

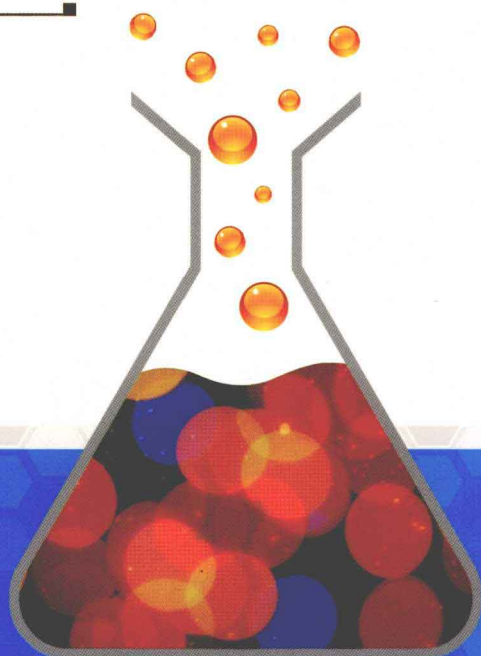


普通高等教育“十二五”规划教材

大学化学实验

丛书主编 张四方

本册主编 任跃红



中学化学实验研究

CHEMISTRY

中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

普通高等教育“十二五”规划教材

大学化学实验

丛书主编 张四方

中学化学实验研究

本册主编 任跃红

中国石化出版社

内 容 提 要

本书以基础化学教育改革要求为指导,以培养高素质未来化学教师为目的,以《化学课程标准》为准绳,内容以实验研究为主,包括手持技术实验研究、改进型实验研究、探究型实验研究、综合型实验研究、高中新课程典型实验研究、初中新课程典型实验研究等。在设计上既注意了实验的探究性,也注意了实验的基础性,增加了实验背景、实验指导和实验拓展等新体例,体现了服务学生的新理念。

本书可作为化学专业的实验教材使用,也可作为中学化学教师和化学教育研究者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

中学化学实验研究/任跃红主编.
—北京:中国石化出版社,2011.8
(大学化学实验/张四方主编)
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5114-1123-5

I. ①中… II. ①任… III. ①化学实验-教学研究-中学②化学实验-教学研究-师范大学-教材 IV. ①G633.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 158607 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京科信印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

787×1092 毫米 16 开本 14 75 印张 366 千字

2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

定价:32.00 元

序

在过去的 100 多年里,化学作为一门核心、实用、创造性科学,为人类认识物质世界和人类文明进步做出了巨大贡献。特别是近几十年来,数学、物理、生物、计算机学科和量子化学的迅速发展,以及在化学中的广泛应用,化学已从描述性学科逐渐走向推理性学科,化学研究的对象也从传统的原子、分子层次扩展到了原子、分子片、分子、超分子、多分子聚集态层次;按无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、高分子化学划分的化学二级学科体系被打破,建构起了合成化学、分离化学、分析化学、物理化学、理论化学、化学生物学、纳米(材料)化学、绿色化学、化学信息学新体系;化学已成为研究从原子、分子片、分子、超分子,到分子和原子的各种不同尺度和不同复杂程度的聚集态和组装态的合成和反应、分离和分析、结构和形态、物理性能和生物活性及其规律和应用的自然科学。

化学学科的迅速发展,对化学人才的培养,特别是高素质创新人才的培养提出了更高的要求。高等院校作为我国高素质化学人才培养的重要基地,对高素质人才的培养将起到不可替代的作用。然而,我国高等化学教育长期以来一直沿用“专业化、专门化”的“窄、专、深”课程体系,使化学实验教学依附化学二级学科,化学实验的目的重在加深对理论的理解和技能的训练,人为地削弱了化学学科之间的内在联系与渗透,学生综合能力得不到有效提高,严重制约了高素质化学人才的培养。为了适应 21 世纪社会发展对高素质化学人才培养的需求,全面反映化学学科发展水平,中国石化出版社组织编写了普通高等教育“十二五”规划教材《大学化学实验》。

普通高等教育“十二五”规划教材《大学化学实验》编写时力求以培养高素质化学人才为宗旨,提高学生化学综合素质为目标,打破了传统化学实验教学的旧模式,建立了以能力培养渐进发展的新模式,使教材具备以下特点:

新颖性 编写体系上,根据社会对化学人才的需求和化学学科发展的变化,打破了传统化学实验教学依附于化学二级学科的实验教学模式,重建了以能力培养为核心的“技能、基础、综合、探究”能力培养新模式,强化了高素质化学人才能力培养在普通高等教育中的重要性;实验体例上,增加了实验背景、实验指导、实验拓展等内容。实验背景为学生课前准备实验提供了与本实验相关的背景材料,内容涉及相关物质的性质与用途、研究成果与动态、实验方法与技术等,旨在启发思维,拓展视野;实验拓展为学生实验后提供本实验延伸的

参考思路,内容涉及知识迁移、方法迁移、应用迁移等,旨在举一反三,触类旁通;实验指导为学生在实验过程中如何高质量完成实验提供指导,内容涉及实验安全注意事项、实验操作关键和技巧等,旨在保证安全,提高效率。这些变化使《大学化学实验》与传统教材相比具有了一定的新颖性。

