

把握知识脉络 聚焦铜及其化合物

安徽省砀山县第四中学 235300 尉言勋

铜及其化合物的性质在中学化学中没有专门介绍,主要分散在教材的各个章节中。在近几年高考题中经常出现铜及其化合物的影子,笔者以思维导图的形式进行归纳总结,选择典型的例题进行了分类解析,希望对学生复习有一定的帮助作用。

一、知识脉络(见图 1)

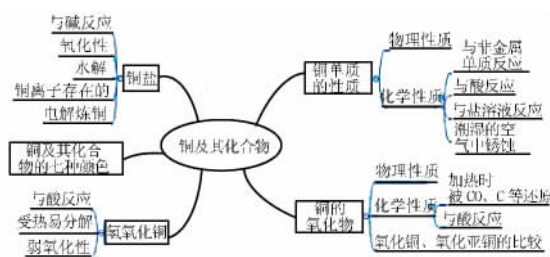


图 1

二、重点归纳

1. 铜单质

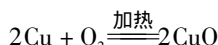
(1) 原子结构: 原子序数为 29, 位于元素周期表中第 4 周期、第 I B 族, 最外层有 1 个电子, 常见化合价有 +1、+2 价。

(2) 物理性质: 纯铜呈紫红色, 属于有色金属, 具有良好的导电性、导热性和延展性, 易加工, 焰色反应呈绿色。

(3) 化学性质: 铜是一种较不活泼的金属, 位于金属活动性顺序表中氢原子之后。

①与 O₂ 的反应

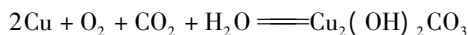
在空气中或 O₂ 中加热表面变黑:



利用此反应可除去混在 H₂ 中的少量 O₂。(通过灼热铜网, 铜生成氧化铜后被氢气还原得到水, 水易与氢气分离。)

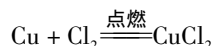
②与 O₂、CO₂、H₂O 的作用

在潮湿的空气中锈蚀, 生成碱式碳酸铜, 俗称铜绿:



③与其他非金属的反应

Cu 在 Cl₂ 中燃烧生成棕黄色烟:



► -OH, 千万别忘记除了生成 NaX 时需要消耗 NaOH, 生成的酚 -OH 也要消耗 NaOH。

②酯类、含肽键的有机物

(3) 醇溶液、Δ: 卤代烃(消去反应)

3. 能与酸性 KMnO₄ 溶液反应的有机物

含碳碳双键(烯烃、二烯烃等)、含碳碳叁键(炔烃等)、苯的同系物(与苯环连接的第一个 C 原子上至少要有 1 个 H 原子; 且不管该烃基含有多少个碳原子, 最终整个烃基被氧化为 -COOH 直接连到苯环上)、醇类(-OH 连接的 C 原子上至少要有 1 个 H 原子)、酚类、醛类等。

4. 能与茚三酮试剂共热呈现紫色的有机物
一些氨基酸、多肽、蛋白质等。

5. 能与 H₂ 反应的有机物

含碳碳双键(烯烃、二烯烃等)、含碳碳叁键 Cu 在硫蒸气里燃烧生成黑色固体:

(炔烃等)、苯、含有苯环的有机物、醛类、酮类等。

注意: 羧基、酯基及肽键中的羰基是不能与 H₂ 反应的。

6. 能使 Br₂ 水(或 Br₂/CCl₄) 溶液褪色的有机物

与含有碳碳双键(烯烃、二烯烃等)、或碳碳叁键(炔烃等)发生加成反应; 与含有醛基的有机物发生氧化还原反应; 与酚类发生取代反应生成白色沉淀等。

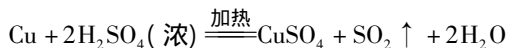
四、结语

在高考有机化学复习过程中, 教师要不断加强学生对上述有机理论知识、高考有机高频反应式和有机推断题眼等内容的熟悉程度, 当然更要激发他们学习的内驱力, 强化他们自身的有效学习行为, 提高他们解决有机化学题目的能力。

