

学活教材知识 提升解题能力

——2015年全国高考理综新课程卷 I 第 27 题随感

陕西省西咸新区沣东新城教育局 (710086) 马平

2015 年全国高考理综新课程 I 卷(陕西、江西、山西、河南、河北、湖南、湖北采用)第 27 题在一工艺流程中主要考查物质的性质,虽题型常规,仍值得回味。

题目 硼及其化合物在工业上有许多用途.以铁硼矿(主要成分为 $Mg_2B_2O_5 \cdot H_2O$ 和 Fe_3O_4 ,还有少量 Fe_2O_3 、 FeO 、 CaO 、 Al_2O_3 和 SiO_2 等)为原料制备硼酸(H_3BO_3)的工艺流程如图 1 所示:

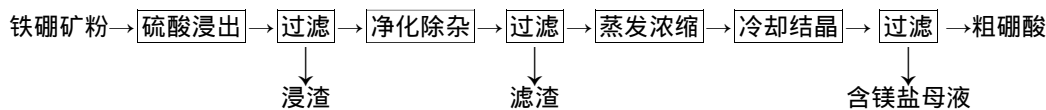


图 1

回答下列问题:

(1) 写出 $Mg_2B_2O_5 \cdot H_2O$ 与硫酸反应的化学方程式_____。

为提高浸出速率,除适当增加硫酸浓度外,还可采取的措施有_____ (写出两条)。

(2) 利用_____的磁性,可将其从“浸渣”中分离。“浸渣”中还剩余的物质是_____。(写化学式)

(3) “净化除杂”需先加 H_2O_2 溶液,作用是_____。然后再调节溶液的 pH 约为 5,目的是_____。

(4) “粗硼酸”中的主要杂质是_____ (填名称)。

(5) 以硼酸为原料可制得硼氢化钠($NaBH_4$),它是有机合成中的重要还原剂,其电子式为_____。

(6) 单质硼可用于生产具有优良抗冲击性能的硼钢。以硼酸和金属镁为原料可制备单质硼,用化学方程式表示制备过程_____。

解题思路

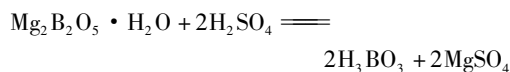
有关工艺流程图的解题思路,一是分析每步的操作,并明确哪步进行了化学反应,哪步属于分离操作,即从工艺中判断出各物质的去向。二是结合问题中的信息、已学过的知识确定答案。

解析反应

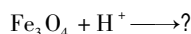
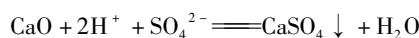
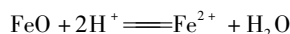
(1) 通过分析工艺流程图,可知在“硫酸浸出”

和“净化除杂”环节发生了化学反应,且在“硫酸浸出”环节就生成了硼酸,即从铁硼矿中浸出了硼酸;其余环节可视为分离环节。

由反应物和主要产物就可以写出 $Mg_2B_2O_5 \cdot H_2O$ 与 H_2SO_4 反应的化学方程式:



还发生了下列反应:



教材上说 Fe_3O_4 是一个复杂化合物,未说明能否与酸反应。

(2) “净化除杂”需先加入 H_2O_2 溶液, H_2O_2 将硫酸浸出液中 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} 。然后再调节溶液的 pH 约为 5,目的使 Fe^{3+} 形成氢氧化铁沉淀而除去。

这一考点是教材知识的再现,在人教版教材《化学反应原理》的“难溶电解质的溶解平衡”一节中,给出了下列习题:

在粗制 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 晶体中常含有杂质 Fe^{2+} 。在提纯时,为了除去 Fe^{2+} ,常加入少量 H_2O_2 ,使 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,然后再加少量碱至溶液 pH=4,可以达到除去铁离子而不损失硫酸铜的目的。试解释原因。

pH 为 4 时 就可把 Fe^{3+} 以 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀形式除去, 那么 pH 为 5 时, 除了把 Fe^{3+} 除去的更彻底, 同时还可把 Al^{3+} 以 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀形式除去。

过滤分离

第一次过滤出的“浸渣”是 CaSO_4 、 SiO_2 及 Fe_3O_4 (从题的设问中分析, Fe_3O_4 与硫酸不反应); 第二次过滤的“滤渣”是 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 和 $\text{Al}(\text{OH})_3$; 第三次过滤的滤液含 MgSO_4 ; 由于 MgSO_4 与 H_3BO_3 一直共存, 最终的粗硼酸中含的主要杂质应是硫酸镁或七水硫酸镁。

