

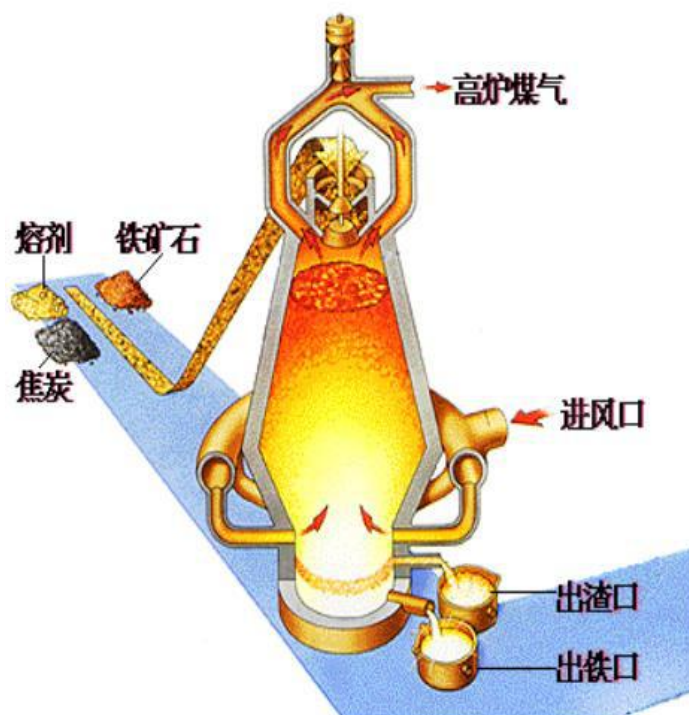


金属的实验

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



初露锋芒



学习目标 & 重难点	<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

【练一练】

1. 热还原法冶炼金属的反应一定是（ ）

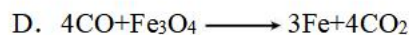
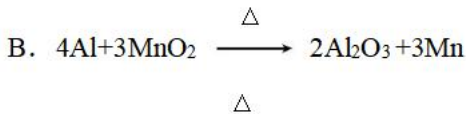
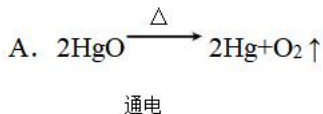
A. 氧化还原反应

B. 置换反应

C. 分解反应

D. 复分解反应

2. 下列反应原理不符合工业冶炼金属事实情况的是（ ）



二、炼铁与炼钢

1. 炼铁

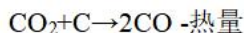
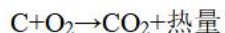
(1) 原理：利用氧化还原反应，在高温条件下，用还原剂从铁矿石中将铁还原出来。

(2) 设备：高炉

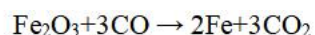
(3) 原料：铁矿石、焦炭、空气、石灰石

(4) 冶炼过程：

a. 还原剂(CO)生成

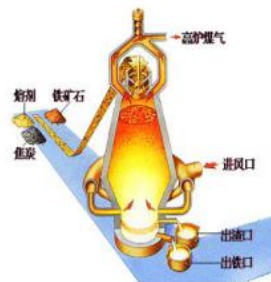
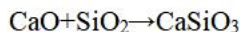
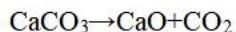


b. 生铁的形成



c. 造渣

除去铁矿石里难熔的脉石(SiO_2)：



高炉炼铁

2. 炼钢

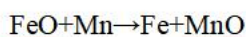
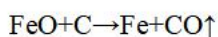
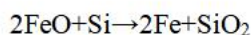
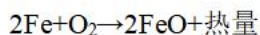
(1) 原理：利用氧化还原反应，在高温下，用氧化剂把生铁里过多的碳和其他杂质氧化成气体或炉渣除去。

(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 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 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。

【练一练】 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 为白色絮状物，易被空气中 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、 NaOH 溶液、久置蒸馏水、苯、 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 NaOH 溶液煮沸并冷却后待用。

(2) 配置较为纯净的 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 FeSO_4 溶液，加入少量_____，保证起油膜作用。再将吸有 NaOH 的胶头滴管悬垂于试管上方，逐滴加入 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。

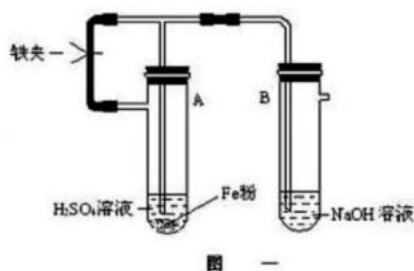
如图一，为 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 制备实验的改进装置。请回答：

