

•科普•

doi: 10.3866/PKU.DXHX201806032

www.dxhx.pku.edu.cn

利用高校优势，开展不同层次化学科普工作

高珍，黄军，吕占霞，马锴果，马艳子，赵浩，边磊，贾莉，耿金灵，徐金荣，关玲，徐烜峰，王岩，李维红*

北京大学化学与分子工程学院，化学国家级实验教学示范中心，北京 100871

摘要：北京大学化学国家级实验教学示范中心一直致力于探索和实践有效的科普方式，通过建设科普基地、完成多项科普项目和参加不同类型的科普活动，逐步积累了一些有效的科普模式。本文以展示日常生活与化学的关系为科普的出发点，从科普基地建设和产品开发两方面讨论了科普的内容和形式，以及不同科普活动针对的群体，期望高校和科研院所发挥自身优势，在科普工作中承担引领者和标杆的角色。

关键词：化学；科普；示教

中图分类号：G64；O6

The Science Popularization of Chemistry at Different Levels in the University

GAO Zhen, HUANG Jun, LÜ Zhanxia, MA Kaiguo, MA Yanzi, ZHAO Hao, BIAN Lei, JIA Li, GENG Jinling, XU Jinrong, GUAN Ling, XU Xuanfeng, WANG Yan, LI Weihong *

National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education, College of Chemistry and Molecular Engineering, Peking University, Beijing 100871, P. R. China.

Abstract: The National Demonstration Center for Experimental Chemistry Education of Peking University has been committing to explore and practice the effective way of science popularization. Through the construction of the science popularization base, completing several science popularization projects and taking part in many times of science popularization activities, we gradually accumulated some effective work modes on how to carry out the science popularization work in universities. This paper shows the relationship between life and chemistry, discusses the construction of base and the development of product, and demonstrates the content and form of science popularization. We expect colleges, universities and research institutes could play their leading role in the work of science popularization.

Key Words: Chemistry; Science popularization; Teaching demonstration

化学与人类的发展和社会的进步有着非常深厚的渊源，涉及到人类生产生活的方方面面，我国的经济建设取得长足进步，与化学学科及工业的发展密不可分。然而，我们经常会听到、看到公众对化学的误解和恐惧^[1,2]，认为化学带来了污染、有毒有害、爆炸等危险，甚至在中央电视台的化妆品广告里会出现“我们恨化学”五个大字反复播放的情况^[3]，以至于孩子选择专业时也对化学专业讳莫如深，这些现象不仅是社会对化学的歪曲理解，更反映了公众甚至是一些受过高等教育的群体化学常识的缺失。

收稿：2018-06-25；录用：2018-06-28；网络发表：2018-06-29

*通讯作者，Email: weihong.li@pku.edu.cn

基金资助：2016 年北京市科学技术普及专项项目

提高公众的科学素养,尤其是化学素养任重而道远,营造良好的科普氛围需要长期的坚持,开发有效的科普手段需要科学的考量和反复的实践。高校和科研院所的人才队伍拥有对学科及科学更为深刻的理解和感悟,理应承担起科普工作中更加专业、更有担当的引领者的职责,为科技馆、博物馆、中小学、社区等各级别科普阵地树立科普工作的理念和标准,输送合理有效的科普模式。作为国家级教学示范中心,北京大学化学国家级实验教学示范中心(下简称“实验教学中心”)同时也是北京市科普基地,科普工作对于中心来说是任务更是义务。多年以来,实验教学中心一直在科普领域进行探索,通过多种科普项目和科普活动,在化学科普方面取得了一些进展,对科普工作的理解也逐步加深。

1 科普工作的思路

1.1 出发点

化学作为与人类日常生活紧密相关的实验科学,科普工作中最具视觉冲击的表现形式就是实验过程和现象,所以实验教学中心从展示身边生活与化学的关系出发,开展和开发适合于不同层次人群的与化学实验相关的科普活动和科普产品。科普工作的目标首先是丰富公众的化学知识、纠正误区;在此基础上,带动科普走进中小学,在初始教育阶段,保护孩子们对化学的兴趣,引导孩子们对科学的良好认知,培养正确的科学态度;长远来说希望带动社会形成良好的科普氛围,促进化学学科健康发展。

