

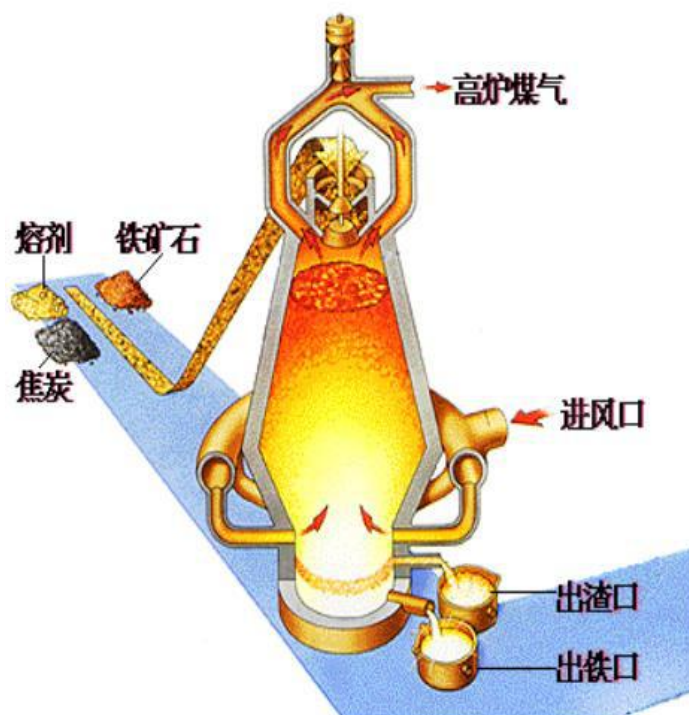


## 金属的实验

日期：\_\_\_\_\_ 时间：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_  
Date: \_\_\_\_\_ Time: \_\_\_\_\_ Name: \_\_\_\_\_



### 初露锋芒



<b>学习目标 &amp; 重难点</b>	<p>1. 掌握几个重要的金属有关的实验：</p> <p>2. 金属冶炼、炼铁与炼钢、氢氧化亚铁的制备、铝热反应、从铝土矿中提取铝等</p>
	<p>上述几个实验的原理、操作细节、各注意点等。</p>



## 根深蒂固

## 一、金属的冶炼

金属冶炼的方法有很多，其实质使用还原的方法，使金属化合物中的金属离子得到电子变成金属原子。按照金属活动性顺序表进行以下分类：

(1) 电解法：适用范围\_\_\_\_\_

例：制备金属镁：\_\_\_\_\_

制备金属铝：\_\_\_\_\_

(2) 还原法：适用范围\_\_\_\_\_

(3) 热分解法：适用范围\_\_\_\_\_

(4) 物理方法

【答案】K—Al

$\text{MgCl}_2$

通 电

$\text{Mg}+\text{Cl}_2\uparrow$

$2\text{Al}_2\text{O}_3$

通 电

$4\text{Al}+3\text{O}_2\uparrow$

Zn—Cu

Hg—Ag

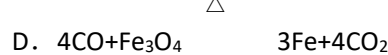
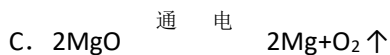
【练一练】

1. 热还原法冶炼金属的反应一定是 ( )

- A. 氧化还原反应      B. 置换反应      C. 分解反应      D. 复分解反应

【答案】A

2. 下列反应原理不符合工业冶炼金属事实情况的是 ( )



【答案】C

## 二、炼铁与炼钢

## 1. 炼铁

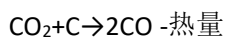
(1) 原理：利用氧化还原反应，在高温条件下，用还原剂从铁矿石中将铁还原出来。

(2) 设备：高炉

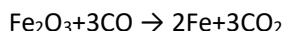
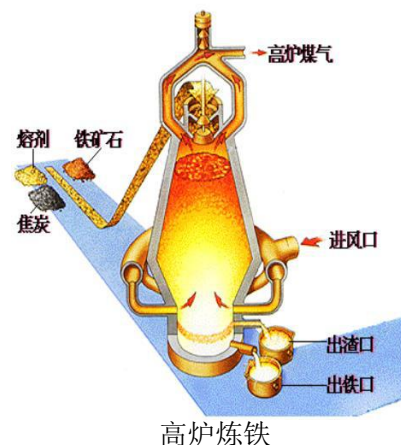
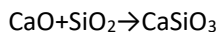
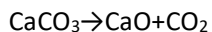
(3) 原料：铁矿石、焦炭、空气、石灰石

(4) 冶炼过程：

a. 还原剂(CO)生成



## b. 生铁的形成

c. 造渣：除去铁矿石里难熔的脉石（ $\text{SiO}_2$ ）：

## 2. 炼钢

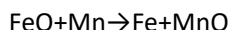
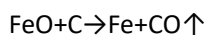
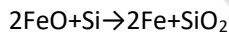
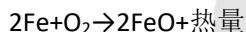
(1) 原理：利用氧化还原反应，在高温下，用氧化剂把生铁里过多的碳和其他杂质氧化成气体或炉渣除去。

(2) 设备：转炉、电炉、平炉

(3) 原料：生铁、氧气、生石灰（造渣）、脱氧剂（硅铁、锰铁或铝）

(4) 冶炼过程：

## a. 杂质的氧化



## b. 除硫、磷（造渣）

## c. 脱氧

(5) 炼钢目的：降碳、调硅锰、除硫磷

## 三、氢氧化亚铁的制备

(1) 实验原理：\_\_\_\_\_，

(2) 要制得白色的  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  沉淀，要注意以下几点：

① 硫酸亚铁溶液中不能含有  $\text{Fe}^{3+}$ ，因此，硫酸亚铁溶液应是\_\_\_\_\_。

② 实验用的氢氧化钠溶液，溶解亚铁盐的蒸馏水应煮沸，原因\_\_\_\_\_。

③ 为了防止硫酸亚铁中的  $\text{Fe}^{2+}$  被空气中的氧气氧化，可以在溶液中加入少量的\_\_\_\_\_。

④ 实验时，用长胶头滴管吸取氢氧化钠溶液后，把滴管插入硫酸亚铁溶液的\_\_\_\_\_，再轻轻挤胶头滴管的胶头，逐滴加入氢氧化钠溶液，这时就会析出  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  白色絮状沉淀。