先导性 内容选择上,删除了那些内容陈旧、方法简单,不再适应高素质人才培养需求的实验,增加了能够反映当今化学学科成就的新技术、新方法、新成果,并将新能源、新材料、食品安全、绿色化学等与人类社会关系密切的化学内容纳入到了教材之中,突出了化学对社会所应承担的义务,使《大学化学实验》在内容上具备了一定的先导性。

系统性 《大学化学实验》共分6册:《化学技能训练》、《化学基础实验》、《化学综合实验》、《化学探究实验》、《中学化学实验研究》和《化学创新实验》。《化学技能训练》、《化学基础实验》、《化学综合实验》、《化学探究实验》构成了现代高等教育本科化学基本实验教学体系;《中学化学实验研究》为这个实验教学体系提供了教师教育延伸,为未来从事化学教育教学的学生提供专项培养;《化学创新实验》为这个实验教学体系提供了科学研究延伸,为未来从事科学研究和继续深造的学生提供专项培养。一个基本实验教学体系和两个专项培养模块使《大学化学实验》比传统化学实验教材更具系统性。

针对性 《大学化学实验》编写时充分考虑了“985”和“211”院校与一般高等院校人才培养目标和教学条件的差异,将《大学化学实验》使用的对象定位于一般高等院校的化学和应用化学专业。为了更好地适应一般高等院校的使用,教材内容选择不求仪器设备的高精尖,但求实验思路的异新变,教材内容为教学选择留出来足够的余地,使不同层次、不同类型的学校可以根据自身特点和区域特点进行特色办学、个性办学。

《大学化学实验》主要内容介绍如下:

《化学技能训练》 以教育部理科化学教学指导委员会制订的“化学、应用化学专业化学实验教学基本内容”为依据,包括实验安全、实验物品、样品采集、实验操作、测量仪器、数据处理、技能训练等内容,旨在规范和训练学生操作技能。

本册教学建议:教学在第1学期,时数为78学时。

《化学基础实验》 以教育部理科化学教学指导委员会制订的“化学、应用化学专业化学实验教学基本内容”为依据,包括重要常数测定、物质性质检验、无机物质制备、有机物质制备、物质分离鉴定、化学方法分析、仪器方法分析、重要参数测定和化学过程操作等内容,旨在强化化学实验操作和学习解决化学问题的基本方法。

本册教学建议:教学在第2、3、4、5学期,时数为216学时。

《化学综合实验》 内容选择标准有二,一是实验内容的综合性,一个实验含有两个或两个以上知识点的有机结合与渗透;二是实验方法(或手段)的多元性,综合运用两种或两种以上方法和手段来完成同一个实验。包括无机物制备与分析、配合物制备与测定、有机物合成与表征、物质的分离与检测、物质参数控制与测量、新技术训练与应用等内容,旨在强化知识、方法的综合运用,在化学学科层次理解化学。

本册教学建议:教学在第6学期,时数为54学时。

《化学探究实验》 提出课题,给出背景材料,通过学生的创新活动,共同构成学生的科学训练计划。包括合成路线设计、反应过程控制、物质分离提纯、物质结构表征、性能参数测定等内容,旨在帮助学生构建科学研究意识,提升科学探究能力,实现自我价值。

本册教学建议:教学在第7学期,时数为54学时。

《中学化学实验研究》 以中学化学实验教学内容为研究对象,通过科学探究,了解过程与结果之间的关系,为未来从事化学实验教学储备能量。包括典型高中化学实验、典型初中化学实验、改进型化学实验、手持化学实验、综合化学实验和探究化学实验等内容,旨在为学生未来从事化学教学做准备。

本册教学建议:教学在第7学期,时数为51学时。

《化学创新实验》 实验内容来自于教师科研项目成果、大学生创新性实验成果、化学学科的研究成果等。内容包括无机物、有机物、高分子化合物的合成与表征,新型功能性材料的制备与功能研究,食品、环境、化工等领域的化学问题与解决,旨在为学生从事科学研究和研究生学习做准备。

本册教学建议:教学在第7学期或第8学期,时数为54学时。

《大学化学实验》由张四方任总主编。参编院校有:太原师范学院、海南师范大学、晋中学院、忻州师范学院、运城学院和长治学院。所有分册的编写思路、实验内容、实验体例等都由大家共同讨论,充分酝酿确定,是集体智慧的结晶。《大学化学实验》的编写得到了参编院校、中国石化出版社的大力支持,太原师范学院教务处和中国石化出版社任翠霞老师给予了大力协助,在此向他们表示衷心的感谢。在编写过程中,我们参阅了大量文献资料,在此也衷心地向参阅文献的所有作者表示最诚挚谢意。

由于编者水平所限,加之时间仓促,教材中存在不妥之处,真诚希望读者提出宝贵意见。

张四方

2011年6月于太原

前 言

《中学化学实验研究》是高等教育本科化学基本实验教学体系的一个延伸，是为未来从事化学教育教学的学生而设置的一门专业化课程。其目的在于通过用科学探究方法对中学化学典型实验研究，理解中学化学实验教学基本规律，提高实验教学研究水平，回归学生的生活世界，使学生关注化学、关注生活、关注社会、关注自我、和谐发展，为未来从事化学教学做准备。

