


# 微专题3 化学工艺流程

# 目录索引

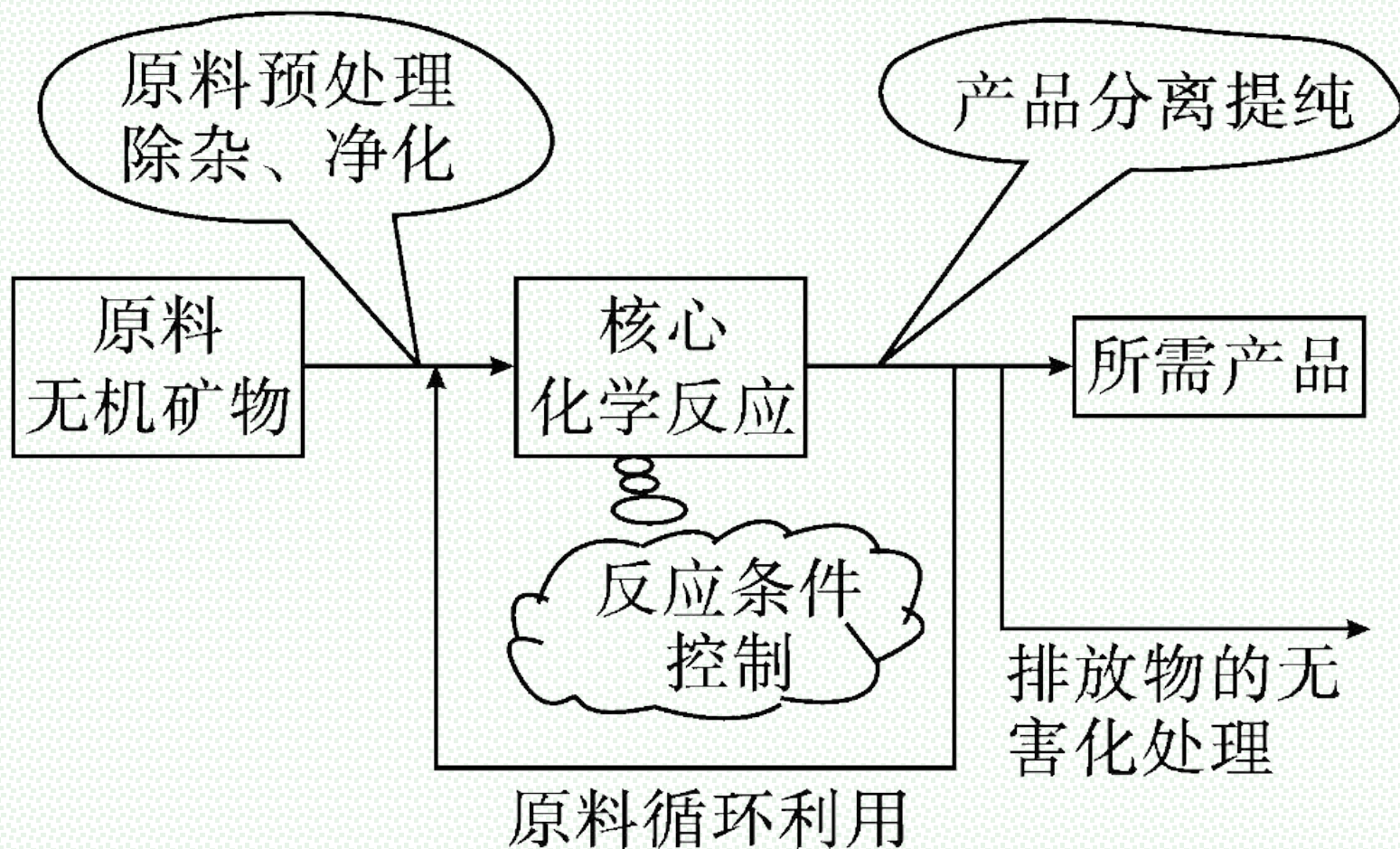
专题精讲

专题精练

The background features a light green dotted pattern. It is decorated with several thin, dark green diagonal lines and small, colorful geometric shapes (triangles) in yellow, red, and teal. A central rectangular frame with a double-line border contains the main text.

