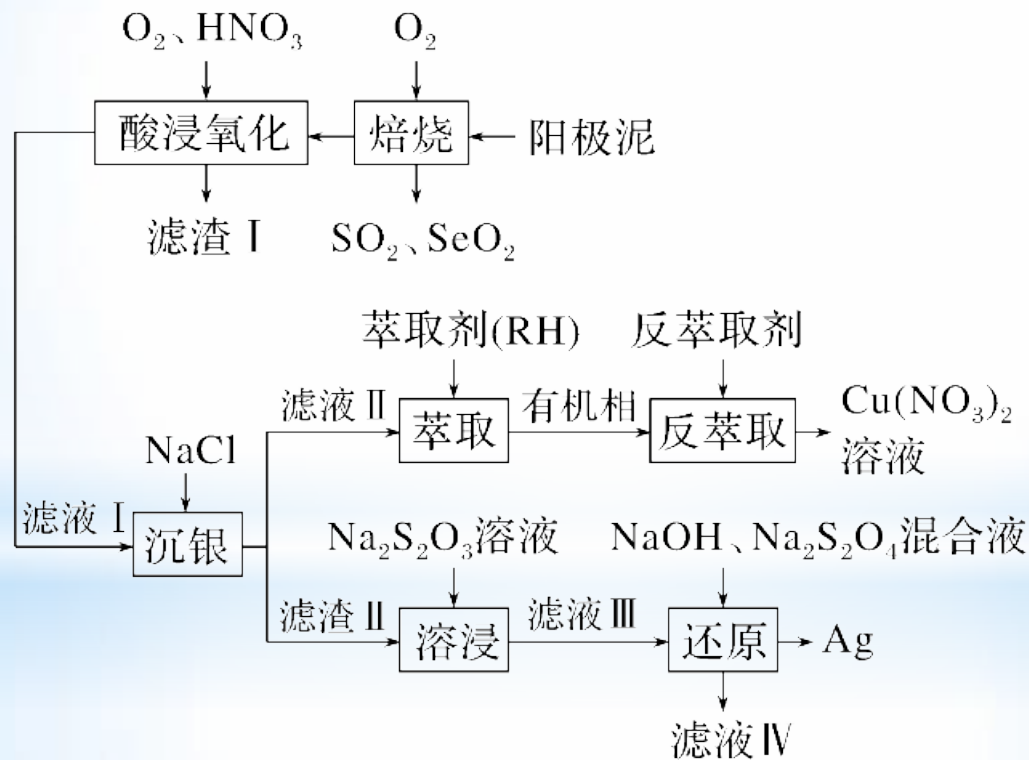
工业上利用废铁屑(含少量氧化铝、氧化铁等)生产碱式硫酸铁 $[\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4]$ ，碱式硫酸铁易溶于水]的工艺流程如图：



杂质转化
的物质

滤渣的成分
 $\text{Al}(\text{OH})_3$

[典例3] 一种从阳极泥(主要成分为Cu、Ag、Pt、Au、 Ag_2Se 和 Cu_2S 等)中回收Se和贵金属的工艺流程如图所示：



已知： $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 易与 Ag^+ 形成配离子： $\text{Ag}^+ + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ ，常温下该反应的平衡常数 $K = 2.80 \times 10^{13}$ 。

“滤液IV”中含有 Na_2SO_3 ，则“还原”中发生反应的离子方程式为



滤液IV可返回 溶浸 工序循环使用(填“工序名称”)。但循环多次后，银的浸出率会降低，原因是 随循环次数的增加，浸出液中 $c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ 减小， $c(\text{Cl}^-)$ 增大。

(试从平衡原理解释)

解析 滤液Ⅲ中 $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 被 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ 还原为 Ag ，自身被氧化为 Na_2SO_3 ，该反应离子方程式为 $2[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} + \text{S}_2\text{O}_4^{2-} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{Ag} \downarrow + 2\text{SO}_3^{2-} + 4\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ ，故滤液Ⅳ为 Na_2SO_3 和 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 的混合液，可返回“溶浸”工序循环使用，随着循环次数的增加，浸出液中 $c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$ 减小， $c(\text{Cl}^-)$ 增大， $\text{AgCl}(\text{s}) + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$ 平衡向左移动，故银的浸出率降低。

