

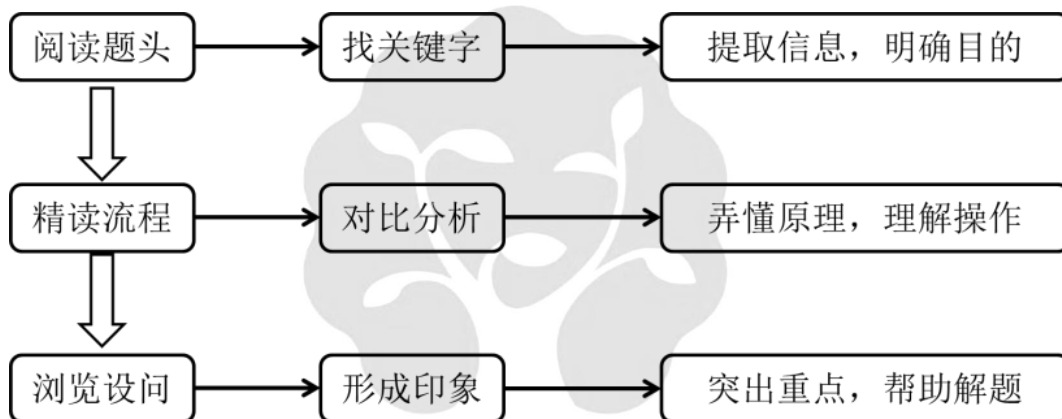


工业实验流程

日期: _____ 时间: _____ 姓名: _____
Date: _____ Time: _____ Name: _____



初露锋芒



<p>学习目标</p> <p>&</p> <p>重难点</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解化工流程图题型的结构，掌握化工流程图题型的基本解题思路； 2. 掌握粗盐提纯的除杂试剂和提纯操作； 3. 了解石灰石工业 4. 了解纯碱工业 5. 了解工业废水中的资源回收与利用
--	--



根深蒂固

一、命题趋势

化学知识越来越多的应用在工业生产和生活实际中，而这也成为中考命题的热点和难点，充分体现化学学科知识的实用性。

试题有时会以流程图的形式出现。这类题目综合性强，要求考生既要熟知工业生产的基本原理，又要对流程图中所给出的信息进行提取、筛选，对考生的学科能力要求较高。

二、化工流程图题型的结构

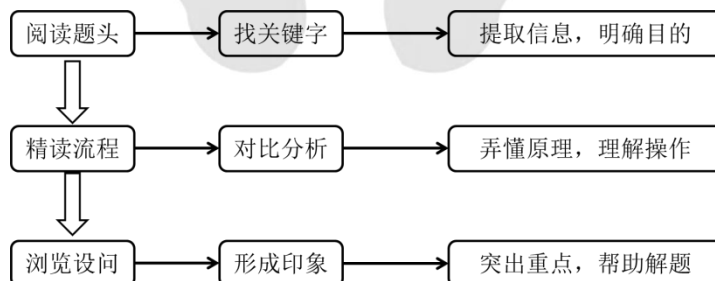
题头（引入信息）→题干（提取信息，应用解题）→题尾（得出结论或产品）

工业流程图题的内容往往与生产、生活实际联系密切，因此从题干部分看一般都是采取流程图的模式。解题方法是阅读完流程图后结合相关信息回答问题：

（1）流程图的形式各异，有的以操作名称作为框图形成流程的主线，有的以物质作框，也有以设备作框，但每一题都固定以上一种形式为框，从近几年的试题看尤以一种常见：以操作名称为主线，物质随着操作发生变化。

（2）此外，这类题目中通常还包含简单的实验设计，实验一般为制备或对样品的定性定量分析实验。

三、解题方法和思路



1. 解题步骤

- （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。

多数试题重点考查利用题干中的信息解决问题的能力以及物质的制备，考查有关化学实验操作、方程式的书写等技能。

2. 答题注意事项:

(1) 从绿色化学方面作答: 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、是否有循环利用, 能源成本, 对设备的要求, 环境保护。

(2) 常见文字叙述套路:

①从溶液中得到晶体: 蒸发浓缩-冷却结晶-过滤-(洗涤)-烘干。

②在写某一步骤是为了除杂时, 应该注明“是为了除去某某杂质”, 只写“除杂” 是不给分的。

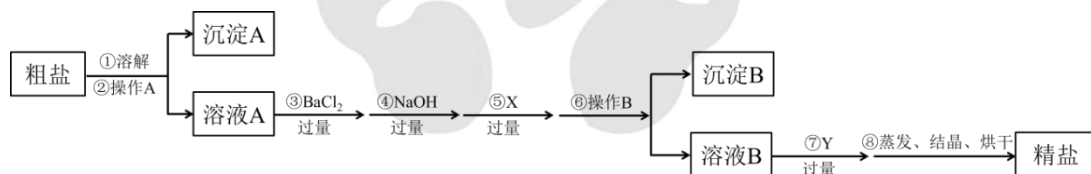
(3) 准确找出能够循环利用的物质



枝繁叶茂

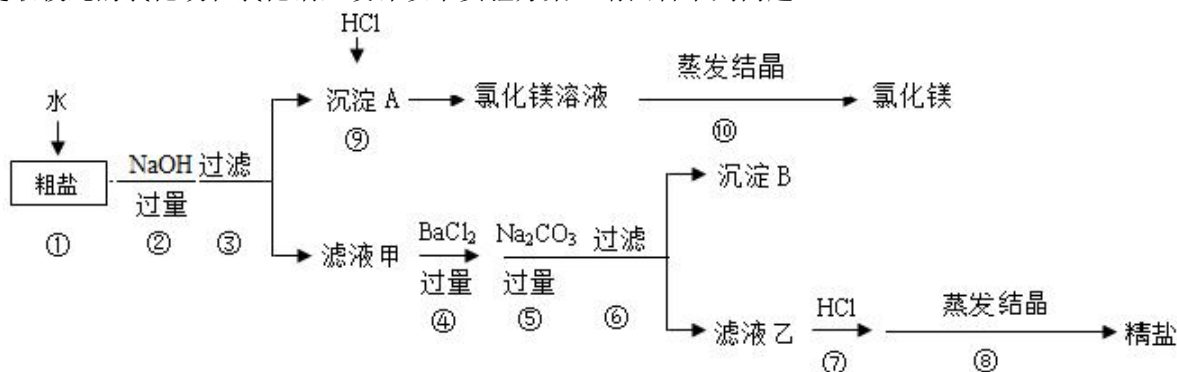
考点 1: 粗盐的提纯

【例 1】通过海水晾晒可得粗盐, 粗盐除 NaCl 外, 还含有 MgCl_2 、 CaCl_2 、 Na_2SO_4 以及泥沙等杂质。以下是制备精盐的实验方案, 各步操作流程如下:



- (1) 操作 A 和 B 的名称是_____, 操作 A 能否与操作 B 合并_____ (“可以”或“不可以”)。
- (2) 加入过量的 BaCl_2 溶液目的是_____。
- (3) 加入试剂 X 发生反应的化学方程式是_____, _____; 沉淀 B 的主要成分是_____。操作 B 能否在步骤⑦之后, 为什么? _____。
- (4) 加入试剂 Y 的化学式是_____, 请分别分析: Y 不足量或过量时, 对本实验是否有影响? 请说明理由。_____。
- (5) 该实验方案实际得到的氯化钠可能比粗盐中含有的氯化钠要_____ (填“多”或“少”), 原因是: _____。

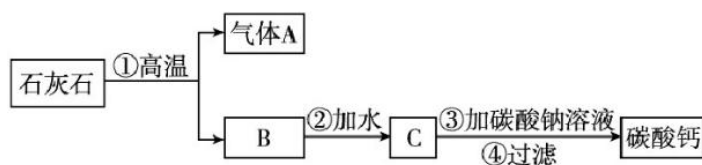
【例 2】氯化钠和氯化镁是重要的化工原料。某粗盐除 NaCl 外，还含有 MgCl_2 、 CaCl_2 、 Na_2SO_4 等物质，为了从中提取较纯的氯化镁和氯化钠，设计以下实验方案。请回答下列问题：



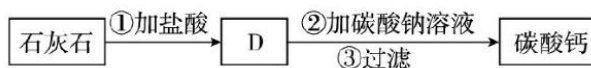
- 步骤①溶解过程中用玻璃棒搅拌的目的是_____。
- 步骤④⑤的顺序颠倒会引发的后果是_____。
- 滤液乙中所含的溶质除氯化钠外还含有_____；沉淀 B 中除含碳酸钙、碳酸钡外还含有_____；在步骤⑦中若加入的盐酸过量是否对实验结果有影响？原因是_____。
- 写出步骤⑨中反应的化学方程式_____。
- 实验最终所得的精盐的质量大于粗盐中氯化钠的质量，整个过程中产生新的 NaCl 的反应共有_____个。

考点 2：石灰石工业

【例 1】牙膏中的摩擦剂碳酸钙可以用石灰石来制备，甲同学设计了一种实验方案：

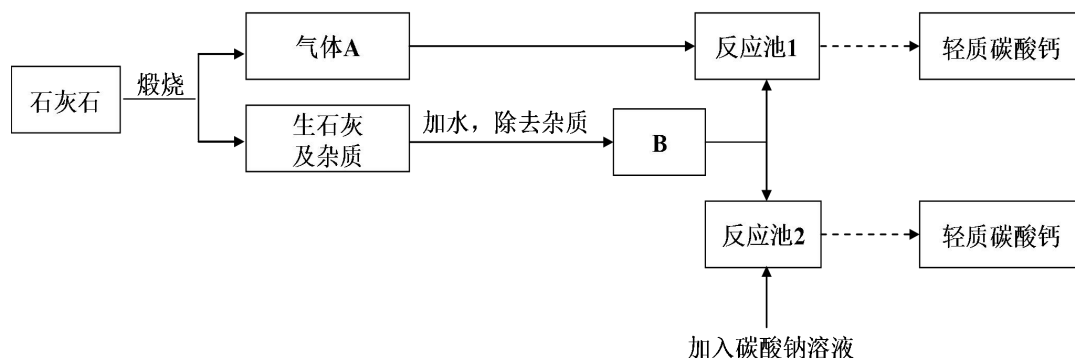


- 过滤时玻璃棒的作用是_____。过滤后发现滤液浑浊，应_____。
- 写出步骤②的化学方程式：_____，该反应是_____（填“放热”或“吸热”）反应。
- 乙同学设计了一种实验方案：



