

蔗糖与浓硫酸反应实验的新设计

王建芬¹, 齐俊林²

(1. 衡水学院应用化学系, 河北衡水 065000; 2. 唐山师范学院玉田分校, 河北唐山 064100)

摘要: 就教材中蔗糖与浓硫酸反应实验的不足, 经过精心设计, 利用玻璃水槽、小烧杯、分液漏斗、可乐瓶等器材制作了蔗糖与浓硫酸反应的改进实验装置。利用该装置, 通过分液漏斗向反应器内加硫酸, 对蔗糖与浓硫酸的混合物进行搅拌, 用氢氧化钠溶液吸收二氧化硫气体, 实现了加料、反应和有害气体吸收三个过程的有机结合。

关键词: 蔗糖与浓硫酸反应; 实验装置设计; 实验探究

文章编号: 1005-6629(2018)2-0073-03

中图分类号: G633.8

文献标识码: B

1 问题提出

高中化学教材^[1-3]中蔗糖与浓硫酸反应实验是验证浓硫酸具有脱水性的一个重要实验, 具体方法是: “在 200 mL 烧杯中放入 20 g 蔗糖, 加入几滴水, 搅拌均匀。然后再加入 15 mL 质量分数为 98% 的浓硫酸, 迅速搅拌。观察实验现象。实验现象是: 蔗糖逐渐变黑, 体积膨胀, 形成疏松多孔的海绵状炭。”高中化学教材版本不同, 但实验方法大同小异, 通过实验能够说明浓硫酸的脱水性和强氧化性。尽管教材中的实验装置简单、操作方便、现象明显, 可以达到演示实验的预期目的, 但在实验过程中产生的二氧化硫气体和酸雾, 污染室内空气, 不符合实验绿色环保的要求。目前, 教师对此实验往往采取敬而远之的态度, 采用纸上谈兵的教学模式进行教学, 在课堂上讲实验、说现象, 学生在下面听实验、记结论。这些违背教学基本原则的做法, 使学生缺乏对实验的感性认识, 不利于学生对知识点的理解和记忆, 极大地影响了学生学习的积极性。为此, 我们查阅了大量教学期刊, 发现刊登该实验的研究成果或相关文章甚少, 而且没有从根本上解决二氧化硫及酸雾的污染问题^[4,5], 足以说明解决该实验的污染问题是一个非常棘手的问题, 有进一步深入研究和探讨的空间。为此, 我们对该实验进行了认真研究和反复实验, 设计了较为理想的实验装置, 较好地解决了实验污染问题, 且能得到明显的实验现象。

2 设计理念及方案

2.1 设计理念

除了掌控蔗糖、水、浓硫酸的用量以外, 必须

对蔗糖、水、浓硫酸的混合物进行搅拌。依据浓硫酸的强氧化性, 蔗糖与浓硫酸的混合物的搅拌需要使用玻璃棒(或玻璃管)完成。既能让学生观察到明显的实验现象, 又要解决二氧化硫的污染问题, 必须使反应在一个密闭透明的容器内进行。二氧化硫可以用碱液来吸收。

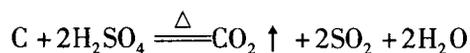
2.2 设计方案

在蔗糖与浓硫酸反应中所用的药品有蔗糖、水和浓硫酸。因为蔗糖与水混合不发生反应, 所以先将两者混合好放在反应器(小烧杯)内, 待整个装置密封好后, 再通过分液漏斗向反应器内加入浓硫酸, 并用分液漏斗下端搅拌蔗糖、水和浓硫酸混合物; 反应过程中产生的二氧化硫气体和酸雾被玻璃水槽内的碱液吸收。这样, 实验中产生的有毒气体自始至终密封在容器内不会外逸, 同时能被水槽内的碱液有效地吸收。