# 专题精讲


# 1.化学工艺流程图的结构



## 2.常见的操作与目的

常见的操作	目的
研磨、雾化	将块状或颗粒状的物质磨成粉末或将液体雾化,增大反应物接触面积,以加快反应速率或使反应更充分
灼烧(煅烧)	使固体在高温下分解或改变结构、使杂质高温氧化、分解等。 如煅烧石灰石、高岭土、硫铁矿
浸取	向固体中加入适当溶剂或溶液,使其中可溶性的物质溶解,包括水浸取、酸溶、碱溶、醇溶等
酸浸	在酸性溶液中使可溶性金属离子进入溶液,不溶物通过过滤除去的过程
碱浸	在碱性溶液中反应使Al、Si等元素形成离子进入溶液
水浸	与水接触反应或溶解
水洗	用水洗去可溶性杂质,类似的还有酸洗、醇洗等
酸作用	溶解、去氧化物(膜)、抑制某些金属离子的水解、除去杂质离子等

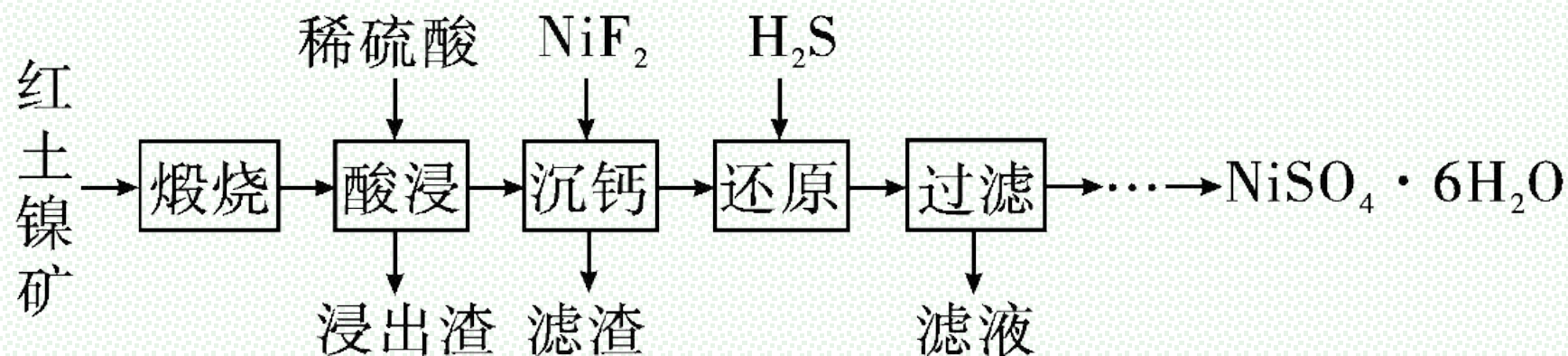
常见的操作	目的
碱作用	去油污,去铝片氧化膜,溶解铝、二氧化硅,调节pH、促进水解(沉淀)
加有机溶剂	萃取某些物质,或降低某些物质的溶解度

The background features a light green dotted pattern. It is decorated with several geometric elements: thin black diagonal lines, small solid triangles in yellow, green, and red, and a central rectangular frame with a double green border.

# 专 题 精 练

## 题型1 工艺流程中副产品和循环物质的确定

例1 以红土镍矿(主要成分为NiS,还含有少量CaS和SiO<sub>2</sub>)为原料制备NiSO<sub>4</sub>·6H<sub>2</sub>O的流程如下。



已知:①“煅烧”得到Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO和SiO<sub>2</sub>;②“酸浸”时,有O<sub>2</sub>和NiSO<sub>4</sub>产生。



下列说法错误的是( )

A.“煅烧”时,为加快反应速率,可以将红土镍矿粉碎

B.“沉钙”后所得滤液中,主要存在的离子有 $\text{H}^+$ 、 $\text{Ni}^{3+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$

C.“还原”时,反应的离子方程式为 $\text{Ni}^{2+} + \text{H}_2\text{S} = \text{Ni}\downarrow + \text{S}\downarrow + 2\text{H}^+$

