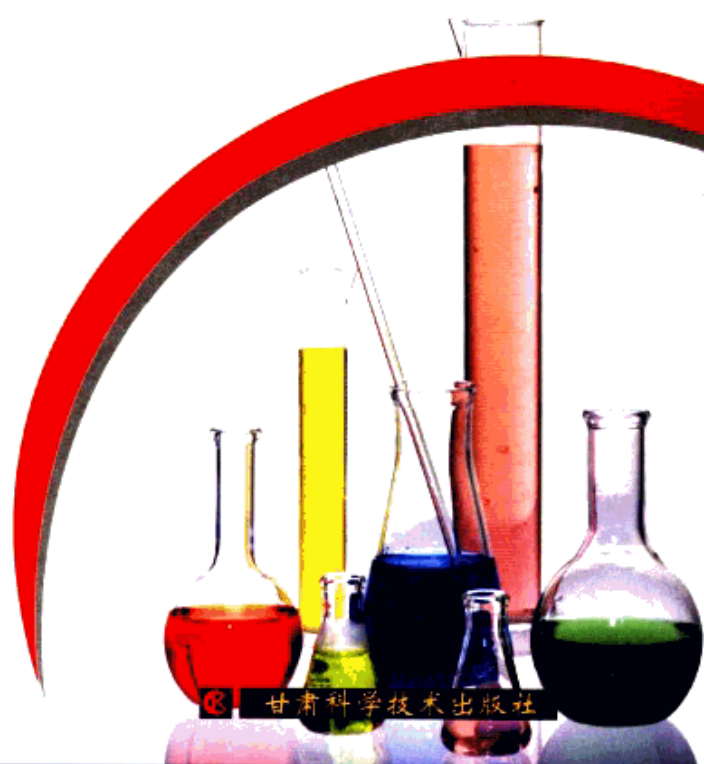


ZHONGXUE HUAXUE SHIYAN
JIAOXUE YU YANJIU

中学化学实验教学研究

胡胜利 常艳红 编著



前 言

为了全面推进素质教育,2001年教育部颁布了《基础教育课程改革纲要(试行)》,标志着我国基础教育进入了一个崭新的课程改革阶段。与此相适应,我国高等师范院校学科教育专业的课程也需进行相应的改革。为了配合基础教育化学新课程的实施,使高师学生更好地理解化学实验的教学理念、熟悉化学实验的教学内容、掌握化学实验的教学技能、学习化学实验的研究方法,在研究化学课程标准、中学化学实验教学相关论著和高师学生素质的基础上,借鉴了国内外中学化学实验教学的研究成果,结合我们从事“化学实验教学研究”课程教学的实践,编写了《中学化学实验教学与研究》一书。

本书包括中学化学实验教学概述、中学化学典型实验教学与研究、中学化学综合实践活动实验研究和附录等四部分。

第一章论述了中学化学实验的类型和技能,化学实验的教育教学功能,化学实验教学内容和教学目标,化学实验教学的一般要求等内容,以期使高师学生对化学实验及其教学规律有一个初步地了解和认识。

第二章“中学化学实验教学与研究”是本书的核心部分,也是该课程的重要实践环节。按中学化学实验的不同要求,本部分所编入的18个实验大致可分为三类:实验1至实验11为第一类,实验12至实验16为第二类,实验17至实验18为第三类。第一类实验要求高师学生按照中学演示实验和学生实验的教学要求,去研究实验和进行实验模拟教学。目的在于训练高师学生的实验操作技能、实验研究方法和实验教学能力。第二类实验要求高师学生按照实验课题目标,设计实验方案,创设实验装置,探究实验的最佳条件。目的在于培养高师学生的创新精神和中学化学实验的研究能力。第三类实验要求高师学生能使用包括投影仪、视频展示台和计算机网络等现代教育技术手段进行实验教学。

第三章选编的8个实验,是为适应基础教育改革中新增加的综合实践课程,培养学生创新精神和实践能力的需要而编写的,以便高师学生在毕业之后指导中学生开展综合实践活动时选择使用。

附录选编了中学化学实验室的建设和管理、常见酸碱溶液的配制等内容,供高师学生实验时或将来从事中学化学实验教学时查阅使用。

本书可作为师范院校化学教育专业学生的教材,也可作为中学化学教师继续教育的参考书。

作为一本中学化学实验教学研究的教材,我们在编写时注意了以下几点:

1. 力求反映中学化学实验的最新研究成果。为全面体现化学课程的新理念,反映基础教育化学课程标准对实验内容选择的新要求,我们对本书内容进行了精心选择和合理组织,尤其注意反映国内外中学化学实验教学研究的最新成果,从而使本书的内容具有一定的时代性。

2. 为体现本课程的探究性和教学性,实验课题是以问题形式陈述的。针对本课程的学习对象是未来的化学教师这一特点,本书打破了以往沿用学科内容体系陈述实验课题

的方式,采取了以学校教学情境中的化学问题来陈述实验课题的方式。每个实验课题都是用典型的问句陈述的,如“氧气有什么性质”、“水是由什么组成的”等,这是从一个充满好奇中学生的角度提出来的,这种表述方法有利于高师学生为开展教学而进行实验探究活动,有助于他们制定实验教学计划。

3. 对实验呈现形式进行了有益的尝试。例如,第二章的每个实验由“实验目标”、“活动步骤及要求”、“实验原理和补充资料”、“进一步探讨的思路”及“参考文献”等栏目组成。其中“实验目标”是用高师学生通过活动应外显的行为动作、应体验的活动过程、应表现的情感态度与价值观的形式来陈述的。例如,“熟练完成和规范操作‘氧气有什么性质’实验,并总结实验成功的关键”,“在小组中进行‘氧气有什么性质’模拟教学”,等等,这些目标十分有利于学生开展活动和自测,有利于教师的指导和检查。“进一步探讨的思路”则是用来丰富实验问题的,它为高师学生开展本实验的深入研究和进行相关研究提供了思路。

