

## 中考化学热点——工艺流程题\*

安徽省无为县教子湾中学 238341 王廷虎 黄文俊

关注社会,贴近生活,联系实际,灵活运用题给信息和化学知识解决生活、生产中的新问题、实际问题一直是新课程改革的出发点和着力点,也是新课标中考命题的必然趋势。在近年来的中考中,化学工艺流程问题因为贴近生活实际,能激发学生的兴趣而异军突起,已逐渐成为中考化学的热点,备受命题者的青睐。下面以 2013 年全国各地的中考化学试题为例,略谈一下工艺流程题的考查视角。

### 一、考查生产烧碱的工艺流程

例 1 (2013·陕西) 海边盛产贝壳,其主要成分为  $\text{CaCO}_3$ ,以贝壳和纯碱为原料,生产烧碱的简要工艺流程如图 1:

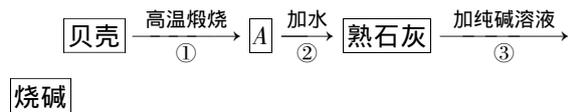


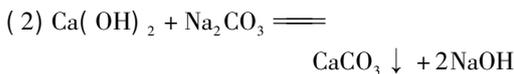
图 1

请回答下列问题:

- (1) A 的化学式是\_\_\_\_\_。
- (2) 写出步骤③发生反应的化学方程式:\_\_\_\_\_。
- (3) 在工业上,熟石灰可用于生产烧碱。在农业上,它的一种用途是\_\_\_\_\_。

解析 本题主要考查工业上生产烧碱的工艺流程。(1) 贝壳的主要成分为碳酸钙,高温煅烧会生成氧化钙。(2) 熟石灰与纯碱反应生成碳酸钙沉淀和氢氧化钠。(3) 熟石灰在农业上可以用来改良酸性土壤或用来配制农药波尔多液等。

答案: (1)  $\text{CaO}$



(3) 改良酸性土壤或配制农药等(其他合理答案均可)

### 二、考查生产硫酸的工艺流程

例 2 (2013·安徽) 以黄铁矿为原料(主要成分是  $\text{FeS}_2$ ) 为原料,生产硫酸的简要流程图如

图 2:

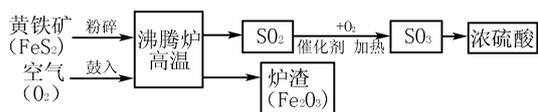


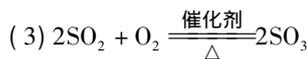
图 2

- (1) 写出流程图中一种氧化物的名称\_\_\_\_\_。
- (2) 将黄铁矿粉碎,目的是\_\_\_\_\_。
- (3) 流程中  $\text{SO}_2$  转化为  $\text{SO}_3$  的化学方程式为\_\_\_\_\_。
- (4) 实验室稀释浓硫酸应注意什么?\_\_\_\_\_。
- (5) 炉渣( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 在工业上可用来\_\_\_\_\_。

解析 本题主要考查工业上生产硫酸的工艺流程。(1) 氧化物是指由两种元素组成,其中一种元素是氧元素的化合物,流程图中出现了三种氧化物,即二氧化硫( $\text{SO}_2$ )、三氧化硫( $\text{SO}_3$ )、三氧化二铁(或氧化铁)( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )。(2) 将黄铁矿粉碎,其主要目的是增大反应物的接触面积,使黄铁矿反应更加充分,提高原料的利用率。(3) 流程中  $\text{SO}_2$  是在加热和有催化剂存在的条件下被氧气氧化为  $\text{SO}_3$ ,书写化学方程式时要特别注意反应条件的标注。(4) 实验室稀释浓硫酸时,应将硫酸沿着烧杯壁缓慢注入水中,并用玻璃棒不断搅拌,使浓硫酸溶于水放出的热量尽快散失,以免酸液沸腾,溅出伤人,切不可将水注入浓硫酸中。(5) 炉渣( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) 中含有丰富的铁元素,在工业上可以用来炼铁。

答案: (1) 二氧化硫(或三氧化硫或氧化铁)

