

解读铁的冶炼*

江苏省宜兴市丁蜀镇东坡中学 214221 孟 莉

一、工业炼铁的原理

1. 反应原理:在高温条件下,用还原剂 CO 从铁的氧化物(如 Fe_2O_3) 中将铁还原出来。化学方程式为:



2. 实验装置:如图 1 所示。

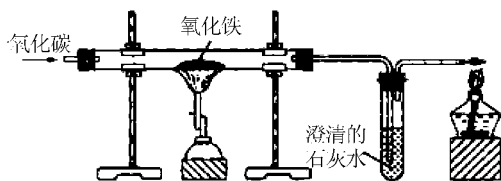


图 1

3. 步骤:(1)检查装置的气密性;(2)将氧化铁粉末放入玻璃管中央后固定在铁架台上;(3)点燃右端酒精灯;(4)给玻璃管通入 CO 气体;(5)加热装有氧化铁的玻璃管;(6)停止加热;(7)停止通入 CO 气体;(8)熄灭右端酒精灯。

4. 现象:玻璃管中的红棕色粉末逐渐变为黑色,试管中澄清石灰水变浑浊,玻璃导管尖嘴处有蓝色火焰。

5. 实验注意事项:

(1)实验开始时要先通入一氧化碳,再加热,以排尽玻璃管内的空气,以免加热时发生爆炸。

(2)实验结束时,应先停止加热,并继续通 CO 气体直至装置冷却,以防止高温的铁又被空气中的氧气氧化;同时防止试管中的石灰水进入灼热的玻璃管内。

►量 AgNO_3 溶液,通常是溶度积小的沉淀先生成, Ag_2CO_3 是白色沉淀, Ag_2S 是黑色沉淀,说明先生成 Ag_2S 沉淀,也就是说明 $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{S})$ 小于 $K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CO}_3)$,所以选择项 B 错误。选项 C 中现象是使湿润的红色石蕊试纸变蓝色,中学阶段接触到碱性气体唯一的是 NH_3 ,说明有 NH_3 生成,也只有 NO_3^- 被还原为 NH_3 ,所以选项 C 正确。选项 D 中 KBrO_3 溶液中加入少量苯,然后通入少量

(3)由于 CO 有毒,不能直接排放到空气中,否则会污染空气,因此装置中必须有尾气处理装置。

二、工业炼铁的原料和设备

1. 原料:铁矿石(提供铁元素)、焦炭(燃烧提供热量,反应产生 CO 作还原剂)和石灰石(除去铁矿石中的杂质,使之成为炉渣)。

2. 设备:高炉。

温馨提示 用实验室模拟炼铁原理的装置炼出的是单质铁,而工业上用高炉炼出的是生铁。

三、中考典例精析

1. 考查金属冶炼的反应原理

例 1 (2016·桂林)多数金属以矿物形式存在于自然界,金属矿物可用来冶炼金属(见表 1)。

表 1

冶炼方法	反应表示式(其他产生略去)	代表性金属
热还原法	金属 A 的氧化物 + 碳 (或一氧化碳等) $\xrightarrow{\text{加热}}$ 金属 A	锌、铜
电解法	金属 B 的化合物 $\xrightarrow{\text{通电}}$ 金属 B	钾、铝
热分解法	金属 C 的氧化物 $\xrightarrow{\text{加热}}$ 金属 C	汞、银

(1)工业上常用赤铁矿(主要成分是 Fe_2O_3) 与 CO 在高温下炼铁,反应的化学方程式是_____。

(2)用氧化铝冶炼金属铝的化学方程式是_____。

(3)若从铅的矿物中冶炼铅,可使用上述方法中的_____,理由是_____。

解析 本题主要考查金属冶炼的常见方法。

Cl_2 ,有机相呈橙色,说明该反应中有 Br_2 生成:



根据氧化还原反应化合价变化规律,溴元素是从 +5 降低到 0 价,所以 KBrO_3 是氧化剂, Br_2 是还原产物,氯元素是从 0 价升高到 +5 价,氯气是还原剂。根据氧化还原反应强弱规律可得出还原性 $\text{Cl}_2 > \text{Br}_2$,可能由于定势思维氯气是常用的氧化剂,所以认为选项 D 正确的而错选。答案:C (收稿日期:2016-06-15)

(1) 一氧化碳与氧化铁在高温下反应生成铁和二氧化碳; (2) 氧化铝在通电的条件下分解为铝和氧气; (3) 铅在金属活动顺序中位于锌和铜之间, 所以若从铅的矿物中冶炼铅, 要用热还原法。