(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，反应变较缓时，_____（填操作方法），产生的气体将含 Fe^{2+} 的溶液由 A 压入 B 的 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_____。

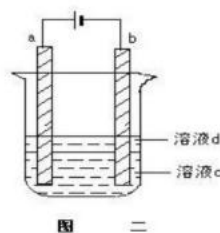
(2) 电解液 c 可以是（ ）

A. 蒸馏水 B. NaOH 溶液 C. 无水乙醇 D. 稀 H_2SO_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_____。



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：_____

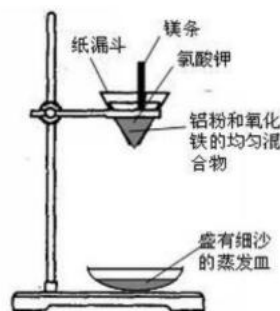
2. 注意点

(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？



【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 (°C)	660	1535
沸点 (°C)	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 _____。

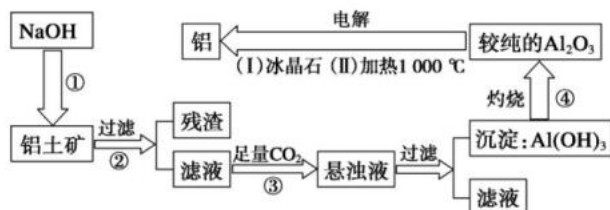
(3) 设计一个简单的实验方案，证明上述所得的熔融物中含有金属铝。请填写下列表格：

所用试剂	
实验操作及现象	
有关反应的化学方程式	

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 Al_2O_3 ，此外还含有少量 SiO_2 、 Fe_2O_3 等杂质，冶炼金属铝很重要的一个过程是 Al_2O_3 的提纯。由于 Al_2O_3 是两性氧化物，而杂质 SiO_2 是酸性氧化物， Fe_2O_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



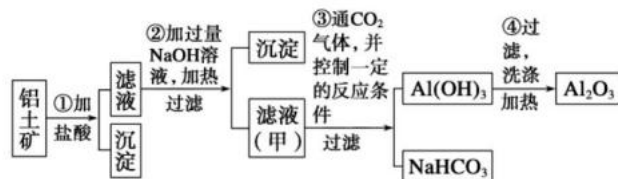
讨论回答下列问题：

(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 H_2SO_4)酸化的理由是_____。

(3) 步骤④中得到较纯的 Al_2O_3 ，可能含有_____杂质，在电解时它不会影响铝的纯度的原因：_____。

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。

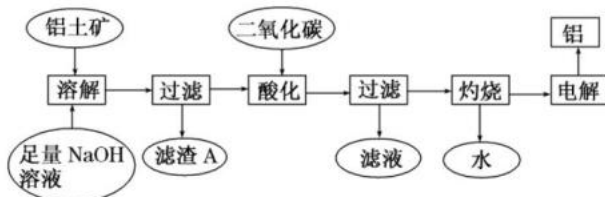
(2)步骤②中不用氨水沉淀 Fe^{3+} 的原因：_____。



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 Al_2O_3 ，此外还含有少量 SiO_2 、 Fe_2O_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_____。

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 Fe_2O_3 、 SiO_3 、 SiO_2 和一些不溶性杂质)



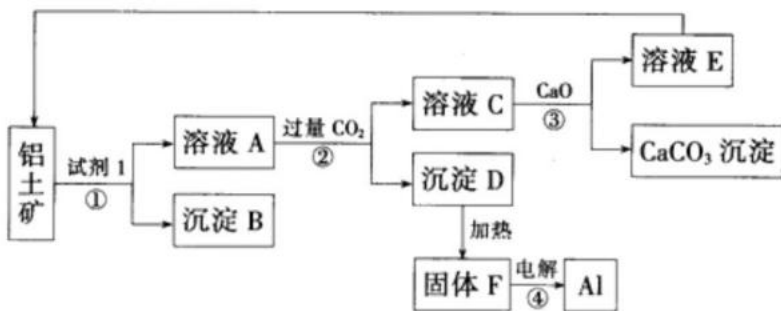
(1) 试剂 A 是_____；溶液 b 与试剂 B 反应的离子方程式为_____。

(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 CO_2 , 将得到的不溶物煅烧后也可得到 Al_2O_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。

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:

(1) 试剂 1 为_____ (填化学式), ①~④转化过程中_____消耗能量最多。

(2) 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_____。

(3) 电解 F, 当转移 6 mol 电子时, 可制得铝_____ g。

(4) 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)。

(5) ②中发生反应的离子方程式为_____。

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，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 Fe_2O_3 反应的 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）

