

浅谈无机工艺流程题的解题思路

江西省瑞金市第一中学 342500 王育林

这类题常呈现的形式: 流程图、表格、图像

这类题常围绕以下几个知识点进行设问:

- (1) 反应速率与平衡理论的运用。
- (2) 氧化还原反应的判断、化学方程式或离子方程式的书写。
- (3) 利用控制 pH 分离除杂。
- (4) 化学反应的能量变化。
- (5) 实验基本操作: 除杂、分离、检验、洗涤、干燥等。
- (6) 流程中的物质转化和循环, 资源的回收和利用。
- (7) 环境保护与绿色化学评价。

考查的题型有: 除杂工艺流程题(如海水提纯)、化工艺流程题、电解工艺流程题、资源(能源)综合利用工艺流程题。

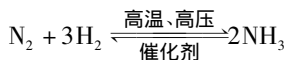
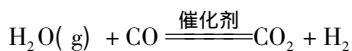
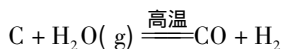
一、基本知识

1. 熟练掌握中学化学中重要的化工生产原理

(1) 合成氨工业

主要原料: 空气、化石燃料、水

反应原理:



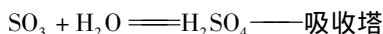
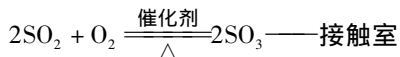
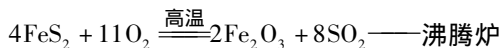
主要设备: 合成塔

主要生产流程: 原料气制备→净化→压缩→合成→分离

(2) 硫酸工业

主要原料: 空气、黄铁矿(硫铁矿)或硫磺、水

反应原理与设备:



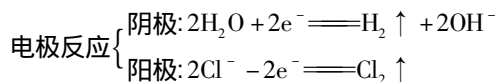
生产过程:

SO_2 的制取→净化→ SO_2 的氧化→ SO_3 的吸收

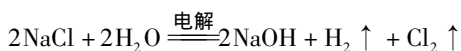
(3) 氯碱工业

主要原料: 饱和食盐水

反应原理:



总反应:



主要设备: 离子交换膜电解槽

生产过程: 粗盐水→精制→电解

(4) 玻璃工业

主要原料: 石灰石、石英、纯碱

反应原理:



主要成分: $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$

2. 熟练掌握分离、提纯的实验技能, 如溶解、过滤、蒸馏、结晶、重结晶等。

3. 熟练掌握化学计算的方法技巧, 如守恒法、关系式法、差量法等。

二、解题思路

这类试题考查的问题主要有以下几方面:

- (1) 选择将原料转化为产品的生产原理;
- (2) 除杂并分离提纯产品;
- (3) 提高产量和产率;
- (4) 减少污染, 注意环保, 发展“绿色化学”;

(5) 考虑原料的来源丰富和经济成本;

(6) 生产设备简单, 生产工艺简便等。

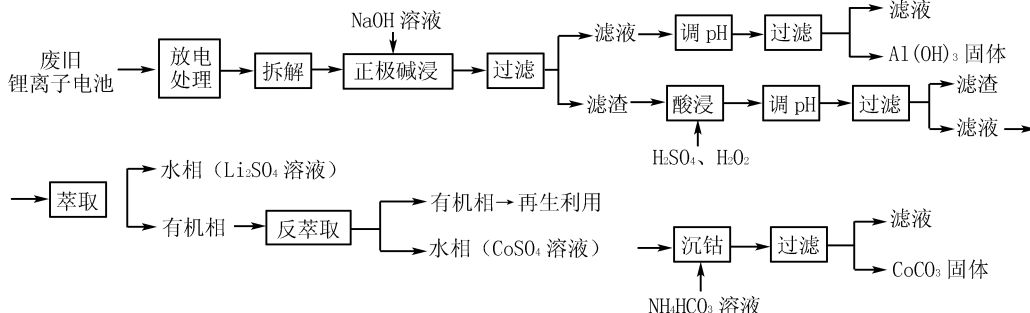
命题者围绕以上几方面设问, 我们的解题思路是:

(1) 从生产目的(标)出发, 读懂框图(流程)。

(2) 分析流程中的每一步骤, 从几个方面了解流程: A. 反应物是什么, B. 发生了什么反应, C.