答案: (1) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$; (2) $2\text{Al}_2\text{O}_3 \xrightarrow{\text{通电}} 4\text{Al} + 3\text{O}_2 \uparrow$; (3) 热还原法 铅在金属活动顺序中位于锌和铜之间

2. 考查实验装置的设计与评价

例2 (2016·绥化) 某同学用如图2装置, 进行有关碳及其氧化物的实验(图中夹持已略去), 在完成气密性检查后加入药品, 并已在装置中充满二氧化碳。

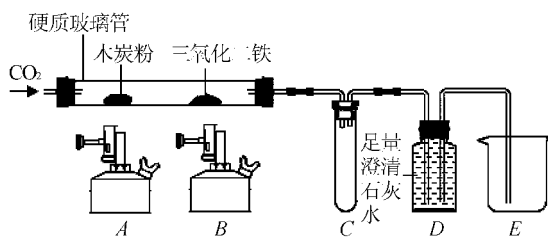


图2

(1) 填写表2中的空白内容:

表2

实验步骤	实验现象	实验分析
① 缓缓通入 CO_2 , 点燃 A 处酒精喷灯, 加热一段时间	木炭粉减少, D 中有气泡产生、澄清石灰水变浑浊且一段时间	硬质玻璃管中发生反应的化学方程式为 $\text{C} + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{CO}$
② 点燃 B 处酒精喷灯, 加热一段时间	B 处玻璃管内	以上实验说明具有还原性
③ 停止通入二氧化碳, 熄灭 A、B 两处的火焰	C 中有 D 中液体进入	

(2) 有同学认为该装置需要添加尾气处理装置, 你认为是否需要并说明理由_____。

解析 (1) ① 点燃 A 处酒精喷灯一段时间, 碳还原二氧化碳生成一氧化碳, 因此木炭粉减少, 反应产生的一氧化碳及剩余的二氧化碳进入 D 中, 二氧化碳能使石灰水变浑浊, 同时 D 装置中液体被进入的一氧化碳气体压出 D 装置进入 E; ② 点燃 B 处酒精灯, 一段时间, 前面碳还原二氧

化碳生成一氧化碳, 一氧化碳和氧化铁反应生成铁和二氧化碳, 因此 B 处红棕色粉末变为黑色, 说明碳和一氧化碳具有还原性。(2) 该装置不需要添加尾气处理装置, 因为过量一氧化碳已收集在 D 中, 并没有排放到空气中, 不会造成污染。

答案: (1) ① 石灰水沿右侧导气管进入 E; ② 红棕色粉末变为黑色 碳和一氧化碳; (2) 不需要, 未反应的 CO 进入 D 装置不会逸散到空气中(合理即可)

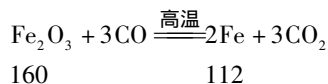
3. 考查工业炼铁的有关计算

例3 (2016·大连) 高温下一氧化碳与氧化铁反应最终生成铁和二氧化碳。

(1) 根据化学方程式计算, 16 g 氧化铁完全反应最多生成铁的质量。

(2) 实验过程中, 当 16 g 氧化铁全部变为黑色粉末时停止加热, 反应生成 5.6 g 二氧化碳, 测得黑色粉末中有 2.8 g 铁, 还有一种铁的氧化物(铁的氧化物中, 氧化亚铁和四氧化三铁是黑色)。计算确定黑色粉末中的氧化物是氧化亚铁还是四氧化三铁。

解析 (1) 设 16 g 氧化铁完全反应最多生成铁的质量为 x, 则



$$160 \qquad \qquad 112$$

$$16 \text{ g} \qquad \qquad x$$

$$\text{解得: } x = 11.2 \text{ g}$$

(2) 黑色粉末中的氧化物中铁元素的质量为 $11.2 \text{ g} - 2.8 \text{ g} = 8.4 \text{ g}$

设生成 5.6 g 二氧化碳需要氧化铁的质量为 y, 则



$$160 \qquad \qquad 132$$

$$y \qquad \qquad 5.6 \text{ g}$$

$$\text{解得: } y = 6.8 \text{ g}$$

黑色粉末中的氧化物中氧元素的质量为 $16 \text{ g} - 6.8 \text{ g} - 2.8 \text{ g} = 6.4 \text{ g}$

黑色粉末中的氧化物铁元素与氧元素的原子个数比为 $\frac{8.4}{56} : \frac{6.4}{16} = \frac{3}{4}$

所以铁的氧化物是四氧化三铁。

答案: (1) 11.2 g (2) 四氧化三铁