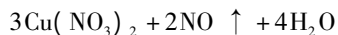
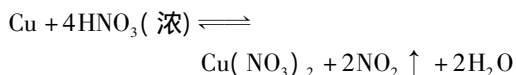
(收稿日期: 2017-10-10)



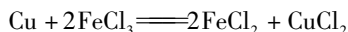
④与酸的反应

a. 与稀盐酸、稀 H_2SO_4 不反应;b. 与浓 H_2SO_4 反应:

c. 与硝酸反应:



⑤与盐溶液反应



(在无线电工业上,常利用 FeCl_3 溶液来腐蚀铜,以制造印刷线路板,同时也证明氧化性: $\text{Fe}^{3+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Fe}^{2+}$)

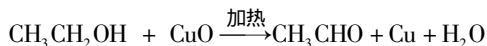
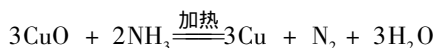
2. 氧化物

铜化合价有 +1 价和 +2 价,主要有两种氧化物,以表 1 做对比分析。

表 1

名称	氧化铜	氧化亚铜
物理性质	黑色粉末状固体,不溶于水	砖红色,几乎不溶于水,可用于制红色玻璃
类别	碱性氧化物	不是碱性氧化物
与酸反应	$\text{CuO} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$ (歧化)
与 H_2 反应	$\text{CuO} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{加热}} \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{加热}} 2\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
转化关系	$4\text{CuO} \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow (1273\text{K})$	

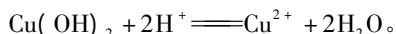
注意 CuO 能与 NH_3 、 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 等发生氧化还原反应:



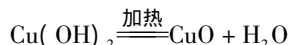
3. 氢氧化铜

蓝色不溶于水的固体,二元弱碱,能溶于氨水形成络合物,不如碱金属氢氧化物稳定,受热脱水分解生成黑色的 CuO 。

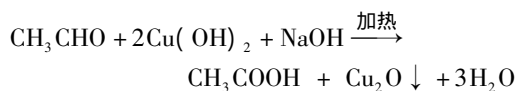
(1) 难溶性碱,可与酸反应:



(2) 受热易分解:



(3) 有弱氧化性,新制的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 悬浊液能氧化醛基化合物(醛类、甲酸、甲酸酯类、甲酸盐以及葡萄糖等),本身被还原为 Cu_2O ,常用于醛基化合物的检验:



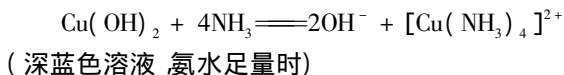
该反应需在碱性环境中进行,加热至沸腾可生成砖红色沉淀氧化亚铜。

4. 铜盐

常见的铜盐有 CuCl_2 、 CuSO_4 、 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 等。

(1) 与碱反应

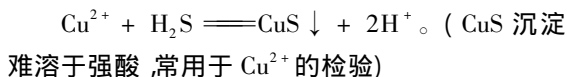
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ (蓝色絮状沉淀,可用于制备)



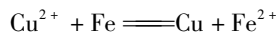
(深蓝色溶液,氨水足量时)

(2) 与 H_2S 、 HS^- 、 S^{2-} 反应

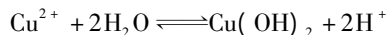
虽然 Cu^{2+} 具有一定的氧化性,但和 H_2S 、 HS^- 、 S^{2-} 不是发生氧化还原反应,而是发生离子反应生成黑色沉淀:



(3) 氧化性,与具有还原性的金属反应:



(4) 水解性,其水溶液显弱酸性:



(5) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 是蓝色晶体,俗称蓝矾、胆矾。无水 CuSO_4 为白色粉末,吸收空气中的水蒸气或溶于水时为蓝色,可作为检验水蒸气或水的依据,但无水硫酸铜不能作为干燥剂除水。胆矾受热可失去结晶水变成白色粉末,过热时, CuSO_4 会进一步分解出 CuO 。