本书由胡胜利提出编写创意,确定框架体系。胡胜利编写了第一章,第二章的实验1、8、11、12、14、15、16、17、18,第三章的活动1、3、5、7、8。常艳红编写了第二章的实验2、3、4、5、6、7、9、10、13,第三章的活动2、4、6及附录。最后由胡胜利统稿、定稿。

本书的出版得到了陇东学院教材专著出版基金的资助。在成书过程中,得到了陇东学院化学化工学院、天水师范学院生命科学与化学学院的领导及其他老师的热情帮助和支持。书中参考和引用了许多专家学者的研究成果。在此一并向他们表示衷心的感谢。

由于编者的学识和水平有限,书中的缺点和错误仍在所难免,恳请广大同行批评、指正。

胡胜利

2006年3月

目 录

第一章 中学化学实验教学概述

第一节 中学化学实验	(1)
第二节 化学实验的教育教学功能	(8)
第三节 化学实验的内容和教学目标	(11)
第四节 化学实验教学的基本要求	(20)

第二章 中学化学典型实验教学与研究

实验 1 氧气有什么性质	(27)
实验 2 氢气有什么性质	(32)
实验 3 一氧化碳有什么性质	(37)
实验 4 甲烷、乙烯、乙炔各有什么性质	(41)
实验 5 水是由什么组成的	(49)
实验 6 催化剂对过氧化氢分解速率有什么影响	(53)
实验 7 如何测定硝酸钾在水中的溶解度	(57)
实验 8 如何测定中和热	(62)
实验 9 如何测定污水中的耗氧量	(67)
实验 10 如何测定市售食盐中碘的含量	(70)
实验 11 如何从红辣椒中分离红色素	(74)
实验 12 如何自制化学电池	(80)
实验 13 如何制取光亮的银镜	(85)
实验 14 什么是氨的催化氧化	(88)
实验 15 如何用废干电池提取氯化铵和制取氯化锌	(94)
实验 16 雷雨中微量硝酸是怎样形成的——模拟实验	(96)
实验 17 什么是化学振荡——投影实验	(98)
实验 18 原子是由什么构成的——计算机模拟实验	(104)

第三章 中学化学综合实践活动实验研究

活动 1 如何自制实验仪器和装置	(116)
活动 2 什么是微型化学实验	(120)
活动 3 如何测定土壤的酸碱度	(124)
活动 4 如何测定阿佛加德罗常数	(128)
活动 5 如何自制吸水材料	(133)
活动 6 如何测定食物中维生素 C 的含量	(139)
活动 7 如何分离与鉴定香烟中的有害成分	(143)
活动 8 融雪剂对环境有什么影响	(148)

附 录

附录 1	中学化学实验室的建设和管理	(152)
附录 2	常用酸、碱的浓度	(163)
附录 3	常见酸碱溶液的配制	(163)
附录 4	气体在水中的溶解度	(164)
附录 5	主要干燥剂可用来干燥的气体	(164)
附录 6	干燥剂的干燥效率	(165)
附录 7	可燃气体的燃点和混合气体的爆炸范围	(165)
附录 8	常用试纸的制备	(166)
附录 9	常用酸碱指示剂的配制	(166)
附录 10	特种试剂的配制	(167)
附录 11	莫氏硬度表、物质的硬度	(168)
附录 12	洗涤液的种类和配制方法	(168)

第一章 中学化学实验教学概述

在中学化学教学中,实验不仅是化学课程的重要构成内容,也是实施化学教学的重要途径,实验教学对于培养学生的科学素养,尤其是掌握科学实验的方法和技能、培养科学探究的能力、科学的态度和探究精神具有重要价值。在学校教育过程中也具有重要地位。因此,备受化学教师的重视。实验及实验教学的改革也因此成为化学教学理论和实践研究的一个重要领域。中学化学教师不仅要理解化学实验在化学教育过程中的作用,更需要掌握实施实验教学的基本技能和组织指导化学实验教学的种种有效途径。这就要对化学实验及其教学的基本规律及问题进行研究,并结合化学课程的培养理念,对化学实验的有关技能、教学内容、教学目标以及教学要求等问题进行探讨。

第一节 中学化学实验

一、科学实验与化学科学实验

科学实验是自然科学中一个使用广泛而涵义又十分宽泛的专门术语。什么是科学实验?就其表现特征而言,就是人们利用科学仪器、设备等,通过人为地控制或模拟自然现象来认识自然事物本质和规律的一种科学探究实践活动。根据学科的不同,可以将科学实验分为物理科学实验、化学科学实验、生物科学实验、天文科学实验和地学科学实验等5种。

所谓化学科学实验是指化学科学研究者根据一定的化学实验目的,运用一定的化学实验仪器、设备和装置等物质手段,在人为的或模拟自然的实验条件下,在原子、分子或离子层次上研究物质本质及其变化规律的一种科学实验。化学科学实验通常简称为“化学实验”,它是化学科学研究不可缺少的实践活动。化学实验具有以下的特点:

首先,化学实验研究的对象是原子、分子或离子层次上的物质,研究的内容是物质的组成、结构、性质及应用。这是化学实验不同于其他学科科学实验的重要特征。

其次,化学实验是一种现实的感性活动。这一点不仅表现在构成化学实验的各个要素(化学实验的主体、客体和工具)中,还表现在实施化学实验的过程中。在化学实验过程中,实验主体要操作一定的仪器、设备,使其作用于实验对象,并使实验对象朝着预期的方向发生变化,从而为认识物质及其运动变化规律获取化学实验事实(包括实验现象和实验数据)。实验仪器与实验对象的相互作用是不以人的主观意志为转移的,因而是一个活生生的现实的可感知的过程。但科学认识中的理性思维活动则不具备实验这种直接现实性