【答案】 $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$

纯净的

排除水中溶解的空气，防止亚铁离子被氧化

苯或汽油

液面以下

【练一练】 $\text{Fe}(\text{OH})_2$  为白色絮状物，易被空气中  $\text{O}_2$  氧化。在设计制取  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  时，要注意防止它氧化。请你根据所提供的实验用品，设计制取较纯净的  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  的方法。实验用品除图中所示外，还有玻璃棒、药匙、普通漏斗及滤纸、滴管、试管、酒精灯、石棉网（其他固定用品略）、小铁棒、石墨棒、久置绿矾、 $\text{NaOH}$  溶液、久置蒸馏水、苯、 $\text{CCl}_4$ 、无水乙醇等。

方法一：隔绝空气的复分解反应法（完成填空）。

（1）将  $\text{NaOH}$  溶液煮沸并冷却后待用。

（2）配置较为纯净的  $\text{FeSO}_4$  溶液的方法为\_\_\_\_\_。

（3）制较纯的  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  沉淀的方法：取适量  $\text{FeSO}_4$  溶液，加入少量\_\_\_\_\_，保证起油膜作用。

再将吸有  $\text{NaOH}$  的胶头滴管悬垂于试管上方，逐滴加入  $\text{NaOH}$  溶液，即可观察到有白色的  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  沉淀生成。

方法二：还原性气氛中复分解反应法。

如图一，为  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  制备实验的改进装置。请回答：

（1）如下操作能较长时间观察到白色絮状沉淀。

装入药品后，先打开铁夹，反应生成的\_\_\_\_\_（填化学式）经导管入 B 管，将 B 中的空气从侧管导出，反应变较慢时，\_\_\_\_\_（填操作方法），产生的气体将含  $\text{Fe}^{2+}$  的溶液由 A 压入 B 的  $\text{NaOH}$  溶液中，产生白色的  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  沉淀。

（2）为何能在较长时间内观察到  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  白色沉淀？

\_\_\_\_\_。

方法三：隔绝空气电解法。

应用如图二所示的电解实验可制得白色纯净的  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  沉淀。

（1）a 电极上的电极反应式为\_\_\_\_\_。

（2）电解液 c 可以是（ ）

A. 蒸馏水

B.  $\text{NaOH}$  溶液

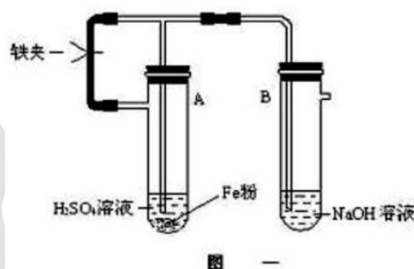
C. 无水乙醇

D. 稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  溶液

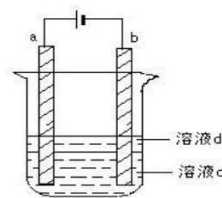
（3）根据(1)与(2)写出电解的化学方程式：\_\_\_\_\_。

（4）液体 d 的作用为\_\_\_\_\_。

（5）当电解一段时间看到白色沉淀后，再反接电源（b 棒为石墨棒），除了电极上看到气泡外，混合物中另一明显变化为\_\_\_\_\_。



图一



图二

【答案】方法一：（2）取适量绿矾于小烧杯中，加入煮沸后的水和少量稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ，并加入  $\text{Fe}$  粉，完全搅拌，过滤后将滤液移入细口试剂瓶。（3）苯

方法二：（1） $\text{H}_2$ 、夹住铁夹

（2）因为  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  是在  $\text{H}_2$  的还原气氛中产生的。

方法三：（1） $\text{Fe}-2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$  （2）B （3） $\text{Fe}+2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{通电}} \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2 \uparrow$

（4）隔绝空气，防止  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  被氧化

（5）白色沉淀变为灰绿色，最终变为红褐色沉淀

## 四、铝热反应

### 1. 基础知识

(1) 铝粉和氧化铁在高温条件下反应方程式：

\_\_\_\_\_

(2) 现象：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 2. 注意点

(1) 铝粉和氧化铁的混合物叫做\_\_\_\_\_。

(2) 还有一些金属氧化物和氧化铁相似也能发生铝热反应，这些氧化物有\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_。

(3) 工业上常利用铝热反应冶炼某些\_\_\_\_\_。

(4) 铝热反应中氯酸钾、镁条的作用是什么？

\_\_\_\_\_

【答案】 $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$  镁条剧烈燃烧，放出一定的热量，使氧化铁粉末

与铝粉在较高温度下发生剧烈的反应。反应放出大量的热，并发出耀眼的光芒。我们还可以看到，纸漏斗的下部被烧穿，有熔融物落如沙中。（待熔融物冷却后，除去外层熔渣，仔细观察，可以发现落下的是铁珠。）

铝热剂  $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MnO}_2$  难溶的金属

铝热反应的装置中铝热剂在最下面，上面铺层氯酸钾，中间插根镁条，反应时先点燃镁条，镁条燃烧放出的热量使氯酸钾分解产生氧气，氧气的产生又促进了镁条的燃烧放出大量的热，因为铝热反应的条件是高温，这样反应得以进行。

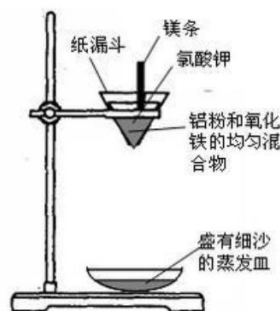
【练一练】某教科书对“铝热反应”实验的现象有这样的描述：“反应放出大量的热，并发出耀眼的光芒”，“纸漏斗的下部被烧穿，有熔融物落入沙中”。已知：Al、Fe 的熔点、沸点数据如下：