1.2 科普原则

开展科普工作首先要面临对科普内容和方式的选择,在多年探索并实施科普工作的经验基础上,目前执行三点原则:首先是分层次科普,针对公众、中小学甚至幼儿园学生,到非化学专业的大学生、化学专业的大学生,甚至到专业化学工作者,须开发与人群水平契合的、不同的科普内容和不同层次的科普方式;其次是突出高校或科研院所自身化学学科的特色和特长,并将其融入到科普内容中,拉近前沿尖端科学与科普对象之间的距离,使其认识到,科学就在身边;另外还需要着重开发能互动的科普活动和产品,在科普的过程中不仅要传递科学知识,更要传递科学的方法和思路。

1.3 工作模式

组建科普团队,由富有科普思路与热情的核心成员和高效执行的参与人员组成。由于科普融合了实验方案设计、产品落实、活动组织等各项工作,在组建队伍方面除考虑不同学科之间的搭配之外,还须兼顾不同特长人员的相互搭配,如擅长钻研和善于组织的人搭配、想法多和勤于落实的人搭配、口才好和动手能力强的人搭配等等。对于核心成员,鼓励其在本职教学相关工作中捕捉灵感、积累素材,并开展定期讨论,将其酝酿成适用于科普的实验项目、产品或互动形式,就像打磨一颗颗科普“珍珠”。另外,争取机会参加各级部门委派的科普项目、科普活动任务,在此过程中“将珍珠串成项链”。与此同时,收集并调研科普活动的反馈意见与建议,根据实际科普效果调整下一步工作。

2 科普项目

高校承担的科普项目一般是来自于国家省市的科普任务,通过校级管理部门委派。近五年内实验教学中心承担了科普基地建设和科普产品研发两大北京市科普项目,在完成项目的过程中将科普工作进行了系统的梳理和提升。

2.1 科普基地建设

2014年,我们建成了北京大学化学实验示教中心(下简称“示教中心”),其建设初衷是希望有一个具备化学特色风格、可供交流展示的平台(图1),同时可以服务于本科教学。示教内容包括建设时急需也较为成熟的三部分内容:仪器内部展示、颜色系列展架和各种模型。示教形式结合内容和需求来进行设计,非常多样化,有仪器拆解和部件标注、图文展板、讲解和互动等。

2.1.1 仪器内部展示

示教中心目前展示的仪器有 50 余种, 基本涵盖了教学过程中所涉及的绝大部分(图 2), 均来自于学院老师们已淘汰却不舍得丢弃的废旧仪器。我们收集后对其进行清理、拆解、关键部件标注, 在每台仪器旁边配备图文展板, 对方法原理和仪器硬件进行介绍, 同时附上光路图、流程图、分析结果图(图 3), 方便学生从中了解方法的原理和仪器的构造, 并了解各种方法的发展历史和前沿应用方向, 能更深入地使用和发展它。

对于基础的光学或电化学仪器, 设计了可供学生动手操作的互动方案。例如, 对于双光束分光光度计, 用大功率激光笔代替光源, 当斩光轮快速旋转时, 学生就能非常直观地理解双光束的产生和工作原理(图 4)。为 pH 计配备综合电位差计, 学生可以现场连接电路, 正反方向分别调节电位值, 观察 pH 的变化规律及其与电位之间的对应关系, 深入理解能斯特方程及应用。