(2) 使黄铁矿与空气(或氧气)充分接触



(4) 将浓硫酸沿着烧杯壁慢慢倒入水中,不断搅拌(意思相近即可)

(5) 炼铁(合理即可)

### 三、考查合成尿素的工艺流程

例 3 (2013·南京) 以天然气为原料合成尿素的主要步骤如图 3 所示(图中某些转化步骤及

生成物未列出)：

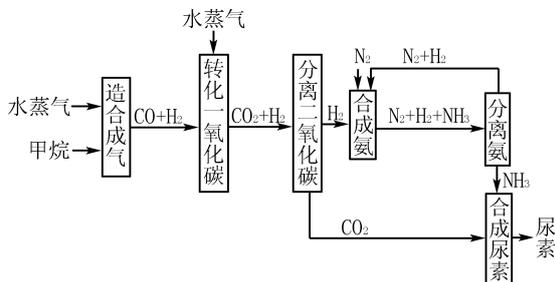


图3

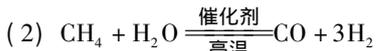
(1) 尿素与熟石灰混合研磨\_\_\_\_(填“有”或“无”)刺激性气味。

(2) 甲烷和水蒸气在高温及催化剂的条件下反应生成 CO 和 H<sub>2</sub>, 该反应的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(3) 分离出氨后, 可循环利用的两种物质是\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

解析 本题主要考查工业上合成尿素的工艺流程。(1) 铵盐与熟石灰研磨会放出氨, 而尿素不属于铵盐, 与熟石灰研磨不会放出氨。(2) 书写此类信息型化学方程式, 关键是准确找到反应物、生成物和反应条件。(3) 从氨的合成塔出来的气体是氮气(N<sub>2</sub>)、氢气(H<sub>2</sub>)和氨(NH<sub>3</sub>)的混合气体, 氨被分离后, 剩余的两种气体为氮气(N<sub>2</sub>)和氢气(H<sub>2</sub>), 这两种物质可以循环利用。

答案: (1) 无



(3) 氮气(N<sub>2</sub>) 氢气(H<sub>2</sub>) (顺序可颠倒)

四、考查联合制碱法的工艺流程

例4 (2013·梅州) 我国化学家侯德榜发明了联合制碱法, 其生产纯碱的产品和副产品氯化铵的工艺流程如图4所示:

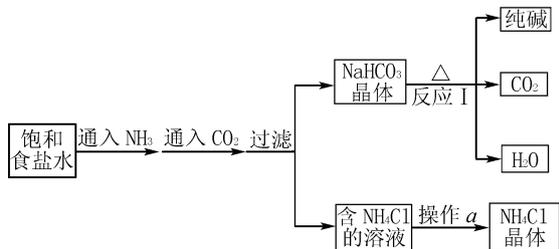


图4

(1) NH<sub>3</sub> 溶于水得到氨水, 将无色酚酞溶液滴入氨水中, 溶液呈\_\_\_\_色。

(2) 写出反应 I 的化学方程式\_\_\_\_; 该反应的基本类型为\_\_\_\_\_。

(3) 操作 a 的过程是蒸发浓缩、\_\_\_\_、过滤。

(4) 上述工艺流程中可循环利用的物质是\_\_\_\_\_。

解析 本题主要考查侯德榜的联合制碱工艺。(1) NH<sub>3</sub> 溶于水得到氨水, 氨水显碱性, 使无色酚酞溶液变红色。(2) 纯碱是碳酸钠, 碳酸氢钠在加热条件下生成碳酸钠、二氧化碳和水, 该反应特征是“一变多”, 属于分解反应。(3) 操作 a 的过程是蒸发浓缩、冷却结晶和过滤。(4) 由工艺流程中可知, 上述生产中反应物需要通入二氧化碳, 生成物中也有二氧化碳, 所以二氧化碳可以循环利用。

答案: (1) 红

(2) 
$$2\text{NaHCO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$$
 分解反应

(3) 冷却结晶 (4) CO<sub>2</sub>

五、考查制备纳米级 Fe 粉的工艺流程

例5 (2013·泰州) 新型材料纳米级 Fe 粉具有广泛的用途, 它比普通 Fe 粉更易与氧气反应, 其制备工艺流程如图5所示。请回答下列问题:

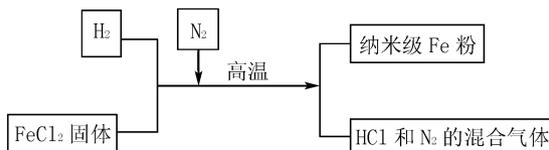


图5

(1) 纳米级 Fe 粉在氧气中能自发燃烧生成黑色固体, 此黑色固体的化学式为\_\_\_\_\_。

(2) 请补充完成上述制备工艺的化学方程式: 
$$\text{H}_2 + \text{FeCl}_2 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Fe} + \text{_____}$$
。在制备纳米级 Fe 粉的工艺流程中, N<sub>2</sub> 的作用是\_\_\_\_\_。

(3) 研究人员发现最后制得的纳米级 Fe 粉样品中混有少量的 FeCl<sub>2</sub> 杂质。为除去样品中的杂质, 在无氧环境下, 先加\_\_\_\_溶解, 然后再\_\_\_\_、洗涤、烘干。

解析 本题主要考查新型材料纳米级 Fe 粉

的制备流程。(1) 铁在氧气中燃烧生成四氧化三铁,所以黑色固体是四氧化三铁。(2) 根据质量守恒定律,化学反应前后原子的种类和数目不变。所以补充的内容是 2HCl。根据题给信息“纳米级 Fe 粉在氧气中能自发燃烧”,所以生成的纳米级铁粉不能接触空气(氧气),通入氮气的作用主要是隔绝空气(氧气),防止生成的纳米级铁粉被氧化。(3) 铁不溶于水,氯化亚铁溶于水,所以可先加水溶解,再进行过滤、洗涤、干燥即可。

答案:(1)  $Fe_3O_4$  (2) 2HCl 防止生成的纳米级铁粉被氧化 (3) 水 过滤

### 六、考查生产硫酸钾肥料的工艺流程

例 6 (2013·扬州) 某热电厂用脱硫得到的石膏( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) 生产  $K_2SO_4$  肥料的流程如图 6。

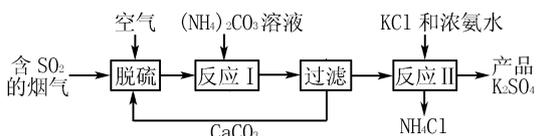


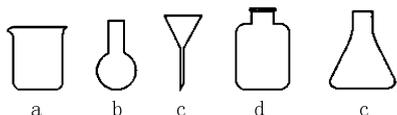
图 6

请回答下列问题:

(1) 石膏中 S 的化合价是\_\_\_\_。脱硫过程的化学方程式为  $2CaCO_3 + 2SO_2 + O_2 + 4H_2O \rightleftharpoons 2CaSO_4 \cdot 2H_2O + 2$  \_\_\_\_\_。

(2) 石膏与饱和  $(NH_4)_2CO_3$  溶液相混合,发生反应 I 时需不断搅拌,其目的是\_\_\_\_\_。

(3) 实验室完成过滤操作所需要的仪器有铁架台、玻璃棒以及\_\_\_\_\_(填字母序号),玻璃棒的作用是\_\_\_\_\_。



(4)  $(NH_4)_2SO_4$  与 KCl 溶液需在浓氨水中发生反应 II,析出  $K_2SO_4$  晶体。此反应的基本类型是\_\_\_\_,浓氨水的作用是\_\_\_\_,反应 II 需在密闭容器中进行的原因是\_\_\_\_\_。

(5) 该工艺可以循环利用的物质有\_\_\_\_\_(写一种) 副产品  $NH_4Cl$  与 NaOH 溶液混合微热,产生的气体能使湿润的红色石蕊试纸变\_\_\_\_\_色。

解析 本题主要考查热电厂用石膏生产  $K_2SO_4$  肥料的工艺流程。(1) 在  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$