请你写出乙同学实验方案的一个优点：_____。

【例 2】牙膏中的轻质碳酸钙可用石灰石来制备，某化学兴趣小组设计了如下转化流程：



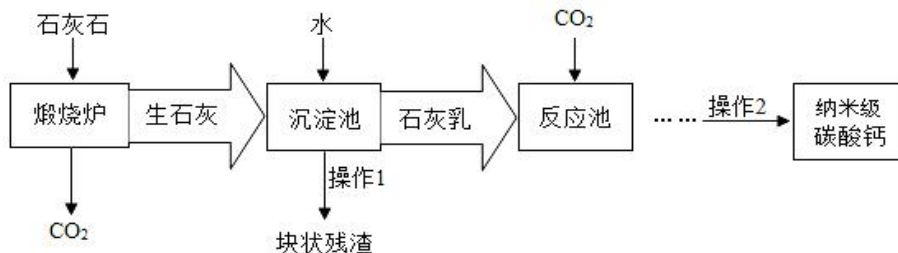
已知： $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ； $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \xrightarrow{\text{微热}} \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

- (1) 气体 A 的化学式为_____，写出反应池 1 中发生反应的化学方程式_____。
- (2) 为了提高生产效率，制取轻质碳酸钙时，B 最好为_____（选填“石灰乳”或“澄清石灰水”）；将气体 A 通入反应池 1 中时，最好对池中物质进行微热，目的是防止生成_____（写化学式）。
- (3) 结合整个转化流程，对比反应池 1 和反应池 2 制取碳酸钙的方法，前者更加能体现绿色化学的理念，理由是_____。

【高分秘籍】

1. 工业中原料基本上都是石灰乳而不用浓度非常低的石灰水。
2. 任何题目都要注意给出的信息，括号中的内容，答题时一定会用到，用不到你就要小心了。或者在你茫然想不出理由的时候尤其要关注额外信息。
3. 平时注意语言描述题的积累，可以整理出来，考试套用。

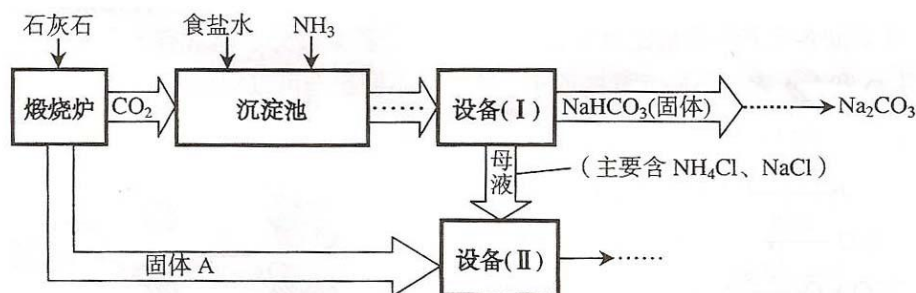
【例 3】纳米级的超细碳酸钙是一种新型超细固体材料，是橡胶、塑料制品、造纸、涂料、油墨等工业重要填料。工业上用石灰石来制备纳米级超细碳酸钙的流程如下图，请回答下列问题：



- (1) 煅烧炉中发生反应的化学方程式是_____，操作 1、2 与实验室_____操作类似。
- (2) 沉淀池中反应的基本类型属于_____。石灰乳一般是在氧化钙中加水生成的，存在着还没有溶解的氢氧化钙，则石灰乳是_____（填：溶液、悬浊液、乳浊液）。
- (3) 上述流程中可循环使用的物质的化学式为_____。

考点 3：纯碱工业

【例 1】工业上可以用食盐和石灰石为原料制取纯碱 (Na_2CO_3)，生产的关键是在沉淀池中让 NaCl 、 NH_3 、 CO_2 和 H_2O 尽可能多地转化成 NaHCO_3 (固体沉淀物) 和 NH_4Cl (溶液)。主要生产流程如下：



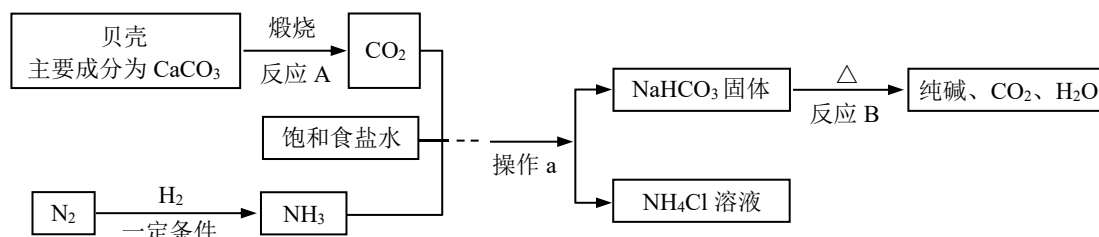
(已知 $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$)

- (1) “煅烧炉”中发生反应的化学方程式是_____。
- (2) 若在化学实验室里分离“设备 (I)”中的混合物，用到的操作名称是_____。
- (3) 在“设备 (II)”中固体 A 与水反应的化学方程式是_____。该反应属于_____反应 (填写基本反应类型)。
- (4) 对“设备 (II)”中的母液处理后，除水以外可在本流程中再利用的物质有_____。(填写化学式)
- (5) 请写出一个该生产流程的优点：_____。

