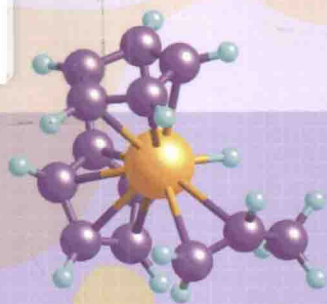


中学化学实验教学 与创新研究

陈迪妹 编著



科学出版社

中学化学实验教学与创新研究

陈迪妹 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是根据高等师范院校化学专业对师范生实验教学的基本要求而编写的教材。内容包括三个部分:第一篇中学化学实验与教学,介绍中学化学实验与教学的基本理论以及中学化学实验室的建设与管理;第二篇中学化学实验研究,总结本校多年来“中学化学实验教学研究”课程的实践经验,同时也借鉴其他院校、专家的相关成果,撰写与现行中学化学教材紧密相关的25个课内外实验的研究案例;第三篇化学开放创新实验研究,概述化学“开放实验教学”的实践情况,汇总笔者多年来有关化学开放创新实验的研究成果。本书的编写重在培养化学专业的师范生进行中学化学实验教学和实验研究及实验创新的基本技能,培养他们指导中学生开展化学实践教学的教学研究能力。

本书不仅可以作为高等师范院校化学实验教学研究课程的教材,也可以作为课程与教学论研究生、中学化学教师继续教育、中学化学教育研究人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

中学化学实验教学与创新研究 / 陈迪妹编著. —北京: 科学出版社, 2014.6

ISBN 978-7-03-040822-8

I. ①中… II. ①陈… III. ①化学实验—教学研究—中学—高等师范院校—教材 IV. ①G633.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 115248 号

责任编辑: 吉正霞 肖 婷 / 责任校对: 刘亚琦

责任印制: 高 嵘 / 封面设计: 蓝 正

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

武汉市首壹印务有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

开本: B5 (720 × 1000)

2014 年 7 月第 一 版 印张: 14 3/4

2014 年 7 月第一次印刷 字数: 285 000

定价: 29.50 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

化学是实验的科学，学习与研究化学必须进行化学实验。化学实验是化学教育的永恒主题，化学学科的形成和发展与化学实验有着密切的联系。实践证明，化学实验对于培养学生科学素养起到了举足轻重的作用。新课程改革实施以来，化学实验教学的重要性也大幅度地被提升起来。新课程体系下化学实验在中学化学课程中的比例显著增大，课程设置也有力地凸显了“通过实验学化学”的特点。为帮助高等师范院校化学专业学生能更好地适应未来化学教师这一职业，有效提高实验教学能力，开展中学化学实验教学与创新研究是十分必要的。

“中学化学实验教学与创新研究”是根据高等师范院校化学专业对师范生实验教学的基本要求而开设的一门必修课程。目的在于培养化学专业的师范生进行中学化学实验教学和实验研究及实验创新的基本技能，培养他们指导中学生开展化学实践活动的教学研究能力。由于师范教育是教师专业发展的职前教育，笔者认为作为师范生，在该阶段学习本课程的基本要求是：①掌握化学实验教学的基础知识和基本技能，培养在化学新课程理念下的化学实验教学能力，为将来独立从事中学化学教学工作奠定良好的基础；②要求学生通过中学化学实验设计与创新研究，有助于更深刻地认识实验在化学科学中的地位，掌握实验教学设计与研究能力；③掌握化学实验学习的新方式，认识化学实验教学发展的新趋势，掌握化学实验教学评价的新理念。

因此，本书的编写从化学实验教学与创新研究的角度和对本课程学习指导的需要，分“第一篇 中学化学实验与教学”、“第二篇 中学化学实验研究”、“第三篇 化学开放创新实验研究”三个部分。

“中学化学实验与教学”部分，介绍化学实验在化学新课程中的地位与功能，化学实验的内容与类型，化学实验教学目标与基本要求，化学实验教学评价以及实验室在化学教学中的地位和作用，化学实验室建设的基本要求，化学仪器的使用和管理，化学试剂的采购和管理，化学实验室的规章制度和安全措施等。

“中学化学实验研究”部分，总结本校多年来“中学化学实验教学研究”课程的实践经验，同时也借鉴其他院校、专家的相关成果，撰写与现行中学化学教材紧密相关的 25 个包括课堂演示实验、设计实验和部分课外实验的研究案例，内容有化学实验基本操作，定量实验研究，气体的制备及性质实验研究，元素化合物性质实验研究，有机化学实验研究，电化学实验研究，化学投影实验研究，化学

课外实验设计等。

“化学开放创新实验研究”部分，概述化学“开放实验教学”的实践情况，汇总笔者多年来指导本科生有关化学开放创新实验的研究成果。内容包括化学开放创新实验概述，中学化学创新实验案例等。