《中学化学实验研究》的编写以基础化学教育改革要求为指导，以培养高素质未来化学教师为目的。在内容选择上以《化学课程标准》为准绳，基本包含了中学的典型实验；在体系设计上以提高学生科学素养为主旨，建构了基础实验、改进实验、综合实验、探究实验新体系；在方法选择上以科学探究为主线，突出了过程对结果的影响；在实验体例上增加了实验背景、实验指导、实验思考等体例；在实验结果上强化了化学实验的定量化，将描述性实验结果数据化。通过这些努力，使本教材具备了时代性、新颖性、探究性、定量性。

《中学化学实验研究》共有9个单元，其内容如下：

绪论 中学化学实验概述，包括中学化学实验的形成与发展，中学化学实验的地位与功能，中学化学实验的发展趋势等。

单元1 中学化学实验研究，包括科学探究的基本涵义、基本过程、基本特征、影响科学探究的主要因素，中学化学实验的内容、变化、类型，中学化学实验研究的目的、要求、类型等。

单元2 中学化学实验研究技巧，包括课题选择技巧，资料查阅技巧，实验设计技巧，条件控制技巧，数据处理技巧，结果表达技巧等。

单元3 手持技术实验研究，包括温度传感技术，压力传感技术，离子传感技术，pH传感技术等。

单元4 改进型实验研究，包括实验装置改进、实验原理改进、实验试剂替代、实验方法改进等。

单元5 探究型实验研究，包括反应机理探究、反应条件探究、反应现象探究、物质组成探究等。

单元6 综合型实验研究，包括混合物的分离与测定，不同试剂对实验结果的影响，不同方法对实验结果的影响等。

单元7 初中新课程典型实验研究，包括简单物质制备，反应条件探究，溶解度测定，物质组成测定等。

单元8 高中新课程典型实验研究,包括物质制备,物质分离,常数测定,反应控制,新型能源,新型材料,废物利用,环境保护等。

教材使用建议:教学在第7学期,时数51学时。

本教材由任跃红任主编,任跃红、张四方修改并统校全书。参加编写的有:太原师范学院张四方(绪论、第2单元)、太原师范学院任跃红(第1单元、第3单元)、长治学院黄雪梅(第4单元、第7单元)、忻州师范学院阎怀义(第5单元、第6单元)和运城学院魏壮伟(第8单元)。太原师范学院、海南师范大学、晋中学院、忻州师范学院、运城学院、长治学院等院校参与了全书的审稿。在编写过程中,我们参阅了大量文献和资料,在此向这些文献和资料的作者表示衷心感谢,中国石化出版社和太原师范学院给予了大力支持,也向他们表示诚挚的感谢。

由于编者的水平所限,加之时间仓促,教材的不妥之处,恳请读者提出宝贵意见。

任跃红

2011年6月于太原

目 录

绪论

1. 中学化学实验概述 (1)
2. 中学化学实验的发展趋势 (6)

单元1 中学化学实验研究

1. 科学探究 (9)
2. 中学化学实验 (14)
3. 中学化学实验研究 (20)

单元2 中学化学实验研究技巧

1. 课题选择技巧 (27)
2. 资料查找技巧 (28)
3. 实验设计技巧 (31)
4. 实验条件控制 (33)
5. 数据处理技巧 (37)
6. 研究结果表达 (46)

单元3 手持技术实验研究

- 实验一 不同催化剂对双氧水制氧气的影响 (57)
- 实验二 氢氧化钠与盐酸中和反应滴定 (61)
- 实验三 化学平衡常数测定 (64)
- 实验四 燃烧热及燃烧效率的测定 (68)
- 实验五 浓度对弱电解质电离度的影响 (72)
- 实验六 不同水体中溶解氧的测定 (75)
- 实验七 自来水中余氯的测定 (78)

单元4 改进型实验研究

- 实验一 过氧化氢制氧气实验改进 (82)
- 实验二 甲烷制备与性质实验的改进 (84)
- 实验三 铜和浓硫酸反应实验的改进 (89)
- 实验四 乙醇氧化生成乙醛实验的改进 (91)
- 实验五 铁与水蒸气反应的实验改进 (93)
- 实验六 苯的溴代反应实验的改进 (97)

单元5 探究型实验研究

- 实验一 明矾晶体生长条件探究 (100)
- 实验二 硫酸铜与氢氧化钠溶液反应的不同现象探究 (104)
- 实验三 指示剂在不同浓度氢氧化钠溶液中颜色变化的原因探究 (106)
- 实验四 易拉罐的主要成分探究 (111)
- 实验五 纤维素水解制备葡萄糖的最佳实验条件探究 (113)