【高分秘籍】

1. 平时注意方程式的积累，注意一步三回头，配平条件和箭头。条件需区别开点燃，加热，高温；箭头在需要之时才可用，背诵酸碱盐溶解性。
2. 流程图一般情况需要清楚每步骤目的、原料、产物、过量等问题。
3. 关于循环物质，一般是原料中有，最后产物中也存在的物质中找。
4. 关于优点是有套路的，一般可以从以下角度找寻：
 - (1) 装置优点：不加热的可以说是节约能源；装置简便；
 - (2) 药品便宜易得；流程原子利用率高；
 - (3) 物质可以循环使用等
 - (4) 安全环保角度。
 - (5) 产品角度：该方法得到产品较纯；或者产品易分离；或者副反应比较少，原料转换率高等。

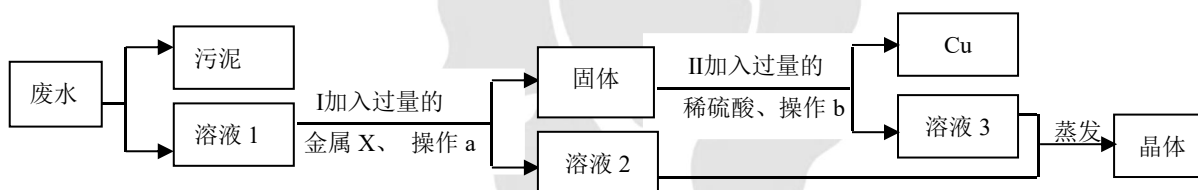
【例 2】我国制碱工业先驱侯德榜发明了“侯氏制碱法”。其模拟流程如下：



- (1) 反应 A 的基本反应类型是_____，反应 B 的化学方程式为_____。
- (2) 流程中的 H_2 可以做燃料，在空气中充分燃烧的化学方程式是_____；工业上常常利用 H_2 冶炼钨、钼等金属，是利用了 H_2 的_____（填“氧化性”或“还原性”）。
- (3) 操作 a 的名称是_____，进行此操作时玻璃棒的作用是_____。
- (4) 写出 NH_4Cl 的一种用途_____。

考点 4：工业废水中的资源回收与利用

【例 1】有一种工业废水，含有大量的 $ZnSO_4$ 和少量 $CuSO_4$ 以及污泥，兴趣小组的同学想从中回收金属铜和硫酸锌晶体，他们设计了如下方案：

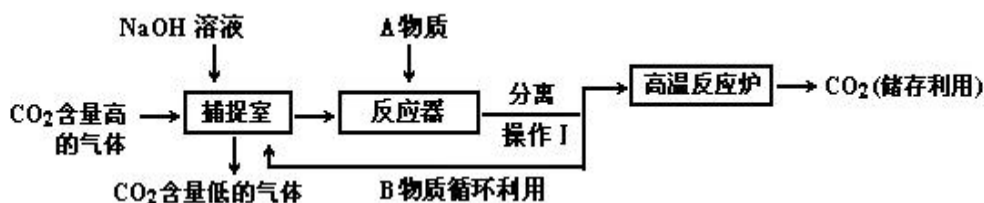


- (1) 操作 a、b 的名称是_____，其目的是除去溶液中_____。步骤 II 中发生反应的化学方程式为_____。
- (2) 甲同学提出 X 可用金属铁，乙同学认为 X 可用金属锌，你认为_____（填“甲”或“乙”）同学的意见是正确的，理由是_____。步骤 I 中加入过量的金属 X 的目的是_____。
- (3) 若溶液 1 和溶液 2 中溶质 $ZnSO_4$ 的质量分数分别表示为 a 、 b ，则 a 、 b 的大小关系是_____；溶液 3 中的溶质是_____（填化学式）。



强化训练

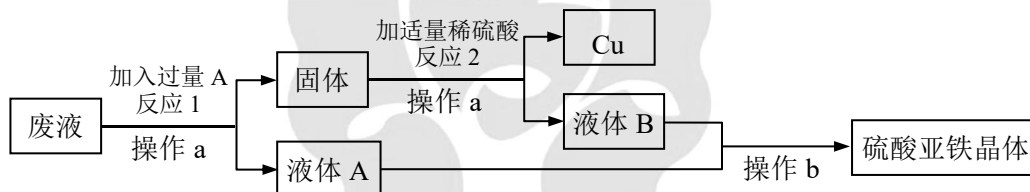
1. “碳捕捉技术”是指通过一定的方法，将工业生产中产生的 CO_2 分离出来进行储存和利用。常利用 NaOH 溶液来“捕捉” CO_2 ，过程如下图所示（部分条件及物质未标出）。



请根据“捕捉” CO_2 过程图回答问题：

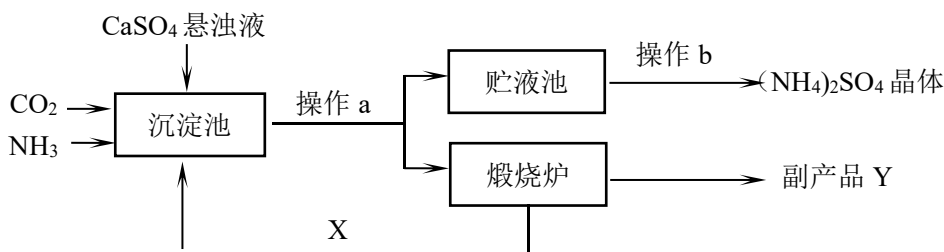
- (1) 加入 A 物质的化学式是_____；分离操作 I 的名称是_____；写出高温反应炉中发生反应的化学方程式_____；
- (2) 可循环利用的 B 物质中一定含有的物质是_____，可能含有的物质是_____。
- (3) 该过程中还可循环利用的物质是_____。

