

浓硫酸使蔗糖脱水实验的改进与创新

高 飞

(台州市黄岩中学, 浙江台州 318020)

摘要: 对蔗糖与浓硫酸的“黑面包”实验,在保留良好的观赏性和展示效果的基础上进行改进和创新设计,兼顾微型化的产物检验,充分挖掘该实验的探究价值和知识价值,同时考虑实验的搅拌及后续固体产物处理的方便性,对产生的污染气体巧妙处理,体现环保理念和绿色化学思想,加强了对学生科学素养的培养。

关键词: 蔗糖脱水;浓硫酸;黑面包实验;实验改进

文章编号: 1005-6629(2018)6-0067-03

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

1 实验的价值及存在的问题

硫酸是化学工业及科研中最重要的化学试剂,浓硫酸的性质是元素化学知识中的重要组成部分,脱水性是浓硫酸一大性质。浓硫酸使蔗糖脱水实验(俗称“黑面包”实验)是中学化学教学中的经典实验,是高中阶段学生最感兴趣的实验之一。这都源于该实验令人震撼的展示效果:少量的试剂最后能变成膨大数倍的“黑面包”,极具观赏性,令观察者印象颇为深刻。通过该实验,学生可以认识和掌握相关物质的性质,在此过程中,还可以挖掘对学生的创新意识及环保思想等科学素养培养的价值。

现行人教版高中教材的做法如下:在烧杯中放入蔗糖,滴入适量水,搅拌均匀,然后再加入浓硫酸,迅速搅拌,观察实验现象^[1]。苏教版中的做法有所不同:取2g蔗糖放入大试管中,加2~3滴水,再加入约3mL浓硫酸,迅速搅拌,然后塞上带玻璃导管的橡皮塞,将玻璃导管的另一端插入盛有品红溶液的试管中,观察实验现象^[2]。这两种做法现象明显直观、操作简单且不失趣味性和视觉的冲击力。但同时也明显存在着至少两个方

面的缺憾:首先,对产物没有或只有很简单的品红检验,无法满足学生的探究心理;二是不符合环保的理念,实验体系完全敞开,对实验所产生的气体没有进行必要的妥善处理,对演示的空间环境造成了污染,师生会感到不适,学生也会产生畏惧心理。以上两点使该实验演示效果打了折扣。

笔者通过百度、知网、维普网等网络资源平台查阅发现,近年来,不少研究者针对传统做法的弊端,对该实验的方案进行了不少的改进与创新,如赵东洋^[3]、李丽华等^[4]老师主要关注装置的微型化处理;陈纯等^[5]、黄沔铷等^[6]、何婧等^[7]、吴松原等^[8]侧重产物的检验、减少或消除污染等问题的解决。以上方案虽然不同程度地实现了实验的微型化、绿色化改进,并对实验中产生的一些物质进行了检验,但仍存在或多或少的不足:一是微型化处理失去了该实验原本强烈的震撼效果,趣味性减弱,并且某些材料不易得;其次,为了促进反应的进行,在实验中普遍用到了水。笔者认为作为脱水性实验,水是重要产物,应当在探究和检验中有所体现;第三,大多数方案在相对封闭的体

[4] Glinsky V. V., Raz A Modified citrus pectin anti-metastatic properties: one bullet, multiple targets [J]. Carbohydrate research, 2009, 344(14): 1788~1791.

[5] 陈靖,陈孔荣. 果胶——一种有开发前途的药物制剂基质[J]. 现代应用药学, 1997, (3): 22~23.

[6] Endress H. U. Nonfood Uses of Pectin [M]. The Chemistry and Technology of Pectin, 1991: 251~268.

[7] Gholamreza Mesbahi, Jalal Jamalian, Asgar Farahnaky. Acomparative study on functional properties of beet and citrus

pectins in food systems [J]. Food Hydrocolloids, 2005, 19(4): 731~738.

[8] 田旭东. 用西瓜皮制取果胶实验方法的改进[J]. 化学教学, 1999, (7): 47.

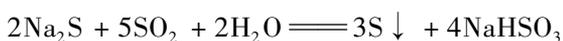
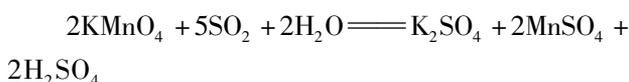
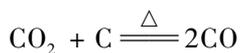
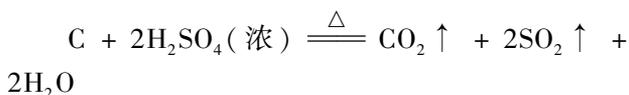
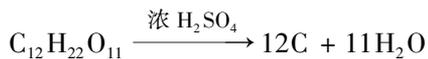
[9] GB 25533—2010《食品安全国家标准食品添加剂果胶》.