实验六 氢氧化亚铁制备装置改进的探究	(115)
实验七 草酸与高锰酸钾氧化还原反应速率探究	(118)
单元6 综合型实验研究	
实验一 香烟中有害物质的分离与鉴定	(121)
实验二 不同沉淀剂对制备铜氨络离子的影响	(124)
实验三 铜与硝酸反应的实验研究	(127)
实验四 银镜反应废液中金属银的回收	(129)
实验五 茶叶中主要成分的提取和浸泡时间对茶水总还原能力的影响	(131)
单元7 初中化学典型实验研究	
实验一 一氧化碳还原氧化铜的探究	(136)
实验二 水的组成测定	(140)
实验三 实验室制氧及催化剂性能比较研究	(143)
实验四 硝酸钾在水中溶解度的测定	(147)
实验五 实验室制氢最佳条件探究	(151)
实验六 物质燃烧条件的探索	(154)
实验七 金属腐蚀条件的实验室探索	(158)
实验八 铁、铜、银活动顺序探索	(161)
单元8 高中化学典型实验研究	
实验一 镁与水反应的探究	(166)
实验二 中和反应与中和热的测定	(169)
实验三 原电池与燃料电池	(174)
实验四 鲜果中维生素 C 的还原性	(177)
实验五 层析法分离铜离子与铁离子	(183)
实验六 自制酸碱指示剂	(186)
实验七 硫酸亚铁铵的制备	(192)
实验八 电镀	(196)
实验九 纳米铁粉的制备	(201)
实验十 污水净化——电浮选凝聚法	(204)
实验十一 废弃泡沫塑料制取燃料油气的研究	(209)
实验十二 草木灰中钾盐的提取与分离	(213)
实验十三 胶体的制备与性质	(217)
参考文献	(222)

绪 论

中学化学实验不仅是中学化学课程的重要组成部分，而且也是实施中学化学教学的重要途径。中学化学实验不仅可以培养学生的科学方法、技能和科学素养，而且可以培养学生的科学探究能力、创新能力，因此它在中学化学教育教学过程中占有重要地位。

高等师范院校作为中学化学教师培养的重要基地，其培养的学生不仅要理解中学化学实验在中学化学教育教学过程中的作用，而且需要掌握中学实验教学实施的基本规律和有效途径。因此，高等师范院校应对学生进行中学化学实验研究教育，使他们对中学化学实验及其教学的基本规律、目标、要求、内容以及技能等问题进行深入研究，这对他们将来从事化学教育教学工作具有重要意义。

1. 中学化学实验概述

化学实验是指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、分子或离子层次上探究物质本质及其变化规律的科学实验活动。

中学化学实验是指中学化学教师根据一定的化学教学目的，运用一定的化学实验仪器、设备等手段，在人为的或模拟自然的实验条件下，了解物质本质及其变化规律，从而获得各种化学实验事实，达到中学化学教学目的一种实践活动。

中学化学实验是以学生获取化学知识、领悟科学思想、体验化学家探索化学未知、继承人类已有的化学经验为主要目的。它与化学家以认识新物质的组成、结构和性质及其相互关系，设计和创造新的分子，探究人类未知化学事物及规律为目的化学实验有所不同。

中学化学实验就其目的、内容、方法而言，具有以下特点：

①教育性。中学化学实验的教育性表现在如下方面：首先，化学实验在使学生获得化学知识的同时，其实验自身的特点对学生自然观的形成、科学技术与社会关系的认识、科学素养的培养等均会产生重要的影响；其次，实验过程的组织、实验技术的运用也潜在地影响着学生。当实验成为主动的、富有创新的过程时，学生的创新意识与能力便可以得到很好的提升。

②继承性。中学化学实验的内容是经过化学课程专家和教师根据化学课程目标和学生发展需求，精心选择，加工改造，从化学学科已知经验中挑选和提炼出来的，是系统化和概括化了的化学实验体系。它既是学生认知的对象，又是他们认识化学世界和发展自身的途径。因此，它具有很强的继承性。

③指导性。中学化学实验始终是在教师指导下进行的。教师的指导主要是使学生快速便捷地获得化学知识、掌握化学实验技能，为体验化学家的实验探究过程以及感悟科学思想观念提供稳定支撑和有效保障。教师的指导不仅影响着中学生探究的方向、内容、手段，而且还影响着学生对已有化学经验继承的质量。

(1) 中学化学实验的形成发展

早在13世纪,英国著名的思想家、科学实验的先驱罗吉尔·培根(Roger Bacon, 1214~1292年)就指出:有一种科学比其他都完善,要证明其他科学,就需要它,那便是实验科学。实验科学胜过各种依靠论证的科学,因为无论推论如何有力,这些科学都不可能提供确定性,除非有实验证明它们的结论。只有实验科学才能决定自然可以产生什么效果,人可以创造什么成果,欺骗又可以造成什么后果。

15世纪前后,新兴的资本主义生产方式开始出现,它要求化学必须摆脱炼金术的束缚,摒弃神学和经院哲学思辨式的臆测和空谈。在这种背景下,化学方法逐渐在医药和冶金等方面发挥作用,受到医药化学家的重视。例如,比利时医药化学家海尔蒙特(B. Van Helmont, 1577~1644年)认为,培养医药化学家不光是靠讲课,而是靠用火的操作证明。

16世纪末17世纪初,英国哲学家弗兰西斯·培根(Francis Bacon, 1561~1626年)从哲学的高度强调发展自然科学实验的重要性,主张重新修订探索知识的途径。他认为:一切知识来源于感觉,而科学整理材料时,用的是实验、观察、比较、分析和归纳的理性方法。

17世纪中叶,科学家波义尔(Robert Boyle, 1627~1691年)对一系列新的实验和实践经验进行了总结,为元素做出了科学的定义。他认为:化学应该作为自然科学中的一个独立部分,有自己的追求,不应该只是医药和冶金的附庸。强调以实验方法和观察方法为科学思维的基础,而不是用空谈来建立化学的理论。与此同时,比利时医药化学家海尔蒙特的学生德·拉·包埃(F. de la Boe, 1614~1672年)说服大学当局,为其建立了一个化学实验室供他使用。到17世纪末,欧洲的大学中出现了“讲坛实验”表演。

