

学习必备

欢迎下载

高考化学大题专题(四) 工艺流程

一、【考点分析】无机化工题实际上是考查考生运用化学反应原理及相关知识来解决工业生产中实际问题的能力。解此类型题目的基本步骤是：①从题干中获取有用信息，了解生产的产品 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. 该反应造成了什么后果，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获得产品而服务。③从问题中获取信息，帮助解题。

了解流程后着手答题。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（从绿色化学方面作答）。二、【工业流程题中常用的关键词】

原材料：矿样（明矾石、孔雀石、蛇纹石、大理石、锂辉石、黄铜矿、锰矿、高岭土，烧渣），合金（含铁废铜），药片（补血剂），海水（污水） 灼烧（煅烧）：原料的预处理，不易转化的物质转化为容易提取的物质：如海带中提取碘 酸：溶解、去氧化物（膜）、调节pH促进水解（沉淀） 碱：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） 氧化剂：氧化某物质，转化为易于被除去（沉淀）的离子 氧化物：调节pH促进水解（沉淀）

控制pH值：促进某离子水解，使其沉淀，利于过滤分离

煮沸：促进水解，聚沉后利于过滤分离；除去溶解在溶液中的气体，如氧气 趁热过滤：减少结晶损失；提高纯度 三、【工业流程常见的操作】（一）原料的预处理

①溶解：通常用酸溶。如用硫酸、盐酸、浓硫酸等 ②灼烧：如从海带中提取碘

③煅烧：如煅烧高岭土 改变结构，使一些物质能溶解。并使一些杂质高温下氧化、分解 ④研磨：适用于有机物的提取 如苹果中维生素C的测定等。（二）控制反应条件的方法

①控制溶液的酸碱性使其某些金属离子形成氢氧化物沉淀——pH值的控制。例如：已知下列物质开始沉淀和沉淀完全时的pH 如下表所示

物质 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ $\text{Fe}(\text{OH})_2$ $\text{Mn}(\text{OH})_2$

+

+

开始沉淀 2.77.68.3

沉淀完全 3.79.69.8

问题：若要除去 Mn^{2+} 溶液中含有的 Fe^{2+} ，应该怎样做？

+++

调节pH所需的物质一般应满足两点：能与H反应，使溶液pH值增大不引入新杂质。若要除去 Cu^{2+} 溶液中混有的 Fe^{3+} ，可加入 CuO 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ 等物质来调节溶液的pH值 ②蒸发、反应时的气体氛围

③加热的目的：加快反应速率或促进平衡向某个方向移动

④降温反应的目的：防止某物质在高温时会溶解或为使化学平衡向着题目要求的方向移动 ⑤趁热过滤：防止某物质降温时会析出

⑥冰水洗涤：洗去晶体表面的杂质离子，并减少晶体在洗涤过程中的溶解损耗 （三）物质的分离和提纯的方法

①结晶——固体物质从溶液中析出的过程（蒸发溶剂、冷却热饱和溶液、浓缩蒸发） 重结晶是利用固体物质均能溶于水，且在水中溶解度差异较大的一种除杂质方法。 ②过滤——固、液分离 ③蒸馏——液、液分离

④分液——互不相溶的液体间的分离

⑤萃取——用一种溶剂将溶质从另一种溶剂中提取出来。 ⑥升华——将可直接气化的固体分离出来。
⑦盐析——加无机盐使溶质的溶解度降低而析出 (四) 常见名词

浸出：固体加水（酸）溶解得到离子

浸出率：固体溶解后，离子在溶液中的含量的多少

酸浸：在酸溶液中反应使可溶性金属离子进入溶液，不溶物通过过滤除去的溶解过程 水洗：通常为除去水溶性杂质 水浸：与水接触反应或溶解 四、【常见文字叙述套路】

1. 洗涤沉淀：往漏斗中加入蒸馏水至浸没沉淀，待水自然流下后，重复以上操作2—3次。 2. 从溶液中得到晶体：蒸发浓缩—冷却结晶—过滤—（洗涤）。 注意：①在写某一步骤是为了除杂是，应该注明“是为了除去XX杂质”，只写“除杂”等一类万金油式的回答是不给分