的特点,因为“思想根本不能实现什么东西,为了实现思想,就要有使用实践力量的人”^①。由此可见,现实性或感性是化学实验的重要特征,也是化学实验与理性思维相区别的重要标志。

再次,化学实验是一种物化的理性(智力)活动。从科学认识论的角度看,化学实验活动首先是实验主体利用化学实验仪器、设备把某种抽象的理性活动的成果物化为一定的感性形态,即物质化,再从物质的化学变化中获取具体的感性表象,进而参与化学认识过程,最终达到在原子、分子或离子层次上研究物质本质及其变化规律的目的。事实上,化学实验的每一个步骤(或称环节)都渗透着理性思维(包括推断、预测、比较、分类、确认变量、解释数据、建构模型等)。具体说来,在实验的准备阶段,提出研究课题是以从一定的生活经验或化学背景知识中,经过启发或独立的发现有实验价值的问题为前提的;确定实验目的需要经历化学理论的逻辑演绎过程;进行实验设计则要运用一定的化学理论进行逻辑推理,以便在实验实施之前,先在头脑中完成整个实验操作的图景,即为实现实验目的构思实验的内容、过程和预期的结果等,进而借助恰当的实验操作,使之物化为感性形态。在实验的实施阶段,无论是操作方法的运用还是偶然因素的处置,以及实验现象的观察和记录等方面都离不开理性思维活动。在实验结果的处理阶段,一方面要通过化学用语、线图和表格等对所获得的实验事实进行处理与分析,以便为揭示研究对象的本质及规律做好准备;另一方面,还要讨论整个实验的进程和成效,进行总结评估,如实验数据是否可靠,实验是否给出预期的结果,实验结果能否较圆满地回答实验者所提出的问题等等,所有这些思维都是渗透在实验中的理性思维活动。因此,我们不仅应把科学实验看做一种直观感受活动,还应把它当做一种理性活动来把握,即看做是一种物化的理性活动或理性活动的物化,^②只有这样才能全面地理解包括化学实验在内的科学实验的本质。

最后,化学实验是一种探索性、创造性的活动。化学实验研究的对象不仅包括自然界里存在的物质,而且包括人类创造的新物质。而许多物质的组成、结构、性质及应用,是人们尚未认识而又应该认识的。由于物质及其变化的复杂性,往往使事物的科学本质和规律不易外露,因而需要化学工作者付出艰辛的劳动,进行一系列的探索和创造性活动才能揭示事物及其变化运动的规律。另外,“化学中最有创造性的工作是设计和创造新的分子”^③。而这些新分子最终是通过实验创造出来的。化学实验的这种探索性、创造性,是其主体的能动性的高度表现。

二、化学教学实验

除了科学研究中离不开化学实验以外,在化学教学中同样也需要化学实验。这里的化学实验是在教学中进行的,是为化学教学目的服务的,因而,我们称之为“化学教学实验”。

① 马克思恩格斯选集(第2卷).北京:人民出版社,1957.152

② 刘郎.科学实验论.大自然探索,1991(3)

③ [美]R 布里斯罗著.化学的今天和明天——一门中心的、实验的创造性的科学.华彤文,宋心琦,张德和,吴国庆译.北京:科学出版社,1998.1-4

所谓化学教学实验是指在化学教学中教师或学生根据一定的化学教学目的,运用一定的化学实验仪器、设备和装置等物质手段,在人为的或模拟自然的实验条件下,在原子、分子或离子层次上研究物质本质及其变化规律,从而获得各种化学实验事实,达到化学教学目的的一种教学实践活动。化学教学实验通常也简称为“化学实验”,它是化学教学中经常进行的一种教学实践活动。

化学实验是以学生获取化学知识、领悟科学的思想观念、领悟化学家研究化学所用的方法为目的的。这与化学家以认识新的物质组成、结构和性质以及相互关系,以设计和创造新的分子为目的的是有所不同的。化学实验就其目的、内容、手段而言,具有以下几个特点:

(1)教育性。化学实验具有教育性,首先表现在化学实验在使学生获得化学知识的同时,其自身的特点,对学生的自然观、科学技术与社会关系的认识,对学生的科学精神、科学方法、科学态度等都会产生重要的影响。第二,实验过程的组织,实验技术的运用,具有潜在的教育性。当实验成为在教师指导下主动的、富有创新的过程时,学生的创新意识与能力可以得到很好的提升。第三,教师在实验过程中表现出来的严谨的科学态度和工作方法,规范的实验操作、安全与节约的意识等对学生的发展也有重要的影响。

(2)间接性。学化学实验内容主要是已知实验结果和采用已有实验手段的实验。学生借助于实验去认识已被人类所认识的化学世界。为了有目的地塑造学生主体和加速其认识过程,中学化学实验经过化学课程专家和教师精心选择,加工改造,根据化学课程目标和学生发展需求,从化学学科宝库中挑选和提炼出来的最基本的实验,是前人已经发现的总结和实验成果——系统化和概括化了的化学实验体系。它既是学生认识的对象,又是他们认识化学世界和发展自身的工具,具有中介性。

(3)有指导的活动。别于化学家的化学实验,中学化学实验(包括演示实验、学生实验)始终是在教师的指导下进行的。教师的指导主要是为学生高速便捷地获得化学知识、掌握化学实验技能、体验化学家的实验探究过程以及感悟科学的思想观念提供了稳定支撑和有效保障。教师的指导影响着实验过程中学生探究的方向、内容、手段等,并对它的结果和质量负责。

