

# 从燃烧热的测定实验谈物理化学 实验教学的育人理念\*

刘雪梅, 顾雪凡, 王文珍, 孙妩娟, 邓 强

(西安石油大学 化学化工学院, 陕西 西安 710065)

**[摘要]**文章以燃烧热的测定实验为例,围绕三个方面谈物理化学实验教学的育人理念:一是在绿色化学理念指导下,对经典实验教学内容进行优化与完善;二是从量化思维与实验技能训练两方面阐述实验教学过程中学生化学素养的培养;三是结合实验数据的自动化采集及处理,培养学生应用现代信息技术处理数据的能力。凸显绿色化学、提升化学素养、提高综合素质的育人理念贯穿了物理化学实验教学的全过程。

**[关键词]**绿色化学;育人理念;化学素养;燃烧热;物理化学实验

## Discussion on the Educational Concept of Physical Chemistry Experiment Teaching from the Experiment of Determination of Combustion Heat

Liu Xuemei, Gu Xuefan, Wang Wenzhen, Su Wujuan, Deng Qiang

(College of Chemistry and Chemical Engineering, Xi'an Shiyou University,  
Xi'an Shaanxi 710065)

**Abstract:** Taking the experiment of determination of combustion heat as an example, this paper discusses the educational concept of physical chemistry experiment teaching from three aspects. Firstly, under the guidance of the concept of green chemistry, the teaching content of classical experiment is optimized and improved. Secondly, the cultivation of students' chemical literacy in the experiment teaching process is expounded from two aspects of quantitative thinking and experimental skill training. Lastly, combined with the automation of data collection and data process, the ability of students to process data by using automatic information technology is cultivated. The educational concept of highlighting green chemistry, improving chemical literacy and improving students' comprehensive quality runs through the whole teach-

**[作者简介]**刘雪梅(1976-),女,副教授,硕导,博士。

**[通信作者]**刘雪梅, E-mail: lxm2503@163.com。

\* 基金项目:西安石油大学物理化学精品课程项目;西安石油大学校级教改项目“基于石油类院校创新型人才培养模式下的物理化学教学改革研究”。

ing process of physical chemistry experiment.

**Key words:** Green chemistry; Educational concept; Chemical literacy; Combustion heat; Physical chemistry experiment

物理化学实验与其他基础化学实验的显著不同之处在于所使用的仪器设备复杂,且实验数据处理过程烦琐、耗时。物理化学实验课程是一门独立的基础实验课程,具有综合性、研究性较强及量化程度较高的特点,在教学中发挥着潜在的育人功能,有利于提高学生的实践能力及创新能力,能够培养学生的化学素养和实事求是的科学精神,以及团结协作、勤俭节约、爱护环境等优秀品质。随着新型实验教学仪器及数据处理软件的使用,该课程还可以培养学生的创新思维和与时俱进的精神。在实验教学中,教师要尽可能选择无毒、无害的实验药品,使学生树立绿色化学理念<sup>[1-3]</sup>,培养学生的环保意识,激发学生的社会责任感。本文以燃烧热的测定实验为例,浅谈物理化学实验教学的育人理念。

## 一、绿色化学理念的培养

### (一)时代背景

绿色化学通常被称作“环境无害化学”“环境友好化学”“清洁化学”,要求化学原料的使用、化学过程、中间产品及最终产品等所有化学相关活动对人类的健康和环境均是友好的。自20世纪末开始,世界上很多国家就把“化学的绿色化”作为新世纪化学发展的重要方向之一,这一理念在国内亦愈来愈受到重视。然而,目前高校的实验条件尚不能满足绿色低碳化学教学的要求。因此,以绿色化学理念为指导的物理化学实验教学过程和体系值得探讨。

### (二)实验药品的选择

燃烧热是指1 mol物质完全燃烧时所放出的热量,它是热化学中的重要数据,可用于计算生成热、反应热和评价燃料的热值。萘的燃烧热测定是一个经典的物理化学实验,实验原理如下:将装有一定量萘的密闭氧弹放入盛有一定量水的氧弹量热计中,然后充氧点火使萘完全燃烧,燃烧放出的热量通过氧弹传递给水及仪器而引起温度升

高,从而测定萘的恒容燃烧热。

萘对人体健康有危害,其升华扩散到大气中也会污染实验室环境。尽管学生单次实验的用量仅为0.5g左右(若要求重复一次,则约为1.0g),但是整个年级人数众多,萘的总用量不容忽视。在实验过程中,学生首先通过台秤初步称量一定质量的萘,然后将其压片,再使用分析天平进行精确称量,最终将其放入氧弹。在这一系列操作过程中,萘始终暴露于敞开的环境里,部分试剂不可避免地因挥发、升华扩散到空气中<sup>[4]</sup>,从而危害师生身体健康。年复一年,环境中的萘就成为一种长期的污染源。