[10] 熊洪录,周莹,于兵川. 有机化学实验[M]. 北京:化学工业出版社, 2011: 7.

系中进行时,并没有很好地解决搅拌问题;第四,有些方案选择圆底烧瓶^{[8][9]}甚至三颈烧瓶^[10]作为反应容器,这样做的缺点是实验完毕后固体产物非常难以处理。

为了取得预期效果,回归实验的本来面貌(不加水),保留“黑面包”的震撼效果,兼顾微型化、绿色化及产物的检验,从利于知识的整体性、全面性角度出发,特将该实验再作改进和创新设计。

2 实验原理



3 实验设计方案

3.1 实验仪器、用品及药品

分液漏斗、3 cm × 20 cm 具支试管、弯头玻璃棒、多球干燥管、100 mL 烧杯、滴管、10 mL 量筒、托盘天平、普通玻璃导管、T 型玻璃导管、橡胶管、橡胶塞、止水夹、气球、洗耳球;98% 浓硫酸、蔗糖、无水 CuSO_4 粉末、酸性 KMnO_4 溶液、紫色石蕊试液、 Na_2S 溶液、 NaOH 溶液

3.2 实验装置

实验装置见图 1(夹持装置略)。

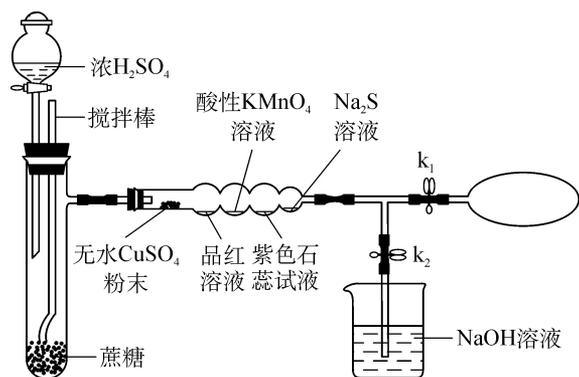


图 1 浓硫酸使蔗糖脱水反应的一体化实验装置

4 实验操作及现象

(1) 检查装置的气密性。先检查分液漏斗是否漏水。然后按图 1 所示连接好仪器及气球,关闭分液漏斗下端的旋塞,打开止水夹 k_1 ,关闭 k_2 ,将具支试管微热,发现气球正常膨胀;待气球基本恢复原状,打开止水夹 k_2 ,关闭 k_1 ,烧杯中加入适量的蒸馏水浸没导管口,再次将具支试管微热,若烧杯中的导管口有气泡冒出,停止加热后,形成一段稳定的水柱,说明整个装置气密性良好。

(2) 称量约 8.0 g 蔗糖,量取 6.0 mL 浓硫酸,分别加入具支试管及分液漏斗中,在多球干燥管中用长滴管加入相应的试剂,小烧杯中加入 NaOH 溶液,固定好气球,打开 k_1 ,关闭 k_2 。

(3) 打开分液漏斗旋塞,加入硫酸,并迅速用手捻弯头玻璃棒进行搅拌(必要时可稍稍加热),观察现象。

现象 1: 用弯头玻璃棒搅拌或稍加热后,混合物由白色变为黄色,继而转为褐色,最后呈黑色,接着产生大量气体,黑色物质体积迅速膨胀沿着玻璃棒上升。

现象 2: 无水 CuSO_4 逐渐变为浅绿色或蓝色,装置体系的具支试管及多球干燥管内壁附着大量水珠(特别是具支试管中,非常明显);品红溶液慢慢变淡至褪色, KMnO_4 溶液很快褪色,紫色石蕊试液变红色, Na_2S 溶液中产生淡黄色沉淀;气球渐渐鼓起来(让学生直观看到有大量气体产生)。

(4) 待反应完毕,用酒精灯加精品红溶液至微沸,观察现象。

现象 3: 品红溶液恢复红色。

(5) 打开 k_2 ,关闭 k_1 ,再打开分液漏斗旋塞及上口玻璃塞,用洗耳球从分液漏斗上口缓缓鼓气,使装置体系中残余的气体进入碱溶液被吸收。气球中的气体也可缓缓通入碱液中或在课后实验室通风橱中进一步妥善处理。

(6) 可将反应后的产物黑炭由弯头玻璃棒轻松带出,展示“黑面包”给学生观察。

5 实验改进的意义

(1) 保留传统做法中良好的视觉冲击和震撼效果,有鲜明的特点和趣味性,能引起学生强烈的学习兴趣和进一步探究的欲望,学生记忆深刻,教学效果良好。

(2) 对产物进行必要的检验,特别是不加水而观察和检验到水的生成(CO_2 可通过氧化还原反应原理得出)。同时兼顾体现了 SO_2 的漂白性、酸性、氧化性、还原性等几大性质,充分挖掘了该实验的探究价值和知识价值,更具科学性和实用性,说服力强。