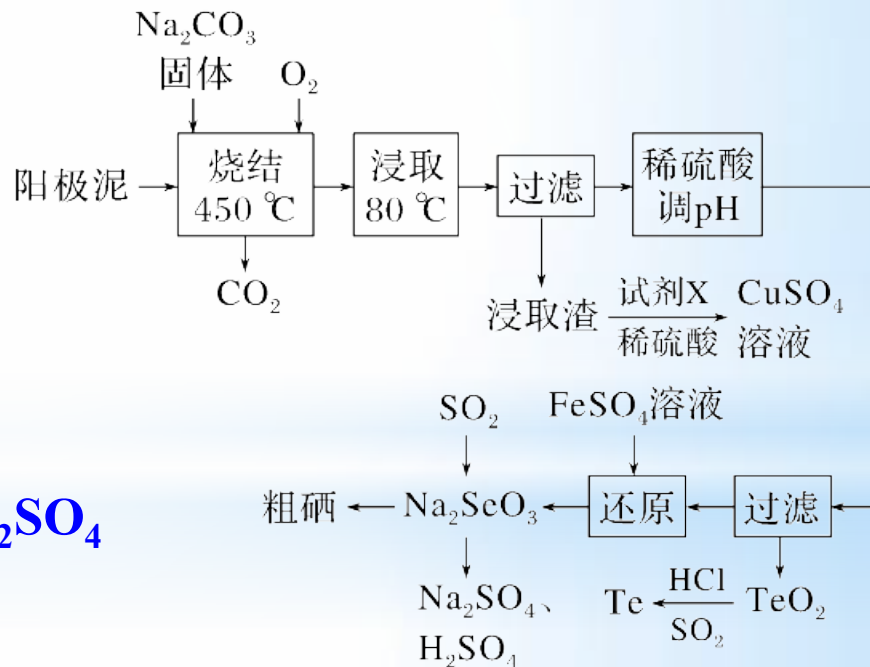
练·应试能力

7. 工业上用粗铜电解精炼所产生的阳极泥[主要含硒化亚铜(Cu_2Se)和碲化亚铜(Cu_2Te)]为原料, 进行综合回收利用的某种工艺流程如图所示:

已知: TeO_2 是两性氧化物, 微溶于水;
流程中可循环利用的物质
是_____ (填化学式)。

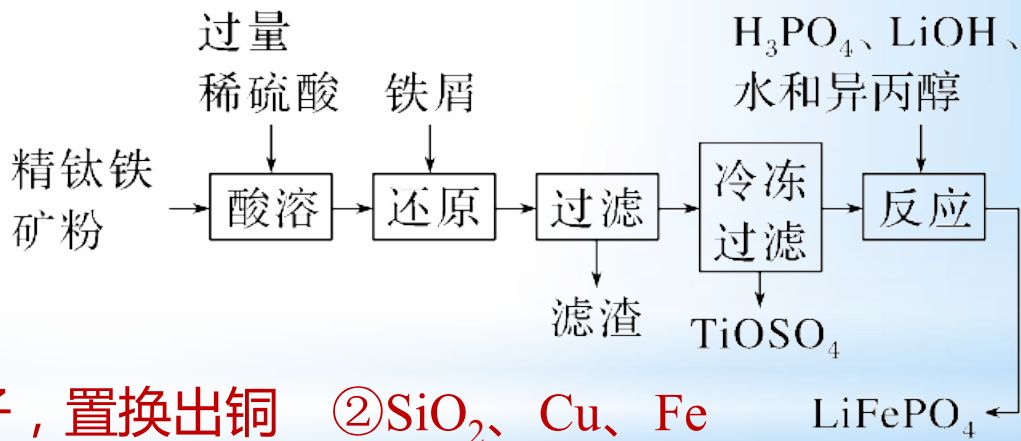
答案 H_2SO_4

解析 由流程图可知最后一步得到的 H_2SO_4
可在“稀硫酸调pH”一步中循环使用。



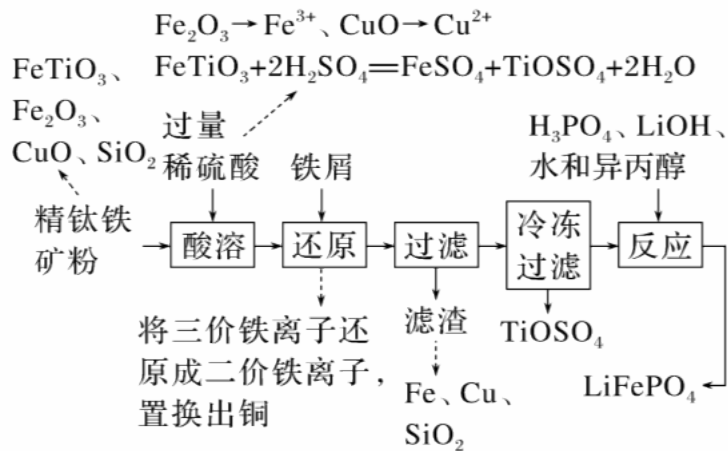
8. LiFePO_4 可作为新型锂离子电池的正极材料，以精钛铁矿(主要成分为 FeTiO_3 、 Fe_2O_3 及少量 CuO 、 SiO_2 杂质)为主要原料生产 TiOSO_4 ，同时得到的绿矾($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)与磷酸和 LiOH 反应可制备 LiFePO_4 ，制备流程如图所示：