基于“绿色化学”理念,本实验拟选取一种对环境 and 人体无害的物质来代替萘。结合燃烧热测定实验的特点,这种物质需满足以下要求:其一,必须是能够完全燃烧的碳水化合物,最终产物为 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ ;其二,在常温下为固态粉末状或晶体状,能够压制成片;其三,燃烧热相对较大,以确保氧弹周围介质(水)温度升高幅度较大,实验现象明显。在压力为101 325 Pa、温度为25℃时,蔗糖和萘的燃烧热分别是5640.9 kJ/mol和5153.9 kJ/mol<sup>[5]</sup>。因此,在常见的有机物中,蔗糖成为首选。事实上,蔗糖除了满足上述基本条件外,还有价廉、易得的优势。由于蔗糖与萘的燃烧热不同,因此蔗糖的实验用量是相对于萘的用量来确定的<sup>[3]</sup>。选用蔗糖代替萘为燃烧热实验的样品,可以保证实验过程中无毒无污染,从而极大地改善实验室的环境,并有助于学生树立绿色化学的理念。

### (三)绿色化学理念与育人理念的关系

绿色化学理念是一种非常重要的化学理念,也是物理化学实验教学的育人理念之一。对学生进行绿色化学教育,指导学生应用绿色化学的原理设计实验方案,有助于培养学生的环保意识,激发学生的社会责任感,为其今后以绿色化学理念

指导工作打下基础。

绿色化学理念涉及化学的方方面面,教师和学生都要践行绿色化学理念。为了有效改善和解决传统教学中遇到的问题,促进教学改革,教师应尽可能选用无毒无害的实验药品,并在不影响实验结果的前提下,尽可能减少药品的用量。同时,授课教师在教学中可以尝试开发并使用微型实验教学仪器,并对实验废弃药品进行分类回收和再利用。这样做既能降低成本又能减少污染,并且体现了绿色化学的思想,向学生传递了绿色化学理念。

## 二、化学素养的提升

燃烧热的测定实验作为物理化学的经典实验之一,不仅涉及氧弹式量热计、氧气瓶、压片机、电子天平、台天平等仪器设备的基本操作,而且涉及化学热力学的诸多基本概念和知识要点,如系统与环境、热力学第一定律、绝热过程、恒容过程、恒压热效应、恒容热效应、热化学方程式等。该实验对于培养学生的化学素养、提高学生的综合素质及实验技能具有极为重要的作用。学生通过将所学的热力学理论知识应用于物理化学实验,可以加深对基础理论知识的理解,掌握公式的应用。

### (一) 雷诺图解法校正温度变化

减少实验各个环节的误差是物理量测定首要考虑的问题。为此,强化学生对“量”的理解是提高学生化学专业素养的基础。为达到精确测定的要求,燃烧丝的燃烧热和温度计的校正等都需要考虑。实验过程中不可避免地存在量热计与周围环境的热传递,因此温差测定仪上显示的由燃烧反应引起的温度升高值  $\Delta T$  不是精确值,以致实验存在误差。雷诺图温差校正方法已被广泛用于量热分析,成为消除外界干扰、准确测定温度变化的重要手段<sup>[6]</sup>。为了提高温度测量的准确性,在进行数据处理时,教师应要求学生绘制雷诺温差校正曲线进行温度校正,以培养学生正确分析和解决实际问题的能力,使其树立严谨求实的科学态度。

### (二) 燃烧热测定实验技能训练

实际教学中发现,导致燃烧热实验失败的主

要原因是点火不成功或样品燃烧不完全。导致点火失败的主要原因包括点火丝断路、电极短路、点火丝与样品接触不良、点火丝与电极存在较大的接触电阻等;样品燃烧不完全的原因包括样品片压得太紧、氧弹内充氧不足或氧弹漏气等。若出现这些问题后从头做起,不仅耗时、浪费试剂,而且会造成更多污染。为此,教师在实验教学中应引导学生手脑并用,着眼于关键步骤和细节操作,真正达到实验技能训练的目的。

## 三、现代化信息技术应用能力的培养

### (一) 数据采集和处理自动化

传统的燃烧热实验需要人工操作,实验过程长,数据记录量大,数据读准难,费时费力,且采用坐标纸手工绘图会导致测定结果误差较大。因此,我们对实验进行了改进,采用微机控制燃烧热测定系统,如图 1 所示。该测定装置主要由氧弹式量热计、BH-III 型燃烧热数据采集接口装置<sup>[7]</sup>、计算机三部分构成。从实验条件设置、开始实验到数据采集,整个实验过程是通过系统自动完成的。仪器自动记录样品燃烧过程中的温度数据,不仅省时省力,而且消除了人为观察的误差,提高了测定结果的准确性。将计算机技术应用到化学实验,可以加深学生对现代化实验仪器的认识,提高学生应用计算机的能力,同时提高学生对物理化学实验的兴趣和积极性。

