

理解流程 综合分析 突破难点

——2018 年全国高考理综卷 II 题 26 评析

贵州省毕节市民族中学 551700 杨 勋

全国高考理综卷 II 题 26 主要是考查学生对物质之间反应的理解及熟悉程度。该命题有所创新,本文仅对该试题进行评析。

题目 我国是世界上最早制得和使用金属锌

的国家。一种以闪锌矿(ZnS ,含有 SiO_2 和少量 FeS 、 CdS 、 PbS 杂质)为原料制备金属锌的流程如图 1 所示。

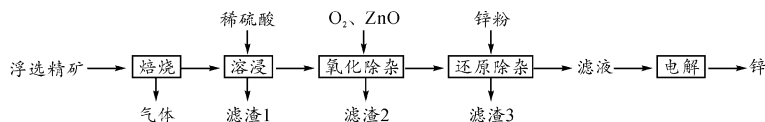


图 1

相关金属离子 [$c_0(M^{n+}) = 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$] 形成氢氧化物沉淀的 pH 范围见表 1。

表 1

金属离子	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Zn^{2+}	Cd^{2+}
开始沉淀的 pH	1.5	6.3	6.2	7.4
沉淀完全的 pH	2.8	8.3	8.2	9.4

回答下列问题:

(1) 焙烧过程中主要反应的化学方程式为_____。

(2) 滤渣 1 的主要成分除 SiO_2 外还有_____; 氧化除杂工序中 ZnO 的作用是_____,若不通入氧气,其后果是_____。

(3) 溶液中的 Cd^{2+} 可用锌粉除去,还原除杂工序中反应的离子方程式为_____。

(4) 电解硫酸锌溶液制备单质锌时,阴极的电极反应式为_____;沉积锌后的电解液可返回_____工序继续使用。

信息提取:(1) 从工艺流程来看,是由闪锌矿制备金属锌。锌矿成分主要是 ZnS ,其次是 SiO_2 ,少量杂质是 FeS 、 CdS 、 PbS 。

焙烧得到的气体是 SO_2 ,金属硫化物转化为金属氧化物。溶浸后,滤渣除了 SiO_2 外,还有 PbO 与稀硫酸反应生成的 $PbSO_4$ 沉淀,即溶浸后的滤液为 $ZnSO_4$ 、 $FeSO_4$ 、 $CdSO_4$ 的混合液。氧化除杂过程中,通入 O_2 使 $FeSO_4$ 转化为 $Fe_2(SO_4)_3$,加入 ZnO 消耗滤液中过量的酸,并使 Fe^{3+} 以 $Fe(OH)_3$ 形式沉淀。还原除杂是用锌粉还原溶液中的 Cd^{2+} ,使 Cd^{2+} 以金属 Cd 沉积,并以滤渣滤出。此时的滤液为 $ZnSO_4$ 溶液,电解 $ZnSO_4$ 溶液,阴极上可得到单质锌。

(2) 从表中数据分析。表中给出了 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 形成氢氧化物沉淀的 pH 范围,表中未给出 Pb^{2+} 。 Pb^{2+} 不是以氢氧化物沉淀除去,而是以硫酸盐沉淀除去。 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} 形成氢氧

► 3. 本题通过向学生提供新知识或原有知识的延伸拓展信息,考查学生的探究能力。一些问题的设计,需要学生深入理解教材知识、悟透题面知识。如第(3)问中,①问滴定的是草酸根 $C_2O_4^{2-}$,并暗示 $KMnO_4$ 法滴定的指示剂是其 $KMnO_4$ 本身;②问中滴定的是 Fe^{2+} ,显然指示剂依然是

$KMnO_4$ 本身;①②两问也说明 Fe^{3+} 与 Fe^{2+} 在一定条件可以相互转化。

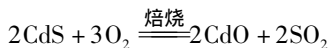
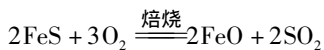
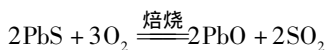
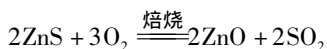
本题的设计体现着课改精神,让学生在获得化学信息的基础上,回归到基本反应原理和物质结构、性质中去。通过延伸基本知识,培养学生的自学能力和探究精神。(收稿日期:2018-06-15)