2. 某工厂欲从只含有硫酸铜的废液中回收金属铜，并得到工业原料硫酸亚铁晶体，其流程如下：

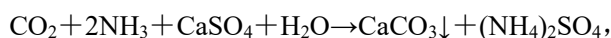


- (1) 操作 a 的名称是_____。
- (2) 流程中固体的成分是 Fe、Cu，反应 1 的化学方程式为_____。
- (3) 液体 A 和液体 B 中含有相同的溶质，其化学式是_____；判断反应 2 中加入的稀硫酸“适量”的方法是_____。

3. 某化工厂为综合利用生产过程中的副产品 CaSO_4 ，与相邻的化肥厂联合设计了以下制备 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 的工艺流程：



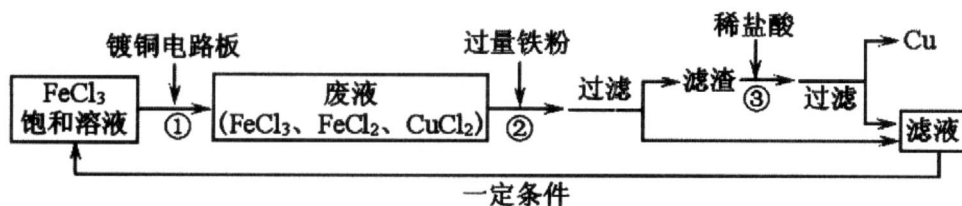
(1) 上述流程中，沉淀池中发生的主要化学反应为：



煅烧炉中发生的化学反应方程式为_____。该工艺中可循环使用的 X 为_____（填化学式，下同），副产品 Y 为_____。

(2) 操作 b 的过程是_____、冷却结晶、_____。

4. 氯化铁能腐蚀铜，工业上常用此原理来生产印刷电路板。以下是印刷电路板的生产及废液的处理过程：

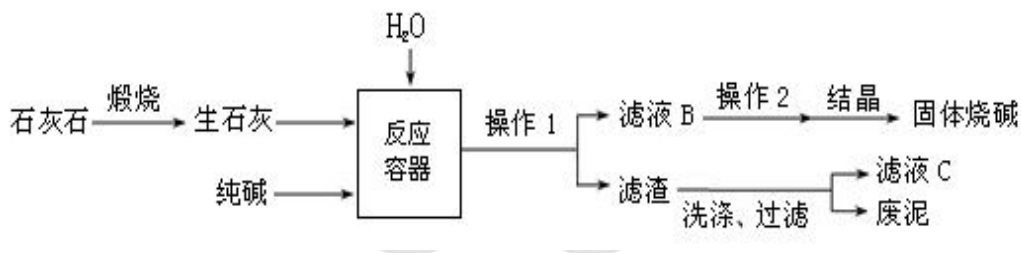


请回答下列问题：

- (1) 步骤②中发生了两个反应： $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} \rightarrow 3\text{FeCl}_2$ 和 _____，涉及化学反应类型为置换反应和 _____ 反应。
- (2) 过滤是将混合物进行分离，被分离的物质需满足的条件是_____。
- (3) 滤渣的成份有_____，步骤③中发生反应的化学方程式是_____。
- (4) 该流程中可以循环、回收利用的物质是：_____。

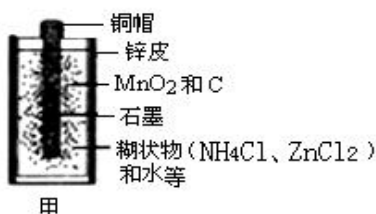
5. 化学科技小组同学模拟工厂苛化法生产烧碱的示意图如下：

请回答下列问题。



- (1) 写出煅烧石灰石的化学方程式_____；操作 2 的名称是_____。
- (2) 若反应器中纯碱全部反应，但结晶得到的固体烧碱中还含有少量的杂质，原因是_____，检验该杂质选用的试剂是_____，检验时观察到_____，说明结晶得到的固体烧碱确实含有少量杂质，该反应的化学方程式为_____。
- (3) 滤液 C 可加入反应容器循环再利用，目的是_____。
- (4) 若投入反应容器中的纯碱为 $n \text{ mol}$ ，则为了确保纯碱全部转化为烧碱，投入生石灰的物质的量取值范围是_____。

6. 如今的电子产品日益丰富，由此产生的废旧电池如果得不到合理的处理，将是危害我们生存环境的一大杀手。图甲是某种型号干电池的剖面。



实验一：回收电池填料中的二氧化锰和氯化铵

由图甲可知，废旧干电池填料的主要成分为二氧化锰、炭粉、氯化铵和氯化锌，其中氯化铵、氯化锌可溶于水。

设计回收物质的流程如图乙所示。



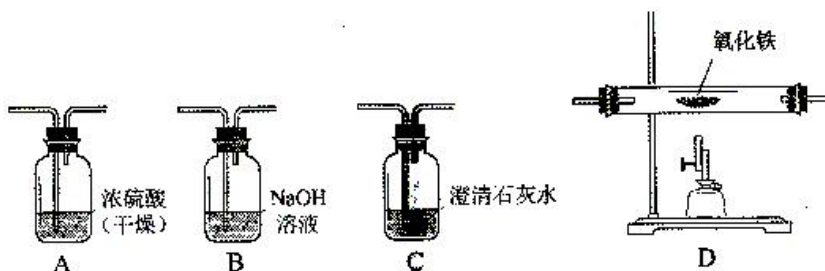
- (1) 操作 1 和操作 2 的名称都是_____。
- (2) 在空气中灼烧滤渣的目的是_____。
- (3) 回收得到的二氧化锰可作为过氧化氢制取氧气的_____。
- (4) 滤液 2 中溶质的成分有_____。

