氨气喷泉实验的一体化改进

王仁琪[1],马文宁[1],肖诗琪[1],潘 平[2]
(1.阜阳师范大学化学与材料工程学院,安徽阜阳 236037;2.安徽省和县第一中学,安徽马鞍山 238200)

摘 要:针对已有喷泉实验改进方案中仪器繁多、装置复杂等问题,围绕绿色化学理念,采用生活中常见的注射器、玻璃瓶和医用输液针头,对氨气的制取、收集和喷泉实验进行一体化设计。该实验设计具有装置一体、操作方便、绿色安全、一物多用的特点,便于教师开展教学,也有助于学生科学探究与创新意识素养的提升。

关键词:氨气喷泉实验;实验创新;绿色化学;一体化设计;改进
DOI:10.19935/j.cnki.1004-2326.2026.10.030
引用格式:王仁琪,马文宁,肖诗琪,等.氨气喷泉实验的一体化改进[J].实验教学与仪器,2026,43(10):115-116.

化学是一门以实验为基础的学科。新课标倡导开展以化学实验为主的探究活动,不仅可以激发学生学习化学的兴趣,还有助于其探究能力的提升和素养的发展。氨气喷泉实验具有现象直观、趣味性强的优点,常用于课堂演示,且在3个版本教材中均有所介绍。但教材实验存在以下问题:首先,氨气需要事先收集,这导致在收集或课堂演示前可能会有氨气逸出,从而污染空气;其次,学生看不到氨气的制备与收集过程,不利于知识结构化;最后,若要达成多班级演示,则前期准备工作必然烦琐。

已有喷泉实验的研究重点,放在实验一体化改进和数字化实验探究两个方面。在一体化改进中,常采用浓氨水与氢氧化钠[1-2]、氧化钙[3-4]等反应制取氨气,并与圆底烧瓶[1,5]、U形管[6]、三通阀[2]、分液漏斗[7]等多组件连接,作为氨气收集和喷泉实验发生场所。在数字化实验探究中,常通过气体压力传感器表征反应体系内压强变化,帮助学生理解实验原理。综上所述,氨气喷泉实验已有较多改进,但仪器繁多、装置复杂,不利于教师课堂演示。

1 实验改进设计

1.1 改进目的

在已有实验改进[1-2]的基础上,针对现行实验方案中前期准备繁杂、仪器繁多、操作不便、存在环境污染、知识覆盖不全面等问题进行改进,践行了绿色化学所倡导的一体化、密闭性、简便化、绿色环保等要求。在实验过程中无氨气泄漏风险,安全系数较高,适用于教师讲解后的学生分组实验。学生可亲手参与装置搭建、药品准备、实验操作及实验收尾的全过程,进行多感官学习,领悟绿色化学理念,培养学生的科学探究与创新意识等化学学科核心素养。

1.2 实验药品及仪器

药品:氢氧化钠粉末(AR)、26%浓氨水、酚酞试剂。

仪器:玻璃饮料瓶、500 mL烧杯、输液管1支、10 mL与5 mL注射器各1支、橡胶塞、铁架台、10 mL吸量管。

1.3 实验装置

改进实验装置如图1所示。



图1 改进实验装置

1.4 实验过程及现象

(1)组装装置与气密性检验:按图1所示组装装置,将空注射器与输液管管口相连。打开调节阀,向外抽拉一次注射器活塞,此时瓶内压强减小,吸量管内会形成一段水柱。若一段时间内水柱液面高度不下降,则表明装置气密性良好。

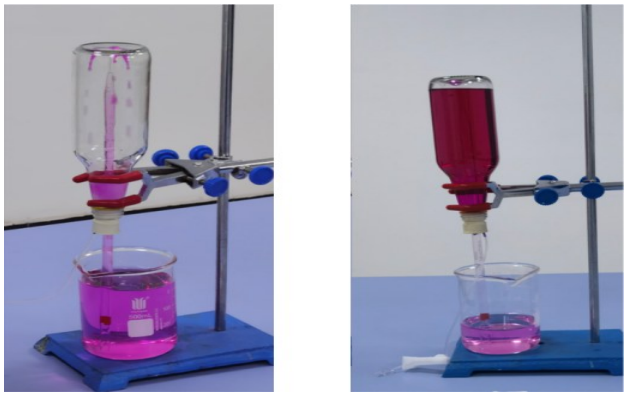
(2)实验准备:将吸量管下移,目的是为排空气做准备;向玻璃瓶内加入约2 g氢氧化钠固体,并倒立固定在铁架台上;向盛有500 mL蒸馏水的烧杯中加入4滴酚酞;用注射器分别吸取10.0 mL清水和5.0 mL 26%浓氨水,备用。