(6) 判断 Cu^{2+} 存在的依据

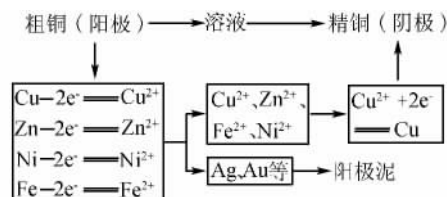
①根据溶液中 Cu^{2+} 常为蓝色(注意:浓 CuCl_2 溶液为绿色,稀 CuCl_2 溶液为蓝色)。

② Cu^{2+} 与碱反应生成蓝色沉淀。

5. 电解精炼铜

粗铜作阳极,精铜作阴极,电解液是含有

Cu^{2+} 的可溶性盐溶液。金属活动性顺序表铜之前金属先反应以离子形式进入溶液,铜之后金属不反应,形成“阳极泥”。



- (1) 电解液中增加 Zn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ni^{2+} 。
(2) 阳极质量减少不等于阴极质量的增加。
6. 七种颜色

铜及其化合物大多数为有色物质,在转化过程中,常伴随着颜色变化而使实验现象丰富多彩,故对铜及其化合物的常见颜色应熟记且灵活掌握。

紫红色	砖红色	棕黄色	铜绿
Cu	Cu_2O	CuCl_2	$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$
蓝色	白色	黑色	
铜盐、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$	无水 CuSO_4	CuO 、 CuS 、 Cu_2S	

三、典例解析

1. 单质铜性质的考查

例 1 铜是生命必需元素,也是人类最早使用的金属之一,铜的生产和使用对国计民生各个方面产生了深远的影响,在化学反应中,铜元素可表现为 0、+1、+2。(1) 在西汉古籍中曾有记载:曾青得铁则化为铜[即曾青(CuSO_4)跟铁反应就生成铜]。试写出该反应的化学方程式:_____。

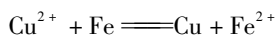
(2) 铜器表面有时会生成铜绿,请写出生成铜绿的化学方程式:_____。这层铜绿可以用化学方法除去,试写出除去铜绿而不损伤器物的化学方程式:_____。试写出保护铜制品的方法:_____。

(3) 铜钱在历史上曾经是一种广泛流通的货币。是从物理性质和化学性质的角度分析为什么铜常用于制造货币。(铜的熔点是 1183.4°C ,铁的熔点是 1534.8°C)。

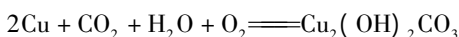
解析 (1) 曾青(CuSO_4)跟铁反应生成铜:



对应的离子方程式为:



(2) 生成铜绿的化学方程式为:



除去铜绿而不损伤器物不能选择强氧化性

酸,只能选择盐酸、稀硫酸、醋酸等,比如:
 $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + 4\text{HCl} = 2\text{CuCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ 。根据铜生成铜绿的条件,应将铜制品放在干燥的空气中保存。

(3) 根据题给信息以及做货币的实际,选择铜做货币是因为铜的熔点比较低,容易冶炼铸造成型;铜的化学性质比较稳定,不易被腐蚀等。

答案: (1) $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$

(2) $2\text{Cu} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = \text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$

$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3 + 4\text{HCl} = 2\text{CuCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$; 铜制品放在干燥的环境中。

(3) 熔点较低,容易冶炼铸造成型,性质稳定,不易被腐蚀等。

2. 结合溶度积常数对图形的综合考查

例 2 (2017 年新课标卷 III) 在湿法炼锌的电解循环溶液中,较高浓度的 Cl^- 会腐蚀阳极板而增大电解能耗。可向溶液中同时加入 Cu 和 CuSO_4 ,生成 CuCl 沉淀从而除去 Cl^- 。根据溶液中平衡时相关离子浓度的关系图(见图 1),下列说法错误的是()。

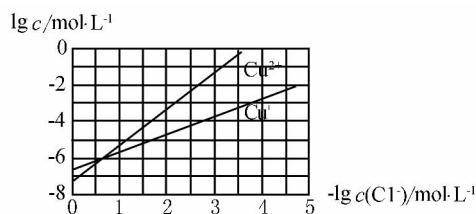
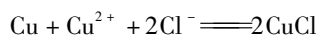