实验二：从电池外壳回收锌和铜

- (5) 回收的锌和稀硫酸反应可以制取氢气，反应的化学方程式为_____，基本反应类型是_____。
- (6) 锌与铜的金属活动性强弱为_____。

7. 金属的冶炼与回收使资源得到了充分利用。

(1) 火法炼铁的原理是 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ ，实验室现有不纯的 CO（混有 CO_2 和水蒸气），若要用纯净、干燥的一氧化碳还原氧化铁并检验生成的气体，下述装置的正确连接顺序为（假设每步均完全反应，装置不得重复使用）：不纯的 CO → _____（填字母）。



(2) 湿法炼铜的原理是用稀硫酸将矿石中的氧化铜溶解，然后用较活泼的金属置换出铜。将 0.2 mol 铁粉放入足量硫酸铜溶液中，理论上能生成_____g 铜（根据化学方程式计算）

(3) 现欲从含有 CuSO_4 的废液中回收铜，同时得到工业原料——硫酸亚铁晶体。

设计方案如下：



①滤渣 A 的成分是_____，C 物质是_____。

②从提高硫酸亚铁晶体回收率的角度分析，该方案的一个不足之处是_____。

(4) 上述铜的冶炼和回收过程中，铜元素存在形态的变化是_____。

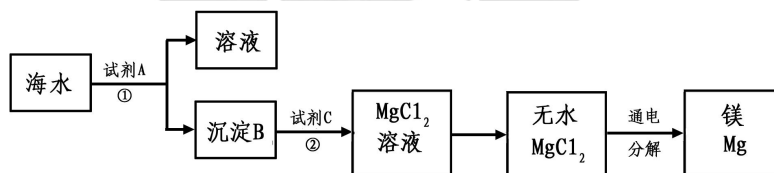
A. 游离态→化合态

B. 化合态→游离态

8. 海水是一种重要的自然资源，以下是我市对海水资源的部分利用。

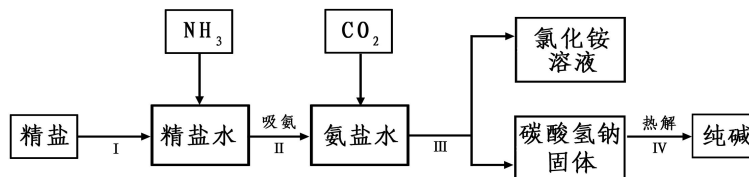
(1) 从海水中获得氯化钠：将海水进行_____可得到粗盐；为除去粗盐中含有的 CaCl_2 和 MgSO_4 等杂质，有如下操作：①溶解；②加过量的 Na_2CO_3 溶液；③加过量的 BaCl_2 溶液；④加适量的盐酸；⑤加过量 NaOH 溶液；⑥蒸发结晶；⑦过滤。正确的操作顺序是_____。（用序号填一种合理组合）。

(2) 从海水中得到金属镁，下图是从海水中提取镁的简单流程。



上述过程中，沉淀 B 与试剂 C 发生的是中和反应，则沉淀 B 的化学式为_____，由无水 MgCl_2 制取 Mg 的化学方程式为_____。海水本身就是含有 MgCl_2 的溶液，它与通过步骤①、②得到的 MgCl_2 溶液有何不同：_____。

(3) 海水“制碱”，下图是海水“制碱”的部分简单流程。



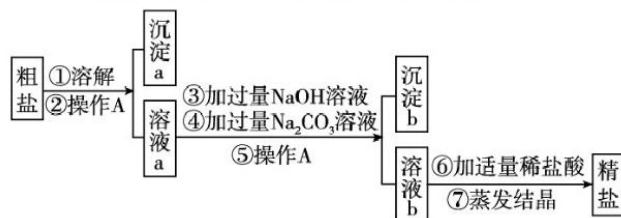
步骤III、步骤IV反应的化学方程式为：_____、_____。

制氨盐水的过程中要先通入氨气，再通入二氧化碳。如果反过来，二氧化碳的吸收率会降低。这是因为_____。



瓜熟蒂落

1. 粗盐中含有难溶性杂质（泥沙等）和多种可溶性杂质（氯化镁、氯化钙等）。某班同学在粗盐提纯实验中，为把少量可溶性杂质 CaCl_2 、 MgCl_2 一并除去，设计实验方案如下，据此回答问题。

