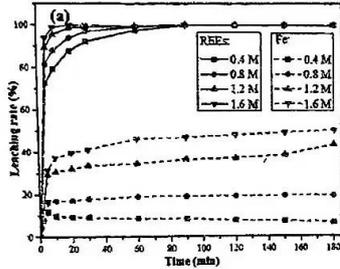


# 钕铁硼磁铁中的钕和铁的回收工艺

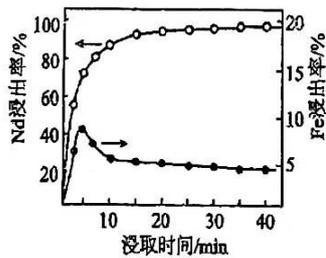
## --电解质溶液中的化学平衡复习

### 项目一：盐酸选择性浸出工艺

用不同浓度盐酸浸取钕铁硼烧渣，钕和铁元素的浸取率随时间变化曲线如下左图，结合图分析选择合适浓度的盐酸浸取焙烧后矿渣及原因。



钕铁硼在空气中焙烧转化为  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  等(忽略硼的化合物)，用  $0.4\text{mol/L}$  盐酸酸浸后过滤得到  $\text{NdCl}_3$  溶液和含铁滤渣。



讨论：(1) 含铁滤渣的成分。

(2) 浸出初期 Fe 浸出率先上升后下降的原因。

(3) 向净化后的  $\text{NdCl}_3$  溶液中加入  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  溶液， $\text{Nd}^{3+}$  可转化为  $\text{Nd}(\text{OH})\text{CO}_3$  沉淀，焙烧得到  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ 。写出转化为沉淀的离子方程式。

含铁滤渣用硫酸溶解，经萃取、反萃取提纯后，用于制备其他含铁化合物。用含有机胺( $R_3N$ )的有机溶剂作为萃取剂提纯一定浓度的  $Fe_2(SO_4)_3$  溶液，原理为：

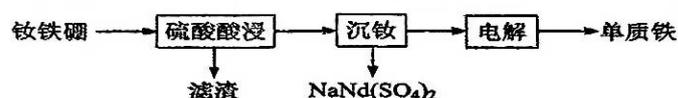


已知： $(R_3NH)_2SO_4 + H^+ + HSO_4^- \rightleftharpoons 2(R_3NH \cdot HSO_4)$

分析其他条件不变，水层初始 pH 在 0.2~0.8 范围内，随水层 pH 增大，有机层中 Fe 元素含量变化趋势及原因。

## 项目二：硫酸浸出工艺

向钕铁硼中加入硫酸，钕、铁分别转化为  $Nd^{3+}$ 、 $Fe^{2+}$  进入滤液。



文献检索：

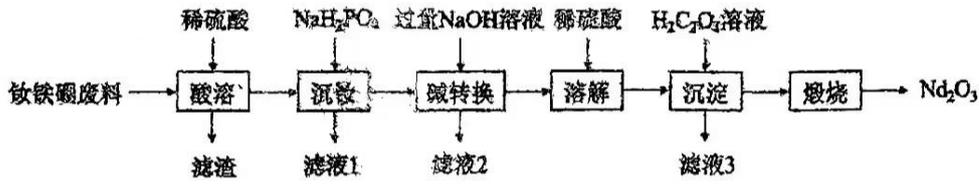
### 2.1 硫酸溶解条件的选择

根据钕铁硼废料中各元素的含量计算出所需硫酸的理论量，过量 20% 即可。实际操作中温度控制在约  $90^{\circ}C$ 。采用  $2\text{mol/L}$  的硫酸溶解，反应最终的 pH 值控制在 1 左右，这样有利于复盐沉淀，稀土浓度控制在  $40\text{g/L} \sim 45\text{g/L}$ ，以免硫酸稀土的析出。

硫酸钠与硫酸稀土在一定条件下能生成稳定难溶于水和酸的稀土硫酸钠复盐，从而与铁、钴等离。温度控制在约  $90^{\circ}C$ 。

课后作业：

1. 钕铁硼磁铁因其超强的磁性被誉为“永磁之王”。一种从钕铁硼废料[含 Nd(钕)、Fe、B 等]中提取氧化钕的工艺流程如下：



已知：①金属钕的活动性较强， $\text{Nd}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$  难溶于水

②硼与稀硫酸不反应，可溶于氧化性酸。

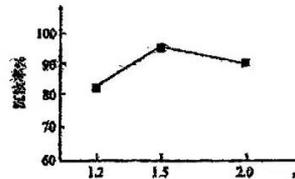
(1) “酸溶”时，不可将稀硫酸换成浓硫酸的原因是\_\_\_\_\_

(2) 在常温下“沉钕”，当  $\text{Nd}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$  完全沉淀时 pH 为 2.3，溶液中  $c(\text{Fe}^{2+})=2.0\text{mol/L}$ 。通过计算说明：“沉钕”完全时无  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  生成。(常温下， $K_{sp}[\text{Fe}(\text{OH})_2]=8.0\times 10^{-16}$ )

(3) “碱转换”生成  $\text{Nd}(\text{OH})_3$  的离子方程式\_\_\_\_\_

(4) “沉淀”过程中，草酸用量对沉钕率的影响如图所示。

当草酸实际用量与理论计算量比值大于 1.5 时，沉钕率下降的可能原因是\_\_\_\_\_



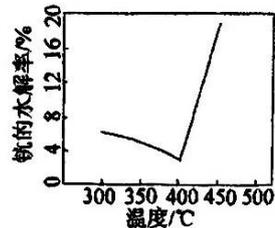
“沉淀”后生成的晶体  $[\text{Nd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}]$  在氮气氛围下充分煅烧的化学方程式为\_\_\_\_\_

2. 钪(Sc)是一种重要稀土元素。由含钪矿渣制备  $\text{ScCl}_3$ ，再电解  $\text{ScCl}_3$  可制得 Sc。

萃取液经系列工序制得  $\text{ScCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  晶体，将其与  $\text{NH}_4\text{Cl}$  混合，加热脱水制备无水  $\text{ScCl}_3$ ，再电解熔融  $\text{ScCl}_3$  获得 Sc。若不加  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ，加热脱水时  $\text{Sc}^{3+}$  易水解生成  $\text{ScOCl}$ 。  $\text{ScOCl}$  难溶于水、易溶于盐酸。

(1) 加热脱水时， $\text{ScCl}_3$  水解生成  $\text{ScOCl}$  的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 电解熔融  $\text{ScCl}_3$  时，常加入  $\text{NaCl}$ 、 $\text{KCl}$ ，其主要目的是通过降低熔点、\_\_\_\_\_。



从而提高 Sc 的回收率、降低成本。

(3) 其他条件相同，钪的水解率随脱水温度的变化如图所示。低于 400°C，随着温度升高钪的水解率减小的原因是\_\_\_\_\_。