三、中学化学实验的类型

化学实验种类繁多,按照不同的标准,可以把中学化学实验分成不同的类型。根据实验内容的性质可将实验分为基本操作实验、揭示化学概念和化学理论的实验、元素化合物的性质和制备实验及结合生产生活实际的实验等四类;根据实验在质的方面或量的方面要达到的要求,分为定性实验和定量实验;根据实验的实施形式,可分为演示实验和学生实验;根据实验实施的场合不同,可分为课内实验和课外实验;根据实验所使用的仪器和操作方法的不同,可将实验分为常规实验、微型实验和简易实验;根据实验在认知过程中的作用不同,可分为验证性实验和探索性实验。^①也有学者按实验内容的性质不同可将实验分为化学基本操作实验、物质的制取(或合成)实验、物质的分离与提纯实验和物质的表

① 潘鸿章主编. 中学化学实验研究与创新. 海口:南方出版社,2001.9~21

征(检验、鉴别与鉴定)实验。^①

如果从实验的功能角度出发,我们可以把实验划分为检验性实验、探索性实验、析因实验、物质的制取或合成实验、物质的分离与提纯实验和模拟实验等六类。

(1)检验性实验:可重复性和结果的可预知性是检验性实验的基本特点。检验性实验按其目的不同可分为确证性(验证性)实验和证伪性实验。确证性(验证性)实验,即针对化学假说,为检验其正确而设计的一类检验性实验。这类实验大多有明确的探究对象和理论设计依据,往往采用可靠的实验方法来检验假设。例如,学生在学过勒沙特列原理后,所做的浓度、压强、温度对化学平衡影响的实验就是这类实验的典型事例。所谓证伪性实验,即针对化学假说,为证明其错误而设计的一类检验性实验。例如,20世纪90年代有人为证明被当时许多媒体誉为中国的“第五大发明‘水变油’”是一个骗局所作的实验,就是证伪性实验。

检验性实验也可按被检验的因素是否存在和存在多少分为定性实验和定量实验。定性实验,即一类以判定物质的性质及外部联系,或者物质的某种成分、结构等因素是否存在以及它们的作用是什么为基本特征的实验。因而测定对象的大体性状是其主要的特点。一般来说,定性实验只能达到判断实验事实是否存在的程度,常常用“有”或“没有”、“是”或“不是”来表征实验结论,只能给出对研究对象的一般性质及与其他方面联系的初步认识。定性实验也具有一定的探索性,但不具有精确性。定量实验是与定性实验相对的以精确测量对象属性为目的的一类化学实验。任何自然事物都是质和量的统一。定量实验着重在探测研究对象及其之间的量比关系,获得某些因素之间的影响程度。因而通过测量获取实验的量化数据是其基本特点。例如,不同温度下硝酸钾在水中溶解度的测定、阿佛加德罗常数的测定、中和热的测定、鲜果中的维生素C含量的测定等就属于这类实验。

(2)探索性实验:也称为探究性实验,是指学生采用一定的实验手段和方法,去探索未知(对人类可能是已知的)自然事物或现象的内在化学性质、结构或规律,寻找具有某种特征的物质,探究制取或表征某物质的最佳方法或新途径的一类化学实验。其特点是学生对研究对象或研究手段的不了解,实验的结果往往具有一定的发现性。例如,中学生为探究“镁条的灰黑色‘外衣’到底是由什么组成的”、“制取光亮银镜的最佳条件是什么”而进行的实验就属于这类实验。再如20世纪80年代有位学生为研究“竹子空腔中的气体成分是什么”而进行的实验,也是一个典型的事例。

(3)析因实验:即由已知结果去探寻其产生原因的一类化学实验。这类实验的一个基本特点就是追根溯源,运用实证的方式从影响物质及其变化过程的多种复杂因素中找出起主导或决定作用的因素,不仅从理论上分析引起变化的原因,还通过实验来加以检验、证实。因此,在进行析因实验时,往往要采用控制变量的方法,固定其他影响因素,只改变某一因素。这样多次实验获得实验结果后,再通过分析对比发现各因素之间的依存关系和影响关系。析因实验就其本质而言具有探索性。例如,空气中氧气成分的测定是无机化学中一个重要实验,国外早有多种方法介绍并对选用试剂做出定论,学生在义务教育阶段也已形成了不能选用生成气体的物质燃烧测定氧气含量的认知。美国JCE杂志介绍了

^① 刘知新主编,《化学教学论》(第三版),北京:高等教育出版社,2004.155

一个以棉花纤维为燃烧物进行的实验并引发争论,有人将这一过程设计为高一的析因实验,让学生去探究^①。实验装置如图1-1-1,将导管尖嘴处滴有酒精的棉花点燃,伸入圆底烧瓶(弹簧夹夹紧),待反应完全并冷却后打开弹簧夹,看到锥形瓶中的水被倒吸入圆底烧瓶。实验前学生一致认为由于生成二氧化碳,该方法不能测定空气中氧气的含量。但实际分组实验结果如下(表1-1-1)。是什么原因导致这种结果的产生?这时,学生为寻找答案而设计的实验就属于析因实验。