物质	Al	Fe
熔点（℃）	660	1535
沸点（℃）	2467	2750

(1) 某同学猜测，铝热反应所得到的熔融物是铁铝合金。理由是：该反应放热能使铁熔化，而铝的熔点比铁低，所以铁和铝能形成合金。你认为他的解释是否合理？\_\_\_\_\_（填“合理”或“不合理”）。

(2) 根据已有知识找出一种验证产物中有 Fe 的最简单方法 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_。



(3) 设计一个简单的实验方案，证明上述所得的熔融物中含有金属铝。请填写下列表格：

所用试剂	
实验操作及现象	
有关反应的化学方程式	

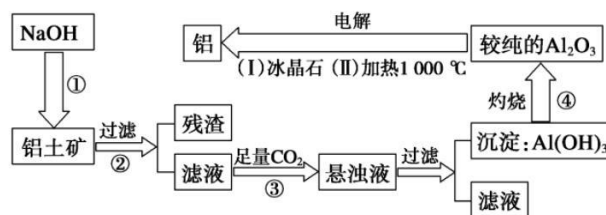
【答案】(1) 合理 (2) 用磁铁吸引，若能吸附，说明有铁生成 (2 分，只回答用磁铁吸引，给 1 分；其它答案若合理且完全正确给 1 分)

(3) NaOH 溶液、取少量样品放入试管，加入 NaOH 溶液，若有气泡产生，说明该熔融物中有铝。

## 五、从铝土矿中提取铝

铝是地壳中含量最多的金属元素，在自然界主要以化合态形式存在于氧化铝中。铝土矿的主要成分是  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，此外还含有少量  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  等杂质，冶炼金属铝很重要的一个过程是  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的提纯。由于  $\text{Al}_2\text{O}_3$  是两性氧化物，而杂质  $\text{SiO}_2$  是酸性氧化物， $\text{Fe}_2\text{O}_3$  是碱性氧化物，因而可设计出两种提纯氧化铝的方案。

方案一：碱溶法



讨论回答下列问题：

(1) 写出①、③两步骤中可能发生反应的离子方程式。

(2) 步骤③中不用盐酸(或  $\text{H}_2\text{SO}_4$ )酸化的理由是\_\_\_\_\_。

(3) 步骤④中得到较纯的  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，可能含有\_\_\_\_\_杂质，在电解时它不会影响铝的纯度的原因：\_\_\_\_\_。

【答案】(1) ①  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$   
③  $\text{AlO}_2^- + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + 2\text{HCO}_3^-$

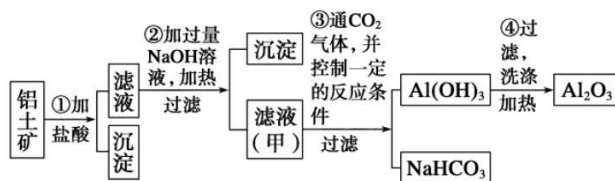
(2) 因为①  $\text{AlO}_2^-$

②  $\text{CO}_2$  廉价而且生成的副产物  $\text{NaHCO}_3$  用途广泛，经济效益好



(3)  $\text{SiO}_2$  由于  $\text{SiO}_2$  的熔点很高，在加热到  $1\,000\text{ }^\circ\text{C}$  左右时不会熔化，因而不影响电解产物的纯度

方案二：酸溶法



讨论回答下列问题：

(1) 写出①、②中可能发生反应的离子方程式。

(2) 步骤②中不用氨水沉淀  $\text{Fe}^{3+}$  的原因：\_\_\_\_\_。

【答案】(1) ①  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

②  $\text{Al}^{3+} + 4\text{OH}^- \rightarrow \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$

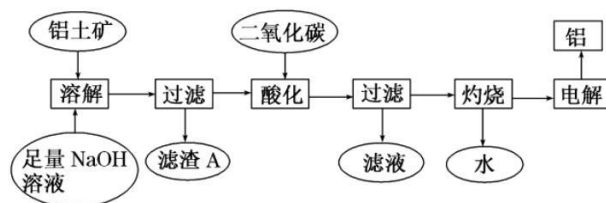
(2)  $\text{Al}(\text{OH})_3$  只能溶于强碱，不能溶于氨水，不能将  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  和  $\text{Al}(\text{OH})_3$  分离



## 枝繁叶茂

### 知识点 1：从铝土矿中提取铝

【例 1】铝是一种重要的金属，在生产、生活中具有许多重要的用途，下图是从铝土矿中制备铝的工艺流程：



已知：

(1) 铝土矿的主要成分是  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，此外还含有少量  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  等杂质；

(2) 溶液中的硅酸钠与偏铝酸钠反应，能生成硅铝酸盐沉淀，化学反应方程式为：



回答下列问题：

(1) 写出向铝土矿中加入足量氢氧化钠溶液后，该步操作中发生反应的离子方程式：

(2) 滤渣 A 的主要成分为\_\_\_\_\_；滤渣 A 的用途是\_\_\_\_\_ (只写一种)；实验室过滤

时使用玻璃棒，其作用是\_\_\_\_\_。

(3)在工艺流程第三步中,选用二氧化碳作酸化剂的原因是\_\_\_\_\_

(4)若将铝溶解,下列试剂中最好选用\_\_\_\_\_(填编号).

A. 浓硫酸

B. 稀硫酸

C. 稀硝酸

理由是\_\_\_\_\_.