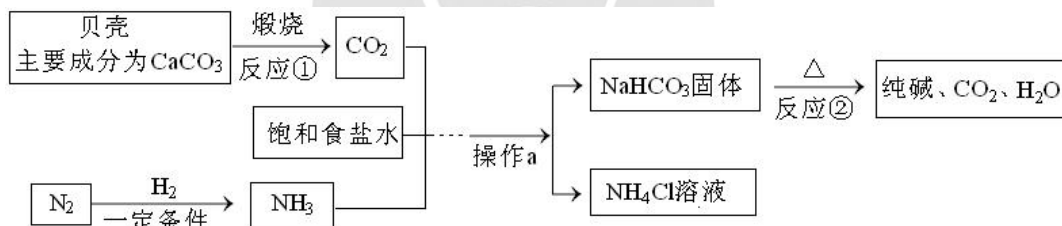


(1) 实验操作 A 的名称是_____，该操作的目的是_____。

(2) 写出步骤③中发生的主要反应的化学方程式：_____；步骤⑥的作用是_____。

(3) 小刚同学认为该方案实际得到的氯化钠可能比粗盐中含有的氯化钠要_____（填“多”、“少”或相同），请你为他找出理由：_____。

2. 我国制碱工业先驱侯德榜发明了“侯氏制碱法”。其模拟流程如下：



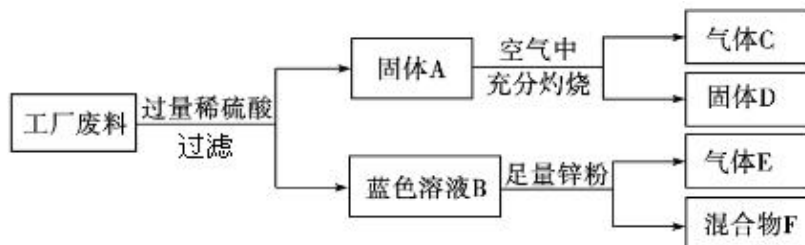
(1) 反应①的化学方程式_____，反应②的基本反应类型为_____。

(2) 工业上用分离液态空气的方法制取氮气，属于_____变化（填“物理”或“化学”）。

(3) 操作 a 的名称是_____，实验室进行此操作所需的玻璃仪器有烧杯、玻璃棒、_____。

(4) 写出 NH_4Cl 的一种用途_____。

3. 某工厂废料中含有铜、氧化铜和碳中的一种或几种，按如下流程进行反应，请回答：

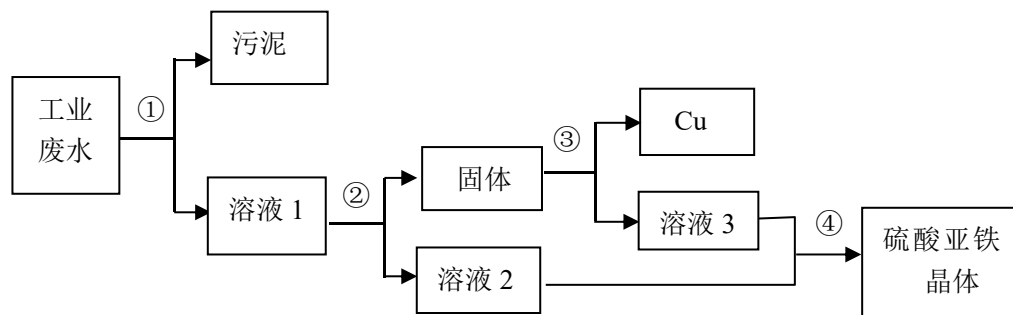


(1) A、C、D、E 四种物质中，属于氧化物的是_____（填字母）。

(2) 蓝色溶液 B 中含有溶质的化学式_____，产生气体 E 的化学方程式_____。

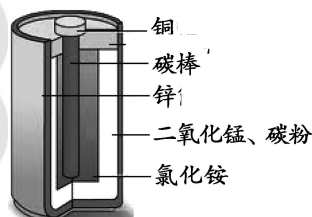
(3) 由此可以确定废料的成分是_____。

4. 有一种工业废水，其中含有大量的硫酸亚铁，少量的硫酸铜以及污泥。某同学设计了一个既经济又合理的方法回收铜和硫酸亚铁晶体。方案流程如下：

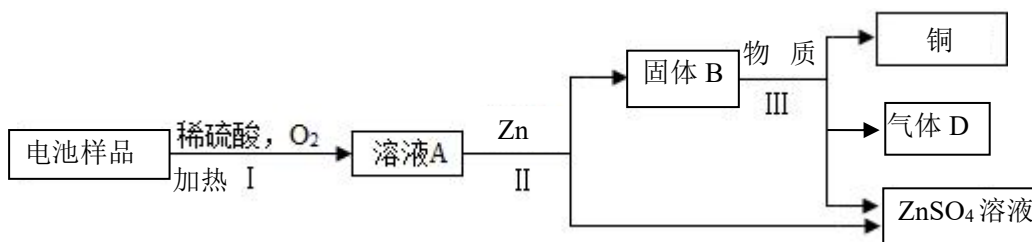
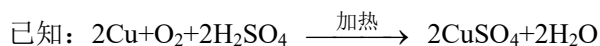


- (1) 步骤①中需采用的实验操作是_____（填操作名称），用到的玻璃仪器是_____；
- (2) 步骤②中：需加入的物质是过量的_____；
- (3) 步骤③中：需加入适量的物质是_____，发生反应的化学方程式是_____；
- (4) 某同学认为经过步骤②后所得固体就是纯净的铜，不需要进行步骤③，你认为是否合理？
_____（填“合理”或“不合理”），理由_____。