19世纪初(1807年),苏格兰化学家托马斯·汤姆逊(Thoms Thomason, 1773~1852年)在爱丁堡建立了第一个供教学用的实验室。1819年又在格拉斯哥建立了一个同样的实验室。1838年,法国化学家杜马(Jean Baptiste Andre Dumas, 1800~1884年)建立了第一个向学生提供实验教学的实验室,并获得成功,培养出像L. Pasteur、A. Laurent、Sainte - Clarie Deville等著名科学家。1824年,德国化学家李比希(Justus von Liebig, 1803~1873年)在吉森大学建立了实验教学与化学研究相结合的、真正意义上的化学实验室。他亲自编写教学大纲、亲自教学,在教学过程中把理论教学压到最低限度,将剩余的时间用于指导学生亲自动手做实验或研究。Liebig的教学非常成功,培养出了A. W. Hofmann、F. Kekule等著名化学家。

19世纪后半期,在赫胥黎(T. H. Huxley, 1825~1875年)、斯宾塞(H. Spencer, 1820~1903年)等人积极倡导下,英国中学开设了化学课。课堂教学中教师结合讲解演示相关的化学实验。从此形成了中学化学演示实验。

1880年英国的阿姆斯特朗(H. Armstrog, 1848~1937年)认为自然科学教学的基本任务是使学生掌握科学方法,学会实验、观察、得出结论。他倡导用发现的方法,通过让学生用实验来解答问题的方式,形成了所谓的“实验室教学法”。他建议学校必须建立化学实验室,尽量模拟成是首次研究某问题的情境,让学生到实验室上化学课。教学内容应该是能够用实验研究方法学习的基础化学现象及物质。上课时,教师先介绍实验操作方法,然后学生独立地实验,观察并记录实验现象,启发他们根据实验得出结论,发现化学原理,并掌握科学思维方法。在整个教学过程中,学生独立实验占用绝大部分时间,教师的讲解、演示只起辅助作用。从此也就形成了在化学实验室进行的学生实验。此后,法、德、美等国也都效仿,“实验室教学法”在欧美及其他地区风靡一时。由于这种方法把化学知识分割为片段的实验事实,而没有给理论知识应有的地位,所以后来又出现了“教室教学法”(课堂教学法)。到

了 20 世纪,这两种教学方法互相配合、互相渗透,化学实验成为中学化学教学的重要环节和有机组成部分,化学实验也逐步形成演示实验、学生实验等多种形式。

近代化学约在 19 世纪 40 年代传入我国,化学教育则始于 19 世纪 60 年代。1865 年设在上海的江南制造局开办了附属机械学堂,化学被列为授课科目之一。因此说,我国的化学教育开始于 1865 年。1880 年由徐寿主持创办的上海格致书院正式上课,化学也是授课科目之一。在化学教学过程中,教师除了讲解化学知识外,还做演示实验,但是学生不能亲自做实验。1903 年满清政府颁布了《奏定学堂章程》,规定在中学阶段教授化学课。1912 年、1922 年民国政府曾两次进行学制改革,1928 年又制定了各种教学课程和设备标准,明确规定了化学课程教学内容和要求,同时也提出在教学中应开设实验的要求。1932 年北京高等师范学校正式开设《中等学校化学教材教法》课程,讲授内容包括“化学实验及设备研究”,可见当时已经十分重视化学实验在化学教学中的重要作用。1934 年教育部门又颁布了“中学化学设备标准”,从而推动了全国各地中等学校化学实验室的建设和设备的扩充,有效地促进了化学教学法的改革。为了在课堂教学中采用实验法讲授知识,广大化学教师及科学家结合中学化学教学内容,设计和改进了一些演示实验,有条件的学校还专门建立了化学实验室,开设了学生分组实验,为学生提供了动手实验的机会。

新中国成立后,特别是近 20 多年来,化学实验教学从理论研究到实践,都取得了长足进步。实验内容日益丰富,实验手段不断更新,实验类别也打破了只有演示实验及学生实验的旧模式,特别在实验教育功能的研究上也取得了突破性进展。这些变化都预示着我国中学化学实验教学的研究在实施以培养创新精神和实践能力为重点的素质教育中,将会更上一层楼。

(2) 中学化学实验的内容来源

中学化学实验从形成到现在,已经经历了 100 多年。在这漫长的发展过程中,中学化学实验的内容也随着社会的发展、科学技术的进步、化学学科的发展、化学教育目标的变化而变化,概括来讲,主要来自于以下几个方面:

①前人做过的经典化学实验。这类实验大多数是化学学科形成和发展过程中化学家做过的一些实验,后经改造进入中学化学实验。如“钠与水的反应”是 H. Davy 1807 年做过的实验,“电解水”的实验是 W. Nicholson 1800 年做过的实验(经典化学实验见表 0-1)。