图 1

A. $K_{\text{sp}}(\text{CuCl})$ 的数量级为 10^{-7}

B. 除 Cl^- 反应为



C. 加入 Cu 越多, Cu^+ 浓度越高,除 Cl^- 效果越好

D. $2\text{Cu}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Cu}$ 平衡常数很大,反应趋于完全

解析 由图可知,在横坐标为 1 时,纵坐标 $-6 < \lg c(\text{Cu}^+) < -5$,则 $10^{-6} < c(\text{Cu}^+) < 10^{-5}$, $K_{\text{sp}}(\text{CuCl}) = c(\text{Cu}^+) \cdot c(\text{Cl}^-)$,所以其数量级为 10^{-7} ,A 正确; Cu 和 Cu^{2+} 发生归中反应生成 Cu^+ ,进而生成 CuCl 沉淀除去 Cl^- ,则除 Cl^- 反应为 $\text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- = 2\text{CuCl}$,B 正确; 反应 $\text{Cu} + \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^- = 2\text{CuCl}$ 的效果取决于 Cu^{2+} 浓度,

如果 Cu^{2+} 浓度不足,则加入 Cu 的增加,并不能改变除 Cl^- 效果,则 C 错误;酸性条件下, Cu^+ 易发生反应 $2\text{Cu}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{Cu}$,可知没有 Cl^- 存在条件下,反应趋于完全,说明 $2\text{Cu}^+ \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{Cu}$ 平衡常数很大, D 正确。答案: C

3. 通过工艺流程回收铜和制取胆矾的考查

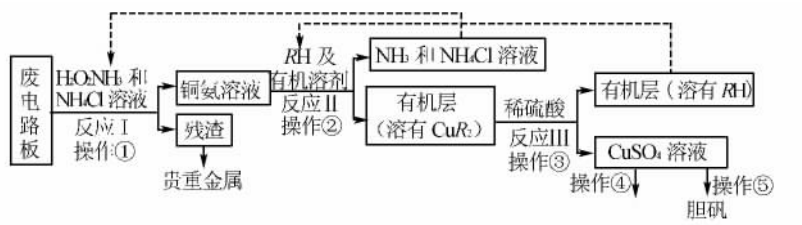


图 2

回答下列问题:

(1) 反应 I 是将 Cu 转化为 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$, 反应中 H_2O_2 的作用是 ____。写出操作①的名称: ____。

(2) 反应 II 是铜氨溶液中的 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 与有机物 RH 反应, 写出该反应的离子方程式: ____。操作②用到的主要仪器名称为 ____, 其目的是(填序号) ____。

- 富集铜元素
- 使铜元素与水溶液中的物质分离
- 增加 Cu^{2+} 在水中的溶解度

(3) 反应 III 是有机溶液中的 CuR_2 与稀硫酸反应生成 CuSO_4 和 ____。若操作③使用如图 3 装置, 图中存在的错误是 ____。

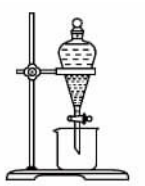


图 3

(4) 操作④以石墨作电极电解 CuSO_4 溶液。阴极析出铜, 阳极产物是 ____。操作⑤由硫酸铜溶液制胆矾的主要步骤是 ____。

(5) 流程中有三处实现了试剂的循环使用, 已用虚线标出两处, 第三处的试剂是 ____。循环使用的 NH_4Cl 在反应 I 中的主要作用是 ____。

解析 (1) Cu 转化为 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$, Cu 被氧化, 因此 H_2O_2 作氧化剂。操作①得到溶液和残渣, 为过滤。(2) 根据流程图, $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 与 RH 反应, 生成 NH_3 、 NH_4^+ 和 CuR_2 , 根据原子守恒、电荷守恒配平离子方程式。操作②得到有机层和溶液, 为分液, 需要用到的仪器为分液漏斗, 目的是