5. 锌锰电池（俗称干电池）其构造如右图所示。



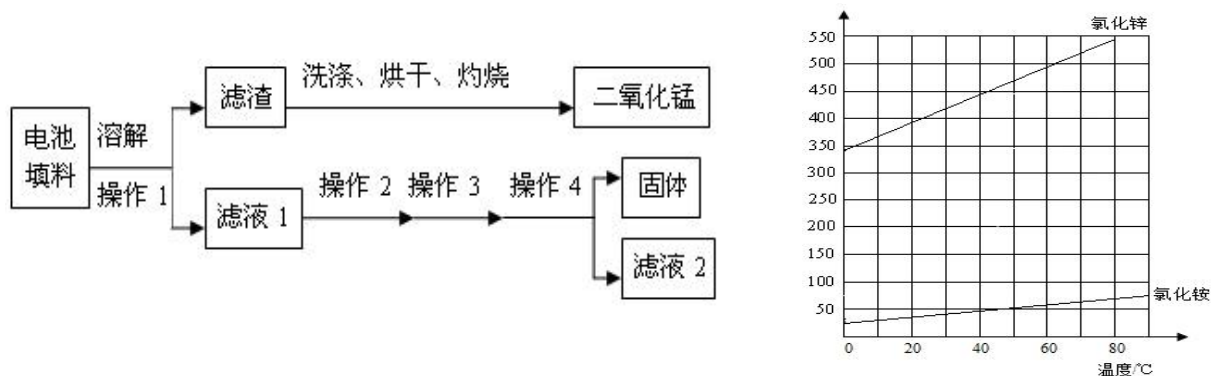
- (1) 根据右图判断，属于金属材料的是_____。
- (2) 易溶于水的氯化铵固体中混有难溶物二氧化锰，提纯氯化铵固体的实验步骤是：溶解、____、结晶。
- (3) 利用废旧电池样品（含 Cu、Zn）回收铜（Cu），并得到硫酸锌溶液，主要流程如下图所示：



过程中 I 中稀硫酸过量的目的是_____；过程 II 中发生金属间置换反应的化学方程式为_____；气体 D 是_____。

6. 化学兴趣小组利用废旧电池内填料（主要成分为二氧化锰、炭粉、氯化铵和氯化锌等，其中氯化铵、氯化锌可溶于水，溶解度曲线如右图），回收二氧化锰和氯化铵，设计回收物质的流程如下图所示。

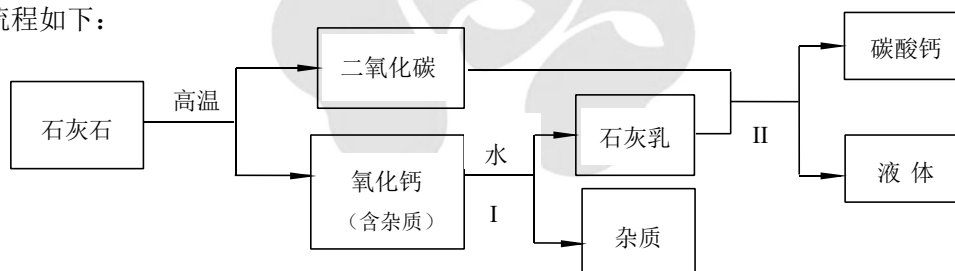
(1) 操作 1 和操作 4 的名称都是_____，该操作中玻璃棒的作用是_____。



(2) 灼烧滤渣的目的是_____。

(3) 已知滤液 1 中氯化铵和氯化锌的浓度相近。则操作 2 与操作 3 分别是_____，
_____；固体的化学式为_____，滤液 2 中肯定有的溶质（用化学式表示）为_____。

7. 牙膏中常用的摩擦剂有碳酸钙粉末。用含碳酸钙 90% 的石灰石作为原料，制得碳酸钙粉末（杂质不参与反应），生产流程如下：



(1) 氧化钙的俗名是_____。

(2) 石灰乳属于_____。

A. 悬浊液

B. 乳浊液

C. 溶液

(3) 步骤 II 包含的操作名称是_____。

(4) 请写出上述流程中发生化合反应的化学方程式_____。

(5) 理论上得到碳酸钙质量_____（选填“>”“<”或“=”）石灰石中碳酸钙的质量。

(6) 上述过程中如产生 9 mol 二氧化碳，则消耗该石灰石的质量为多少 g？

（根据化学方程式列式计算）

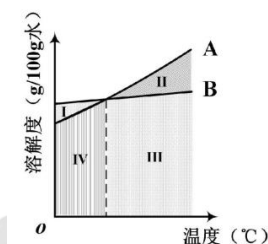
8. “侯氏制碱法”的生产原理是：先将氨气通入饱和食盐水中，再将压缩的二氧化碳通入饱和的氨盐水，得到碳酸氢钠晶体，分离得到的碳酸氢钠晶体充分受热分解后即可制得纯碱。

NaCl 和 NH_4Cl 的溶解度表：

温度 ($^{\circ}\text{C}$)		0	10	20	30	40	50
溶解度 (g/100g 水)	NaCl	35.7	35.8	36.0	36.3	36.6	37
	NH_4Cl	29.4	33.3	37.2	41.4	45.8	50.4

请根据提供的信息，回答问题：

(1) 10°C 时，NaCl 的溶解度是_____；



NaCl 和 NH_4Cl 的溶解度曲线图

(2) 上图中，表示 NH_4Cl 的溶解度曲线是_____（填“A”或“B”）；

(3) 常温 20°C 时，配制的饱和食盐水的质量分数为_____，将食盐水的温度提高，溶液中溶质的质量分数也将提高，而实际生产中往往在常温下进行，这样做的理由是_____；

(4) 若 NaCl 和 NH_4Cl 溶液溶质质量分数相同，表示其溶液状态的点在右图中可能位于的区域是_____（选填 I、II、III、IV）；

(5) 生产中通入氨气及二氧化碳，若要提高这些气体的溶解度，下列做法可行的是_____（选填编号）。

A. 增大压强

B. 升高温度

C. 增加水量