

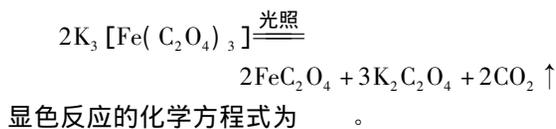
# 延伸基础知识 考查学习能力

## ——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。

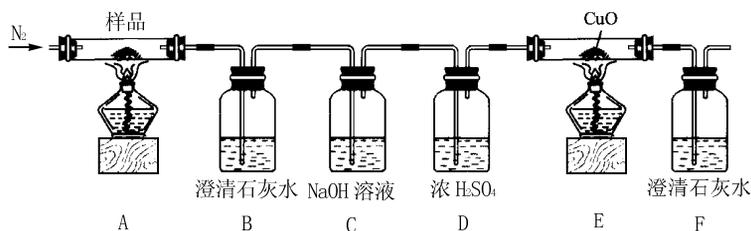


图 1

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:\_\_\_\_\_。

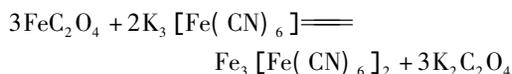
(3) 测定三草酸合铁酸钾中铁的含量。

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<sup>-1</sup>  $KMnO_4$  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<sup>-1</sup>  $KMnO_4$  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<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>;进入 E 反应装置的气体中无 CO<sub>2</sub>,而 F 中的澄清石灰水变浑浊,说明 E 中的反应产物有 CO<sub>2</sub>,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<sub>2</sub> 和 CO 气体。

③防止倒吸。先停止加热,继续通入 N<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 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。

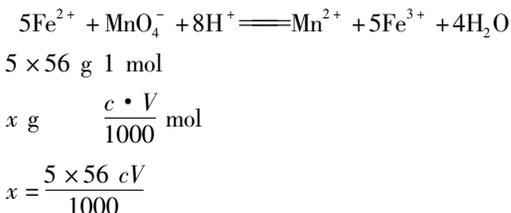


硫酸铁等含有 Fe<sup>3+</sup> 的盐溶液遇到 KSCN 溶液时变成红色,利用这一反应检验 Fe<sup>3+</sup> 的存在。”

显然,检验残留物中存在 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 的方法,是取少许残留物于试管中,加稀 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。

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<sub>4</sub><sup>-</sup>,指示剂也是 MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>,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<sub>3</sub>[Fe(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>] 中的“C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>”被氧化,滴定终点是稍微过量的 MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> 的颜色,呈现粉红色。滴定完全后,Fe 在溶液中以 Fe<sup>3+</sup> 呈现。

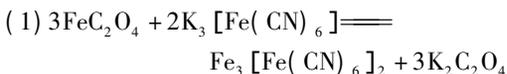
由于 Fe<sup>3+</sup> 具有较强的氧化性,与过量锌粉反应,Fe<sup>3+</sup> 全部生成了 Fe<sup>2+</sup>,再酸化并用 KMnO<sub>4</sub> 溶液滴定,反应的离子方程式为:



三草酸合铁酸钾中铁的质量分数为:

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

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

②CO<sub>2</sub> 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<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

(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。

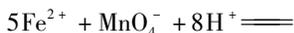
(1) 中的显色反应,一种反应物为 K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>],另一种反应物是什么?这要从光解反应的产物来分析,判断出另一种反应物为 FeC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>,进而写出反应的化学方程式。

(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<sup>+</sup>、[Fe(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>]<sup>3-</sup> 及元素的价态来看,判断出“C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>”被氧化,氧化后 Fe 由配合离子 [Fe(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>]<sup>3-</sup> 转化为简单的 Fe<sup>3+</sup>。

②中谁被氧化?要看 Fe<sup>3+</sup> 与 Zn 反应的产物,教材必修 1 “铁盐和亚铁盐”一节中写到“Fe<sup>3+</sup> 遇到较强的还原剂时,会被还原成 Fe<sup>2+</sup>;而 Fe<sup>2+</sup> 在较强的氧化剂的作用下会被氧化成 Fe<sup>3+</sup>。”再结合教材中的习题内容,即 FeCl<sub>3</sub> 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<sup>3+</sup> 与 Zn 反应的离子方程式:



Fe<sup>2+</sup> 再用 KMnO<sub>4</sub> 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。

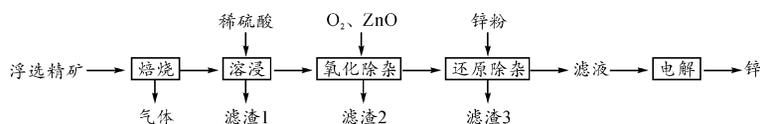


图 1

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)