



再研碱式碳酸铜的制备

陈凤江

(浙江省临海市第六中学 浙江 临海 317000)

摘要:本实验采取控制变量法,以0.5mol/L CuSO₄和0.5mol/L Na₂CO₃溶液为反应液,探求反应液物质的量配比、反应温度对制备碱式碳酸铜的影响,通过考察沉淀时间、沉淀数量、沉淀颜色、产率等角度探究得到反应液的物质的量最佳配比为n(CuSO₄):n(Na₂CO₃)=1:1.2,反应的最佳温度为75℃,在最佳反应条件下,碱式碳酸铜的制备产率可达到93.4%。

关键词:控制变量法;制备;Cu₂(OH)₂CO₃;反应条件;产率

文章编号:1008-0546(2017)12-0093-02

中图分类号:G633.8

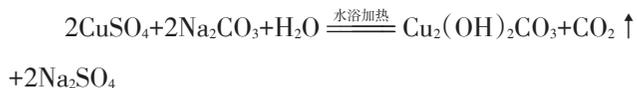
文献标识码:B

doi:10.3969/j.issn.1008-0546.2017.12.034

碱式碳酸铜Cu₂(OH)₂CO₃为天然孔雀石的主要成分,呈暗红色或淡蓝色(由于所含成分Cu(OH)₂和CuCO₃的比例不同,而颜色不同)的细小颗粒粉末,属单斜晶系,相对式量221.12,相对密度为3.8525,折光率:1.665、1.875、1.909。易溶于酸和氨水,不溶于水,分解温度为220℃,在100℃的水中易分解^[1-3],在水中溶解度很小。它是一种具有广泛用途的化工产品,主要用于固体荧光粉激活剂和铜盐制造,油漆、颜料、信号弹和烟火的配制,也可用作木材防腐剂、水体杀藻剂、农作物杀虫剂、饲料添加剂、种子处理及杀菌剂等,主要的生产方法包括硫酸铜法、硝酸铜法和氨法。

一、实验原理

本实验采用硫酸铜溶液和苏打溶液为反应原料,在水浴加热条件下在试管中反应,将硫酸铜溶液加入到盛有碳酸钠溶液的试管中,置于水浴条件下即发生如下反应:



由于碳酸钠溶液中CO₃²⁻的水解作用,使得碳酸钠溶液呈碱性,恰巧Cu(II)的碳酸盐与氢氧化物的溶解度相近,发生共沉淀现象,故可以通过该方法制备碱式碳酸铜。要获得高产率、高品质的碱式碳酸铜的制备路线,必然涉及到两种反应液的配比和反应温度的控制这两大影响因素,本实验利用研究化学实验的经典方法,控制变量法来探究以期获得制备碱式碳酸铜的最佳反应条件。

二、主要实验仪器及药品

1. 实验仪器

恒温水浴锅、布氏漏斗、抽滤瓶、移液管、烧杯、试

管、玻璃棒、250mL容量瓶、托盘天平、试管架,洗耳球、表面皿、药匙、烘箱。

2. 实验药品

碳酸钠固体(AP)、硫酸铜固体(AP)、蒸馏水。

三、实验过程

1. 反应液配制

利用所给仪器及化学药品,配制硫酸铜和碳酸钠溶液的物质的量浓度均为0.5mol/L静置备用。

2. 探究反应液的最佳配比

取贴有1-4号的四支洁净试管,均加入2.00mL,0.5mol/L的CuSO₄溶液,再用移液管量取0.5mol/L Na₂CO₃溶液1.60mL、2.00mL、2.40mL、2.80mL分别依次注入贴有5-8号试管中,将上述8支贴有编号的试管均置于75℃的恒温水浴中加热,3min后,依次将5-8号试管中的Na₂CO₃溶液加入到1-4号CuSO₄试管中,振荡试管以混合均匀,再将盛有混合液的试管置于75℃的恒温水浴中,观察并记录实验现象。

3. 探究最佳的反应温度

在贴有1-4号的四支试管中,用移液管各加入2.00mL,0.5mol/L的CuSO₄溶液,在另外贴有5-8号四支试管中分别加入适量0.5mol/L Na₂CO₃溶液,将上述试管1、5置于室温下(约25℃),2、6置于50℃恒温水浴中,3、7置于75℃恒温水浴中,4、8置于100℃恒温水浴中,加热3min后,分别混合1、5,2、6,3、7,4、8试管(加料顺序为Na₂CO₃溶液加入到CuSO₄溶液中),振荡混合均匀后,将盛有混合液的试管1,2,3,4分别置于室温下(约25℃),50℃,75℃,100℃的恒温水浴中,观察并记录实验现象。