表1-1-1 空气中氧气测定结果

组 别	1	2	3	4	5	6	7	8
空气中氧气的含量(%)	21.05	20.26	20.68	21.22	21.66	20.63	21.59	20.39

(4)物质的制取或合成实验:这是一类以制取或合成已知物质或新物质为目的的实验。例如,氧气的实验室制法、酚醛树脂的合成等。

(5)物质的分离与提纯实验:这是一类以分离与提纯物质为目的的实验。例如,“粗盐的提纯”、“从辣椒中分离红色素”等实验。

(6)模拟实验:在化学研究中,有时受时间、空间等客观条件的限制,不能对某些自然现象进行直接的实验探究,这时就要人为地创造一定的条件和因素,在模拟条件下进行实验。例如,化学教师在教学中模拟雷雨云中微量硝酸形成的实验,就属于模拟实验。此外,虚拟实验也是一种特殊的模拟实验,虚拟实验是借助于计算机虚拟地建立起与真实环境相近的实验场景,能使学生仿佛处于真实的环境之中。像南极臭氧空洞的形成,原子弹、氢弹爆炸都可以用计算机模拟。

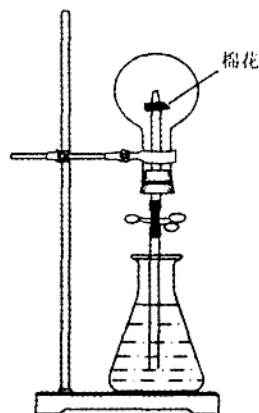


图1-1-1 利用棉花燃烧测定空气中氧气含量的装置

四、化学实验技能

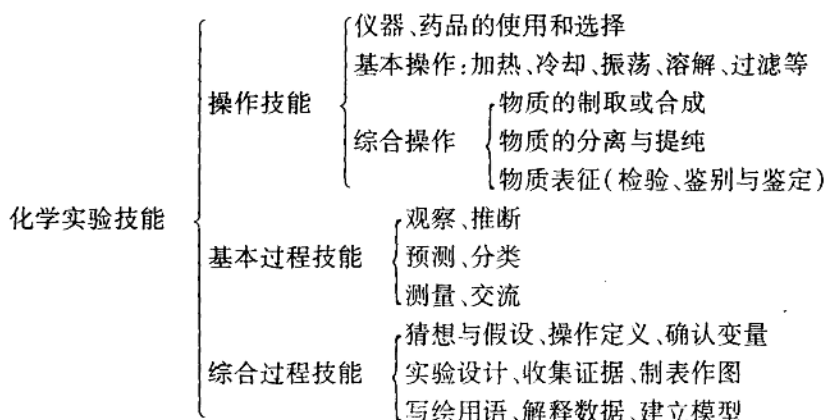
什么是化学实验技能?就其形成而言,就是实验者运用已有的知识经验,通过练习而形成的智力动作方式和肢体动作方式的复杂系统。化学实验技能按其性质和特点可以分为智力技能(心智技能)、动作技能两种。郑长龙认为,中学化学实验技能包括实验基本操作技能、仪器使用技能、应用性实验技能及实验设计技能四个方面。从动作技能来看,化学实验技能主要包括基本操作技能、仪器和药品的选择技能和综合应用技能等三方面。^②

上述对中学化学实验技能的分类,便于教师针对不同类型实验技能的学习形式的特点,根据不同的特殊规律进行教学和指导学生学。

从完整的实验活动来看,广义的化学实验技能包括操作技能、基本过程技能和综合过程技能。

① 孟献华,李广洲. 基于析因实验方法的探究活动设计与实施. 化学教学,2004(11):23~25

② 刘知新主编. 化学教学论(第三版). 北京:高等教育出版社,2004. 186



实验操作技能在基础化学实验课中已作了详细介绍,这里不再赘述。实验基本过程技能的说明见表 1-1-2。实验综合过程技能的说明见表 1-1-3。

表 1-1-2 实验基本过程技能

观察	运用感官(视觉、听觉、味觉、嗅觉、触觉)或使用观察工具而获得信息,有定性(如溶液是红色的)和定量(如气温为 30°C)之分。
分类	对实验中观察到的物质性质或现象进行分类、归类。例如:金属、非金属分类,将金属与酸反应从易到难的顺序排列等。
测量	运用标准测量工具(如天平、量筒、温度计、秒表、pH 计等)对物质及性质进行定量观察,正确使用测量单位(如国际单位制“米、千克、秒”等)。
推断	根据已有经验或知识,推测可能导致观察结果的原因。例如,某学生向教师报告说试管中的液体显碱性,这是该学生对其观察的现象(向盛有无色液体的试管中滴加 2 滴酚酞试液后,液体呈红色)所作的推断。
预测	根据对已有信息的分析,对未来事件作出推测。例如在做用乙醚为萃取剂的萃取实验前,有经验的学生知道该实验在通风条件不好时,乙醚遇明火会发生爆炸。
交流	对客观现象作准确的描述,区分观察与推断,运用图表、文字及模型等简单、明了地表述研究过程和结论。