该反应对制造产品有什么作用。抓住一个关键点:一切反应或操作都是为了获得产品。

(3) 对反应条件的分析可从以下几个方面着手:对反应速率有何影响、对平衡转化率有何影响、对综合生产效益有何影响(如可以从原料成本、原料来源是否广泛、是否可再生、能源成本、对设备的要求、环境保护等方面考虑)。



回答下列问题:

- (1) LiCoO_2 中, Co 元素的化合价为 _____。
- (2) 写出“正极碱浸”中发生反应的离子方程式 _____。
- (3) “酸浸”一般在 80°C 下进行, 写出该步骤中发生的所有氧化还原反应的化学方程式 _____; 可用盐酸代替 H_2SO_4 和 H_2O_2 的混合液, 但缺点是 _____。
- (4) 写出“沉钴”过程中发生反应的化学方程式 _____。
- (5) 充放电过程中, 发生 LiCoO_2 与 $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2$ 之间的转化, 写出放电时电池反应方程式 _____。
- (6) 上述工艺中, “放电处理”有利于锂在正极的回收, 其原因是_____。在整个回收工艺中, 可回收到的金属化合物有 _____ (填化学式)。

答案: (1) +3 (2) $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Al}(\text{OH})_4^- + 3\text{H}_2 \uparrow$ (3) $2\text{LiCoO}_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{Li}_2\text{SO}_4 + 2\text{CoSO}_4 + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$ $2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$; 有氯气生成, 污染较大。
 (4) $\text{CoSO}_4 + 2\text{NH}_4\text{HCO}_3 \rightleftharpoons \text{CoCO}_3 \downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (5) $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + \text{Li}_x\text{C}_6 \rightleftharpoons \text{LiCoO}_2 + 6\text{C}$ (6) Li^+ 从负极中脱出, 经由电解质向正极移动并进入正极材料中 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 CoCO_3 、 Li_2SO_4

三、高考真题

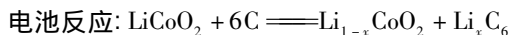
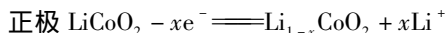
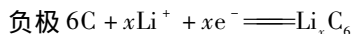
1. 锂离子电池的应用很广, 其正极材料可再生利用。某锂离子电池正极材料有钴酸锂 (LiCoO_2)、导电剂乙炔黑和铝箔等。充电时, 该锂离子电池负极发生的反应为 $6\text{C} + x\text{Li}^+ + xe^- \rightleftharpoons \text{Li}_x\text{C}_6$ 。现欲利用以下工艺流程回收正极材料中的某些金属资源(部分条件未给出)。

解题思路 从回收正极材料中的某些金属资源出发, 题目已经给出锂离子电池正极材料有钴酸锂 (LiCoO_2)、导电剂乙炔黑和铝箔等信息, 带着已知信息看框图(流程)。解答时要看框内, 看框外, 里外结合; 边分析, 边思考, 易处着手; 先局部, 后全盘, 逐步深入。

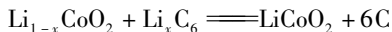
- (1) 抓住化学式中各个元素化合价相加等于零, 氧负二价, 锂正一价, 所以钴是正三价。
- (2) 从流程图可知在正极碱浸中只有铝箔溶解, 离子方程式:
 $2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Al}(\text{OH})_4^- + 3\text{H}_2 \uparrow$
- (3) 框图最后一步得到 CoCO_3 , Co 从 +3 价变成 +2 价, 化合价降低, 被还原, 所以酸浸加 H_2SO_4 、 H_2O_2 这一步中 H_2O_2 做还原剂, 根据元素守恒、电子守恒原理来解答, 这里要注意 H_2O_2 在温度高时会分解。氯离子具有还原性, 生成氯气污染环境。

(4) 复分解反应

(5) 充电过程:



放电过程刚好相反, 电池反应方程式:



(收稿日期: 2014-01-02)