表 0-1 经典化学实验

实 验 内 容	首次实验时间	实验者及主要改进者
用蜡烛燃烧测定空气的成分	1674 年	J. Mayow(1641 ~ 1679 年, 英国)
石蕊用作指示剂	1664 年	R. Boyle(1627 ~ 1691 年, 英国)
硝酸银检验盐酸及其盐	1685 年	R. Boyle(1627 ~ 1691 年, 英国)
钾、钠盐的焰色反应	1762 年	S. A. Maggraf(1709 ~ 1782 年, 德国)
氧化汞分解制氧气	1773 年	C. W. Sheele(1742 ~ 1786 年, 瑞典) J. Priestley(1733 ~ 1804 年, 英国)
二氧化锰与盐酸反应制氯气	1774 年	C. W. Sheele(1742 ~ 1786 年, 瑞典)
铁、锌与酸反应制氢气	1766 年	H. Cavendish(1731 ~ 1810 年, 英国)
氯化钠、硫酸、煤为原料制碱	1788 年	N. Leblanc(1742 ~ 1806 年, 法国)
伏特发明原电池	1799 年	A. Volta(1745 ~ 1827 年, 意大利)

续表

实 验 内 容	首次实验时间	实验者及主要改进者
电解水得到氢气和氧气	1800 年	W. Nicholson(1753 ~ 1815 年, 英国)
电解熔盐制取金属钾、钠	1807 年	H. Davy(1778 ~ 1829 年, 英国)
钠与水的反应	1807 年	H. Davy(1778 ~ 1829 年, 英国)
尿素的合成	1828 年	F. Wohler(1800 ~ 1882 年, 德国)
硝基苯制苯胺	1842 年	Н. Н. Зинин(1812 ~ 1880 年, 俄国)
丁达尔现象	1857 年	M. Faraday(1791 ~ 1867 年, 英国)
色层分析	1906 年	М. С. Цвет(1872 ~ 1919 年, 俄国)

②大学下放的实验。随着科学技术和化学学科不断发展, 化学成就推陈出新的速度越来越快, 一些实验对大学教学来讲已经陈旧, 但对中学化学教学来讲却是比较新颖的, 也符合中学生的认知规律。因此, 这部分内容就从大学下放到中学, 如“杜马法测定气体相对分子质量”、“中和滴定”、“纸上层析”等。

③化学工业模拟实验。随着化学的工业化发展, 越来越多的化学反应实现了工业化, 为了掌握这些反应工业化的原理, 仿照工业化的过程并加以简化, 就形成了化学工艺模拟化实验, 如“电解饱和食盐水”、“接触法制硫酸”、“氨氧化制硝酸”等。

④化学研究成果。在中学化学实验教学过程中, 即使是经典的化学实验也可能存在一些问题, 这些问题经过化学教育工作者的设计、改进、开发、创新后, 变得更适合于中学化学实验教学, 如: 用乙酸钠、氢氧化钠和三氧化二铁代替无水乙酸钠、碱石灰制甲烷, 克服了原来无水乙酸钠、碱石灰制甲烷的产气量少、耗时多、反应慢等缺点; 用微型装置电解饱和食盐水制氯气代替传统二氧化锰与浓盐酸制氯气的实验, 实现了实验的绿色化, 减少了实验污染等。

(3) 中学化学实验的地位

化学源于化学实验并在化学实验中接受检验和升华, 离开了化学实验, 化学将不再是化学, 更谈不上化学的发展与继承。为此, 世界各国在基础化学教学过程中对中学化学实验都给予了特别重视。美国一些州规定中学化学实验教学占总学时数的 1/2; 英国规定中学化学实验室的利用率应保证在 80% ~ 90% 之间; 日本规定中学化学实验应占中学化学教学总时数的 1/4 ~ 1/3。不难看出, 中学化学实验在中学化学教学中占有重要地位。

①中学化学实验是学生认识化学的中介。在中学化学教学过程中, 学生和化学经验是作为化学教学活动结构的两极而成对出现的。要进行化学教学, 既要有学生, 也要有化学经验, 二者缺一不可, 化学实验正是把学生和化学经验联结起来的桥梁。

化学实验和化学教学在结构上有着相同的主体和相同的客体, 即学生和化学经验。中学化学实验是实验主体按照一定的研究目的, 以一定的科学知识为指导, 凭借一定的化学实验仪器、装置、设备和工具, 采用特殊的化学实验操作方式和方法, 在人为控制的环境下, 作用于实验客体使之发生某些变化。在这一活动中, 化学实验主体把自己的实验目的和自身的能力对象化, 这是主观见之于客观、主体作用于客体的能动的现实的感性物质活动。与此同时, 也发生着化学实验主体(即认识主体)在观念上掌握和反映实验客体(即认识客体)的反映关系。所以, 这又是化学认识主体对化学认识客体能动的、现实的反映活动。在化学实验中, 实验主体使用实验仪器等作用于实验客体, 实验客体同时也反作用于实验主体, 在这里

主客体之间进行着物质、能量和信息交换的现实能动活动。在这种能动活动中展现出的主体对客体的关系，不同于其他实践活动的地方，就在于它运用了一定的科学物质工具，通过化学实验仪器、装置、设备和工具等物质手段对客体的作用、变革和改造，以达到对主体的自我改造，提高自身认识客体的能力。化学实验的这种既改造客体又改造主体的双重改造功能，决定并要求主体不仅要认识客体，而且要认识自己、认识自身同客体的关系。正是化学实验具有的这一特点，使它在化学科学认识中能居于中介地位，把化学科学认识的两极——认识的主体和认识的客体联结起来，使它们彼此发生相互作用，从而实现主体对客体的认识目的。