中,由于钙显 +2 价、氧显 -2 价,所以硫显 +6 价。由质量守恒定律:反应前后原子的种类及数目不变可知,应填入的物质是  $CO_2$ 。(2) 石膏与饱和  $(NH_4)_2CO_3$  溶液相混合,发生反应 I 时需不断搅拌,其目的是使原料充分反应,提高原料利用率。(3) 实验室完成过滤操作所需要的仪器有铁架台、玻璃棒以及烧杯和漏斗,玻璃棒的作用是引流。(4)  $(NH_4)_2SO_4$  与 KCl 溶液需在浓氨水中发生反应 II,析出  $K_2SO_4$  晶体,生成了氯化铵,此反应是两种化合物相互交换了成分生成了另外两种化合物,属于复分解反应。由于浓氨水易挥发出氨气,带走了大量的热,降低硫酸钾的溶解度,利于硫酸钾的析出,为了防止氨气挥发,反应 II 需在密闭容器中进行。(5) 由反应的流程可知,该工艺可以循环利用的物质是碳酸钙,由于  $NH_4Cl$  与 NaOH 溶液混合微热,产生了氨气,氨气的水溶液显碱性,能使湿润的红色石蕊试纸变蓝色。

答案:(1) +6  $CO_2$  (2) 使原料充分反应,提高原料利用率 (3) ac 引流 (4) 复分解反应 降低硫酸钾的溶解度,利于硫酸钾的析出 浓氨水易挥发 (5) 碳酸钙 蓝

### 七、考查制备新型净水剂氯化铁的工艺流程

例 7 (2013·潍坊) 潍坊市继续实施农村集中供水工程,集中供水覆盖人口已达到 90% 以上。自来水厂常用氯气杀毒,用明矾、氯化铁等絮凝剂净化水。以硫铁矿(主要成分为  $FeS_2$ ) 为原料制备氯化铁晶体( $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ) 的工艺流程如图 7:

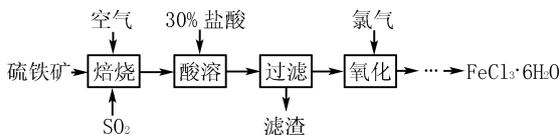


图 7

回答下列问题:

(1) 流程中需用 30% 的盐酸“酸溶”焙烧后的残渣(主要成分是氧化铁),写出反应的化学方程式\_\_\_\_\_。

(2) 二氧化硫能形成酸雨,危害环境。常用下列方法除去:

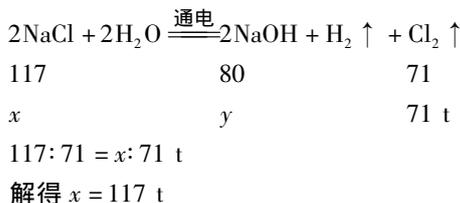
方法 1 将含二氧化硫的废气通入氨水中吸收二氧化硫。氨水的 pH \_\_\_\_\_ 7(填写“大于”“等

于”或“小于”)。

方法 2 将含有二氧化硫的废气通入石灰石悬浊液中,在空气作用下生成硫酸钙和二氧化碳,从而除去二氧化硫,写出反应的化学方程式\_\_\_\_\_。

(3) 自来水厂通常用电解饱和食盐水制备  $\text{Cl}_2$ ,反应的化学方程式为:  $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2 \uparrow$ 。现需要 71 t 氯气用于自来水消毒,理论上需要含杂质 10% 的粗盐多少吨?同时生成烧碱多少吨?

解析 本题主要考查新型净水剂氯化铁的制备流程。(1) 盐酸与氧化铁反应生成氯化铁和水。(2) 氨水是一种弱碱,因此氨水的 pH 大于 7;将含二氧化硫的废气通入石灰石悬浊液中,在空气作用下反应的化学方程式为  $2\text{CaCO}_3 + 2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{空气}} 2\text{CaSO}_4 + 2\text{CO}_2$ 。(3) 根据需要的 71 t 氯气,通过化学方程式可以计算出需要的氯化钠的质量和生成的氢氧化钠的质量,然后根据氯化钠的质量可计算出粗盐的质量。设电解的氯化钠的质量  $x$ ,生成烧碱的质量为  $y$ 。



需要含杂质 10% 的粗盐的质量为:

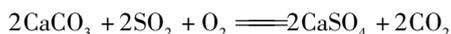
$$\frac{117 \text{ t}}{1 - 10\%} = 130 \text{ t}$$

$$80: 71 = y: 71 \text{ t}$$

解得  $y = 80$  t

答案: (1)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} \xrightarrow{\text{加热}} 2\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

(2) 大于



(3) 130 80

### 八、考查制备四氧化三铁的工艺流程

例 8 (2013·福州) 四氧化三铁可用于医疗器械、电子等工业。某实验兴趣小组从工厂采集废液(含  $\text{FeSO}_4$  和少量  $\text{ZnSO}_4$ 、 $\text{MgSO}_4$ ) ,进行四氧化三铁的制备实验。

【阅读资料】(1) 25℃ 时,氢氧化物沉淀的 pH 范围表 1。

	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
开始沉淀的 pH	5.7	7.6	10.4
沉淀完全的 pH	8.0	9.6	12.4

(2) 25℃ 时  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  可溶于  $\text{pH} > 10.5$  的碱溶液。

(3) 制备  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  的实验流程如图 8 示:

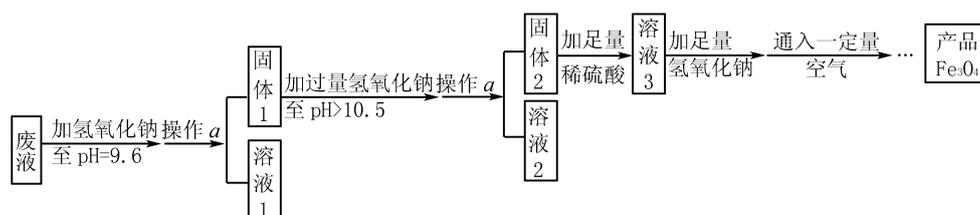


图 8

回答问题:

(1) 往废液中加入氢氧化钠溶液生成沉淀的化学方程式为\_\_\_\_\_(写一个即可)。

(2) 操作 a 的名称为\_\_\_\_\_。该操作需要的玻璃仪器有烧杯、玻璃棒、\_\_\_\_\_等。玻璃棒在此操作中的主要作用是\_\_\_\_\_。

(3) 溶液 1 所含溶质有\_\_\_\_\_(至少写两种); 溶液 3 所含溶质的主要成分为\_\_\_\_\_。

(4) 该实验取废液 100 g,最终得到产品四氧化三铁质量为 3.48 g,则原废液中硫酸亚铁溶质

的质量分数不低于\_\_\_\_\_(精确到 0.01%)。

解析 本题主要考查工业上制备四氧化三铁的工艺流程。(1) 废液中含有  $\text{FeSO}_4$ 、 $\text{ZnSO}_4$ 、 $\text{MgSO}_4$ ,加入氢氧化钠溶液后,从表中数据可知:  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  在  $\text{pH} = 9.6$  时不能产生沉淀,而  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  和  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  能以沉淀形式出现,所以发生的反应有两个:氢氧化钠与  $\text{ZnSO}_4$  反应、氢氧化钠与  $\text{FeSO}_4$  反应。(2) 根据操作 a 后得到固体和溶液,可知操作 a 为过滤;过滤用到的玻璃仪器除烧杯、玻璃棒外还有漏斗;玻璃棒在过滤中的作用

为引流。(3) 废液中加入氢氧化钠至 pH = 9.6 时,溶液中会有反应生成的硫酸钠、不参加反应的硫酸镁、没有沉淀的氢氧化镁以及过量的氢氧化钠;操作 a 后得到的固体 1 的主要成分为氢氧化锌和氢氧化亚铁,再加入过量的氢氧化钠溶液至 pH > 10.5 后,氢氧化锌全部溶解,固体 2 中只剩余氢氧化亚铁,再加足量稀硫酸得到的溶液 3 中的溶质主要是反应生成的硫酸亚铁。(4) 由于该实验过程比较多,可以根据质量守恒定律,在化学反应前后元素的质量不会发生改变进行解答。在此反应前后铁元素的质量是不变的,即若反应没有损耗时,原硫酸亚铁中铁元素全部转化到四氧化三铁中,因此可得关系式:  $3\text{FeSO}_4 \sim \text{Fe}_3\text{O}_4$ 。