- ①还原步骤中，加过量铁屑，其目的是_____；
- ②滤渣成分的化学式是_____。



答案 ①把铁离子还原为亚铁离子，置换出铜 ② SiO_2 、 Cu 、 Fe

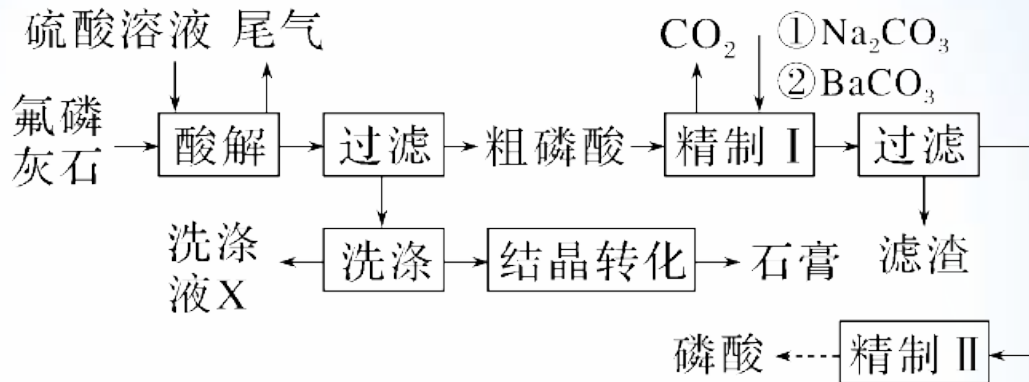
解析 流程分析如下:



①酸溶时 Fe_2O_3 、 CuO 分别转化为 Fe^{3+} 、 Cu^{2+} ，铁具有还原性，加入铁屑能将铁离子还原成二价铁离子，同时将铜离子还原成铜单质。②滤渣中含不与硫酸反应的 SiO_2 、被铁置换出的铜和过量的铁。

9.工业上以氟磷灰石[Ca₅F(PO₄)₃，含SiO₂等杂质]为原料生产磷酸和石膏，工

艺流程如下：



洗涤时使用一定浓度的硫酸溶液而不使用水，原因是

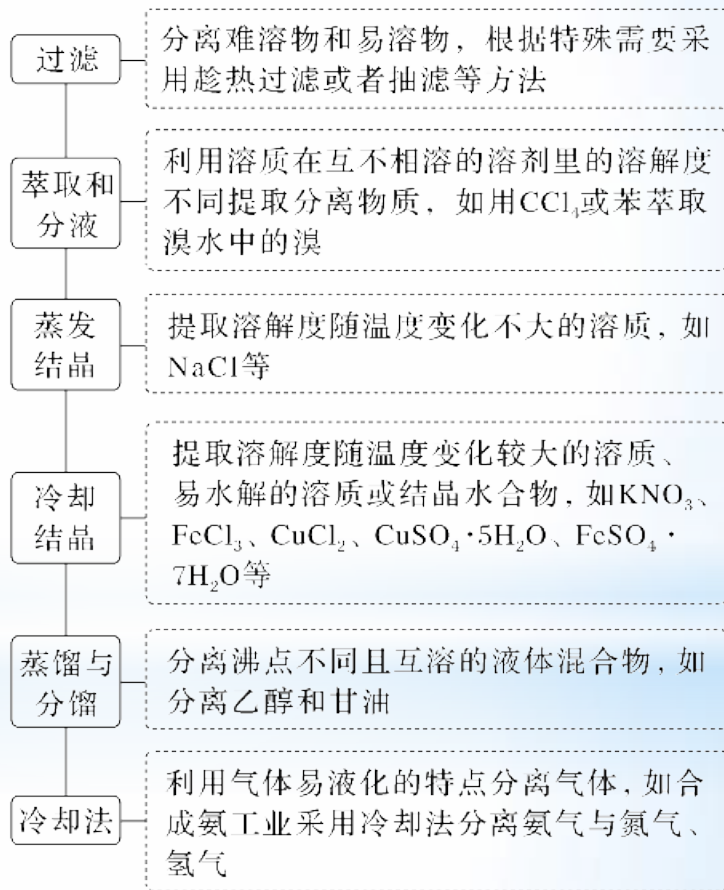
减少CaSO₄的溶解损失，提高产品石膏的产率，

回收利用洗涤液X的操作单元是酸解。

解析 CaSO₄在硫酸中的溶解度小于在水中的，因此，洗涤时使用一定浓度的硫酸溶液而不使用水的原因是：减少CaSO₄的溶解损失，提高产品石膏的产率；洗涤液X中含有硫酸，其具有回收利用的价值，由于酸解时使用的也是硫酸，因此，回收利用洗涤液X的操作单元是：酸解。