(3) 保留“黑面包”观赏性的同时对产物进行微型化检验,在不影响检验效果的前提下,大大降低了试剂的用量,使操作简单,现象明显。必要的搅拌、最后的固体产物的处理也很方便,具有明显的简约性和节约性。

(4) 通过对实验所产生气体的巧妙处理,使得现场演示不污染环境或污染减少,对师生的健康有利,充分体现了环境保护的理念和绿色化学的思想。

6 实验说明及探讨

(1) 实验中为了科学体现水来自于蔗糖,故不另外加水。为了促进实验的进行,可将蔗糖在研钵中研成粉末状,并特将玻璃棒一端弯一个弧度,将伸在外面的另外一端用砂纸适当打磨,增大摩擦,利于操作,搅拌效果很好,室内温度较高时,只要1~2 min 固体便开始膨胀,若在冬季,可能需要更长的时间。建议在充分搅拌后,用酒精灯微热,便立刻反应膨胀。

(2) 根据张霞^[11]、何婧等^[12]老师的研究及笔者的多次试验,该实验所用的蔗糖及98%的浓硫酸的用量分别采用8~10 g、6~7.5 mL,能保证安全且有较为理想的实验效果。

(3) 虽然该反应产生较多的水,但由于反应放出大量的热,造成气体的温度较高,导致白色的无水硫酸铜粉末只略显浅绿色而很难出现清晰的蓝色^[13]。品红溶液的褪色较慢,故浓度要适度低一些,而酸性 KMnO_4 溶液的紫色褪去速度很快。

(4) 根据不同情况下实验的需要,多球干燥管中的试剂也可以适当增减或更换,相应的干燥管也可以更换为其他规格,比如双球或三球等,干燥管球的大小为3 cm × 3 cm 或 2 cm × 2 cm 比较适合。

(5) 建议课前就将各药品提前加好,可大大节约课堂演示时间;为了能使所有学生观察到现

象,微型部分——多球干燥管可通过实物投影仪投影,也可将一便携摄像头固定在夹持干燥管的铁架台下部,通过大屏幕投影展示,效果非常好。

(6) 该实验也会产生少量 CO 气体,可以利用银氨溶液或 PdCl_2 溶液进行检验,其原理均是利用 CO 的还原性将+1价的银或+2价的钯还原为黑色的银单质或钯单质,即现象均为出现黑色沉淀^[14~16]。

原理为: $\text{CO} + 2\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} = 2\text{Ag}\downarrow + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{NH}_3$

$\text{CO} + \text{PdCl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Pd}\downarrow + \text{CO}_2 + 2\text{HCl}$

(7) 如前所述,气球中的气体可缓缓通入碱液中或课后在实验室通风橱中进一步处理,正因为有少量 CO 的生成,而 CO 并不能被碱液所吸收,建议最好选择课后妥善处理,确保对环境的污染尽可能降到最低。

参考文献:

- [1] 宋心琦主编. 普通高中课程标准实验教科书·化学1[M]. 北京:人民教育出版社,2004:84.
- [2] 王祖浩主编. 普通高中课程标准实验教科书·化学1[M]. 南京:江苏教育出版社,2014:91.
- [3] 赵东洋. 蔗糖与浓硫酸反应的微型化[J]. 中学化学教学参考,2010,(4):48.
- [4] 李丽华,陈伟珍,沈毅. 浓硫酸吸水性和脱水性实验的微型化研究[J]. 广州化工,2007,35(5):52~53.
- [5][8] 陈纯,秦才玉,张永强. “黑面包”实验再改进[J]. 中学化学教学参考,2017,(6):55.
- [6][9] 黄河铷,吴双桃,刘艺,颜冬微. “绿色”的黑面包实验[J]. 中学化学教学参考,2017,(2):103~104.
- [7][14] 何婧,乔金锁,刘延华. 反应实验的改进及反应产物的定性检测[J]. 化学教学,2017,(6):60~62.
- [10][12] 吴松原,佟检群,高峰. 蔗糖与浓硫酸反应一体化实验的再改进[J]. 中学化学教学参考,2017,(2):57~58.
- [11] 张霞. “半定量法”制“黑面包”实验浅探[J]. 化学教与学,2014,(12):91~92.
- [13] 任雪明,吴文中. 高中化学教学疑难问题研析[M]. 杭州:浙江教育出版社,2015:159.
- [15] 张祖德. 无机化学(第2版)[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社,2014:443.
- [16] 王志纲. 中学常用化学方程式手册[M]. 杭州:浙江大学出版社,2012:40.