图 1 北京大学化学实验示教中心

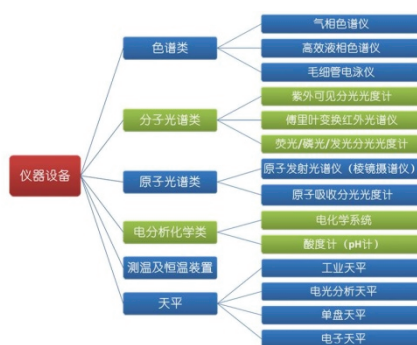


图 2 示教中心展示仪器种类

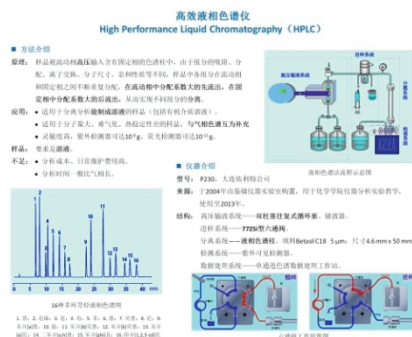


图 3 高效液相色谱仪图文展板图



图 4 用激光笔做光源展示双光束紫外可见分光光度计的光路

示教中心的仪器展示部分已用于仪器分析实验和定量分析阅读班的教学, 取代了以往学生在实验结束后须到郊区工厂参观仪器组装的教学环节, 教学效果良好。

2.1.2 颜色系列展架

制作颜色系列展架的目的是从人们最熟悉的颜色作为入口, 揭示它背后的化学原理, 让学生了解颜色的来源和应用, 进而理解颜色和光谱的关系, 从本质上了解光谱类仪器在化学学科中的应用与发展^[4]。展架的基本形式是前面放置样品瓶, 后面介绍颜色产生的机理, 样品大部分由我们自己合成并封装(图 5)。

展架共有 35 个, 分为 7 个系列: 物质的颜色与光; 配合物的颜色与产生机理; 矿物的颜色与产生机理; 有机物的颜色与产生机理; 金属/半导体/绝缘体的颜色; 纳米晶的颜色; 量子点的颜色与荧光。目前颜色展架系列仍在扩充和更新中。

除展示外,还专门为普通化学实验课程开发了适合课堂互动教学的实验形式,例如,颜色连连看(图 6),通过让学生找出与颜色对应的波长,使学生快速熟悉光谱的基本概念。观察和对比量子点在激光照射前后颜色的变化,能使学生非常清楚地理解它的荧光效应。



图 5 颜色系列展架的基本形式

电子版为彩图



图6 颜色连连看用于课堂教学实验

电子版为彩图

2.1.3 模型展示

示教中心展示的模型不局限于类别和表现形式,非常多样和多层次,包括透明的化工零件模型教具(图 7),使学生了解管路上各种各样的阀门和泵的内部结构及其用途。还有各种结构模型,用球棍(图 8)、密堆积球(图 9)、串珠(图 10) [5]等各种形式来展示,密堆积球和串珠模型均由科普团队的老师自己设计并制作。目前还用球棍模型搭建出系列专题模型,如化学毒素分子类、碳类材料(如碳纳米管、石墨烯、金刚石)等。



图 7 化工模型



图 8 球棍结构模型

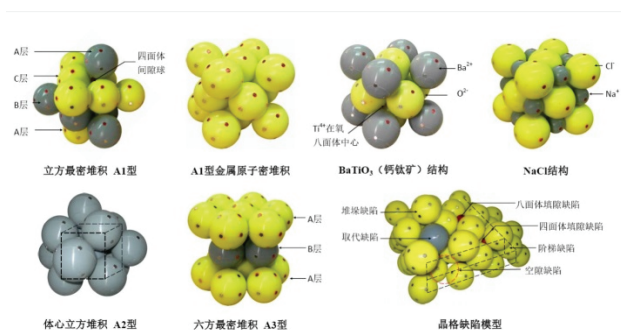


图9 密堆积结构模型



图 10 串珠结构模型

此外, 示教中心还结合学院老师们的科研工作特色展示, 例如裴坚老师课题组用有机光电材料(OLED)做的手机屏幕、李彦老师课题组的手性碳纳米管模型等。目前学院的老师们若有废旧仪器, 都会联系示教中心询问是否需要留存展示; 也有老师遇到适合科普的仪器(如 3D 打印机、透明可视的离子色谱仪等), 会建议示教中心购置, 这有利于展示内容处于持续更新的状态。