命题视角四 工艺流程中物质的分离技术

1. 物质分离与提纯的6种常用方法

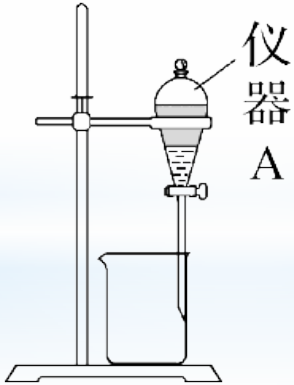


2.常用的结晶方法

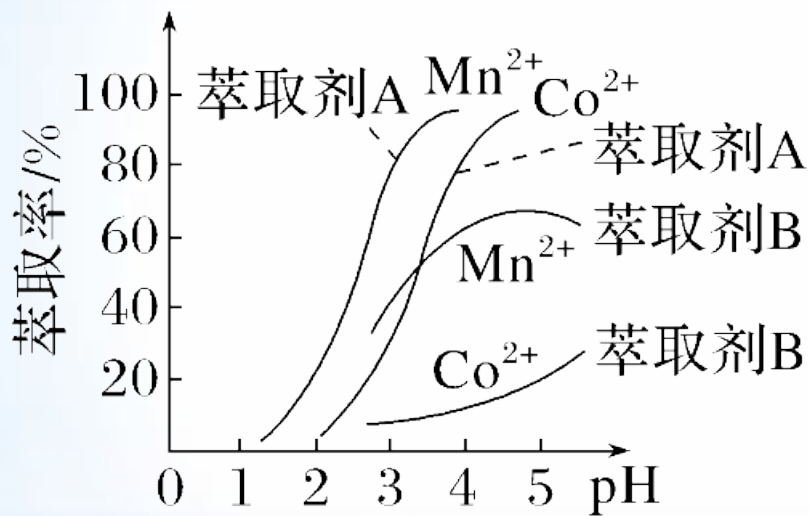
- (1)从溶液中获取不带结晶水的晶体，如 NaCl 、 K_2SO_4 等，用蒸发结晶。
- (2)从溶液中获取带结晶水的晶体，如 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 等，用蒸发浓缩、冷却结晶、过滤。
- (3)从混合液中获取溶解度受温度影响较小的溶质，如从含少量 KNO_3 的 NaCl 溶液中获取 NaCl 晶体，用蒸发结晶、趁热过滤。
- (4)从混合液中获取溶解度受温度影响较大的溶质，如从含少量 KCl 的 KNO_3 溶液中获取 KNO_3 晶体，用蒸发浓缩、冷却结晶、过滤。
- (5)重结晶指析出的晶体经过溶解后再次从溶液中结晶析出的过程，是一种利用物质的溶解性不同而进行提纯、分离的方法。

3.萃取与反萃取示例

(1)萃取法分离

考查角度	举例	问题
萃取操作的考查	<p>用如图所示的实验装置进行萃取分液，以除去溶液中的Fe^{3+}</p> 	<p>为使Fe^{3+}尽可能多地从水相转移至有机相，采取的操作：向装有水溶液的仪器A中加入一定量的有机萃取剂，充分振荡、静置、分液，并重复多次</p>

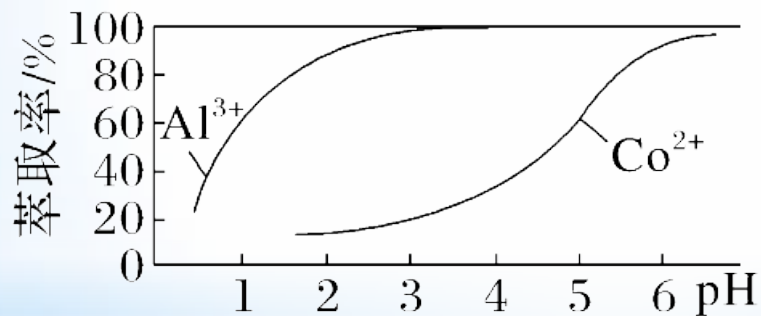
萃取剂
的选择



已知萃取剂A、B中pH对钴、锰离子萃取率的影响如图所示：为了除去Mn²⁺，应选择萃取剂B

pH范围
的选择

萃取剂对 Al^{3+} 、 Co^{2+} 萃取率与pH的关系如图所示



萃取分离钴、铝的实验操作：
向萃取分液后的有机相中加稀硫酸调 $\text{pH} = 3 \sim 4$ ，分液可得 CoSO_4 溶液，继续向萃取分液后的有机相加稀硫酸调 pH 至0.5以下，然后分液，可得 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液

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/907036162046006056>