### (二) 数据处理软件化

实验数据处理是物理化学实验中的一个重要环节。近年来,计算机软件(如 Microsoft Excel<sup>[8]</sup>、Origin<sup>[9]</sup>、Matlab<sup>[10]</sup>等)已被广泛应用到物理化学实验数据处理中。计算机软件的使用不仅能够避免手工处理实验数据的复杂性,减少人为误差,而且能够很方便地得到各项统计数据 and 拟合参数,极大地提高数据处理效率和结果的准确性。此外,利用计算机软件处理实验数据,不仅能使学生掌握作图的方法和技能,而且能培养学生正确处理实验数据和分析实验结果的能力,符合信息化时代对学生综合素质提升的要求。

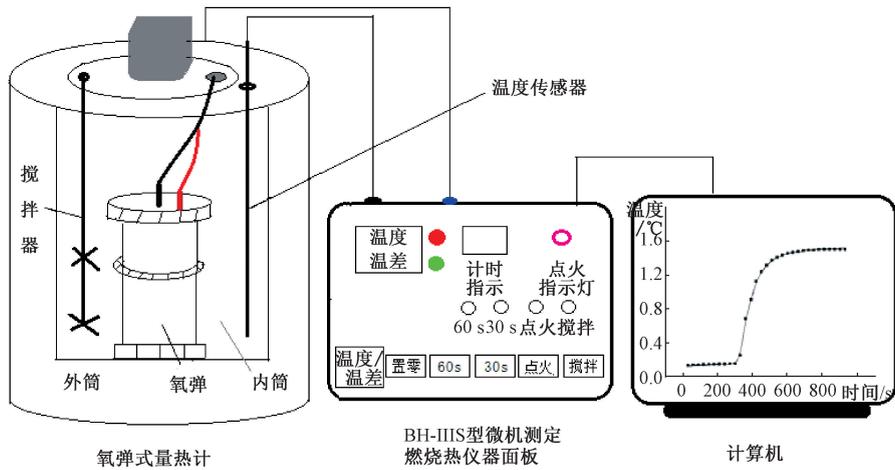


图1 燃烧热的测定装置示意图

现代化实验教学仪器和计算机数据处理软件的应用能训练学生应用计算机操作并控制化学实验的技能,培养学生应用计算机软件分析并处理实验数据的能力,提高学生综合运用知识的能力,从而使提高学生综合素质的育人目标得以实现。

#### 四、结束语

基于上述物理化学实验教学育人理念,我们重新编写了教材<sup>[7]</sup>,制定了新的实验教学大纲,优选并完善了物理化学实验内容与方案,购置了现代化实验教学仪器,引入了现代化信息技术。物理化学实验教学育人理念的贯彻落实提升了课堂教学效果,增强了学生的综合素质,提高了学生的学习兴趣 and 积极性。

在今后的实验教学中,我们将继续贯彻执行以绿色化学理念为指导、以提升学生化学素养和综合素质为目标的育人理念,强化学生的创新意识,注重训练学生的信息化能力,培养具有扎实的基本能力、过硬的专业能力、全面的综合能力的复合型人才。

(文字编辑:李丽妍)

#### 参考文献:

[1] 胡明星,宿辉.绿色化学理念在高等化学教育中的融

入[J].黑龙江高教研究,2009(7):175-176.

[2] 刘弋潞,胡晓洪,梁舒萍.基于绿色低碳的物理化学实验教学改革[J].实验室研究与探索,2011,30(8):345-348.

[3] 宋皖英.燃烧热测定实验的一点改进[J].安徽教育学院学报,2003,22(3):77.

[4] 赵朴素,宋洁,刘炳华.基于“燃烧热测定”实验谈物化实验教学改革[J].河北理科教学研究,2016(2):35-38.

[5] Weast R C. CRC Handbook of Chemistry and Physics[M].63 Edition.1982-1983:280.

[6] 孙尔康,高卫,徐维清,等.物理化学实验[M].2版.南京:南京大学出版社,2010.

[7] 王文珍,刘雪梅.物理化学实验[M].北京:化学工业出版社,2017.

[8] 胡爱,江张进.Excel在物理化学实验数据处理中的应用[J].化工时刊,2011,25(10):55-57.

[9] 孙明珠,贾亚民,王红理,等.Origin软件在实验数据处理中的应用研究[J].实验室研究与探索,2015,34(10):96-98.

[10] 杨涛.Matlab在物理化学实验数据处理中的应用[J].高等函授学报(自然科学版),2010,23(1):68-69.