【难度】★★★

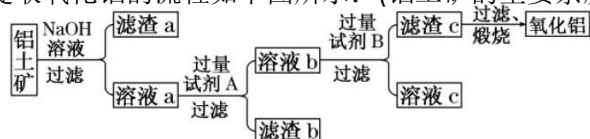
【答案】(1) $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{AlO}_2^- + \text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

(2) $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$  炼铁的原料(或生产硅酸盐产品的原料) 引流

(3)经过足量氢氧化钠溶液的溶解,大部分铝元素均以  $\text{NaAlO}_2$  的形式存在于滤液中,通入过量二氧化碳可以将  $\text{NaAlO}_2$  完全转化为  $\text{Al}(\text{OH})_3$

(4)B 铝与浓硫酸在常温下发生钝化,加热溶解会产生有毒气体  $\text{SO}_2$ ,原料利用率低;稀硝酸能溶解铝但会产生  $\text{NO}$  气体,污染空气,硝酸利用率低;而铝与稀硫酸反应速率较快,产生的  $\text{H}_2$  对空气无污染

变式 1: I.从铝土矿中提取氧化铝的流程如下图所示:(铝土矿的主要杂质为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_3$ 、 $\text{SiO}_2$  和一些不溶性杂质)



(1)试剂 A 是\_\_\_\_\_; 溶液 b 与试剂 B 反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

(2)加入 NaOH 溶液进行的反应的离子方程式为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ ,

向溶液 a 中通入过量的  $\text{CO}_2$ , 将得到的不溶物煅烧后也可得到  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 该方案的缺点是\_\_\_\_\_。

II.电解熔融的氧化铝可制备金属铝

(3)写出电解的化学方程式\_\_\_\_\_。每生产 0.27 吨铝,理论上转移电子的物质的量为\_\_\_\_\_mol。

【难度】★★★

【答案】I.(1)盐酸(硫酸或硝酸)  $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$

(2) $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{AlO}_2^- + \text{SiO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

$\text{Al}_2\text{O}_3$  中含有  $\text{SiO}_2$  杂质

II.(3) $2\text{Al}_2\text{O}_3$ (熔融)电解,  $4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$   $3 \times 10^4$

【解析】铝土矿与碱液反应时,氧化铝、二氧化硅溶解,而氧化铁是滤渣 a 的主要成分;滤液里加入过量强酸。(盐酸或硫酸),硅酸沉淀不溶,滤出为滤渣 b,溶液 b 的主要成分为  $\text{Al}^{3+}$  溶液。

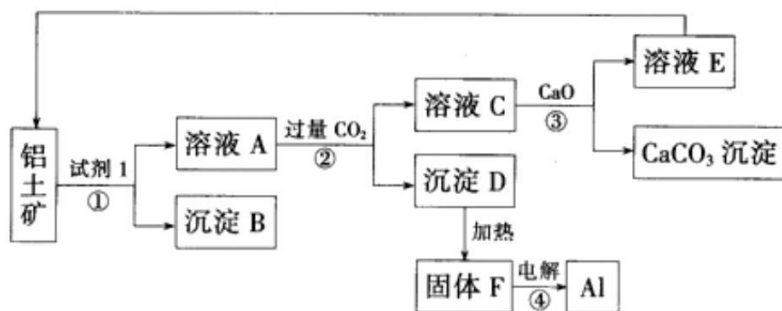


向滤液 **b** 中加入过量的氨水，析出氢氧化铝(滤渣 **c**)，将滤渣 **c** 加热脱水可得氧化铝。

(2)向溶液 **a** 中通入过量的  $\text{CO}_2$ ，形成的滤渣中将有两种物质：硅酸及氢氧化铝，加热后得到的  $\text{Al}_2\text{O}_3$  中含有  $\text{SiO}_2$  杂质。

(3) $2\text{Al}_2\text{O}_3$ (熔融)电解， $4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$  中有 12 个电子转移。

变式 2：工业上用铝土矿（主要成分为氧化铝，含少量氧化铁）制取铝的过程如图所示：



请回答：

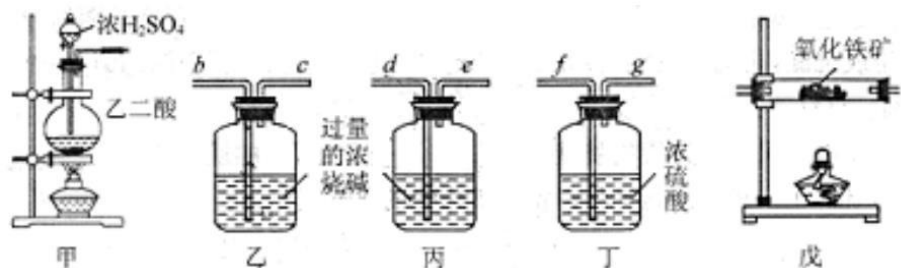
- 试剂 1 为\_\_\_\_\_（填化学式），①~④转化过程中\_\_\_\_\_消耗能量最多。
- 沉淀 B 的化学式为\_\_\_\_\_，该物质除了用于金属冶炼以外，还可用作\_\_\_\_\_。
- 电解 F，当转移 6mol 电子时，可制得铝\_\_\_\_\_g。
- 生产过程中，除物质 E 可以循环使用外，还可以循环使用的物质有\_\_\_\_\_（填化学式）。
- ②中发生反应的离子方程式为\_\_\_\_\_。

【难度】★★

- 【答案】(1)  $\text{NaOH}$ ； ④； (2)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ； 颜料等； (3) 54；  
 (4)  $\text{CaO}$  和  $\text{CO}_2$ ；  
 (5)  $\text{CO}_2 + \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{HCO}_3^-$ ；

## 知识点 2：综合实验

【例 1】某课外活动小组拟用下列装置做炼铁原理的实验，同时检测氧化铁的纯度（假设矿石不含其它与之反应的成分），并除去尾气， $\text{CO}$  用  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \text{CO} \uparrow + \text{H}_2\text{O}$  来制取，与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  反应的  $\text{CO}$  需纯净、干燥。