示教中心不仅扩充了教学资源, 师生们都非常赞同这种提供真实、可见的仪器或模型的教学方式, 并建议增加专题、丰富内容。而且示教中心承担了每年接待兄弟院校来访、中学生招生培训活动、向不同层次人群进行化学科普的任务, 每年约 3000–5000 人次, 充分发挥了示范作用, 各年龄段的参观者到了示教中心都兴趣盎然, 对他们正确认识化学、了解化学学科大有益处。在 2016 年学院国际评估时, 示教中心获得了国内外专家的一致好评。

2.2 科普产品研发

目前, 国内的化学科普仍大部分局限于网络视频、文字宣传等方式, 比如某些有特色的化学反应的演示视频、化学知识宣传讲座等。简短的视频可以向观看者传递强烈的视觉冲击, 但往往随之而来的是距离感。而文字和口头宣传又无法表现出化学学科与实验不可分割的特性, 不够引人入胜。因此, 化学科普应向演示与讲解并重、可参与、可操作的趋势发展, 才能真正起到科普的效果和作用。而如何开发适合科普、有趣味、有代表性、操作性强的实验或产品, 使科普对象在留下深刻印象的同时更能启发思维、激发探究热情, 是一项非常具有挑战性的工作。鉴于此, 我们在承担了北京市科普产品研发的项目后, 选择了以下由浅到深四个专题。(四款产品均在专刊中有文章进行详细说明, 此处只作简单介绍)

2.2.1 化学之门的钥匙——有生命力的化学元素周期表

实验教学中心曾于 2014 年设计制作了安装在墙上的大型实物展窗, 每种元素均有单质、化合物、矿物三种展品, 还包括该种元素的发射光谱, 侧重于学术性和知识的全面性, 但不利于推广。此次项目设计制作了一个可互动的便携型展盒(图 11)^[6], 展开后的“游戏背景”是元素周期表, 盒内有每种元素对应的日常生活中可见的物品和答题卡, 供科普对象读题后将物品放到正确的位置, 通过游戏的方式, 普及化学元素和与生活的联系。与此同时, 研发出一款能在电子设备上玩的元素周期表游戏——“爱猜元素”App(图 12)^[7], 游戏的性质更适合于开发竞赛性质的集体教学活动, 涉及到的样品的图片和视频, 均由团队成员自行设计和拍摄, 清晰度极高而且尽显化学之美, 能为使用者带来直观的视觉体验效果。便携实物展盒和 App 强调了新颖性、历史性和生活性, 非常适于携带和互动。



图 11 元素周期表实物展盒



图 12 爱猜元素 App 界面、图标和二维码

2.2.2 我身边的化学——颜色背后是什么

五颜六色的化学物质通常是化学带给科普对象的第一视觉印象, 但颜色不只是引人入胜, 更体现着深刻的化学理论背景。颜色的科普如果能做好, 能使科普对象体会到化学就在我身边, 并潜移默化使其用科学的眼睛看待身边普通的事物。在之前颜色系列展架的基础上, 把“颜色背后的化学”

加工成为可携带的多层展示盒(图 13), 并分类分区(图 14), 配合说明书进行展示。这款产品既可以作为元素周期表的扩充, 也可以在科普活动中与第四种科普产品光谱仪搭配使用。比如其中的食物色素样品, 既与生活密切相关, 又能和元素周期表、光谱仪串成一条科普线, 讲述一个完整的关于颜色的科普故事。



图 13 颜色系列展盒



图 14 颜色系列展盒的分类

2.2.3 自己动手做化学——揭开化妆品的神秘面纱

通过周期表游戏入门, 并感受了美丽颜色这第一印象后, 应进入动手操作环节, 使科普对象意识到“我会用化学”, 化学会让人类社会更美。设计制作了便携式的化妆品 DIY 套装, 这一产品教大家用食品自己动手制作化妆品, 马上就拉近了化学和生活的距离^[8]。团队的老师摸索了很多条件使制作护手霜的实验适合科普互动, 使得科普对象既能学习到乳化的原理, 又能在合适的时间内得到可使用的“化学产品”(图 15)。同时, 还设计出既蕴含化学知识, 又极具亲和力的小装备, 如热致变色的感温贴、3D 打印的螺旋配件、防止烫伤的小围栏等(图 16)。