表 1-1-3 实验综合过程技能

猜想与假设	分析观察结果,运用已有知识和经验对现象或事件之间的某种联系(或因果关系)进行合理的猜测。例如,某学生看到河水中的鱼突然大量死亡,考虑到上游有一化工厂常偷排有毒污水,于是认为鱼可能是中毒而死。
确认、控制变量 ^①	在进行任何化学实验之前,必须首先分析可能影响实验结果的主要因素。每次实验的过程中,除了有计划地改变所研究的变量(称为“自变量”)外,其他因素(称为“控制变量”)应保持恒定。例如,某学生决定研究化肥对农作物生长的影响,他选择了5只相同的盛土花盆(ABCDE),分别装入相同的土壤,再移入同一种农作物,并保证其他可能影响农作物生长的主要环境因素(如水、空气、阳光等)完全相同,在此基础上分别浇入溶有某化肥0g、2g、4g、6g、8g相同量的水。
操作定义	为了保证实验结果的可重复性,实验者必须对实验过程中运用的术语或确认的变量进行准确而简练的描述。仍以前面的农作物生长实验为例,如果实验的问题是“化肥用量的多少对植物生长的影响程度有多大”?实验者必须对花肥用量、农作物生长、阳光光照程度、环境湿度、水灌溉量等依次作出说明。比如“植物的生长状况”可明确表达为植物的高度及粗细,枝叶茂盛的程度以及植物茎叶的颜色等。
实验设计	根据所要解决的化学实验问题,确认和控制变量,运用操作性定义,设计简单的化学实验方案,并对实验方案的可行性进行初步的论证。
收集资料	为了解决某一问题,通过查阅文献、观察实验和分析数据,收集有关的信息。例如,为了确定对某植物的最佳施肥量及施肥日程,学生组成调研小组,首先查阅有关该植物生长的资料;通过观察和实验,对施肥周期、施肥量及植物生长情况进行记录和数据整理。
写出或绘制化学用语	为了系统化和简化地表示实验过程和结果,实验者所写出或绘制的元素符号、化学式、化学方程式和化学图示等。
制表、作图	在设计实验时,实验者也应考虑如何记录、整理和分析数据,将观察结果(数据)填入事先设计好的表格并将其以适当的图形表示出来,有助于发现变量之间的相关性或变量变化的趋势。
解释数据、建立模型	对数据分析过程中发现的变量之间相关性或变量变化趋势作出解释性的结论。科学解释往往可以借助于科学模型,包括形象的物质模型(如原子结构模型)、抽象的概念模型(如运用速率作为比喻的“化学反应速率”的概念)及数学模型(如化学反应速率与某一反应物的浓度的关系, $v_A = kc_A^n$)

参考文献

1. 刘知新主编. 化学教学论(第三版). 北京:高等教育出版社, 2004
2. 郑长龙主编. 化学实验教学论. 北京:高等教育出版社, 2002
3. 王希通主编. 化学实验教学研究. 北京:高等教育出版社, 1990
4. 郑长龙等编著. 化学实验教学新视野. 北京:高等教育出版社, 2003

① 有学者称为实验条件的控制。

5. 潘鸿章主编. 中学化学实验研究与创新. 海口: 南方出版社. 2001

6. 梁慧妹, 郑长龙著. 化学实验论. 南宁: 广西教育出版社. 1996

第二节 化学实验的教育教学功能

目前,对于化学实验的功能,许多化学教育家从不同的角度和出发点提出了不同的观点,有的对化学实验教学产生了重大的影响,被广泛的采用和指导实践。

例如,王希通等人认为,化学实验在中学化学教学中的重要作用可以概括为以下几个方面:

- ①化学实验能使学生形成有关物质的概念、化学基本概念和基础理论;
- ②化学实验能帮助学生检验和巩固化学知识;
- ③化学实验有助于培养和发展学生的观察能力和思维能力;
- ④化学实验是培养学生实验操作技能的唯一手段;
- ⑤化学实验有助于向学生进行唯物论和辩证法的教育;
- ⑥化学实验有助于培养学生严谨的科学态度和进行科学研究方法的训练;
- ⑦化学实验能激发学生的认识兴趣,调动学生学习的积极性。

刘知新综合国内外的教学实验,将化学实验在培养人才中作用概括为以下三点:

- ①具有深刻的认识论意义;
- ②对科学的世界观和方法论的形成具有深刻影响;
- ③对于培养各种能力和养成良好的学风是一种最佳途径。

郑长龙等人认为,化学实验有以下三方面的教育教学功能:

①化学实验的认识论功能。具体表现为:化学实验是提出化学教学认识问题的重要途径之一;化学实验能为学生认识化学科学知识提供化学实验事实;化学实验能为学生检验化学理论、检验化学假说提供化学事实。

②化学实验的方法论功能。通过化学实验可以使学生经历科学实验的一般过程,学习实验方法。

③化学实验的教学论功能。化学实验能够激发学生学习动机;化学实验能够创设生动活泼的化学教学情景;实验探究是转变学生学习方式和发展科学探究能力的重要途径;化学实验是落实“情感态度与价值观”目标的重要手段。

上述研究成果对于我们认识化学实验的功能有重要的指导作用。

一、化学实验是学生理解科学本质的重要途径

培养学生的科学素养是化学课程的总目标,对“科学本质的认识”是构成科学素养目标体系的一个重要方面。

关于什么是科学?人们众说纷纭,莫衷一是。从20世纪人们科学观发展变迁来看,大致经历了四个阶段。即常识性的科学观、经验主义的科学观、理性主义的科学观和历史主义的科学观。常识性的科学观认为,科学是一种知识系统。经验主义的科学观认为,科学是一种可确证(可验证)的知识体系。理性主义的科学观认为,科学是一种可证伪的知

识体系。历史主义的科学观则认为,从广义的角度看,科学实际上是一种特殊的社会文化探究活动。其过程是科学探究活动,其成果是科学理论知识,其认知主体是科学家,其社会功能是促进社会的物质文明和精神文明。很明显最后一种观点更为全面合理。

作为科学课程之一的化学课程理应有助于学生对科学本质的认识,形成合理全面的科学观。在化学教学中促进学生对科学本质认识的途径有多种,但最主要的有两种,一是开展适合学生的探究性实验。例如“对形成原电池条件的实验探究”,教师向学生介绍意大利生物学家伽伐尼在解剖青蛙腿时发现“肌肉中的生物电”的过程;化学家伏打对伽伐尼的研究产生质疑,并在大量实验的基础上,认为蛙腿抽搐与否,与所谓的“生物电”无关,而与金属有关的事实。在此基础上提出问题,为什么金属能够产生电流?然后组织学生运用“头脑风暴”提出金属产生电流的假设,鼓励学生自主设计探究方案,学生通过讨论筛选出合理的方案进行实验,从而找出形成原电池的条件。二是开展化学史研究,如“化学家对‘燃烧本质’的探究”、“化学价键理论的变迁”等。让学生走进化学史,借助已学的知识和各种教育资源(图书馆或互联网)对有关问题进行分析 and 归纳,理性的认识科学的本质是什么。对于化学教学来说,化学实验是学生理解科学本质的重要实践途径。