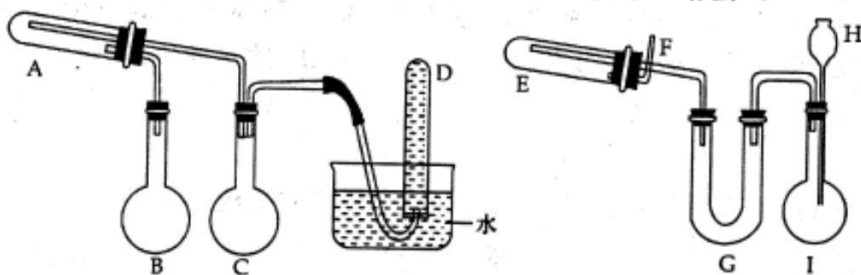


- (1) 若所制的气体的流向为从左向右时, 下列仪器组装连接的顺序是(用 a、b.....表示) \_\_\_\_\_ 接 \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ 接 \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ 接 \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ 接 \_\_\_\_\_。
- (2) 装置乙的作用是 \_\_\_\_\_; 装置丙的目的是 \_\_\_\_\_。
- (3) 实验结束后, 先熄灭戊处的酒精灯, 再熄灭甲处的酒精灯, 其主要原因是 \_\_\_\_\_。
- (4) 实验前氧化铁矿粉末的质量为  $x\text{g}$ , 实验后测的乙和丙的质量分数增加了  $y\text{g}$  和  $z\text{g}$ , 则氧化铁矿粉末中氧化铁的质量分数为 \_\_\_\_\_。

【难度】★★★

【答案】(1) adefghib (2) 吸收  $\text{CO}_2$ , 使尾气  $\text{CO}$  点燃燃烧; 除去混在  $\text{CO}$  中的  $\text{CO}_2$   
(3) 防止还原产生的  $\text{Fe}$  受热时被氧化 (4)  $40y/33x$

变式 1: 在一定条件下用普通铁粉和水蒸气反应, 可以得到铁的氧化物。该氧化物又可以经过此反应的反你反应, 生成颗粒状很细的铁粉。这种铁粉具有很高的反应活性, 在空气中受热撞击或受热时会燃烧, 所以俗称“引火铁”。请分别用下图中示意的两套装置, 制取上述铁的氧化物和“引火铁”。实验中必须使用普通铁粉、 $6\text{mol/L}$  盐酸, 其他试剂自选(装置中必要的铁架台、铁夹、铁圈、石棉网、加热设备等在图中均已略去)。



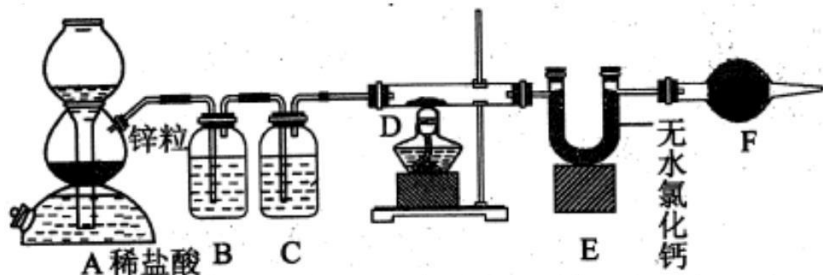
填写下列空白:

- (1) 实验进行时试管 A 中应加入的试剂是 \_\_\_\_\_; 烧杯 B 的作用是 \_\_\_\_\_; 烧瓶 C 的作用是 \_\_\_\_\_; 在试管 D 中收集到的是 \_\_\_\_\_。
- (2) 实验时, U 形管 G 中应加入的试剂是 \_\_\_\_\_; 长颈漏斗 H 中应加入 \_\_\_\_\_。
- (3) 两套装置中, 要实验时需要加热的仪器是 \_\_\_\_\_ (填该仪器对应的字母)。
- (4) 烧瓶 I 中发生的反应有时要加入少量硫酸铜溶液, 其目的是 \_\_\_\_\_。
- (5) 试管 E 中发生反应的化学方程式是 \_\_\_\_\_。
- (6) 为了安全, 在 E 管中的反应发生前, 在 F 出口处必须 \_\_\_\_\_。E 管中的反应开始后, 在 F 出口处应 \_\_\_\_\_。

【难度】★★★

【答案】(1) 还原铁粉; 提供水蒸气; 安全瓶(防止水槽中的水倒吸到 A 中); 氢气  
(2) 碱石灰;  $6\text{mol/L}$  盐酸 (3) A、B、E (4) 构成原电池。加快产生氢气的速率  
(5)  $4\text{H}_2 + \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow 3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O}$  (6) 检验  $\text{H}_2$  的纯度; 点燃

变式 2：实验室用如图所示的装置测定  $\text{FeO}$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  固体混合物中的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的质量，D 装置的硬质玻璃管中的固体是  $\text{FeO}$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的混合物。



(1) 检查装置的气密性后，为了实验的安全，在点燃 D 处的酒精灯之前，必须检验整套装置中的气体的纯度，其检验方法是：\_\_\_\_\_。

(2) 装置 A 中的盐酸能否改为硝酸\_\_\_\_\_，原因是\_\_\_\_\_。

(3) 装置 B 的作用是\_\_\_\_\_，装置 C 中所盛装的液体是\_\_\_\_\_。

(4) 若  $\text{FeO}$  和  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  固体混合物的质量为  $23.2\text{g}$ ，反应完全后 U 形管的质量增加了  $7.2\text{g}$ ，则混合物中  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的质量为\_\_\_\_\_g。

(5) U 形管 E 右边又连接干燥管 F 的目的是\_\_\_\_\_，若无干燥管 F，测得  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  的质量可能\_\_\_\_\_（填“偏大”、“偏小”或“无影响”）。

【难度】★★★

【答案】(1) 从干燥管末端管口用向下排空气法或排水法收集气体一小试管，用拇指堵住管口，使管口向下移向酒精灯火焰，松开拇指，未听到尖锐的爆鸣声，说明整套装置中气体已纯净。