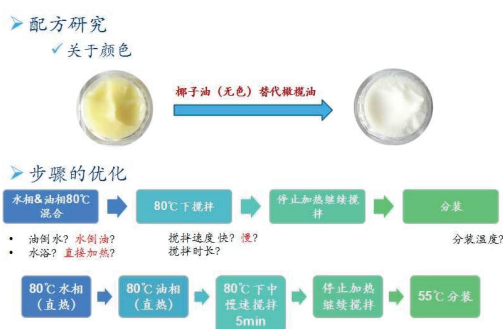


图 15 优化护手霜制作条件

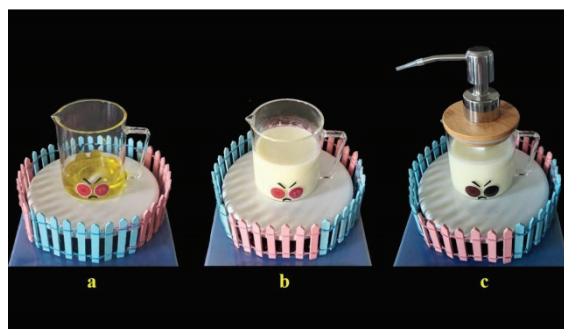


图 16 护手霜乳化过程中感温贴颜色的变化

(a) 高温时感温贴是红色; (b) 乳化过程; (c) 降温后感温贴变回黑色

电子版为彩色

2.2.4 了解化学的“放大镜”——能看到物质结构的光谱仪

在科普产品中引入仪器的介绍, 主要目的是让科普对象了解到在研究化学的过程中, 仪器作为“放大镜”是不可或缺的。紫外可见分光光度计是化学研究最简常见却也是相当重要的仪器, 非常适合作为科普仪器的起点和窗口; 我们使用五颜六色的饮料, 结合颜色系列展架设计了完整的科普“故事”——认识三原色并进行颜色的混合、通过光的吸收和透过引入波长的概念、用光谱仪展示光电信号的转变、通过深浅不同的颜色对光的吸收展示光谱仪定量测定的原理^[9] (图 17)。这一科普流程不仅普及了知识, 更将科学的研究思路传递给了科普对象。