例 3 (2015 年天津卷) 废旧印刷电路板是一种电子废弃物, 其中铜的含量达到矿石中的几十倍。湿法技术是将粉碎的印刷电路板经溶解、萃取、电解等操作得到纯铜等产品。某化学小组模拟该方法回收铜和制取胆矾, 流程简图如图 2。

富集铜元素, 并分离出铜元素。(3) CuR_2 与稀硫酸发生复分解反应, 生成 CuSO_4 和 RH 。图中错误有: 分液漏斗尖端未紧靠烧杯内壁, 分液漏斗中液体太多。(4) 电解 CuSO_4 溶液, 阳极为 OH^- 放电, 阳极产物为 H_2SO_4 和 O_2 。由 CuSO_4 溶液制得胆矾的步骤为加热浓缩、冷却结晶、过滤。(5) 电解 CuSO_4 溶液制得的 H_2SO_4 可以循环利用。循环使用 NH_4Cl 可以防止 Cu^{2+} 转化为沉淀。

答案: (1) 作氧化剂 过滤

(2) $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 2\text{RH} \rightleftharpoons 2\text{NH}_4^+ + 2\text{NH}_3 + \text{CuR}_2$ 分液漏斗 a、b

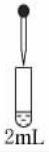
(3) RH 分液漏斗尖端未紧靠烧杯内壁; 液体过多

(4) O_2 、 H_2SO_4 加热浓缩、冷却结晶、过滤

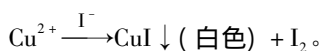
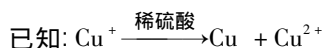
(5) H_2SO_4 防止由于溶液中 $c(\text{OH}^-)$ 过高, 生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀

4. 在实验探究题中的考查

例 4 (2016 年北京卷 节选) 以 Na_2SO_3 溶液和不同金属的硫酸盐溶液作为实验对象, 探究盐的性质和盐溶液间反应的多样性。

实验	试剂		现象
	滴管	试管	
 2mL	0.2 mol · L ⁻¹ Na_2SO_3 溶液	饱和 Ag_2SO_4 溶液	I. 产生白色沉淀
		CuSO_4 溶液	II. 溶液变绿, 继续滴加产生棕黄色沉淀
		$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液	III. 开始无明显变化, 继续滴加产生白色沉淀

(2) 经检验,现象 II 的棕黄色沉淀中不含 SO_4^{2-} ,含有 Cu^+ 、 Cu^{2+} 和 SO_3^{2-} 。



①用稀硫酸证实沉淀中含有 Cu^+ 的实验现象是_____。

②通过图 4 所示实验证实,沉淀中含有 Cu^{2+} 和 SO_3^{2-} 。

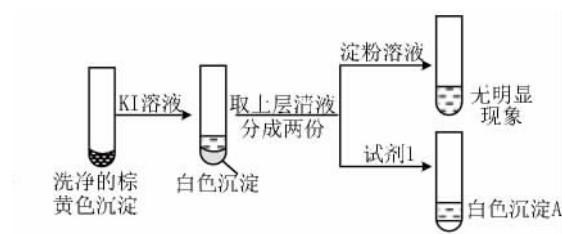


图 4

a. 白色沉淀 A 是 BaSO_4 , 试剂 1 是_____。

b. 证实沉淀中含有 Cu^{2+} 和 SO_3^{2-} 的理由是_____。

解析 主要考查化学实验方案的分析、评价和设计等基本实验知识和基本实验技能,给出铜不同价态离子性质的新信息,考查了学生信息素养能力。(1) 已明确用稀硫酸证实沉淀中含有 Cu^+ ,由题中给出的信息 $\text{Cu}^+ \xrightarrow{\text{稀硫酸}} \text{Cu} + \text{Cu}^{2+}$,加入稀硫酸发生歧化反应,有铜单质生成,由于溶液中已明确含有 Cu^{2+} ,所以只能根据有红色固体生成来证实沉淀中含有 Cu^+ 。