4. 反应的后处理



待上述反应试管中沉淀完全后,用布氏漏斗过滤并用蒸馏水遵循洗涤液少量多次原则洗涤沉淀,用0.5mol/LBaCl₂溶液和稀HNO₃检测洗涤液至不出现白色沉淀为洗涤终点,再用滤纸尽可能吸干Cu₂(OH)₂CO₃固体表面水分,将产品置于表面皿中于90℃的烘箱中烘干约2h,待产品冷却至室温后称量,计算产率。

四、实验结果及讨论

1. 探究反应液的最佳配比

表1 探究反应液的最佳配比结果

实验编号 比较内容	1	2	3	4
0.5mol/L CuSO ₄ 溶液/mL	2.00	2.00	2.00	2.00
0.5mol/L Na ₂ CO ₃ 溶液/mL	1.60	2.00	2.40	2.80
$n(\text{CuSO}_4):n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$	1:0.8	1:1	1:1.2	1:1.4
沉淀生成初始时间/min	10.0	8.0	7.2	6.5
沉淀数量	++	+++	++++ ++	+++
沉淀颜色	蓝绿色	蓝绿色	蓝绿色	暗蓝色
产率/%	60.2	86.4	93.2	68.5

注1*:表格内沉淀生成初始时间为初始沉淀生成时的计数点

2. 此表数据获得控制反应温度均为恒温水浴75℃。

表1的数据结果是通过控制变量法,控制反应温度为恒温水浴75℃,单变量探究0.5mol/LCuSO₄溶液和0.5mol/LNa₂CO₃溶液的物质的量最佳配比,由表1可得:在恒温水浴75℃条件下,当0.5mol/LCuSO₄溶液的体积保持恒定值,随着0.5mol/LNa₂CO₃溶液的体积等梯度不断增加,即 $n(\text{CuSO}_4):n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ 在一定区域内不断增加,初始沉淀生成的时间较短,但相差不大(8min左右),沉淀数量明显呈先增加后减少,产率也呈先增加后减少趋势,实验编号3、4两组较佳,同时在根据两组实验的产品颜色判断,编号4的产品颜色明显偏离正常产品颜色。依据初始沉淀生成的时间长短、沉淀的数量、沉淀的颜色、产率等角度,当反应温度控制为75℃时,确定以0.5mol/LCuSO₄溶液和0.5mol/LNa₂CO₃溶液制备碱式碳酸铜,反应液的物质的量最佳配比为 $n(\text{CuSO}_4):n(\text{Na}_2\text{CO}_3)=1:1.2$ 。

2. 探究最佳的反应温度

表2的数据结果同表1也是通过控制变量法,控制 $n(\text{CuSO}_4):n(\text{Na}_2\text{CO}_3)=1:1.2$,单变量探究反应温度对Cu₂(OH)₂CO₃制备的影响,由表2可得,当控制 $n(\text{CuSO}_4):n(\text{Na}_2\text{CO}_3)=1:1.2$,反应温度从室温(约25℃)等梯度增加到100℃,产物完全沉淀的时间明显缩短,沉淀数量呈现先增加后减少,产率也呈现先增加

表2 探究最佳反应温度结果

	室温(约25℃)	50℃	75℃	100℃
0.5mol/L CuSO ₄ 溶液/mL	2.00	2.00	2.00	2.00
0.5mol/L Na ₂ CO ₃ 溶液/mL	2.40	2.40	2.40	2.40
$n(\text{CuSO}_4):n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$	1:1.2	1:1.2	1:1.2	1:1.2
沉淀完全时间*/min	慢,无法记录	40.0	13.0	3.0
沉淀数量		+++	++++	+++ ,但分解也快
沉淀颜色		蓝绿色	蓝绿色	蓝绿色 → 褐色
产率/%		73.8	93.4	