(2) 不能，因为锌和硝酸反应不生成氢气。

(3) 除去氢气中混有的氯化氢气体；浓硫酸

(4)  $16\text{g}$

(5) 防止空气中的水蒸气等气体进入 E 中；偏大



## 瓜熟蒂落

1. 我国古代的湿法冶金术是世界闻名的，我国在世界上最先应用湿法冶金的金属是（ ）

A. Fe                      B. Cu                      C. Ag                      D. Hg

【难度】★

【答案】B

2. 西汉刘安晋记载：“曾青得铁则化为铜”，已知“曾青”指硫酸铜溶液，那么“曾青得铁则化为铜”中的“铜”是指（ ）

A. 铜元素                      B. 铜单质                      C. 氧化铜                      D. 铜原子

【难度】★

【答案】B

3. 能用热分解法制得的金属是（ ）

A. Fe                      B. Ag                      C. Mg                      D. Na

【难度】★

【答案】B

4. 下列制备金属单质的方法或原理正确的是（ ）

A. 在高温条件下，用  $H_2$  还原  $MgO$  制备单质 Mg  
B. 在通电条件下，电解熔融  $Al_2O_3$  制备单质 Al  
C. 在通电条件下，电解饱和食盐水制备单质 Na  
D. 加强热，使  $CuO$  在高温条件下分解制备单质 Cu

【难度】★

【答案】B

【解析】Mg 的活泼性强，不能用  $H_2$  还原法制备 Mg，而是用电解熔融  $MgCl_2$  的方法制备，电解饱和食盐水得到  $NaOH$  而不是 Na； $CuO$  强热分解生成  $Cu_2O$  而不是 Cu。

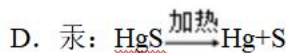
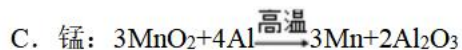
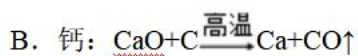
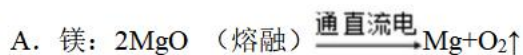
5. 工业上由含钒、铬和锰的矿物冶炼难熔的金属钒、铬和锰，通常采用的方法是（ ）

A. 炭还原法                      B. 铝热还原法  
C. 直接加热法                      D. 盐的水溶液与活泼金属置换法

【难度】★

【答案】B

6. 工业上制备下列金属，采用的化学反应原理正确的是 ( )



【难度】★

【答案】C

8. 下列有关铁、铝的冶炼的说法中，正确的是 ( )

A. 冶金工业中，金属铁的冶炼主要采用电解法

B. 炼铁过程中铁的氧化物被焦炭还原生成单质铁，电解冶炼铝的过程中，阳极生成铝单质，阴极生成氧气

C. 炼铁的主要原料是铁矿石、焦炭、生石灰和空气，电解冶炼铝的原料是氧化铝和冰晶石

D. 铁、铝冶炼设备分别是炼铁高炉和铝电解槽

【难度】★★

【答案】D

9. 下列操作可得到纯净  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的是 ( )

A. 向  $\text{NaAlO}_2$  溶液中加入适量稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  蒸干并灼烧

B. 向  $\text{NaAlO}_2$  溶液中通入过量  $\text{CO}_2$  后蒸干并灼烧

C. 向  $\text{AlCl}_3$  溶液中加入过量氨水后蒸干并灼烧

D. 向  $\text{AlCl}_3$  溶液中加入适量  $\text{NaAlO}_2$  溶液，蒸干并灼烧

【难度】★★

【答案】C



10. 用铝热法冶炼难熔的金属，其优越性有下列的 ( )
- A. 铝有很强的还原性，在高温下可将难熔的金属从其氧化物中还原出来
- B. 氧化铝熔点很低，容易与难熔金属分离
- C. 氧化铝熔点高，可与难熔金属一起熔化
- D. 反应放出大量的热，使还原出来的金属融化，便于分离

【难度】★

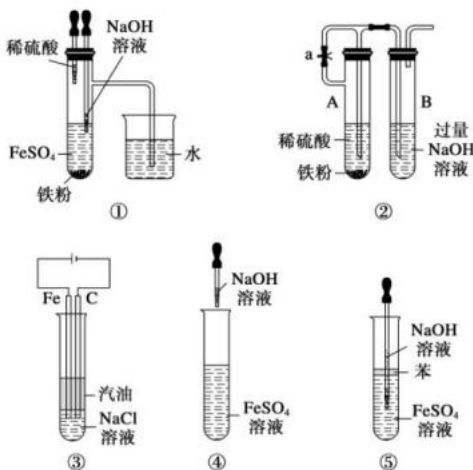
【答案】D

11. 用铝热法从下列氧化物中还原出物质的量相同的金属，耗铝最少的是 ( )
- A.  $\text{Cr}_2\text{O}_3$                       B.  $\text{MnO}$                       C.  $\text{V}_2\text{O}_5$                       D.  $\text{WO}_3$

【难度】★★

【答案】D

12. 下列各图示中能较长时间看到  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  白色沉淀的是\_\_\_\_\_ (填序号)。



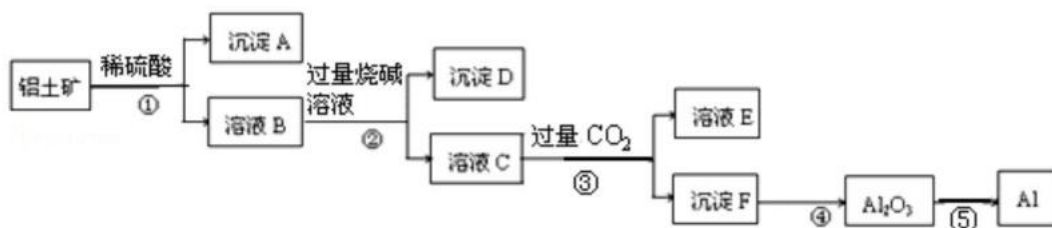
【难度】★★

【答案】①②③⑤

【解析】因为  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  在空气中很容易被氧化为红褐色的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ，即发生  $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。因此要较长时间看到  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  白色沉淀，就要排除装置中的氧气或空气。①、②原理一样，都是先用氢气将装置中的空气排尽，并使生成的  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  处在氢气的保护中；③的原理为铁作阳极产生  $\text{Fe}^{2+}$ ，与电解水产生的  $\text{OH}^-$  结合生成  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ，且液面用汽油保护，能防止空气进入；⑤中液面加苯阻止了空气进入；④由于带入空气中的氧气，能迅速将  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  氧化，因而不能较长时间看到白色沉淀。