②中学化学实验是化学学习的手段。中学化学教学是学生对化学经验的一种能动的反映。由于作为化学认识客体的化学经验是一个无限复杂的包含各种因素、各种矛盾的统一体，具有无限的层次性和无穷性，并且处于永恒的运动、变化和发展之中。就化学认识主体的认知能力和可能性来说，化学认识主体能够认识无限发展着的物质客体，即对于具有无限认识能力的认识主体，没有不可能被认识的东西，即使现在没有认识，将来也会随着科学技术的进步，成为可被认识的对象。但是，就每一个具体的学生来说，由于受客观物质及其本质的表现程度的限制，受社会历史条件、实验物质手段和设备等客观条件的限制，以及受个人的知识、经验水平、科学研究能力和思想方法等主观条件的限制，对经验的认识又总是有限的。所以，认识主体的这种无限的认识能力，只有通过完全有限地思维着的个人才能实现。由于这两方面的原因，中学化学教学过程中学生对化学经验的反映、认识，不可能直接完成，而是需要借助化学实验一步一步地不断接近的。

(4) 中学化学实验的功能

化学是一门以实验为基础的自然学科，化学科学的形成和发展都离不开实验，离开实验化学就不成为科学。中学化学实验虽然不同于科学研究实验要达到认识人类未知化学事物及其变化规律的目的，但它也是要通过实验达到自己对未知化学事物及其变化规律的目的，帮助学生激发学习兴趣，形成化学概念，理解巩固化学知识。

①认知功能。从认识论角度看，中学化学教学过程是中学生在教师指导下的一种特殊的认知过程。因此教学过程是学生获得知识的过程也应符合人类认识事物的规律，即从生动的直观到抽象的思维，并从抽象思维到实践。而对于中学化学课堂教学而言，学生感性知识的获得很大程度上来源于中学化学实验，而当学生的认识从抽象的思维进入到实践时，最重要的部分就是自己动手做实验(实践)。总之，在中学化学教学中，不论是学生获得知识、发展智力、培养能力，还是培养科学世界观，都与中学化学实验密切相关。

中学化学实验能引发学生对化学教学的认识。学生在学习化学时，当他已有的知识和经验(即“当前状态”)和学生目前未知(将准备去探究的新知识，如物质的性质、变化、现象、化学概念、理论等，即“目标状态”)之间产生差距，这种差距就是化学教学认识问题。

中学化学实验为学生提供了化学事实性知识。化学事实性知识指的是反映物质的性质、制法、用途、存在及其应用的知识。一方面，中学化学实验能够为学生认识化学知识、学习化学概念和理论提供化学实验事实。另一方面，中学化学实验能为学生检验、巩固化学知识和理论，验证化学假设提供事实性依据。例如，氯气是有刺激性气味的气体，氨气、二氧化硫、硫化氢、二氧化氮等也都是具有刺激性气味的气体，而它们的刺激性气味各不相同，只有通过实验亲自闻过它们的气味以后，才能辨别出各种气体的气味。

②动机功能。从心理学角度看，中学生普遍具有强烈的好奇心和求知欲，对新奇事物具

有浓厚的兴趣和探究欲望。中学化学实验中多变的实验现象能够引起学生浓厚的认知兴趣,而这种认知兴趣是学习动机中最现实、最活跃的成分。当学生对化学实验产生浓厚的兴趣时,他就会认真操作、仔细观察,并在实验活动中产生愉快、满足、兴奋等情感体验,促使化学实验顺利完成,并逐渐转化为化学的学习动机。

③培训功能。态度是个体对客观事物的肯定或否定的内在反应倾向,它总是通过外部行为(表情、语言、举动)显露出来。科学态度就是实事求是的态度,科学态度不是生来就有的,而是在后天的环境中与他人、与群体发生联系时形成。科学态度对于一个人是否事业有成,其重要性丝毫不亚于他的知识和能力。因此,在教学过程中,必须有目的、有计划地培养学生的科学态度。中学化学实验在这方面具有独特的功能。

中学化学教学中的实验,虽然不是为了创立新理论、发现新现象、制备新物质,但实验者也必须认真对待。不论是仪器的使用和装配、药品的取用和添加、操作方法和步骤、现象和数据的记录等,均必须严肃认真、一丝不苟、实事求是。特别是当实验由于仪器洗刷不净、药品用量不当、溶液浓度不准、操作不规范、反应温度控制不当,而导致实验失败或观察到的现象及数据与预期的结果有出入时,必须尊重事实,决不允许臆造或修改。只有让学生亲身体会探索自然科学规律的途径和方法,才有助于养成严谨的科学方法。

④人文教育功能。“情感、态度、价值观”已作为化学新课程的教育目标被提出,化学教育又是科学教育的一个重要内容。在科学教育中渗透方法、态度、价值、情感、责任等人文内涵,使学科知识与人文内容相联系,体现科学教育与人文精神的融合,是现代科学教育的一个重要趋势。化学实验作为化学教育内容的一个重要方面,在人文教育方面具有无法替代的作用。首先,化学实验可以培养学生实事求是、严肃认真的科学态度;其次,化学实验不仅为学生提供丰富的感性材料,还能引导学生用辩证唯物主义的观点来认识和分析化学事实,形成科学的世界观和价值观;第三,化学实验还可以培养学生关爱社会、关爱自然、与人合作的情感,在实验过程中经历成功与失败的情感体验,同时通过实验还可以对学生进行安全教育等。