学习必备

欢迎下载

的。②看清楚是写化学反应方程式还是离子方程式，注意配平。 五、【难点解析】要解好这类题

，最重要的是要克服畏惧心理，认真审题，找到该实验的目的。一般来说，流程题只有两个目的

：一是从混合物中分离、提纯某一物质；另一目的就是利用某些物质制备另一物质。 一、对于实验

目的为一的题目，其实就是对混合物的除杂、分离、提纯。 当遇到这一类题时，要求学生一定要

认真在题目中找出要得到的主要物质是什么，混有的杂质有哪些，认真分析当加入某一试剂后，能

与什么物质发生反应，生成了什么产物，要用什么样的方法才能将杂质除去。只有这样才能明白每

一步所加试剂或操作的目的。这里特别提一提蒸发与结晶。蒸发与结晶方法都可以将溶液中的溶质

以固体形式析出，具体采用何种方法，主要取决于溶质的溶解度。 有的物质它的溶解度随温度的

升高变化比较大，如 NH_4NO_3 、 KNO_3 等物质，在蒸发过程中比较难析出来，所以要用冷却法使它结晶

。而有的物质它的溶解度随温度的升高变化比较小，如 NaCl 、 KCl 等，有少数物质的溶解度随温度的

升高而减小，如 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 要使它们析出较多固体溶质时，则要用蒸发浓缩的方法。例如 NaCl 和 KNO_3

混合溶液，如果将混合溶液蒸发一段时间，析出的固体主要是 NaCl ，母液中是 KNO_3 和少量 NaCl 。如果

将混合溶液加热后再降温，则析出的固体主要是 KNO_3 ，母液中是 NaCl 和少量 KNO_3 。如果是除杂

，杂质所含的量比较少，一般是让主要物质析出来。如 KNO_3 溶液中含少量 NaCl ，常用升温冷却结晶

法，再经过过滤、洗涤、烘干（不同的物质在烘干时采取的方法不同），就可得到 KNO_3 固体了。如果

NaCl 溶液中含少量 KNO_3 ，则用蒸发浓缩结晶法，这种方法一般要经过趁热过滤才能得到主要物质

，主要原因是如果温度下降，杂质也会以晶体的形式析出来。

二、对于目的为制备某一物质的流程题，要求学生注意以下几个方面：

1、明确题目目的是制什么物质，从题干或问题中获取有用信息，了解产品的性质。 只有知道了实

验目的，才能非常清楚的知道整个流程的意义所在，题目中的信息往往是制备该物质的关键所在。

而产物如果具有某些特殊性质（由题目信息获得或根据所学知识判断），则要采取必要的措施来避

免在生产过程中产生其它杂质。一般来说主要有如下几种情况：

（1）如果在制备过程中出现一些受热易分解的物质或产物，则要注意对温度的控制。如：侯德榜制碱中的 NaHCO_3 ；还有如 H_2O_2 、 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 、 KMnO_4 、 AgNO_3 、 HNO_3 （浓）等物质。

（2）如果产物是一种会水解的盐，且水解产物中有挥发性的酸产生时，则要加强相对应的酸来防止水解。如：制备 FeCl_3 、 AlCl_3 、 MgCl_2 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 等物质时，要蒸干其溶液得到固体溶质时，都要加相应的酸或在酸性气流中干燥来防止它水解，否则得到的产物分别是 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 MgO 、 CuO ；而像 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 NaAlO_2 、 Na_2CO_3 等盐溶液，虽然也发生水解，但产物中 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 H_2SO_4 、 NaHCO_3 、 NaOH 都不是挥发性物质，在蒸发时，抑制了盐的水解，最后得到的还是溶质本身。

（3）如果产物是一种强的氧化剂或强的还原剂，则要防止它们发生氧化还原的物质，如：含 Fe^{2+} 、 SO_3^{2-} 等离子的物质，则要防止与氧化性强的物质接触。

(4) 如果产物是一种易吸收空气中的CO₂或水(潮解或发生反应)而变质的物质(如NaOH固体等物质), 则要注意防止在制备过程中对CO₂或水的除去, 也要防止空气中的CO₂或水进入装置中。

(5) 如果题目中出现了包括产物在内的各种物质的溶解度信息, 则要注意对比它们的溶解度随温度升高而改变的情况, 根据它们的不同变化, 找出合适的分离方法。

2、寻找在制备过程中所需的原料, 写出主要的化学反应方程式或制备原理, 从中了解流程图。从近几年的高考题目中会发现, 大多数题目都会给出制备物质时所需的原料, 但一般会涉及到物质的分离、提纯的操作。所以在明确了实验目的之后, 再写出主要的反应方程式, 观察有没有副产品, 如果有, 剩余的步骤就是分离提纯了。

3、注意外界条件对工艺流程的影响 在很多流程图的题目中, 我们经常会看到压强、温度等外界条件的出现, 不同的工艺对物质反应的温度或压强有不同的要求, 它所起的作用也不一样, 但却都是能否达到实验目的的关键所在, 也是命题专家们经常要考察学生的地方。对外界条件的分析主要可从以下两个方面着手: (1) 对反应速率有何影响?