13. 工业上以铝土矿（主要成分是  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，含杂质  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和  $\text{SiO}_2$ ）为原料生产铝，其生产流程如下：



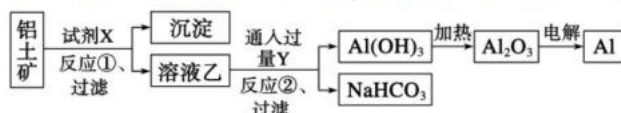
下列叙述错误的是 ( )

- A. 沉淀 A 主要是  $\text{SiO}_2$
- B. 步骤②的目的是分离  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Al}^{3+}$
- C. 溶液 E 溶质主要有碳酸钠和硫酸钠
- D. ⑤主要是把电能转化为化学能

【难度】★★

【答案】C

14. 工业上用铝土矿(主要成分为  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，含  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  杂质)为原料冶炼铝的工艺流程如下：



下列叙述正确的是 ( )

- A. 试剂 X 可以是氢氧化钠溶液，也可以是盐酸
- B. 反应①过滤后所得沉淀为氢氧化铁
- C. 图中所示转化反应都不是氧化还原反应
- D. 反应②的化学方程式为  $\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaHCO}_3$

【难度】★★

【答案】D

【解析】试剂 X 只能是氢氧化钠溶液，不能是盐酸；反应①过滤后所得沉淀为  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ；电解氧化铝制铝的反应是氧化还原反应。

15. 常见金属的冶炼方法

(1) 热分解法：适用于冶炼金属活动性较差的金属（金属活动顺序表中\_\_\_\_\_及其以后的金属），如：\_\_\_\_\_

(2) 电解法：适合冶炼活动性很强的金属（一般在金属活动性顺序表中排在\_\_\_\_\_及其以前的金属），如：\_\_\_\_\_；\_\_\_\_\_；\_\_\_\_\_；

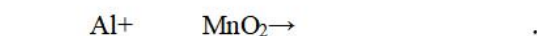
(3) 热还原法：用还原剂（C、CO、 $\text{H}_2$ 、Al 等）还原金属氧化物，适用于金属活动性顺序表中的\_\_\_\_\_与\_\_\_\_\_之间的大多数金属的冶炼。如：\_\_\_\_\_；\_\_\_\_\_；\_\_\_\_\_；\_\_\_\_\_；\_\_\_\_\_；

铝热反应实验现象及化学方程式：

现象	_____燃烧，火珠_____，沙里有火红熔融物
铝与氧化铁反应的化学方程式	_____

实验说明：

- a. Al 与  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  能发生铝热反应，与其它较不活泼金属氧化物也能发生铝热反应。  
b. 铝热反应的最大特点是放出大量的热，在生产上利用这一特点，可用于焊接钢轨，冶金工业上也常用这一原理，使铝与金属氧化物反应，冶炼钒、铬、锰等。如：



【难度】★★

【答案】

(1) Hg; Ag; (2) Al; K; Ca; Na; (3) Zn; Cu; Zn; Fe; Sn; Pb; Cu; 铝热剂; 滴



16. 铝热反应的化学方程式为： $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{高温}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$ 。某同学对“铝热反应”的现象有这样

的描述：“反应放出大量的热，并发出耀眼的光芒”、“纸漏斗的下部被烧穿，有熔融物落入沙中”。

查阅《化学手册》知，Al、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、Fe、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 的熔点、沸点数据如下：

物质	Al	$\text{Al}_2\text{O}_3$	Fe	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
熔点/ $^{\circ}\text{C}$	660	2 054	1 535	1 462
沸点/ $^{\circ}\text{C}$	2 467	2 980	2 750	

(1)该同学推测，铝热反应所得到的熔融物应是铁铝合金。这种推测有一定的道理，理由是

\_\_\_\_\_。

(2)设计一个简单的实验方案，证明上述所得的块状熔融物中含有金属铝。该实验所用试剂是

\_\_\_\_\_，  
当观察到\_\_\_\_\_的现象时，说明熔融物中含有金属铝。

(3)实验室溶解该熔融物，最好选用下列试剂中的\_\_\_\_\_ (填序号)。

- A. 浓硫酸                      B. 稀硫酸  
C. 稀硝酸                      D. 氢氧化钠溶液

【难度】★★

17. 用不含  $\text{Fe}^{3+}$  的  $\text{FeSO}_4$  溶液与不含  $\text{O}_2$  的蒸馏水配制的  $\text{NaOH}$  溶液反应制备。

(1) 用硫酸亚铁晶体配制上述  $\text{FeSO}_4$  溶液时还需要加入\_\_\_\_\_。

(2) 除去蒸馏水中溶解的  $\text{O}_2$  常采用\_\_\_\_\_的方法。

(3) 生成  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  白色沉淀的操作是用长滴管吸取不含  $\text{O}_2$  的  $\text{NaOH}$  溶液，插入  $\text{FeSO}_4$  溶液液面下，再挤出  $\text{NaOH}$  溶液，这样操作的理由是\_\_\_\_\_。