由题中信息可知溶液先变绿,继续滴加产生棕黄色沉淀,以及 $\text{Cu}^{2+} \xrightarrow{\text{I}^-} \text{CuI} \downarrow (\text{白色}) + \text{I}_2$,可得加入 KI 溶液产生的白色沉淀为 CuI。由取上层清液分两份,其中一份加入淀粉溶液,无明显现象,说明上层清液中无 I_2 ,因为 I_2 具有氧化性, SO_3^{2-} 具有还原性,可以发生反应 $\text{I}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_4^{2-} + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+$ 。由白色沉淀 A 是 BaSO_4 ,则试剂 1 为 HCl 酸化的 BaCl_2 溶液。证实沉淀中含有 Cu^{2+} 和 SO_3^{2-} 的理由是在 I^- 的作用下, Cu^{2+} 转化为白色沉淀 CuI,由加入 BaCl_2 溶液生成白色 BaSO_4 沉淀,说明 SO_3^{2-} 转化为 SO_4^{2-} 。

答案(2): ①有红色固体生成;

②a. HCl 和 BaCl_2 溶液。

b. 在 I^- 的作用下, Cu^{2+} 转化为白色沉淀 CuI, SO_3^{2-} 转化为 SO_4^{2-} 。

5. 结合图形信息有关热重曲线的考查

例 5 (2011 年全国课标卷) 0.80 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 样品受热脱水过程的热重曲线(样品质量随温度变化的曲线)如图 5 所示。

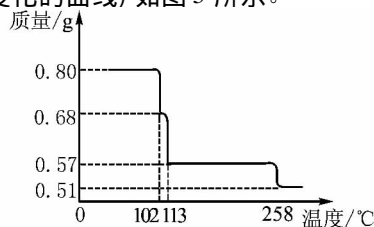


图 5

请回答下列问题:

(1) 试确定 200 °C 时固体物质的化学式为_____(要求写出推断过程);

(2) 取 270 °C 所得样品,于 570 °C 灼烧得到的主要产物是黑色粉末和一种氧化性气体,该反应的化学方程式为_____。把该黑色粉末溶解于稀硫酸中,经浓缩、冷却,有晶体析出,该晶体的化学式为_____,其存在的最高温度是_____;

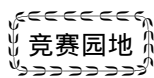
(3) 上述氧化性气体与水反应生成一种化合物,该化合物的浓溶液与 Cu 在加热时发生反应的化学方程式为_____;

(4) 在 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸铜溶液中加入氢氧化钠稀溶液充分搅拌,有浅蓝色氢氧化铜沉淀生成,当溶液的 pH = 8 时, $c(\text{Cu}^{2+}) = \text{_____} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ($K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 2.2 \times 10^{-20}$)。若在 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硫酸铜溶液中通入过量 H_2S 气体,使 Cu^{2+} 完全沉淀为 CuS ,此时溶液中的 H^+ 浓度是_____ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

解析 (1) 由图像可知: 200 °C 时, 0.80 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 分解后剩余固体为 0.57 g,可分析出结晶水未完全失去。由 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\Delta} \text{CuSO}_4 \cdot (5-n)\text{H}_2\text{O} + n\text{H}_2\text{O}$ 可求出 n 等于 4。

(2) 由图像可看出 270 °C 时固体质量为 0.51 g,经过计算分析该固体为 CuSO_4 ,当加热到 102 °C 时 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 质量减少,说明该温度时晶体已开始分解,其存在的最高温度是 102 °C。

(4) 由 pH = 8 知 $c(\text{OH}^-) = \frac{10^{-14}}{10^{-8}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \blacktriangleright$



评析两道波兰化学奥林匹克竞赛决赛试题

浙江省宁波市鄞州中学 315104 汤平发

波兰是国际化学奥林匹克竞赛的发起国之一,在国际化学奥林匹克中成绩亦十分出色。波兰国内的化学竞赛试题有其独到之处,本文选择两道波兰化学奥林匹克决赛试题加以分析,以期抛砖引玉!