D.该流程中, $\text{H}_2\text{SO}_4$ 是可以循环使用的物质

答案 B

**解析** 根据红土镍矿“煅烧”得到 $\text{Ni}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ 和 $\text{SiO}_2$ ；“酸浸”时，除去 $\text{SiO}_2$ ，同时有 $\text{O}_2$ 和 $\text{NiSO}_4$ 产生；沉钙时产生 $\text{CaF}_2$ 沉淀除去钙；还原得到镍和硫固体；提纯镍固体，制备 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 。“煅烧”时，可以将红土镍矿粉碎增加接触面积，加快反应速率，A正确；酸浸时， $\text{Ni}_2\text{O}_3$ 都转化为 $\text{NiSO}_4$ ，“沉钙”后所得滤液中无 $\text{Ni}^{3+}$ ，B错误；“还原”时，得到镍和硫固体，反应的离子方程式为 $\text{Ni}^{2+} + \text{H}_2\text{S} = \text{Ni} \downarrow + \text{S} \downarrow + 2\text{H}^+$ ，C正确；“还原”过程中，除了产生硫和镍固体沉淀，还产生 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，可以在酸浸中循环使用，D正确。

## 题型2 工艺流程中常见的操作

例2以菱锰矿(主要成分  $\text{MnCO}_3$ , 主要杂质为  $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ )为原料, 采用氯化铵焙烧工艺, 可由菱锰矿制备高纯二氧化锰。流程如下图所示。



金属离子沉淀的 pH 见下表。

项目	$\text{Fe}^{3+}$	$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Mn}^{2+}$
开始沉淀时	1.5	6.3	5.8
完全沉淀时	2.8	8.3	7.8

试回答下列问题。

(1)“焙烧”。将菱锰矿粉与氯化铵按 $n(\text{NH}_4\text{Cl}) : n(\text{MnCO}_3) = 2.4 : 1$ 混合后加热至  $500\text{ }^\circ\text{C}$ ,充分反应。选用  $n(\text{NH}_4\text{Cl}) : n(\text{MnCO}_3) > 2 : 1$  的原因是加热过程中氯化铵分解会损耗或提高菱锰矿转化为氯化锰的转化率。

(2)“除铁”。加入试剂有  $\text{MnO}_2$ 和 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,搅拌反应一段时间后,过滤。

① $\text{MnO}_2$ 和  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  加入的顺序为A。

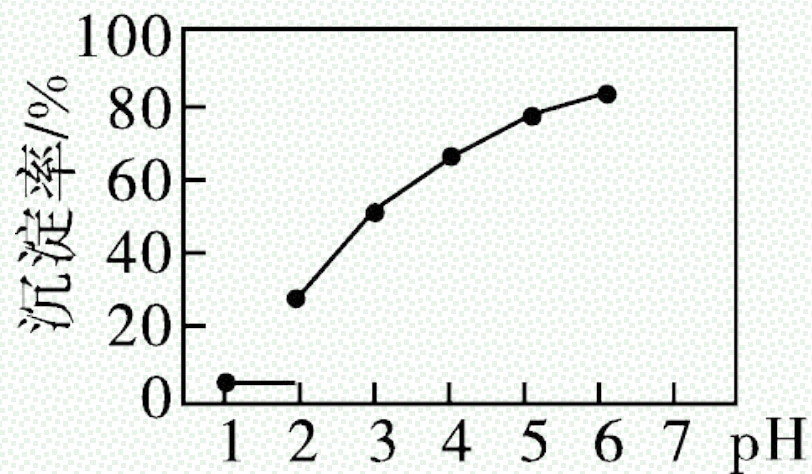
A.先加入  $\text{MnO}_2$ ,后加入  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

B.先加入  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,后加入  $\text{MnO}_2$   $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+} = \text{Mn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$

②该过程中  $\text{MnO}_2$ 发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

③加入氨水时,需要调节溶液 pH 的范围是 $2.8 \leq \text{pH} < 5.8$ 。

(3)“除钙”。向溶液中加入适量的  $\text{NH}_4\text{F}$ ,将  $\text{Ca}^{2+}$ 反应生成  $\text{CaF}_2$ 沉淀除去。溶液 pH 与  $\text{Ca}^{2+}$ 去除率之间的关系如图甲。随着溶液 pH 变小, $\text{Ca}^{2+}$ 去除率逐渐下降的原因是\_\_\_\_\_。

