

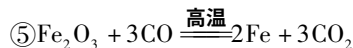
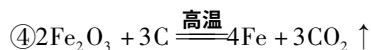
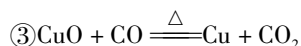
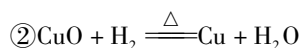
金属氧化物热还原反应实验条件的启示*

甘肃省舟曲县峰迭新区中学 746300 毕 涛

金属氧化物热还原反应指的是金属氧化物(如 Fe_2O_3 、 CuO 等)在加热或者更高的温度条件下,用一些还原剂将氧化物中的金属元素以单质形式还原出来的反应。

同一种金属氧化物在不同的还原剂作用下或者同一种还原剂还原不同的金属氧化物均会出现不同实验条件,如“加热”、“高温”……究竟是什么原因致反应条件出现如此复杂的情况?借此机会,来谈谈笔者对此类反应的一些不成熟的看法,希望与广大同仁一起探讨,一起学习。

现行的初中化学教材中出现的化学反应方程式有以下几个:



反应①是中学化学教材中固相反应的典型代表,因该反应的成功率低而被广泛谈论和改进;反应②则比其他反应易于进行且现象明显;反应③作为一个补充 CO 还原性的化学方程式出现在教材中。

根据金属氧化物在低于 1800 K 温度下其还原顺序为: $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{Al} > \text{C} > \text{Si} > \text{H}_2 > \text{CO}$,可以看出 H_2 的还原能力介于 C 和 CO 之间,但 H_2 不同于金属,它的优点是反应生成物之一是水蒸气,它能随时由反应区内移去,有利于反应向正方向移动,且产物较纯净。

还原剂的化学活动性由被还原的氧化物与还原后所得氧化物的热力学性质所决定。各元素与氧发生反应,生成氧化物的特点是绝大部分反应的结果多为放出热量,放出的热量愈大,则生成的氧化物愈稳定。在平衡体系 $M_m\text{O}_n + n\text{H}_2 \rightleftharpoons m\text{M} + n\text{H}_2\text{O}$ 中, $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的生成热(241.818 kJ/mol)远远超过 CuO 的生成热(156.8 kJ/mol),所以 CuO 较易被 H_2 所还原,一般酒精灯加热就可使

反应顺利进行。虽然 C 的还原能力强于 H_2 ,但固体还原剂与氧化物的充分接触程度毕竟没有固体与气体还原剂那么好,自然反应温度就比前者要高。

Fe_2O_3 的生成热(824.25 kJ/mol)比 CuO 的生成热大,说明 Fe_2O_3 较 CuO 更加稳定,要想从 Fe_2O_3 中将 Fe 还原出来就相对比较困难。反应⑤是一个教师演示实验, CO 还原 Fe_2O_3 需在 550℃ 以上的高温下进行,所以最好要用酒精喷灯或三芯酒精灯。 Fe_2O_3 粉末要铺得薄而且要均匀,有纯净而均匀的 CO 气流,并保持反应时较高的温度。在温度不够高的情况下,生成的 Fe_3O_4 会干扰生成 Fe 的目测检验,所以见到硬质玻璃管内的物质变黑以后,证明开始发生反应,为保证还原铁的生成,需要继续加热升温几分钟,整个还原过程为: $\text{Fe}_2\text{O}_3 \xrightarrow[300^\circ\text{C} \sim 400^\circ\text{C}]{\text{CO}} \text{Fe}_3\text{O}_4 \xrightarrow[>500^\circ\text{C}]{\text{CO}} \text{Fe}$

但有时,某些金属氧化物热还原反应却很容易进行。如氧化汞仅只在加热条件下就能产生汞单质,化学方程式为: $2\text{HgO} \xrightarrow{\Delta} 2\text{Hg} + \text{O}_2 \uparrow$ 。根据金属元素的活动性顺序, Hg 是活动性较弱的金属之一,单质的化学活动性越弱,则相应氧化物的稳定性就越差,即很容易从化合物转化成单质,所以 HgO 生成单质 Hg 不仅不需要还原剂,且只需要加热即可完成反应。而活泼金属钾、钙、钠的氧化物 K_2O 、 CaO 、 Na_2O 就很难用还原剂还原出其金属单质。

由上述讨论可以得到一种观点:热还原反应的产物都是(相对而言)稳定的。

深入了解个别性质(特殊性)是认识事物的基础,而对比有助于更深入了解其特殊性及其通性。只有在占有了一定量事实(个性)的基础上才能深入了解其特殊性,并从中较好地了解普遍性。由此得到的规律很可能还有许多例外,然而(有时)恰好是这些例外可能使规律逐步趋于完善,并有可能发展为理论。(收稿日期:2014-03-10)