二、化学实验是学生掌握化学实验技能的有效手段

化学实验技能是实验者通过练习而形成有关化学实验的智力动作方式和肢体动作方式的复杂系统。化学实验技能包括在知识经验基础上,按一定的方式进行反复或模仿而形成的初级化学实验技能,也包括按一定的方式经多次练习使活动的基本成分达到自动化水平的高级化学实验技能,即熟练化学实验技能。无论是化学实验技能的初级形成阶段,还是熟练技巧阶段,都必须在实验活动中经过体验和练习才能形成。这是其他任何教学形式和方法所不能取代的。

三、化学实验是学生认识化学科学知识的重要途径

实践是认识的基础。化学实验作为一种化学教学实践活动,是学生认识化学科学知识的重要途径。化学实验对促进学生认识化学知识的重要作用主要表现在以下三个方面:^①

1. 化学实验是提出化学教学认识问题的主要途径之一

化学教学认识始于问题。所谓“化学教学认识问题”,是指化学教学认识主体(学生)在某一具体的教学认识中的当前状态与所要达到的目标状态之间存在的差距。“当前状态”是指学生目前已有的知识与经验,“目标状态”是指学生目前未知但准备去探究的新物质及其变化。因此,化学教学认识问题是已知与未知之间的桥梁和纽带。

在化学教学中,引发化学教学认识,提出化学教学认识问题的方式有多种,其中,化学实验是重要途径之一。

2. 化学实验能为学生认识化学科学知识提供化学实验事实

化学实验能为学生认识化学概念和理论提供化学实验事实。中学化学教学中的很多

^① 刘知新. 化学教学论(第三版). 北京:高等教育出版社,2004. 168

概念和理论的形成,一般都首先从认识物质的性质入手。而物质的性质,尤其是化学性质,只有借助于一定的实验手段(化学实验仪器和设备),在人为控制的条件下,使物质发生变化时才会显露出来,被学生所感知。学生通过感知物质及其变化的实验现象,获得化学实验事实,在此基础上形成化学概念、认识化学理论。

3. 化学实验能为学生检验化学理论、验证化学假说提供化学实验事实

在化学教学的理性认识阶段,化学实验同样也具有重要作用,它能为学生检验化学理论、验证化学假说提供化学实验事实。受到各种条件的限制,中学化学教学中学生对化学理论的认识,只是在若干个别实验事实的基础上获得的。这些化学理论是否适用于其他情况,是否具有普适性,还需经过化学实验的检验。只有这样,学生才能确信化学理论的真实性。

四、化学实验能够激发学生的学习兴趣

化学实验能引起学生浓厚的认识兴趣。这种认识兴趣是促进学生探究物质及其变化规律的一种重要认知内驱力,具有较强的动机功能。奥苏伯尔认为^①,“一般称之为学校情境中的成就动机,至少应包括三方面的内驱力决定成分,即认知内驱力、自我提高的内驱力以及附属内驱力”。认知内驱力是一种了解和理解的需要,要求掌握知识的需要,以及系统地阐述问题并解决问题的需要。这种内驱力多半是从好奇的倾向如探究、操作、领会以及应付环境等有关的心理素质中派生出来的。教育心理学家指出,教育的职责之一是,要让学生对获得有用的知识本身发生兴趣,而不是让他们为各种外来的奖励所左右。化学实验是学生对化学科学发生兴趣的最现实的、最活跃的、最强烈的成分。当学生对化学实验兴趣发生时,其中枢神经处于兴奋状态,能够认真操作、敏锐观察,促进化学实验顺利进行,并在实验活动中产生愉快、满足、喜悦、兴奋等情感体验,从而使化学实验兴趣得到进一步的强化,并迁移到对化学科学知识的兴趣。

五、化学实验是学生进行科学探究和转变学习方式的重要形式

基础教育化学课程改革以培养学生科学素养为宗旨,积极倡导让学生亲身经历以探究为主的学习活动,培养他们的好奇心和求知欲,发展他们对科学本质的理解,培养他们的科学探究能力。化学教学中的科学探究主要有实验探究、调查探究和讨论探究等三种形式,其中,实验探究是最常用、最主要的一种形式。^②所谓实验探究是指通过实验来进行的一种探究活动,它是科学探究在化学实验教学中的具体化,是在化学实验教学中发展学生的科学探究能力,落实培养科学素养目标的重要途径。化学课程标准中的“活动与探究建议”里提供了许多实验活动,原因之一就是突出了学生的实验探究活动,转变学生的学习方式。

① 邵瑞珍主编,《教育心理学(修订本)》,上海:上海教育出版社,1997. 297 ~ 299

② 刘知新主编,《化学教学论(第三版)》,北京:高等教育出版社,2004. 171

六、化学实验是落实“情感态度与价值观”目标的重要手段

情感、态度与价值观是化学课程不可缺少的重要目标,而化学实验则是落实这一类目标的重要手段。要落实化学课程中情感、态度与价值观等体验性目标,就必须运用“体验”的方法。所谓体验是指主体内在的历时性的知、情、意、行的亲历与验证。体验作为一种方法,要通过具体的活动来承载,而化学实验活动,尤其是实验探究活动,则是学生获得各种体验的最基本、最重要的载体。学生通过亲身经历实验探究过程,可以自我体会、自我感悟。