【难度】★★

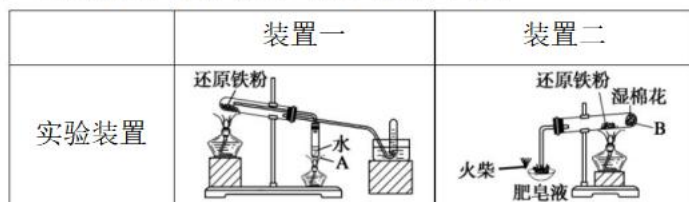
【答案】(1) 稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$ 、铁屑 (2) 煮沸 (3) 避免生成的  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  沉淀接触  $\text{O}_2$  而被氧化

【解析】 $\text{Fe}^{2+}$  易水解，要加入稀  $\text{H}_2\text{SO}_4$  防止其水解； $\text{Fe}^{2+}$  易被空气中的  $\text{O}_2$  氧化，要加铁粉，将被氧化生成的  $\text{Fe}^{3+}$  还原成  $\text{Fe}^{2+}$ 。气体的溶解度是随温度升高而降低的，所以煮沸后的蒸馏水中溶解的  $\text{O}_2$  减少。

优点：装置简单。

缺点：难以控制  $\text{FeSO}_4$ 、 $\text{NaOH}$  中不含氧气。即使加热煮沸  $\text{FeSO}_4$ 、 $\text{NaOH}$  溶液，在冷却和实验过程中还会有少量氧气溶解。

18. 铁与水蒸气反应，通常有以下两种装置，请思考以下问题：



(1) 方法一中，装置 A 的作用\_\_\_\_\_。

方法二中，装湿棉花的作用\_\_\_\_\_。

(2) 实验完毕后，取出装置一的少量固体，溶于足量稀盐酸，再滴加  $\text{KSCN}$  溶液，溶液颜色无明显变化，试解释原因：\_\_\_\_\_。

【难度】★★

【答案】(1) 提供水蒸气 提供水蒸气 (2) 在溶液中  $\text{Fe}^{3+}$  被未反应的铁粉完全还原为  $\text{Fe}^{2+}$

【答案】(1) 该反应温度下铝已熔化，未反应的铝可与生成的铁熔合在一起，形成合金

(2)  $\text{NaOH}$  溶液 有气泡生成 (3) B

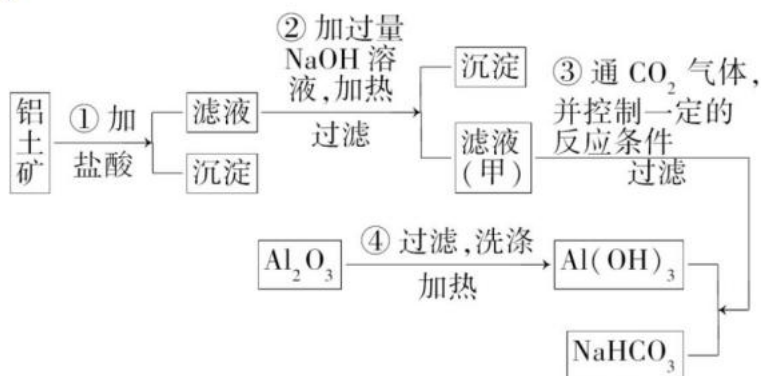
【解析】(1) 铝热反应放出大量的热，使生成的铁熔化，与未反应完的铝可以形成合金。

(2) 铝与  $\text{NaOH}$  溶液反应，产生  $\text{H}_2$ 。

(3) 浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  使铁、铝钝化，稀  $\text{HNO}_3$  会产生  $\text{NO}$ ，污染环境， $\text{NaOH}$  溶液不能溶解铁。



19. 铝土矿的主要成分是  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，此处还含有少量  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  等杂质，从铝土矿中提纯净  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的工艺流程如下：



讨论回答下列问题：

(1) 写出①、②中可能发生反应的离子方程式：

① \_\_\_\_\_，

② \_\_\_\_\_。

(2) 步骤②中不用氨水沉淀  $\text{Fe}^{3+}$  的原因：\_\_\_\_\_。

【难度】★★

【答案】(1)  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$        $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

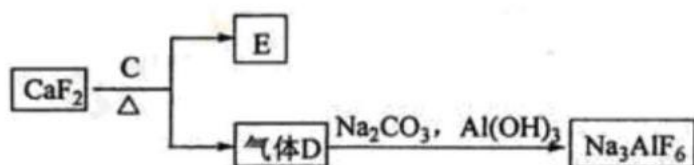
(2)  $\text{Al}(\text{OH})_3$  能溶于强碱溶液但不溶于氨水，用氨水不能将  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  和  $\text{Al}(\text{OH})_3$  分离。

20. 铝是一种应用广泛的金属，工业上用  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和冰晶石 ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) 混合熔融电解制得。

① 铝土矿的主要成分是  $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{SiO}_2$  等。从铝土矿中提炼  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的流程如下：



② 以萤石 ( $\text{CaF}_2$ ) 和纯碱为原料制备冰晶石的流程如下：



回答下列问题：

(1) 写出反应 1 的化学方程式\_\_\_\_\_；

(2) 滤液 I 中加入  $\text{CaO}$  生成的沉淀是\_\_\_\_\_，反应 2 的离子方程式为\_\_\_\_\_。

\_\_\_\_\_;

(3) E 可作为建筑材料, 化合物 C 是\_\_\_\_\_, 写出由 D 制备冰晶石的化学方程式\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_;

(4) 电解制铝的化学方程式是\_\_\_\_\_, 以石墨为电极, 阳极产生的混合气体的成分是\_\_\_\_\_。

【答案】 (1)  $2\text{NaOH} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$        $2\text{NaOH} + \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

(2)  $\text{CaSiO}_3$        $2\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-}$  \_

(3) 浓  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1 分)       $12\text{HF} + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow 2\text{Na}_3\text{AlF}_6 + 3\text{CO}_2 + 9\text{H}_2\text{O}$

$2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow[\text{通电, Na}_3\text{AlF}_6]{\text{高温}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$

(4)       $\text{O}_2$ 、 $\text{CO}_2$  ( $\text{CO}$ )