在结题之际团队携带这组产品参加了全国科技周展览, 特别受欢迎, 中小學生可以在这里动手

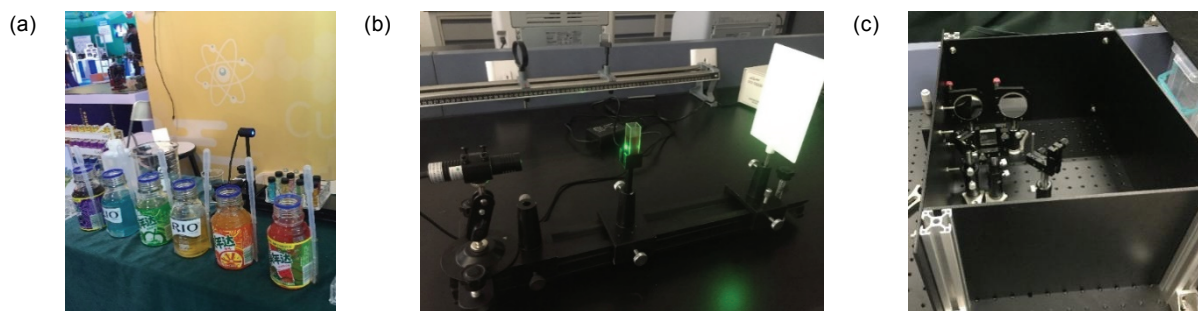


图 17 光度计的互动科普过程

(a) 用饮料认识颜色；(b) 对比不同颜色对光的吸收；(c) 认识光谱仪内部

玩实验，科普对象对安全能吃的化妆品特别感兴趣，中学老师认为光谱仪非常符合他们从物理到化学综合实践的模式，产品的科普效果非常好，受到一致好评。

3 科普内容和形式

实验教学中心经过多年积累，已有层次丰富、种类多样的科普内容和形式。

(1) 参观解说。这是经典的科普形式，但实用性和适用性非常强。我们目前开辟了大厅专题展窗、元素周期表实物展窗、示教中心、大厅电子展板、教学实验室等多个科普展示场所进行日常和专题展示，这种形式适合用于来到实验教学中心的科普对象。

(2) 科普讲座。鼓励团队教师发挥特长，开发多系列科普讲座，目前已实践的讲座系列包括：诺贝尔化学奖系列(适合高中生)、百年现代化学与百年北大化学系列(适合高中生)、化学拓展——药与毒、瘾与悦漫谈系列(适合初高中生)、身边的化学——C, N, O, H₂O 系列(适合小学生)，这种科普形式应用灵活，可以走进中小学及其他科普基地。

(3) 科普游戏。元素周期表实物展盒和爱猜元素 App 均非常适合稍有化学基础的初中生用来提高兴趣，其游戏的趣味性、比赛性适合进行集体互动。目前 App 正在迭代并开发 PC 版、手机版、网页版，并对题目和展示形式进行拓展。

(4) 科普实验。最能体现化学魅力的永远是实验，我们针对不同层次的人群，按专题设计开发了不同的演示实验和互动实验(图 18)。对于经典的演示实验，我们通过改变演示形式，提高趣味性和生活性。例如，淀粉遇到碘变蓝色，我们请科普对象自己擦土豆丝提取淀粉，用家用药品碘伏代替实验室用碘。同时开发有北京大学化学与分子工程学院实验教学中心特色的演示实验，例如，神奇的量子点、永恒的色彩、炫彩荧光、水中涂鸦等。

实验种类	实验名称	适用科普对象				
		幼儿园	小学生	初中生	高中生	大学生
趣味实验	拉出尼龙丝			√	√	
	烧不坏的手帕	√	√			
	水果电池	√	√			
	大象牙膏		√	√	√	√
	火山喷发液氮冰淇淋	√	√			
	焰色				√	√
	银树生长			√	√	
	鸡蛋碰碰碰	√	√			
	魔棒点灯			√	√	

图 18 科普实验(部分)及其适用人群

4 科普活动和科普对象

实验教学中心在过去五年内,一直致力于开发适合于不同层次人群的演示实验。为化学类和近化学类的学生准备化学理论课课堂演示实验;为没有学习化学理论课的文科学生开放演示实验课;为大学在中小学或面向社会进行的社会实践活动提供演示实验。每年4月份的化学文化节,为全校师生演示既具备有趣的反应现象、又蕴含诱人的化学反应原理的实验,旨在让更多的学生从多方位体会化学之美,以及化学与我们的生活紧密相关。每年5月份的校园开放日,对前来咨询专业信息的家长和学生开放实验室并进行讲解,向其演示魔棒点灯、水中花园等生动有趣的化学实验。使得考生和家长在轻松快乐中深切感受到化学之美,同时对化学学院有了更深入、全面的了解,为今后考生高考志愿填报及化学学院招收更为优秀的学生打下了良好的基础。面向中小學生,提供色彩丰富、如幻化魔术般的实验,例如烧不坏的手帕、鸡蛋碰碰碰、变色瓶摇摇乐、魔棒点灯、魔壶等。

科普渠道也灵活多样,走进小学进行实验互动操作激发了孩子们的好奇心与兴趣,穿插了精彩化学实验的童话剧令孩子们全神贯注、深入思索;接待中学生参观使学生们对化学学科有了较为系统整体的了解。自2011级开始,每届学生党支部均开展“实验进小学”主题党日活动,如2011年到北京市蓝天丰苑学校(农民工子弟小学)、2014年到北京大学附属小学、2015年到宣武区大栅栏街道三井社区炭儿小学分别开展了科普活动。曾接待北京市第六十六中学、北京大学附属中学、育英中学等学校的中学生到化学基础实验教学中心参观,并进行学科介绍和科普讲座,鼓励学生们通过自己的努力体会化学的魅力。