化物沉淀的 pH 范围几乎相同,就是说 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} 可以同时形成氢氧化物沉淀,即要除去 Fe^{2+} ,应将 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} ,以 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀除去,即滤渣 2 为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀。

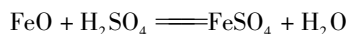
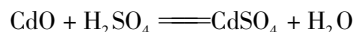
(3) 从设问中看信息。由题中问题(3)及上面的分析,溶浸、氧化除杂后,滤液中含有 CdSO_4 、 ZnSO_4 ,再加入锌粉还原除杂,滤渣 3 为被还原出的金属 Cd 及过量的锌粉,而滤液为 ZnSO_4 溶液[也可从问题(4)得到进一步的确认]。

发生的反应:

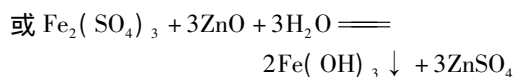
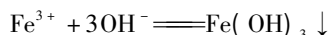
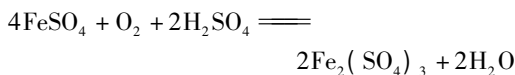
(1) 焙烧过程:



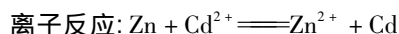
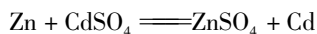
(2) 溶浸过程:



(3) 氧化除杂过程

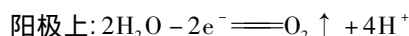
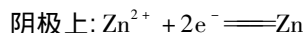


(4) 还原除杂过程:

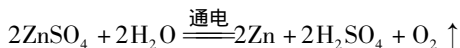


(5) 电解过程:

ZnSO_4 溶液电解:



电解反应:



回答问题 (1) 主要反应为 ZnS 的焙烧反应。

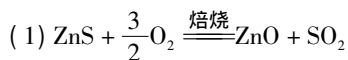
(2) 滤渣 1 是 SiO_2 和 PbSO_4 。加入 ZnO 是降

低滤液的酸度,通入 O_2 使 Fe^{2+} 氧化成 Fe^{3+} ,而不至于 Fe^{2+} 、 Zn^{2+} 以氢氧化物沉淀同时沉积。

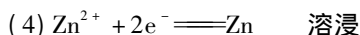
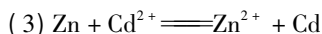
(3) 见文中离子方程式。

(4) 阴极的电极反应方程式见上文,电解后的电解液主要成分为 H_2SO_4 ,可返回溶浸工序继续使用。

参考答案:



(2) PbSO_4 调节溶液的 pH 无法除去杂质 Fe^{2+}



难点之辨 本题的第一个难点是学生不清楚焙烧过程发生的化学反应是什么?金属硫化物焙烧后的产物是金属氧化物还是硫酸盐,若是金属氧化物,则分析思路同上面的解题思路。而从题目中的工艺看,焙烧时有气体生成,则金属硫化物不能全部生成硫酸盐。若有 PbSO_4 生成,溶浸后 PbSO_4 仍在滤渣 1 中,滤液成分不变;若焙烧后有 ZnSO_4 、 FeSO_4 、 CdSO_4 三者之部分或全部生成,溶浸后滤液成分也不变。对于解题来说,结合题目信息及教材知识的拓展,焙烧过程的反应是金属硫化物转化为金属氧化物与二氧化硫的反应,且生成铁的氧化物为 FeO 。第二个难点是 Cd,虽和 Zn 处于同一副族,但对其元素及化合物来说,学生相对生疏,只能按题中的信息来理解 Cd 的化合物性质,并结合元素性质的递变规律把握 Zn 与 Cd 的还原性强弱。另外,学生要能正确分析出电解硫酸锌溶液的产物。事实上,问题(4)已对硫酸锌溶液电解的产物给出了暗示。

本题特点 从题型上看,像是考查化学与技术的题目,实则是考查元素及化合物知识。解题的信息既来自题干叙述,又来自数据比较,也来自题目的设问,综合这些信息,再对题干中的工艺过程进行清晰的分析,才能对问题做出正确的判断。本题将创新思维和学习能力的考查渗透于解题过程,让学生学会信息拓展,学会对基本知识的延伸。学生不仅要学习化学知识,更要努力培养自己分析问题的能力 & 化学素养。

(收稿日期:2018-02-15)