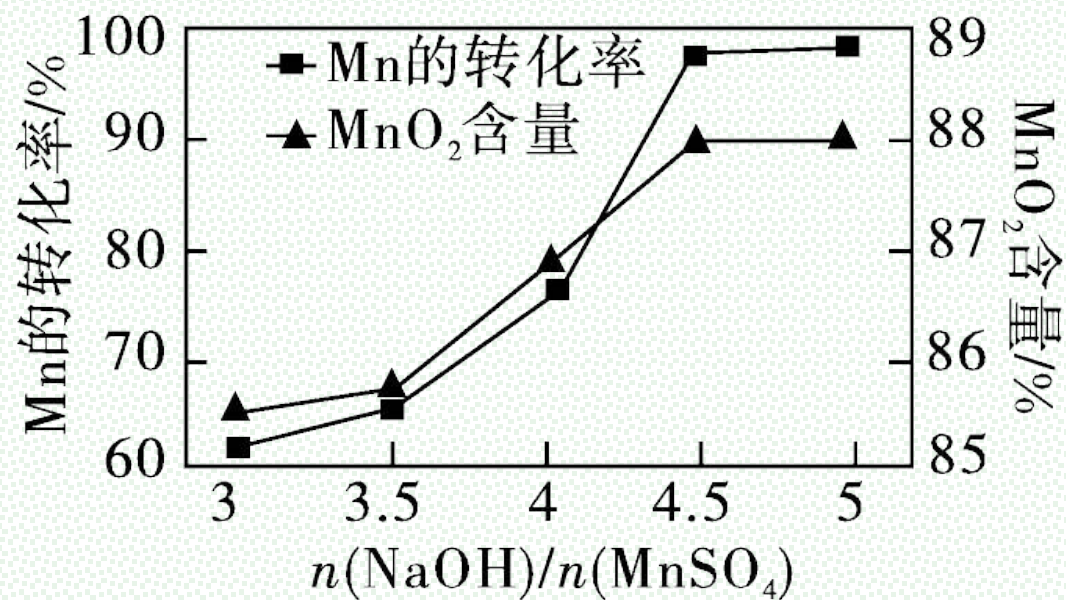


甲

pH变小,溶液中氢离子浓度增加,与氟离子结合生成HF,使钙离子难以沉淀

(4)  $\text{MnSO}_4$  和  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  可发生如下反应:  $\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 + 4\text{NaOH} \rightleftharpoons \text{MnO}_2 \downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。已知  $\text{MnSO}_4$  和  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  的物质的量相同时, 改变  $\text{NaOH}$  的用量, 测得  $\text{Mn}$  的转化率、 $\text{MnO}_2$  的含量  $\left( \frac{m(\text{MnO}_2)}{m(\text{MnO}_2) + m[\text{Mn}(\text{OH})_2]} \right)$  与

$\frac{n(\text{NaOH})}{n(\text{MnSO}_4)}$  的关系如图乙所示。



乙

根据信息,补充完整制取纯净  $\text{MnO}_2$  的实验方案:将 20 mL  $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{MnSO}_4$  溶液和 20 mL  $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  溶液混合, \_\_\_\_\_, 得到纯净的  $\text{MnO}_2$ 。(须使用的试剂: $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{NaOH}$  溶液、 $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液、 $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{BaCl}_2$  溶液)

边搅拌边向混合溶液中加入 90 mL  $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  的  $\text{NaOH}$  溶液,充分反应后过滤,向滤渣中边搅拌边加入适量  $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液,当固体不再减少时,过滤,用蒸馏水多次洗涤滤渣,直至取最后一次洗涤滤液加入  $1.0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$   $\text{BaCl}_2$  溶液无沉淀生成,过滤,干燥