5 展望

通过建设科普基地、完成多项科普项目和参加不同类型的科普活动,我们意识到科普的重要意义和社会对科普急迫的需求,同时感受到高校和科研院所在其中必须承担引领者和标杆的角色。由于高校承担了繁重的教学和科研任务,在时间、空间、人力方面并不具备足够的科普资源,我们只能在小范围内实现科普并藉此获得反馈和经验,面对社会大规模需求时我们是力不从心的。因此,从长远来看,高校的科普工作应与中小学、科学馆、博物馆、科普机构和科普社区相互配合,才能营造全民科普的氛围,并实现权威而高标准的科学知识和思路的普及。

而对于科普工作本身,我们的理念由最初的科普“化学”,到现在的科普“科学”——设计科普内容时,由最初从有趣的知识“点”出发,到后来的拓展为现象与原理结合的“线”,到目前认真考量并设计的故事“环”。从最初的展示实验现象,到深入浅出地引出现象背后的化学知识,到目前请科普对象自己动手,引导他们细致观察现象、谨慎提出问题、辩证考量并提出假设、动手验证并得出结论这一科学的思路和健康习惯。甚至负责科普的教师传递的专业水平和对待工作的热情,都是科普工作中必不可少的一部分。

我们期待高校能与其他科普机构相互配合和支持,只有在良好和开放的科普氛围里,通过互动、引导思考而非灌输知识,科学才能顺畅自然地成为生活中的一部分,科普才能达到最佳效果。

致谢: 北京大学的化学科普工作得到了上级部门、领导们和各位老师的大力支持,在此一并郑重感谢:北京市科委和北京大学设备与实验室管理部提供了资金支持,北京大学化学与分子工程学院副院长裴坚教授提供了自由宽松的平台,北京大学化学国家级实验教学示范中心的贺维军老师主导设计和建设了示教中心、田曙坚老师主导开发了密堆积结构模型和元素周期表实物展窗,复旦大学物理教学实验中心主任乐永康教授在光度计仪器开发方面提供了关键的技术支持。

参 考 文 献

- [1] Morais, C. J. *Chem. Educ.* **2015**, 92 (1), 58.

-
- [2] Laszlo, P. *International Journal for Philosophy of Chemistry* **2006**, 12 (1), 99.
- [3] [2018-06-26]. <https://baike.baidu.com/item/%E6%88%91%E4%BB%AC%E6%81%A8%E5%8C%96%E5%AD%A6/18867293?fr=aladdin>.
- [4] 马锴果, 贾莉, 马艳子, 高珍, 李维红, 边磊, 黄军, 关玲, 徐烜峰, 赵浩. 大学化学, **2018**, 33 (7), 129.
- [5] 赵浩, 高珍, 李维红, 贾莉, 马艳子, 边磊, 黄军, 关玲, 徐烜峰, 马锴果. 大学化学, **2018**, 33 (7), 144.
- [6] 贾莉, 马锴果, 高珍, 李维红, 边磊, 赵浩, 黄军, 关玲, 徐烜峰, 马艳子. 大学化学, **2018**, 33 (7), 123.
- [7] 马艳子, 马锴果, 高珍, 李维红, 边磊, 赵浩, 黄军, 关玲, 徐烜峰, 贾莉. 大学化学, **2018**, 33 (7), 133.
- [8] 边磊, 徐烜峰, 高珍, 李维红, 高杨, 马艳子, 贾莉, 马锴果, 赵浩, 黄军, 关玲. 大学化学, **2018**, 33 (7), 138.
- [9] 黄军, 乐永康, 王岩, 吕占霞, 李维红, 马艳子, 贾莉, 马锴果, 边磊, 赵浩, 关玲, 徐烜峰, 高珍. 大学化学, **2018**, 33 (7), 149.