参考文献

1. 刘知新主编. 化学教学论(第三版). 北京:高等教育出版社, 2004
2. 王希通主编. 化学实验教学研究. 北京:高等教育出版社, 1990
3. 刘知新. 对“化学实验教学改革”的思考. 化学教育, 1991(3)
4. 郑长龙, 林长春. 论化学实验的教育教学功能. 中学化学教学参考, 1996(3)
5. 郑长龙等编著. 化学实验教学新视野. 北京:高等教育出版社, 2003
6. 潘鸿章主编. 中学化学实验研究与创新. 海口:南方出版社, 2001

第三节 化学实验的内容和教学目标

一、化学课程中的实验内容

1. 实验内容构成的特点

《义务教育化学课程标准》和《普通高中化学课程标准》极为重视实验的教育价值和作用,在内容标准的各个领域或各个模块中都编入了大量的实验,形成了以帮助学生理解科学的本质、形成实验技能、体验科学探究过程、学习化学知识和认识科学文化的化学实验内容体系。

从化学课程的基本理念和总体目标的构成来看,实验内容的选取比较重视基础性和探究性,多是些典型的、有启发价值和探究价值的基础实验,像探究空气中氧气的体积分数的实验,实验室制取氧气和二氧化碳的实验,土壤酸碱性测定的实验,探究农药、化肥对农作物或水生生物生长的影响实验,探究不同催化剂对淀粉水解速率影响的实验,探究明矾或铬钾矾晶体生长条件的实验等。这些实验不仅体现了化学学科的特点,而且具有可观察性、可测量性和可操作性,可以培养学生学习化学实验技能和探究方法,激发学生对科学探究的兴趣。

实验内容的选取除比较重视基础性和探究性之外,生活化、趣味化和绿色化的特点也十分明显。

化学实验的生活化。化学课程要“从学生已有的经验和将要经历的社会生活实际出发,帮助学生认识化学与人类生活的密切关系,关注人类面临的与化学相关的社会问题,培养学生的社会责任感、参与意识和决策能力”^①。为体现这一课程理念,化学课程选取了像“实验探究:温度对加酶洗衣粉的洗涤效果的影响”等用学生身边的化学物质作为药品的实验;选

^① 中华人民共和国教育部制订. 普通高中化学课程标准(实验). 北京:人民教育出版社, 2003. 3

取了像“硫在空气中和氧气中燃烧及形成酸雨的实验”等与化学有关的社会问题的实验内容;选取了像“自制肥皂与肥皂的洗涤作用”等用生活和社会中的化学现象作为实验内容。

化学实验的趣味化。化学实验具有动机功能,可以激发学生学习化学的兴趣,这是人们的共识。化学实验的趣味化主要体现在两个方面,一是化学实验的探究化设计,这种设计可以提高学生对化学实验的“认知内驱力”,学生是为解决问题、探究事物的奥妙而做实验,而不是为满足教师的要求去验证早已清楚的结论。二是通过创设一些生动、鲜明、新奇的实验现象来引发学生对实验的兴趣,例如,“火山喷发”、“烧不坏的手帕”、“滴水着火”、“神壶”、“密写墨水”、“水中生花”等。

化学实验的绿色化。化学实验的绿色化这是“绿色化学”对实验所提的新要求。绿色化学(Green Chemistry)也称环境友好化学(Environmentally Benign Chemistry)、清洁化学(Clean Chemistry),它是指设计对环境没有或者只有尽可能小的负作用,并且在技术上和经济上有可行的化学品的过程。中学化学实验的绿色化主要体现在三个方面,^①一是实验的绿色化设计,即选取绿色化的原料,采用“原子经济性”的化学反应,使所获得的产物绿色化。二是在现象明显的情况下,尽可能选用微型化学实验。因为在目前状况下,很多化学反应很难达到100%的原子利用率,为此开展微型化学实验就是降低化学反应污染程度的一条有效措施。三是化学实验的清洁化。化学实验的清洁化,^②是指通过一些有效措施使化学实验对实验场所和环境的污染降低到最低程度。如进行密闭实验、反应物质的回收利用和处理等措施。

2. 义务教育化学实验内容

在义务教育化学课程标准中,化学实验是以分散的形式分布在“科学探究”、“身边的化学物质”、“物质构成的奥秘”、“物质的化学变化”和“化学与社会发展”等五个一级主题中。

在“科学探究”主题中,“学习基本的实验技能”作为“学习化学和进行探究活动的基础和保证”^③,成为科学探究的重要组成部分。

“标准”中对基本的实验技能提出了如下要求^④:

- ①能进行药品的取用、简单仪器的使用 and 连接、加热等基本的实验操作。
- ②能在教师指导下根据实验目的选择实验仪器和药品,并能安全操作。
- ③初步学会配制一定溶质质量分数的溶液。
- ④初步学会根据某些性质检验和区分一些常见的物质。
- ⑤初步学习使用过滤、蒸发的方法对混合物进行分离。
- ⑥初步学习运用简单的装置和方法制取某些气体。

在“身边的化学物质”、“物质构成的奥秘”、“物质的化学变化”和“化学与社会发展”等四个一级主题的内容“标准”和“活动与探究建议”中,共提供了40个化学实验或化学实验系列,见表1-3-1。

① 刘知新主编,《化学教学论》(第三版),北京:高等教育出版社,2004,182~184

② 吴俊明编著,《中学化学实验研究导论》,南京:江苏教育出版社,1997,184

③ 中华人民共和国教育部制定,《全日制义务教育化学课程标准(实验稿)》,北京:北京师范大学出版社,2001,11

④ 中华人民共和国教育部制定,《全日制义务教育化学课程标准(实验稿)》,北京:北京师范大学出版社,2001,11