**解析** 由制备流程可知,混合后“焙烧”的过程主要发生

$\text{MnCO}_3 + 2\text{NH}_4\text{Cl} = \text{MnCl}_2 + 2\text{NH}_3\uparrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ , 尾气为 $\text{NH}_3$ 、 $\text{CO}_2$ , 可用于制备碳酸氢铵, 达到循环利用的目的, 水浸后溶液含 $\text{Mn}^{2+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ , 除杂时加 $\text{MnO}_2$ 将 $\text{Fe}^{2+}$ 氧化为 $\text{Fe}^{3+}$ , 发生 $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+} = \text{Mn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ , 调节pH使铁离子转化为沉淀, 加入适量的 $\text{NH}_4\text{F}$ , 反应生成 $\text{CaF}_2$ 沉淀除去, 过滤后加 $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ 溶液沉锰, 生成碳酸锰沉淀, 滤液含 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 。

(1) 选用 $n(\text{NH}_4\text{Cl}) : n(\text{MnCO}_3) > 2 : 1$ 的原因是加热过程中氯化铵分解会损耗或提高菱锰矿转化为氯化锰的转化率。

(2) ①根据分析, 先加 $\text{MnO}_2$ 氧化亚铁离子为铁离子, 再加 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 调节溶液的pH。② $\text{MnO}_2$ 参与反应的离子方程式可表示为

$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+} = \text{Mn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O}$ 。③加入氨水时, 调节溶液 pH 使铁离子沉淀而锰离子不沉淀, 范围是 $2.8 \leq \text{pH} < 5.8$ 。

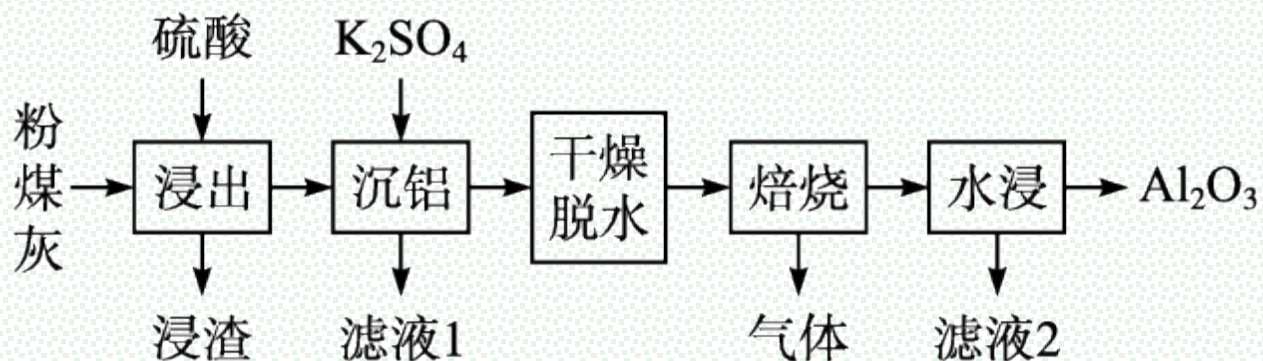


(3) 由于HF为弱酸,随着pH变小,溶液中氢离子浓度增加,与氟离子结合生成HF,使钙离子难以沉淀。

(4) 根据图乙可知,当NaOH与MnSO<sub>4</sub>的物质的量之比为4.5时,Mn的转化率、MnO<sub>2</sub>的含量达到最大,当加入20 mL 1.0 mol·L<sup>-1</sup>的MnSO<sub>4</sub>时需要加入90 mL 0.1 mol·L<sup>-1</sup> NaOH溶液,过滤,向滤渣中加入适量的硫酸,将Mn(OH)<sub>2</sub>转化成MnSO<sub>4</sub>,当固体质量不再减少时,过滤,洗涤滤渣。

### 题型3 工艺流程中条件控制和措施选择

例3(2022·福建卷)粉煤灰是火电厂的大宗固废。以某电厂的粉煤灰为原料(主要含 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 和 $\text{CaO}$ 等)提铝的工艺流程如下:



回答下列问题:

- (1)“浸出”时适当升温的主要目的是 提高浸出率(或提高浸出速率)， $\text{Al}_2\text{O}_3$ 发生反应的离子方程式为  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。
- (2)“浸渣”的主要成分除残余 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 外,还有  $\text{SiO}_2$ 和 $\text{CaSO}_4$ 。实验测得,5.0 g粉煤灰( $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的质量分数为30%)经浸出、干燥后得到3.0 g“浸渣”(  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的质量分数为8%), $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的浸出率为 84%。



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/538000110075006141>