(2) 对平衡转化率有何影响? 这里主要说一说温度的影响, 归纳总结之后, 主要有以下几个方面的形式来考察学生:

①趁热过滤(或冰水洗涤)的目的: 防止某物质降温时会析出(或升温时会溶解)而带入新的杂质;
②冰水中反应或降温反应的目的: 防止某物质在高温时会溶解或为使化学平衡向着题目要求的方向移动;
③反应中采取加热措施的作用: 一般是为了加快反应速率或加速某固体的溶解;
④如果题目中要求温度控制在具体的一个温度范围内(可用水浴或油浴来控制): 一般有几个目的:
a、防止某种物质温度过高时会分解或挥发, 也可能是为了使某物质达到沸点挥发出来, 具体问题要具体分析。如侯德榜制碱中, 将CO₂通入NaCl的氨溶液中, 保持溶液的温度为(30+2)℃, 可得NaHCO₃晶体, 温度控制在这个范围, 目的就是防止NaHCO₃分解。而在Br₂的制取过程中, 出溴口的温度控制在80—90℃, 目的就是要使Br₂挥发出来而又减少水蒸气混入Br₂中。
b、使催化剂的活性达到最好: 如工业合成氨或工业SO₂氧化为SO₃时, 选择的温度是500℃左右, 原因之一就是使催化剂的活性达到最高。
c、防止副反应的发生: 如乙醇的消去反应温度要控制在170℃, 原因就是就是在140℃时会有乙醚产生。
d、对于一些工艺来说, 降温或减压可以减少能源成本, 降低对设备的要求, 达到绿色化学的要求。以上有关温度的总结只能说是有可能来考, 具体问题要具体分析。

工艺流程题由于它考察的知识点多, 也非常灵活, 对学生的审题能力、分析问题、解决问题、文字表达等方面的能力都要求非常高, 所以学生得分往往不高, 但只要大家在平时在做这一类题目时善于归纳、总结, 认真审题, 善于从题目或问题中获取信息来帮助自己解题, 同时在学习时要熟记一些基本的实验操作, 如沉淀的洗涤、沉淀是否完全的检验方法、从溶液得到晶体的方法、常见离子的检验方法等, 文字表达时一定要做到规范, 相信可以突破这个难关。

学习必备

欢迎下载

1. 【2015四川理综化学】(16分) 为了保护环境, 充分利用资源, 某研究小组通过如下简化流程, 将工业制硫酸的硫铁矿烧渣(铁主要以Fe₂O₃存在)转变成重要的化工原料FeSO₄(反应条件略)。

活化硫铁矿还原Fe³⁺的主要反应为: $\text{FeS}_2 + 7\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 8\text{H}_2\text{O} = 15\text{FeSO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4$, 不考虑其他反应。请回答下列问题:

- (1) 第I步H₂SO₄与Fe₂O₃反应的离子方程式是 _____。
- (2) 检验第II步中Fe³⁺是否完全还原, 应选择 _____ (填字母编号)。
- A. KMnO₄溶液
B. K₃[Fe(CN)₆]溶液
C. KSCN溶液

(3) 第Ⅲ步加FeCO₃调溶液pH到5.8左右, 然后在第Ⅳ步通入空气使溶液pH降到5.2, 此时Fe²⁺不沉淀, 滤液中铝、硅杂质除尽。通入空气引起溶液pH降低的原因是_____。(4) FeSO₄可转化为FeCO₃, FeCO₃在空气中加热反应可制得铁系氧化物材料。

已知25℃, 101kPa时: $4\text{Fe(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)} = 2\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)}$ $\Delta H = -1648\text{kJ/mol}$

$\text{C(s)} + \text{O}_2\text{(g)} = \text{CO}_2\text{(g)}$ $\Delta H = -393\text{kJ/mol}$

$2\text{Fe(s)} + 2\text{C(s)} + 3\text{O}_2\text{(g)} = 2\text{FeCO}_3\text{(s)}$ $\Delta H = -1480\text{kJ/mol}$

FeCO₃在空气中加热反应生成Fe₂O₃的热化学方程式是_____。

(5) FeSO₄在一定条件下可制得FeS₂(二硫化亚铁)纳米材料。该材料可用于制造高容量锂电池, 电池

放电时的总反应为 $4\text{Li} + \text{FeS}_2 = \text{Fe} + 2\text{Li}_2\text{S}$, 正极反应式是_____。