注*:表格内沉淀完全时间为以初始沉淀生成点到沉淀完全点时的计数点。

后减少的趋势,从表2还可得由0.5mol/LCuSO₄溶液和0.5mol/LNa₂CO₃溶液制备Cu₂(OH)₂CO₃,室温下(约25℃)是基本上不能制备得到Cu₂(OH)₂CO₃,所需沉淀时间太长,随着反应温度不断等梯度升高,反应速率不断增加,产率明显也增加,但是当反应温度为100℃时,沉淀数量、产率为何很少,通过观察实验可知,反应试管中的沉淀颜色不断从蓝绿色向褐色转变,这是因为在100℃的溶液中,Cu₂(OH)₂CO₃在溶液中达到了

分解的临界点,反应如下:



依据沉淀完全所需时间、沉淀数量、沉淀颜色、产率等角度,当 $n(\text{CuSO}_4):n(\text{Na}_2\text{CO}_3)=1:1.2$ 时,确定以0.5mol/LCuSO₄溶液和0.5mol/LNa₂CO₃溶液制备Cu₂(OH)₂CO₃,反应的最佳温度为75℃。

五、实验结论

综上所述:运用控制变量法探究以(下转第97页)



(5)熄灭蜡烛,观察蜡烛熄灭时有什么现象发生。(有白烟产生)用火柴去点玻璃管口处的白烟,观察蜡烛能否重新燃烧?(玻璃管可以使白烟不易逸散,且白烟距离蜡烛有段距离,使蜡烛的复燃更有说服力)

六、实验现象

(1)点燃白烟,实验现象见图9。

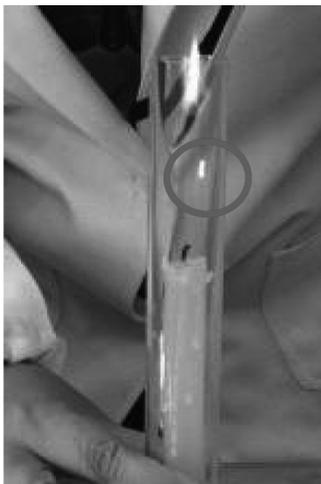


图9 点燃白烟的实验现象

(2)用白纸代替火柴检测火焰哪部分温度最高时,在白纸上出现一个焦圈,实验现象见图10。

七、实验反思

蜡烛的燃烧是初中化学课程中的一个重要演示实验,是学生接触到的第一个化学活动与探究实验,它蕴含着许多物理、化学原理,非常容易激起人们的好奇心和探究欲望,对学生整个初中化学学习乃至今后的化学学习都起到至关重要的作用。



图10 白纸上的焦圈

本实验的创新点在于改变了实验装置和方法,装置的改进取材容易,制作简单,在蜡烛外罩上一个玻璃管,用试管代替烧杯进行产物的检验,操作方便,使得实验现象更为直观、明显,实验成功率高,有利于培养学生的观察能力,提高课堂教学质量。

蜡烛本身成分比较复杂,是含C₂₀~C₃₀的固态高级烷烃的混合物,其燃烧的产物不仅有二氧化碳和水,还会有不完全燃烧的产物如一氧化碳、炭黑、碳氢化合物等。若是继续对实验进行适当的拓展,还可对第六单元碳单质化学性质、第七单元燃料充分燃烧等的学习起到有益的补充。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部.义务教育化学课程标准(2011版)[M].北京:北京师范大学出版社,2012,9
- [2] 杨剑春.初中化学教学建议[M].南京:南京大学出版社,2010(8)

(上接第94页)

0.5mol/LCuSO₄溶液和0.5mol/LNa₂CO₃溶液制备Cu₂(OH)₂CO₃,反应液最佳配比为n(CuSO₄):n(Na₂CO₃)=1:1.2,反应温度最佳为75℃,经过后处理除掉杂质Na₂SO₄(杂质Na₂SO₄要除尽,否则干燥产品时会出现黑色物质)过滤得到产品,置于90℃烘箱中烘干2h,温度不能过低,否则产品不能干燥彻底,温度切忌过高,会使产品受热分解,在探究得到的最佳反应条件下,Cu₂(OH)₂CO₃的制备产率可达到93.4%。

化学教与学2017年第12期

参考文献

- [1] 化学工业部天津化工研究院.化工产品手册(无机化工产品)[M].北京:化学工业出版社,1989
- [2] 甘肃师范大学化学系.简明化学手册[M].兰州:甘肃人民出版社,1980
- [3] 天津化工研究院.无机盐工业手册(上册)第2版[M].北京:化学工业出版社,1999