设原废液中硫酸亚铁的质量为  $x$ 。

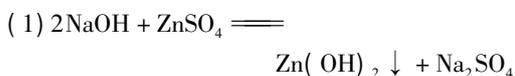


$$456:232 = x:3.48 \text{ g}$$

解得  $x = 6.84 \text{ g}$

原废液中硫酸亚铁溶质的质量分数为  $6.84 \text{ g}/100 \text{ g} \times 100\% = 6.84\%$ 。

答案:



(2) 过滤 漏斗 引流

(3) 硫酸镁、硫酸钠、氢氧化钠、氢氧化镁(两种即可) 硫酸亚铁

(4) 6.84%

九、考查从海水中获取化工产品的工艺流程  
例 9 (2013 · 内江) 海水是巨大的资源宝库。如图 9 所示利用海水为原料可获得许多化工产品:

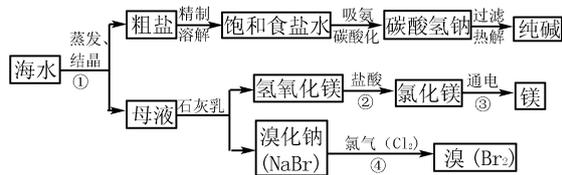


图 9

(1) 要鉴别海水是硬水还是软水,可选用的试剂是\_\_\_\_\_。

(2) 步骤①中选用蒸发结晶法而不用降温结晶法的理由是\_\_\_\_\_。

(3) 制纯碱过程中,其中过滤操作所需要的玻璃仪器有烧杯、漏斗和\_\_\_\_\_。

(4) 步骤②发生反应的化学方程式是\_\_\_\_\_,其基本反应类型为\_\_\_\_\_。用镁制造的一种镁铝合金常用作生产飞机外壳的材料,该材料具有的优良性能有\_\_\_\_\_(任答一点)。

(5) 步骤④发生的反应为置换反应(类似于金属与盐溶液之间的反应),试写出该反应的化学方程式\_\_\_\_\_;此反应能够发生是因为\_\_\_\_\_。

解析 本题主要考查从海水中获取纯碱、镁、溴等化工产品的工艺流程。(1) 向海水中加入肥皂水时,如果产生的泡沫较多,则是软水;如果产生的泡沫很少或不产生泡沫,则是硬水。(2) 步骤①中选用蒸发结晶法而不用降温结晶法是因为氯化钠的溶解度受温度影响很小。(3) 过滤操作所需要的玻璃仪器有烧杯、漏斗和玻璃棒。(4) 氢氧化镁和盐酸反应能生成氯化镁和水,该反应是两种化合物相互交换成分,生成另外两种化合物的反应,属于复分解反应。镁铝合金的优良性能有:强度高而密度小,机械性能好,韧性和抗腐蚀性能很好。(5) 溴化钠和氯气反应能生成溴和氯化钠,此反应能够发生是因为氯气的非金属性比溴的非金属性强。

答案:(1) 肥皂水

(2) 氯化钠的溶解度受温度影响较小

(3) 玻璃棒



复分解反应 强度高而密度小(或机械性能好,或韧性和抗腐蚀性能很好)

(5)  $2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$  氯气的非金属性比溴的非金属性强

跟踪练习 1. (2013 · 无锡) 高纯氧化钙是用于电子工业重要的无机化工原料。用硝酸钙溶液制备高纯氧化钙的工艺流程如图 10:

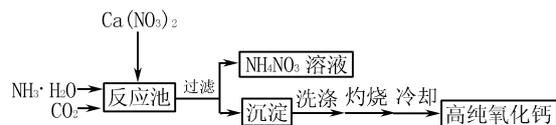
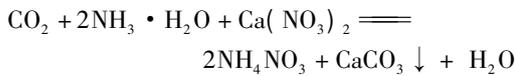


图 10

反应池中发生反应的化学方程式为:



请回答下列问题:

- (1) 过滤操作中玻璃棒的作用是\_\_\_\_\_。
- (2) 过滤后所得沉淀表面可能含有的可溶性杂质有\_\_\_\_(写出一种即可)。
- (3) 该工艺流程中可循环使用的物质是\_\_\_\_\_。
- (4) 冷却需在干燥的环境中进行,否则制得

的高纯氧化钙中会混有的杂质是\_\_\_\_\_。

(5) 上述流程中的副产物  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  可用作氮肥。氮肥的主要作用是\_\_\_\_\_。

- A. 促进植物生长,叶色浓绿
- B. 增强作物的抗寒、抗旱能力
- C. 增强作物的抗病虫害和抗倒伏能力

2. (2013·遵义) 硫酸铜常用作农业杀虫剂。

图 11 是利用含铁废铜料生产硫酸铜的工艺,回答相关问题。

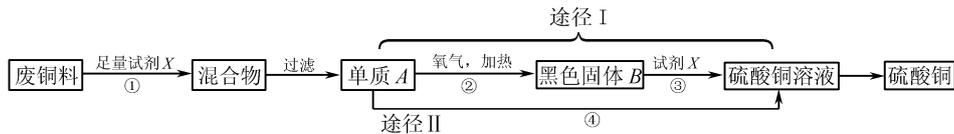
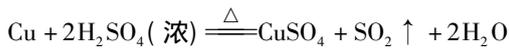


图 11

- (1) 试剂 X 的化学式是\_\_\_\_\_;
- (2) 途径 I 中,反应③的化学方程式为\_\_\_\_\_, 途径 II 中,反应④的化学方程式为:



从环保和经济的角度分析,利用途径\_\_\_\_(填“ I ”或“ II ”)制取硫酸铜更合理;

- (3) 通常情况下不反应的两种物质,在改变

温度和\_\_\_\_\_后,也可能发生反应。如果用足量的铜与 20.0g 溶质量分数为 98.0% 的浓硫酸在加热条件充分反应,实际生成二氧化硫的质量是\_\_\_\_\_(选填字母)。

- A. 小于 6.4 g B. 等于 6.4 g C. 大于 6.4 g

3. (2013·佛山) 硫酸钙转化为  $\text{K}_2\text{SO}_4$  和  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  的工艺流程如图 12:

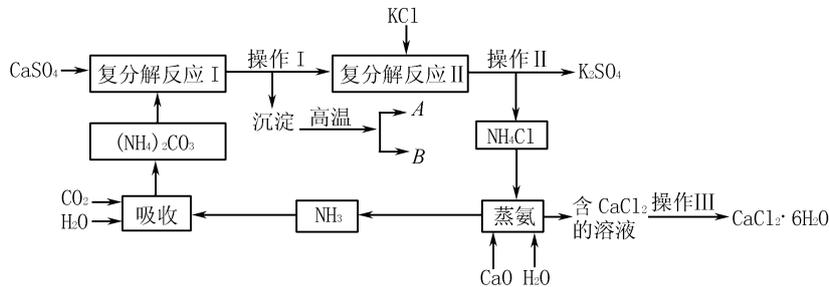


图 12

(1) 吸收过程中发生了化学反应,化学方程式为\_\_\_\_\_。

(2) 操作 I 的名称为\_\_\_\_\_,沉淀的主要物质为\_\_\_\_\_(填化学式)。

- (3) 蒸氨过程中涉及的反应类型\_\_\_\_\_(填编号)。

- A. 复分解反应 B. 化合反应
- C. 分解反应 D. 置换反应

(4) 操作 III 包含一系列操作: 蒸发浓缩、\_\_\_\_、过滤、洗涤、干燥。

(5) 可循环利用的物质除了  $\text{NH}_3$  外,还有\_\_\_\_、\_\_\_\_(填化学式)。

答案:

1. (1) 引流 (2) 硝酸钙(或硝酸铵)
- (3) 二氧化碳 (4) 氢氧化钙 (5) A

2. (1)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ (或稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )



(3) 浓度 A



(2) 过滤  $\text{CaCO}_3$  (3) AB

(4) 冷却结晶 (5)  $\text{CO}_2$   $\text{CaO}$

(收稿日期: 2013 - 08 - 17)