回答问题

(1) $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 与硫酸反应的化学方程式, 上面已给出; 要提高浸出速率, 即提高 $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 的反应速率, 可以从改变反应物浓度、压强及反应温度上考虑。催化剂虽能改变反应速率, 却带来除杂上的问题, 况且从题目中找不到催化剂这一因素, 故可不考虑加入催化剂这一措施。压强的改变对非气相反应速率的影响可忽略不计, 即在此对压强因素也不考虑。可采取的一个措施是提高反应温度。另外, 由于反应物铁硼矿属固体, 应从颗粒大小上考虑, 将铁硼矿尽量粉碎, 使其粒度小些。

(2) Fe_3O_4 是磁性物质, 浸渣成分已有分析。

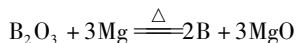
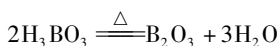
(3) (4) 两问, 上面已回答。

(5) 写 NaBH_4 的电子式, 先判断 NaBH_4 是离子化合物, 并由 Na、B、H 的外层电子写出其电子式。

(6) 以硼酸和金属镁可以制备单质硼, 仅凭这点学生可以写出:



如果学生类比一些由金属氧化物制取金属的反应, 应写出:



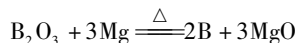
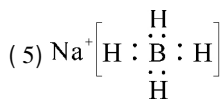
参考答案

(1) $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} 2\text{H}_3\text{BO}_3 + 2\text{MgSO}_4$ 提高反应温度、减小铁硼矿粉粒径

(2) Fe_3O_4 、 SiO_2 和 CaSO_4

(3) 将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} 使 Fe^{3+} 与 Al^{3+} 形成氢氧化物沉淀而除去

(4) (七水) 硫酸镁



商榷与反思

本题的题型学生较为熟悉, 但要回答全面则不容易。

1. Fe_3O_4 与硫酸反应问题

教材上没有讲二者能否反应, 而大多复习资料上都把 Fe_3O_4 视为 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$, 认为 Fe_3O_4 可和硫酸反应。从本题上可以明确, Fe_3O_4 不与硫酸反应。

从要回答的问题来看, 学生若认为 Fe_3O_4 能和硫酸反应, 反而会干扰本题的分析和回答。

对于 Fe_3O_4 与硫酸能否反应, 笔者没有找到令人信服的资料和依据, 请读者明鉴。

2. 第(5)(6)难度较大

学生在课堂学习过程中没有接触过 NaBH_4 , 由于钠原子易失去电子, 可以先确定出该物质为离子化合物, 由钠为 +1 价离子, 可确定出“ BH_4^- ”原子团是一个负一价的离子, 进而写出 NaBH_4 的电子式。

(6) 问中写反应方程式, 学生的答案与参考答案不可能完全吻合。

3. 本题的巧妙之处

一是将影响反应速率的因素放在实际问题中考查, 不是在虚拟环境中考查。

二是将教材知识引申考查, 如“净化除杂”调节溶液 pH 约为 5, 学生由教材习题知, 溶液 pH 为 4 时, Fe^{3+} 即可完全以 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀沉积, 以及教材上明示的“常用铝盐溶液与氨水反应来制取氢氧化铝”, 学生综合考虑, 应当想到调节溶液 pH 约为 5, 不仅完全除去了 Fe^{3+} , 也除去了 Al^{3+} 。

三是考查学生的类比分析能力。如单质硼的制备反应, 学生对比 $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\Delta} \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, 然后采用热还原法, 由 Fe_2O_3 可制备出单质铁。这样类比, 便可以写出参考答案中的两个化学反应方程式。

四是反映学生对实际问题的思考, 如题中要求写的三个方程式, 其条件为加热或高温, 这一点不是从题面得出, 而是从对实际问题的思考得出。

总之, 学生对该题形式不会感到陌生, 可按解题套路来分析, 但由于考点散见多章, 设问也不是一线串到底, 显得角度多、容量大, 要求学生对教材知识要深入理解, 要学活, 并会类比和应用。这样的试题有利于引导学生从“题海”中走出来而重视教材, 有利于培养学生分析问题和解决问题的能力。

(收稿日期: 2015-07-13)