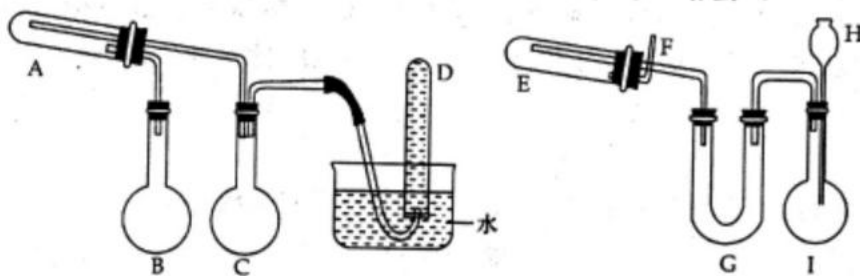
_____ 接 _____，_____ 接 _____，_____ 接 _____，_____ 接 _____。

(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_____。

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、6mol/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_____。

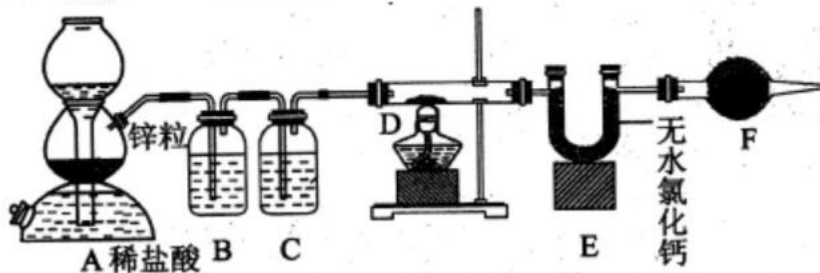
(3) 两套装置中，要实验时需要加热的仪器是_____（填该仪器对应的字母）。

(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_____。

变式 2：实验室用如图所示的装置测定 FeO 和 Fe_2O_3 固体混合物中的 Fe_2O_3 的质量，D 装置的硬质玻璃管中的固体是 FeO 和 Fe_2O_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 FeO 和 Fe_2O_3 固体混合物的质量为 23.2g，反应完全后 U 形管的质量增加了 7.2g，则混合物中 Fe_2O_3 的质量为_____g。

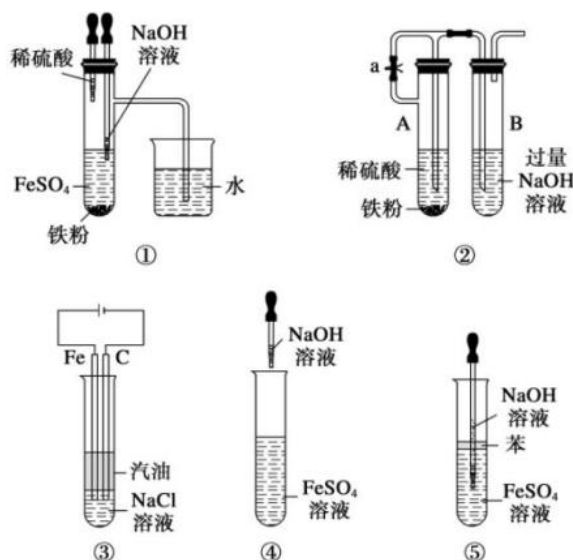
(5) U 形管 E 右边又连接干燥管 F 的目的是_____，若无干燥管 F，测得 Fe_2O_3 的质量可能_____（填“偏大”、“偏小”或“无影响”）。



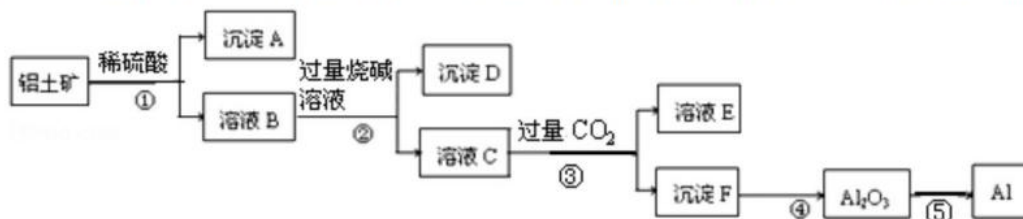
瓜熟蒂落

- 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
- 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
- 能用热分解法制得的金属是（ ）
A. Fe B. Ag C. Mg D. Na
- 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
- 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
- 工业上制备下列金属，采用的化学反应原理正确的是（ ）
A. 镁： $2MgO \xrightarrow{\text{（熔融）通直流电}} Mg + O_2 \uparrow$
B. 钙： $CaO + C \xrightarrow{\text{高温}} Ca + CO \uparrow$
C. 锰： $3MnO_2 + 4Al \xrightarrow{\text{高温}} 3Mn + 2Al_2O_3$
D. 汞： $HgS \xrightarrow{\text{加热}} Hg + S$
- 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