2. 中学化学实验的发展趋势

(1) 探究化

化学新课程中把发展科学探究能力作为一个重要目标,而化学实验是进行科学探究的主要方式,它运用了现代教育教学思想,在强调教学中学生主体性的同时,注重教师主导作用的发挥,使学生在始终不断探索的情境中,体验到科学家从事科学研究的那种探索的愉悦感。过去化学实验一直是以验证性实验为主,中学生处于被动接受知识的状态,缺乏对学生思维能力、动手实践能力、创新精神及创新能力的培养。为了改变这种状况,新一轮基础化学课程改革不但将科学探究作为学习化学的一种重要的学习方式,而且将科学探究作为化学课程学习的重要内容,并在以下方面做了调整:

①增加探究性实验。要求中学化学实验中的探究性实验要体现科学实验的全过程,如实验现象探究、实验结果探究、实验方案探究等。

②在验证性实验中融入探究的成分,增强验证性实验的探究性。

③将验证性实验作为探究活动的一种活动形式,配合思考与分析,以达到探究的目的。

不难看出,探究性教学作为基础化学教学改革的基本要求,中学化学实验探究化将成为

未来中学化学教学的必然趋势。

(2) 趣味化

化学实验具有动机功能，可以激发学生的化学学习兴趣，这是人们的共识。然而，当今的中学生学习化学的兴趣并不乐观。根据调查显示，中学生从开始接触化学到第一学期期中，学生的学习“分化”已相当严重，约有 2/3 的学生缺乏化学学习兴趣，甚至准备放弃学习化学。导致这一状况的原因虽说是多方面的，但化学实验的动机功能没有充分发挥却是实实在在的。过去我们在强调化学学科知识的科学性和严密性时，往往把实验设计得非常“严肃”、“规范”，实验装置必须选用化学仪器、器皿来装配，瓶瓶罐罐的实验被视为不正规、不科学，只重视化学实验的认知功能，忽视化学实验的动机功能，使化学教学实验变得枯燥乏味。因此，如何增强化学实验的趣味性，成了人们关注和研究的焦点。

(3) 绿色化

绿色化学又称“环境无害化学”、“环境友好化学”、“清洁化学”，其理念是：充分利用资源和能源，采用无毒、无害的原料，在无毒、无害的条件下进行反应，以减少废物向环境排放；提高原子的利用率，力图使所有作为原料的原子都被产品所消纳，实现“零排放”；生产出有利于环境保护、社区安全和人体健康的环境友好的产品。

“一条合成路线”、“一个生产过程”、“一个化合物”、“一个实验”是不是绿色的，可用 12 个标准衡量：防止污染优于污染形成后处理；设计合成方法时应最大限度地使所用材料全部转化到最终产品中；尽可能使反应物和生成物对人类和环境无毒或毒性很小；设计化学产品时应尽量保持其功效而降低其毒性；尽量不用辅助剂，需要使用时应采用无毒物质；能量消耗最小，并应考虑其对环境和经济的影响，合成方法应在常温、常压下操作；最大限度地使用可更新原料；尽量避免不必要的衍生步骤；催化试剂优于化学计量试剂；化学品应设计成使用后容易降解为无害物质的类型；分析方法应能真正实现在线监测，在有害物质形成前加以控制；化工生产过程中各种物质的选择与使用，应使化学事故的隐患最小。

中学化学实验作为化学的一部分，不仅承担化学学科的传承，而且承担着社会义务，要完成这些任务，在中学化学实验教学中贯彻绿色化学的理念，实施绿色化学教育无疑具有重要意义。

(4) 微型化

纵观化学实验发展的历史，化学实验的试剂用量是随着科学技术的发展逐渐减少的。1925 年，埃及的 E. C. Grey 出版了《化学实验的微型方法》的大学化学实验教材。1982 年，美国的 Mayo 和 Pike 等人开始在基础有机化学实验中采取主要试剂为 mmol 量级的微型制备方法，并取得了成功。1989 年 11 月，美国化学教育杂志开辟了 Zipp 博士主持的微型化学实验专栏。从此，微型化学实验成为国际化学教育发展的一个重要趋势。

由于微型化学实验仪器具有小巧便携、液体试剂在多用滴管中不易流出等优点，使每个学生都有条件装备自己的化学实验箱，为改革化学实验教学提供了方便与可能。实践证明，微型化学实验对中学化学实验教学改革具有重要意义：

①可使大多数学生都有动手做实验的机会，改变过去那种“一人做、大家看”的局面；使学生由过去被动“等待”和“接受式”的学习方式，变为“主动”和“探索式”的学习方式；使“启发式”、“学生为主体、教师为主导”的教学方法得以实施。

②由于微型实验既安全又节约，使一人一组做实验变为现实。学生通过亲手做实验，可以帮助他们理解和形成化学概念，培养观察和实验能力，同时，有效地激发了学生学习化学