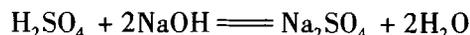
3 实验原理

3.1 蔗糖与浓硫酸的反应

浓硫酸使蔗糖发生脱水反应生成了碳, 变黑; 碳与浓硫酸在加热条件下生成二氧化碳、二氧化硫和水。



3.2 二氧化硫和酸雾的吸收



4 实验用品

玻璃水槽 1 个、分液漏斗 1 个、小烧杯(100 mL)1 个、3 号单孔橡胶塞 1 个、胶头滴管 1 支、空可乐瓶(盛放可口可乐的塑料瓶, 2L)1 个、

剪刀 1 把、玻璃棒 1 根、玻璃胶；蔗糖、浓硫酸(98%)、蒸馏水、10% 氢氧化钠溶液(1000 mL)、酚酞试液、品红试纸

5 实验装置

取一个洁净的玻璃水槽,在中央的位置用玻璃胶粘上一个小烧杯(如图 1 所示)。取一个可乐瓶,用剪刀剪掉下部(如图 2 所示),制成可移动的钟罩。



图 1 小烧杯粘在水槽中央

图 2 塑料钟罩

蔗糖与浓硫酸反应实验装置如图 3 所示。图中 A. 分液漏斗;B. 活塞;C. 可乐瓶(钟罩);D. 润湿的品红试纸;E. 玻璃水槽;F. 小烧杯。

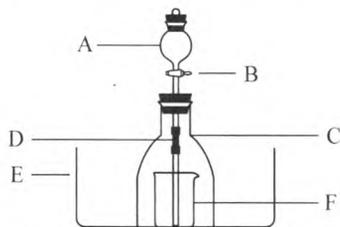


图 3 蔗糖与浓硫酸反应实验装置

6 实验方法

(1) 在玻璃水槽内注入 1000 mL 10% 氢氧化钠溶液后,滴入 4~5 滴无色酚酞试液。搅动溶液,溶液变红(酚酞遇碱变红)。取出扣在小烧杯上方用可乐瓶制成的钟罩,在小烧杯内装入 10 g 蔗糖,在小烧杯内的蔗糖里用胶头滴管滴加 10 滴蒸馏水,用玻璃棒搅拌均匀后,轻轻拨动玻璃棒将蔗糖与水的混合物移至小烧杯的四周,保证小烧杯的底部中央没有蔗糖与水的混合物。

(2) 在分液漏斗内注入 8 mL 98% 的浓硫酸,分液漏斗的下端缠绕上用蒸馏水润湿的品红试纸后,将胶塞(带有分液漏斗)紧紧塞在可乐瓶钟罩的上口上,用手调整分液漏斗的高度,使分液漏斗的下端与小烧杯的底部相差 2 mm 左右为宜。

(3) 打开分液漏斗上的活塞,当浓硫酸全部注入小烧杯后,关闭活塞。

(4) 用手顺时针或逆时针摇动可乐瓶钟罩,

可观察到分液漏斗的下端随之搅拌小烧杯内的蔗糖、水和浓硫酸的混合物,片刻可观察到品红试纸逐渐褪色(说明蔗糖与浓硫酸反应生成了二氧化硫气体,品红遇二氧化硫褪色),水槽内的溶液逐渐变浅(说明实验产生的二氧化硫气体和酸雾被水槽内的氢氧化溶液迅速吸收: $\text{SO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$),小烧杯内产生大量的黑色泡沫,并溢出杯外(如图 4 所示)。

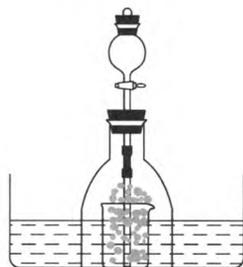


图 4 蔗糖与浓硫酸反应现象

7 实验说明

(1) 在整个实验过程中,利用稀碱溶液、可乐瓶钟罩密封反应器的方法,既能搅拌小烧杯内蔗糖、水和浓硫酸的混合物,又可以将反应产生的二氧化硫气体及硫酸酸雾全部吸收,可谓一举两得。

(2) 利用分液漏斗的下端搅拌蔗糖、水和浓硫酸的混合物,充分发挥了分液漏斗的作用,既可操控添加浓硫酸,又可代替玻璃棒(由于反应物较少,搅拌阻力较小,经验证完全切实可行),减少了另设搅拌器的复杂性,使实验装置更具简单化。

(3) 用玻璃胶将玻璃水槽与小烧杯粘在一起,有两个作用:一是防止小烧杯受到碱液浮力而倾倒使实验失败;二是防止搅拌蔗糖、水和浓硫酸的混合物时小烧杯游动或倾倒,影响搅拌速度和效果。