第 1 题 硼的化合物(2009 年波兰化学奥林匹克决赛试题)

质量分数为 40% 的四氟合硼(Ⅲ)酸(HBF_4)水溶液与氢氧化锂发生酸碱中和反应,盐 A 从溶液中结晶析出。称取 11.25 g(记作 m_1) 盐 A,加热升温至 350°C ,产生气体 B, B 可以被乙醚吸收;热分解产生的固体产物 C 的质量为 3.1128 g(记作 m_2)。B 的乙醚溶液被用于后续反应中,所有后续反应均在干燥氮气氛围中进行。

反应①:取部分得到 B 的乙醚溶液,向其中加入 LiH, B 与 LiH 的物质的量之比为 4:3。反应生成气体产物 D,化合物 D 性质非常活泼且有毒,密度为 $1.23 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (标准状况下),在空气中会被氧化,易与水发生反应;同时由于乙醚挥发,产物盐 A 结晶析出。

反应②:取得到的 B 的乙醚溶液的 1/5,向其中加入 0.763 g LiH,反应过程中无气体产生,但生成了离子化合物 E。然后向反应所得的混合物

中加入含 1.90 g 三甲胺 [$\text{N}(\text{CH}_3)_3$] 的氢氟酸盐 [$(\text{CH}_3)_3\text{N} \cdot \text{HF}$]。由于乙醚挥发,最终产物为一定量的固体混合物,经加热升华、冷却收集得到白色晶体 F,残留的固体经鉴定全部是化合物 C。F 的元素分析结果表明其中 B(硼)、C(碳)、N(氮)的质量分数分别为 14.8%、49.4%、19.2%。

反应③:取得到的 B 的乙醚溶液的 1/6,向其中加入 1.182 g 三甲胺 [$\text{N}(\text{CH}_3)_3$],反应后蒸发溶剂并真空升华纯化得到 2.31 g 化合物 G。G 是六方晶体,和化合物 F 的晶体结构相同。

(1) 写出 B、C 的化学式及 A 热分解反应化学方程式。

(2) 写出 D 的化学式及其合成反应化学方程式(反应①的方程式)。画出 D 的分子结构并简要描述成键方式。

(3) 写出 D 与水反应的化学方程式。

(4) 通过计算推理确认 E 的化学式,写出其合成反应方程式,并画出其阴离子的结构。

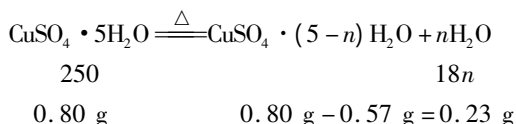
(5) 写出 F 的化学式(并通过计算加以验证)及其合成反应方程式。

(6) 写出 G 的化学式并画出分子结构示意图,计算 G 的合成反应收率。

相对原子质量: H: 1.008; B: 10.81; N: 14.01;

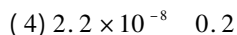
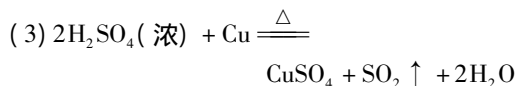
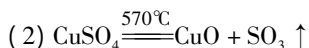
$\text{pH} = 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,再根据 $K_{\text{sp}}[\text{Cu}(\text{OH})_2] = 2.2 \times 10^{-20} = c(\text{Cu}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^-)$ 可求出 $c(\text{Cu}^{2+})$; $\text{H}_2\text{S} + \text{CuSO}_4 = \text{CuS} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$,由题给数据可求出 $c(\text{H}^+) = 0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

答案: (1)



计算得: $n = 4$

200℃时该固体物质的化学式为 $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$



总之,高考中铜及其化合物考查难度并不大,通过对铜及其化合物的总结,我们可以全方位认识“铜”,系统地掌握铜及其化合物的知识结构,另外还要注重铜与其它元素之间的综合应用,学会对知识进行迁移,举一反三、提纲挈领,这样就可以对元素及其化合物的知识融会贯通,取得理想的效果。

(收稿日期: 2017-10-10)