9. 下列操作可得到纯净 Al_2O_3 的是 ()
- A. 向 NaAlO_2 溶液中加入适量稀 H_2SO_4 蒸干并灼烧
- B. 向 NaAlO_2 溶液中通入过量 CO_2 后蒸干并灼烧
- C. 向 AlCl_3 溶液中加入过量氨水后蒸干并灼烧
- D. 向 AlCl_3 溶液中加入适量 NaAlO_2 溶液, 蒸干并灼烧
10. 用铝热法治炼难熔的金属, 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
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. Cr_2O_3 B. MnO C. V_2O_5 D. WO_3
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)。

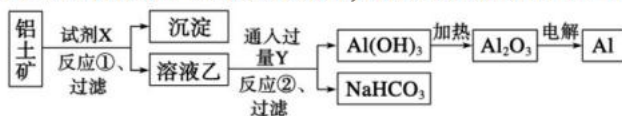


13. 工业上以铝土矿 (主要成分是 Al_2O_3 , 含杂质 Fe_2O_3 和 SiO_2) 为原料生产铝, 其生产流程如下:



- 下列叙述错误的是 ()
- A. 沉淀 A 主要是 SiO_2
- B. 步骤②的目的是分离 Fe^{3+} 和 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

14. 工业上用铝土矿(主要成分为 Al_2O_3 , 含 Fe_2O_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 $\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaHCO}_3$

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、 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 Fe_2O_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:

_____ $\text{Al} +$ _____ $\text{MnO}_2 \rightarrow$ _____.

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、 Al_2O_3 、Fe、 Fe_2O_3 的熔点、沸点数据如下：

物质	Al	Al_2O_3	Fe	Fe_2O_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

17. 用不含 Fe^{3+} 的 FeSO_4 溶液与不含 O_2 的蒸馏水配制的 NaOH 溶液反应制备。

(1)用硫酸亚铁晶体配制上述 FeSO_4 溶液时还需要加入_____。

(2)除去蒸馏水中溶解的 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 O_2 的 NaOH 溶液，插入 FeSO_4 溶液液面下，再挤出 NaOH 溶液，这样操作的理由是_____。

18. 铁与水蒸气反应，通常有以下两种装置，请思考以下问题：

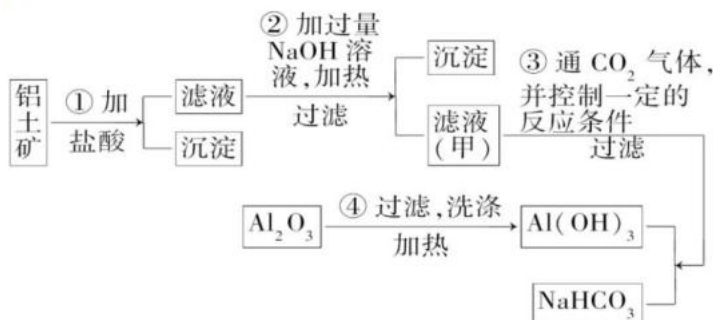


(1)方法一中，装置 A 的作用_____。

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 KSCN 溶液，溶液颜色无明显变化，试解释原因：_____。

19. 铝土矿的主要成分是 Al_2O_3 ，此处还含有少量 SiO_2 、 Fe_2O_3 等杂质，从铝土矿中提纯净 Al_2O_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 _____。

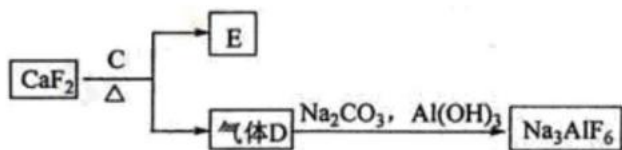
(2) 步骤②中不用氨水沉淀 Fe^{3+} 的原因： _____。

20. 铝是一种应用广泛的金属，工业上用 Al_2O_3 和冰晶石 (Na_3AlF_6) 混合熔融电解制得。

① 铝土矿的主要成分是 Al_2O_3 和 SiO_2 等。从铝土矿中提炼 Al_2O_3 的流程如下：



② 以萤石 (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 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 _____。