(4) 利用可乐瓶作为钟罩,除了其特殊的形状、透明性好以外,还具有容易寻找、易于加工的特点。

(5) 分液漏斗下端与小烧杯的底部既不要接触太近,又不要离得太远。接触太近搅拌阻力大,离得太远影响搅拌效率。

(6) 搅拌烧杯内蔗糖、水和浓硫酸的混合物时,不要让可乐瓶(钟罩)的底部脱离液面,以防二氧化硫、酸雾从空隙中外逸,造成污染空气。

(7) 实验完毕,不要急于将钟罩取下,防止二氧化硫、酸雾吸收不完全而泄漏。

(8) 实验装置具有取材方便、制作简单、易于操作、现象明显、无空气污染诸多特点。制成以后可以长期存放在实验室备用。

常见物质溶解过程温度变化的实验探究^{*}

孙影^{1**}, 信欣¹, 许敏²

(1. 安徽师范大学化学与材料科学学院, 安徽芜湖 241002; 2. 安徽师范大学附属中学, 安徽芜湖 241000)

摘要:以物质溶解过程中能量变化为依据,利用温度传感器探究多种常见物质在水溶液中溶解过程的温度变化。通过量热实验,结合水合离子的生成焓的理论数据,揭示物质溶解过程中吸热和放热现象的本质来自水合过程的差异。量热实验得到的溶解热的实验值与根据水合离子的生成焓计算得到溶解热的理论值基本符合。溶解热绝对值的实验值要比理论值偏低(10±2)%。旨在帮助学生建立科学的物质变化观和能量观,逐步形成化学学科核心素养。

关键词:数字化实验;溶解过程;温度变化;溶解热

文章编号:1005-6629(2018)2-0075-04

中图分类号:G633.8

文献标识码:B

1 问题的提出

物质溶解过程中的吸热和放热现象见诸于人教版九年级2012年版《化学》教材下册第九单元课题一,其中“物质的溶解过程”是许多学者关注的内容,如田长明(2016)从初中化学教材“溶解过程”示意图入手,对钠离子、氯离子结合水分子数及钠离子和氯离子与水分子的作用进行了研究^[1];严宣申教授(2007)就溶解过程的热效应从理论上进行过详细讲解^[2];还有其他大量文献详细研究了物质的沉淀溶解平衡、溶解度等有关概念,但其中结合课本探究实验对溶解过程中温度变化的研究较少。由于实际教学中该实验使用的是传统酒精温度计,分度值较大会造成较大实验误差。部分教师在课上会总结得出NaCl溶于水温度不变的结论,这就容易给学生造成错误认识,不利于后续知识的学习。

本研究采用不锈钢温度传感器,以提高实验精确度,增加物质种类可以积累更多感性认识素材,有利于学生从实验事实中总结归纳,得出一般结论。

本文在实验的基础上从宏观、微观、符号、曲线四重表征视角详细分析溶解过程,结合热力学相关知识计算物质溶解热的文献参考值和实验值,从定量角度帮助师生全面理解物质溶解过程,建立科学认识。

2 实验研究

2.1 实验设计

溶解过程的能量变化通过热量表现出来,温度计能够直观反映体系热量变化的情况。本次实验使用不锈钢温度传感器,通过曲线变化,直观感受物质溶解时的吸、放热行为。

2.2 实验用品

实验试剂:去离子水、氢氧化钠(AR)、氯化钠(AR)、氯化钾(AR)、氯化铵(AR)

实验仪器:电脑、数据采集器、提存能手软件(Logger Pro)、不锈钢温度传感器(型号TMB-BTA,量程-25~150℃)、磁力搅拌器、磁子、聚四氟乙烯反应釜(100 mL,带盖)、50 mL移液管、电子天平

2.3 试剂用量

溶解热是以1 mol溶质溶于大量溶剂(通常

* 安徽师范大学博士科研启动基金项目(2016XJJ111);校科研培育计划项目(2015xmpy17);2016年安徽省高等学校省级质量工程教学研究项目(2016jyxm0416)。

** 通信联系人,Email: syw963@mail.ahnu.edu.cn。

参考文献:

[1] 人民教育出版社化学室编著.全日制普通高级中学教科书(必修)·化学[M].北京:人民教育出版社,2003:130.

[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,2009:91.

[3] 人民教育出版社课程教材研究所.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,2007:101.

[4] 斯琴毕力格.浓硫酸与蔗糖反应的微型实验探究[J].数理化学学习(高一、高二中),2015,(22):44~45.

[5] 陈涌生.蔗糖与浓硫酸脱水碳化演示实验的改进[J].化学教学,2002,(11):8.