(6) 假如烧渣中的铁全部视为Fe₂O₃, 其含量为50%。将a kg质量分数为b%的硫酸加入到c kg烧渣中浸取, 铁的浸取率为96%, 其他杂质浸出消耗的硫酸以及调pH后溶液呈微酸性所残留的硫酸忽略不计。按上述流程, 第Ⅲ步应加入FeCO₃_____ kg。

(1) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ (2) C (3) Fe²⁺被氧化为Fe³⁺, Fe³⁺水解产生H⁺。

(4) $4\text{FeCO}_3\text{(s)} + \text{O}_2\text{(g)} = 2\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} + 4\text{CO}_2\text{(g)}$ $\Delta H = -260\text{kJ/mol}$ 。(5) $\text{FeS}_2 + 4\text{e}^- = \text{Fe} + 2\text{S}^{2-}$ (6) 2450 - 1750 kg。

2. 【2015江苏化学】(12分) 以磷石膏(主要成分CaSO₄, 杂质SiO₂、Al₂O₃等)为原料可制备轻质CaCO₃。

学习必备

欢迎下载

(1) 匀速向浆料中通入CO₂, 浆料清液的pH和c(SO₄²⁻)随时间变化见右图。清液pH>11时CaSO₄

转化的离子方程式_____; 能提高其转化速率的措施有_____(填序号)

A. 搅拌浆料 B. 加热浆料至100℃ C. 增大氨水浓度 D. 减小CO₂通入速率

(2) 当清液pH接近6.5时, 过滤并洗涤固体。滤液中物质的量浓度最大的两种阴离子为_____和_____ (填化学式); 检验洗涤是否完全的方法是_____。

(3) 在敞口容器中, 用NH₄Cl溶液浸取高温煅烧的固体, 随着

2

浸取液温度上升, 溶液中c(Ca²⁺)增大的原因_____。

【答案】(1) $\text{CaSO}_4 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + 2\text{NH}_4^+$ 或

$\text{CaSO}_4 + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 + \text{SO}_4^{2-}$, AC; (2) SO₄²⁻、HCO₃⁻

+

—

—

—

—

, 取少量最后一次的洗涤过滤液于试管中, 向其中滴加盐酸酸化的BaCl₂溶液, 若不产生白色沉淀,

+

+

则表明已洗涤完全；（3）浸取液温度上升，溶液中 $c(\text{H}^+)$ 增大，促进固体中 Ca^{2+} 浸出。

3. 【2015广东理综化学】（16分）七铝十二钙（ $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ ）是新型的超导材料和发光材料，用白云石（主

学习必备

欢迎下载

要含 CaCO_3 和 MgCO_3 ）和废Al片制备七铝十二钙的工艺如下：

（1）煅粉主要含 MgO 和 CaO ，用适量的 NH_4NO_3 溶液浸取煅粉后，镁化合物几乎不溶，若溶液I中 $c(\text{Mg}^{2+})$ 小于 $5 \times 10^{-6} \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则溶液pH大于 11 （ $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的 $K_{\text{sp}}=5 \times 10^{-12}$ ）；该工艺中不能用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 代替 NH_4NO_3 ，原因是 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 与 Ca^{2+} 会生成微溶物，在过滤时会被除去，造成生成的 CaCO_3 减少。

（2）滤液I中的阴离子有 NO_3^- 、 OH^- （忽略杂质成分的影响）；若滤液I中仅通入 CO_2 ，会生成 CaCO_3 ，从而导致 CaCO_3 产率降低。

（3）用 NaOH 溶液可除去废Al片表面的氧化膜，反应的离子方程式为 $2\text{OH}^- + \text{Al}_2\text{O}_3 = 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ 。（4）电解制备 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 时，电极分别为Al片和石墨，电解总反应方程式为 $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。

（5）一种可超快充电的新型铝电池，充放电时 AlCl_4^- 和 Al_2Cl_7^- 两种离子在Al电极上相互转化，其它离子不参与电极反应，放电时负极Al的电极反应式为 $\text{Al} - 3\text{e}^- + 7 \text{AlCl}_4^- = 4 \text{Al}_2\text{Cl}_7^-$ 。

【答案】（1） CaO ； 11 ；加入 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 会生成 CaSO_4 微溶物，在过滤时会被除去，造成生成的 CaCO_3 减

少。（2） NO_3^- 、 OH^- ； $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ （3） $2\text{OH}^- + \text{Al}_2\text{O}_3 = 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ （4） $2\text{Al} + 6\text{H}_2\text{O}$ （5）

$\text{Al} - 3\text{e}^- + 7 \text{AlCl}_4^- = 4 \text{Al}_2\text{Cl}_7^-$

—

$2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}_2 \uparrow$