

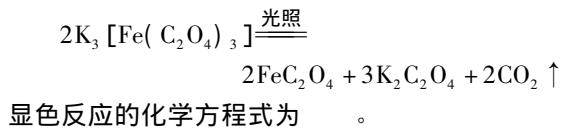
延伸基础知识 考查学习能力

——评 2018 年全国高考理综卷 II 题 28

陕西省西安市车辆中学 710086 马平

题目: $K_3[Fe(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$ (三草酸合铁酸钾) 为亮绿色晶体, 可用于晒制蓝图。回答下列问题:

(1) 晒制蓝图时, 用 $K_3[Fe(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$ 作感光剂, 以 $K_3[Fe(CN)_6]$ 溶液为显色剂。其光解反应的化学方程式为:



(2) 某小组为探究三草酸合铁酸钾的热分解产物, 按图 1 所示装置进行实验。

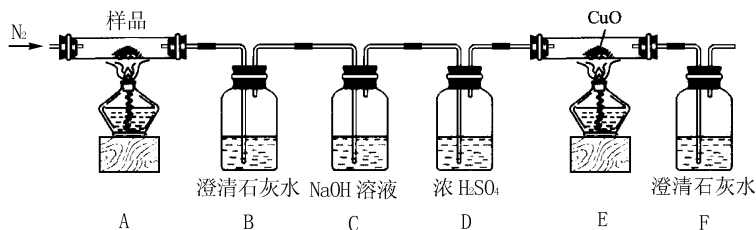


图 1

① 通入氮气的目的是_____。

② 实验中观察到装置 B、F 中澄清石灰水均变浑浊, 装置 E 中固体变为红色, 由此判断热分解产物中一定含有_____、_____。

③ 为防止倒吸, 停止实验时应进行的操作是_____。

④ 样品完全分解后, 装置 A 中的残留物含有 FeO 和 Fe_2O_3 , 检验 Fe_2O_3 存在的方法是:_____。

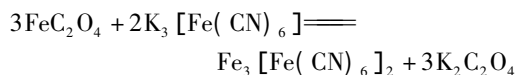
(3) 测定三草酸合铁酸钾中铁的含量。

① 称量 m g 样品于锥形瓶中, 溶解后加稀 H_2SO_4 酸化, 用 c mol \cdot L⁻¹ $KMnO_4$ 溶液滴定至终点。滴定终点的现象是_____。

② 向上述溶液中加入过量锌粉至反应完全后, 过滤、洗涤, 将滤液及洗涤液全部收集到锥形瓶中。加稀 H_2SO_4 酸化, 用 c mol \cdot L⁻¹ $KMnO_4$ 溶液滴定至终点, 消耗 $KMnO_4$ 溶液 V mL。该晶体中铁的质量分数的表达式为_____。

题意分析 以 $K_3[Fe(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$ 为中心物质, 主要考查该物质及反应产物 Fe_2O_3 与 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 的相关性质, 并考查了基础实验操作及根据化学方程式的计算。

第(1)问相对难些。难在 $K_3[Fe(C_2O_4)_3] \cdot 3H_2O$ 学生不太熟悉。如何写出显色反应的化学方程式呢? 应确定出反应物 $K_3[Fe(CN)_6]$ 与光解反应的哪个产物反应, 学生应正确判断出和 FeC_2O_4 反应。由 Fe^{2+} 和 $[Fe(CN)_6]^{3-}$ 的价态就可以写出反应的化学方程式:



注: $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$ 显蓝色, 俗名叫做滕氏蓝。

第(2)问涉及的实验装置学生比较熟悉。一看装置, 便会有下列初步认识:

- a. 通入 N_2 为了排除装置中的空气; 使 A 中反应产生的气体全部进入后面的装置;
- b. B 装置主要用于检验 CO_2 ;
- c. C 装置用于除尽 CO_2 ;
- d. D 装置用于除去系统中气流所带有的水分 (含生成的 H_2O);
- e. E 装置中 CuO 被还原为 Cu;
- f. F 装置检验 E 的反应产物中是否有 CO_2 生成。

再结合各小问题具体分析:

①通入 N_2 的目的,一是排除装置中的空气,或隔绝外界空气;二是使反应产生的气体全部进入后续的装置。

②B 中澄清石灰水变浑浊,说明热分解产物中有 CO_2 ;进入 E 反应装置的气体中无 CO_2 ,而 F 中的澄清石灰水变浑浊,说明 E 中的反应产物有 CO_2 ,且 E 中固体变为红色(Cu),发生反应

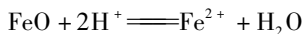


则进入 E 中的气体是 CO。即三草酸合铁酸钾的热分解产物中一定含有 CO_2 和 CO 气体。

③防止倒吸。先停止加热,继续通入 N_2 至反应装置冷却。

④问是教材必修 1“铁的重要化合物”内容的显现。教材上的叙述有:

“FeO 和 Fe_2O_3 是碱性氧化物,它们都能与酸起反应,分别生成亚铁盐和铁盐。

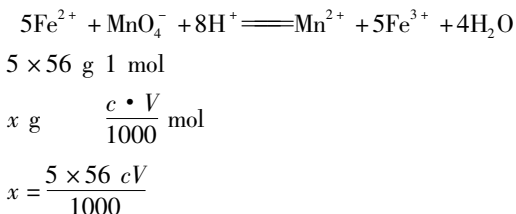


硫酸铁等含有 Fe^{3+} 的盐溶液遇到 KSCN 溶液时变成红色,利用这一反应检验 Fe^{3+} 的存在。”

显然,检验残留物中存在 Fe_2O_3 的方法,是取少许残留物于试管中,加稀 H_2SO_4 溶解,再滴入 1 滴~2 滴 KSCN 溶液,溶液变红色,证明残留物中含有 Fe_2O_3 。

第(3)问是三草酸合铁酸钾中铁含量的测定,即利用氧化还原滴定法(高锰酸钾法)测定。高锰酸钾法中氧化剂是 MnO_4^- ,指示剂也是 MnO_4^- ,且该滴定法在酸性条件下进行。从元素的价态来看,滴定时是 $K_3[Fe(C_2O_4)_3]$ 中的“ $C_2O_4^{2-}$ ”被氧化,滴定终点是稍微过量的 MnO_4^- 的颜色,呈现粉红色。滴定完全后,Fe 在溶液中以 Fe^{3+} 呈现。

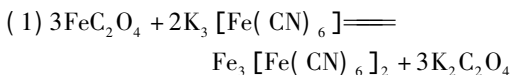
由于 Fe^{3+} 具有较强的氧化性,与过量锌粉反应, Fe^{3+} 全部生成了 Fe^{2+} ,再酸化并用 $KMnO_4$ 溶液滴定,反应的离子方程式为:



三草酸合铁酸钾中铁的质量分数为:

$$w(Fe) = \frac{x}{m} \times 100\% = \frac{5 \times 56cV}{1000m} \times 100\%$$

参考答案:



(2) ①隔绝空气、使反应产生的气体全部进入后续装置

② CO_2 CO

③先熄灭装置 A、E 的酒精灯,冷却后停止通入氮气

④取少许固体粉末于试管中,加稀硫酸溶解,滴入 1 滴~2 滴 KSCN 溶液,溶液变红色,证明含有 Fe_2O_3

(3) ①粉红色出现

$$\textcircled{2} \frac{5 \times 56cV}{1000m} \times 100\%$$

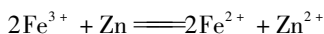
题目点评 1. 知识点既熟悉又陌生。学生陌生的是物质三草酸合铁酸钾,而实验装置学生较为熟悉。学生要在题目叙述中逐渐熟悉该物质,熟悉其组成、元素的价态,在溶液中呈现的离子。

2. 考查学生的深度学习能力。

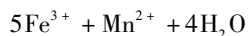
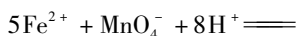
(1) 中的显色反应,一种反应物为 $K_3[Fe(CN)_6]$,另一种反应物是什么?这要从光解反应的产物来分析,判断出另一种反应物为 FeC_2O_4 ,进而写出反应的化学方程式。

(3) 中①谁被氧化?要从三草酸合铁酸钾在溶液中呈现的离子 K^+ 、 $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$ 及元素的价态来看,判断出“ $C_2O_4^{2-}$ ”被氧化,氧化后 Fe 由配合离子 $[Fe(C_2O_4)_3]^{3-}$ 转化为简单的 Fe^{3+} 。

②中谁被氧化?要看 Fe^{3+} 与 Zn 反应的产物,教材必修 1“铁盐和亚铁盐”一节中写到“ Fe^{3+} 遇到较强的还原剂时,会被还原成 Fe^{2+} ;而 Fe^{2+} 在较强的氧化剂的作用下会被氧化成 Fe^{3+} 。”再结合教材中的习题内容,即 $FeCl_3$ 溶液作为“腐蚀液”与铜箔反应,刻制印刷电路,学生容易写出 Fe^{3+} 与 Zn 反应的离子方程式:



Fe^{2+} 再用 $KMnO_4$ 溶液滴定,发生的反应为:



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。

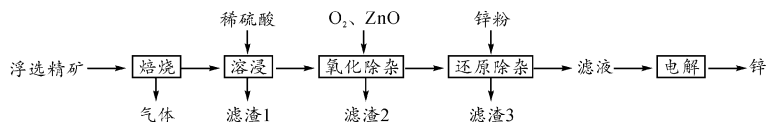


图 1

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)