(3)氨气收集:连接改装的医用输液针头和装有浓氨水的注射器,打开调节阀,缓慢向玻璃瓶中推入浓氨水。

当烧杯中的酚酞水溶液微微变红且气泡明显变少时，说明氨气收集完成。

（4）喷泉实验：将吸量管向上移动，用医用吊水针头连接装有清水的注射器，打开调节阀，向瓶内注水，引发喷泉。实验现象的形成与消失如图2所示。

（5）实验收尾：取下玻璃瓶、橡胶塞，用清水冲洗玻璃瓶与吸量管，晾干后即可循环利用。



a 形成喷泉　　b 喷泉消失

图2　氨气喷泉的形成与消失

2　实验改进优点

（1）装置一体：已有研究常串联圆底烧瓶、U形管、三通阀等多个组件，装置组装较为烦琐。本实验仅由生活化的玻璃瓶、输液管和注射器等组成，不涉及任何复杂改装，便可完成喷泉实验。装置一体、操作简便，有利于学生对氨气相关知识的整体认知，提升教学效果。

（2）操作方便：现有研究通常会将氨气制取与氨气收集分离，运用多个止水夹联合控制，操作步骤较多。本实验仅通过一根吸量管的上下移动与两次液体注入，便完成了氨气的制取、收集与喷洒，步骤简单，便于教师教学。

（3）绿色安全：教材实验采用大试管收集氨气，势必会造成氨气的逸出。本实验少量逸出的氨气将直接被水溶液吸收，不存在氨气泄漏问题，践行了绿色化学理念；安全系数较高，便于学生动手实验，有利于激发学生的学习兴趣，培养其创新意识与合作意识。

（4）一物多用：本装置还可迁移应用于其他喷泉实验，如“氯化氢制取及喷泉实验”“二氧化碳制取及性质检验”等多种固-液、液-液不加热型实验。

3　注意事项

（1）由于塑料瓶在喷泉激发过程中会因压强差产生形变，演示效果不好，因此本实验最终选用玻璃饮料瓶作为实验仪器，以体现喷泉实验的直观性。然而由于玻璃瓶较重，存在倾倒风险，因此装置组装时务必确保夹紧，必要时可加用大蝴蝶夹进一步固定瓶身。

（2）实验使用了氢氧化钠固体，故操作时切勿将其沾染到皮肤上。

4　总结与拓展

围绕绿色化学理念，立足科学探究与创新意识核心素养，并结合教学实际，对氨气的制备、收集及喷泉实验进行了一体化改进，实现了实验的一体化、封闭化与简便化，适合学生动手操作。利用简单的液封原理，有效解决了实验过程中氨气逸出的问题；可上下移动的吸量管兼具空气排出口与喷泉出口的双重功能，便于教具组装与使用，更贴近教学实际。

如图2所示，实验过程中可清晰观察到：下方大烧杯中的酚酞水溶液因吸收逸出的氨气而呈弱碱性，显微红色；玻璃瓶喷泉中则因溶解了实验生成的大部分氨气及氢氧化钠而呈较强碱性，显深红色。然而，喷泉实验只能呈现这一种颜色吗？针对问题，教师可引导有兴趣的学生通过资料查阅与文献阅读等途径了解相关研究，见识丰富多样的喷泉实验，开拓其视野，培养其发现问题、分析问题和解决问题的意识与能力，同时加强化学学科知识与生活实践的联系，践行化学科普，丰富学习体验。

作者简介：王仁琪（2000—），男，研究方向：中学化学教育教学，E-mail：2258748916@qq.com。

通信作者：潘平（1989—），女，一级教师，研究方向：中学化学教育教学，E-mail：1006839552@qq.com。

参考文献

[1] 刘福亮.氨气喷泉实验一体化创新设计及应用拓展[J].中学化学教学参考，2021(12)：65-66.

[2] 潘祥泰，黄清辉.适合学生动手的“一体化”氨气喷泉实验研究[J].化学教与学，2019(03)：92-93.

[3] 郝续，段莉梅，徐玲.氨气制备与喷泉实验的绿色化改进[J].中学化学教学参考，2017(08)：53-55.

[4] 燕敏，莫尊理，苟如虎，等.气体喷泉实验装置的改进及应用[J].化学教育(中英文)，2018，39(19)：54-56.

[5] 王晓瑜，冉鸣.氨气喷泉实验的一体化设计[J].化学教育(中英文)，2018，39(19)：52-53.

[6] 姜建华.氨气喷泉实验改进[J].化学教与学，2016(11)：93.

[7] 谭文生，袁彦杰.氨的喷泉实验创新设计[J].教育与装备研究，2020，36(10)：45-46.