本书由陈迪妹构建框架，确定编写思路，提供有关实验的大量资料。参加本书编写的人员有：彭英邦（第一章），陈素琴（第二章），陈迪妹、罗爱琴、叶剑强（第三章～第八章），李磊（第九章），金辉乐（第十章），陈迪妹、朱俊燕等（第十一章～第十二章），叶剑强（附录部分）。全书由陈迪妹负责统稿、修改、定稿工作。

在本书的编写过程中，参阅不少专家学者的研究成果和国内同类教材的文献资料，并引用一些材料和数据，在此向各版教材和被引用文献资料的作者表示诚挚的谢意！本书的编写和出版，得到温州大学化学与材料工程学院的资助，在此表示衷心的感谢！

由于笔者水平有限，又加上时间仓促，书中难免有疏漏和不妥之处，恳请读者不吝赐教。

笔 者

2013年12月

目 录

前言

第一篇 中学化学实验与教学

第一章 中学化学实验与教学概论	3
第一节 化学实验在化学新课程中的地位与功能	3
一、化学实验的认识论功能	3
二、化学实验的方法论功能	4
三、化学实验的教学论功能	5
第二节 化学实验的内容与类型	6
一、化学实验的内容	6
二、化学实验的类型	7
第三节 化学实验教学目标与基本要求	8
一、化学实验教学目标	8
二、化学实验教学的基本要求	10
第四节 化学实验教学评价	13
一、化学实验教学评价理念	13
二、化学实验教学评价方式	13
三、化学实验教学评价内容	14
四、化学实验教学评价步骤	15
五、化学演示实验技能评价	15
参考文献	16
第二章 中学化学实验室的建设与管理	17
第一节 实验室在化学教学中的地位和作用	17
一、实验室建设是保证完成教学计划的重要条件	17
二、化学实验室是培养学生能力的重要场所	18
三、化学实验室是教师进行实验研究的重要基地	18

四、搞好实验室建设是全面提高化学教学质量的重要基础	18
第二节 化学实验室建设的基本要求	19
一、化学实验室的选址	19
二、化学实验室的组成	19
三、化学实验室的基本要求与布局及配置要求	20
四、化学实验室通用设施的要求	24
第三节 化学仪器的使用和管理	28
一、化学仪器的存放和使用制度	28
二、化学仪器的采购和登记	29
三、化学仪器的保管	30
第四节 化学试剂的采购和管理	32
一、化学试剂的规格	32
二、化学试剂的采购和登记	33
三、化学试剂的保存	34
第五节 化学实验室的规章制度和安全措施	37
一、实验教师的实验室安全规则	37
二、学生的实验室安全守则	38
三、安全操作常识	38
四、实验后的废试剂、废液应妥善处理	39
五、消防常识	40
六、化学伤害事故的紧急处理	40
七、化学中毒急救	42
参考文献	45

第二篇 中学化学实验研究

第三章 化学实验基本操作	49
实验 1 灯的使用和玻璃管的简易加工	49
实验 2 常用仪器的规范操作练习	54
参考文献	57
第四章 定量实验研究	58

实验 3 硝酸钾溶解度的测定	58
实验 4 阿伏伽德罗常量的测定	62
参考文献	65
第五章 气体的制备及性质实验研究	66
实验 5 氧气的实验室制取和性质演示实验探讨	66
实验 6 氢气的实验室制取和性质演示实验探讨	69
实验 7 氯气的实验室制取和性质演示实验探讨	73
实验 8 一氧化碳的实验室制取和性质演示实验探讨	76
参考文献	80
第六章 元素化合物性质实验研究	81
实验 9 铁及其化合物性质演示实验探讨	82
实验 10 氨的催化氧化法制硝酸的实验探讨	85
实验 11 接触法制硫酸的实验探讨	87
实验 12 喷泉实验研究	89
参考文献	91
第七章 有机化学实验研究	92
实验 13 甲烷的制法和性质演示实验探讨	93
实验 14 酚醛树脂的制取	96
实验 15 阿司匹林的合成	97
参考文献	100
第八章 电化学实验研究	101
实验 16 电解水的实验研究	101
实验 17 电解饱和食盐水的实验研究	104
参考文献	106
第九章 化学投影实验研究	107
实验 18 化学投影实验设计	113
实验 19 化学实验投影片的制作	116
参考文献	121
第十章 化学课外实验设计	122
实验 20 化学趣味小实验	123
实验 21 化学振荡实验	128

实验 22 彩色叶脉书签的制作	131
实验 23 香烟烟雾中有害成分的简易检验	133
实验 24 粉笔在化学实验中的妙用	135
实验 25 海带成分中碘的检验	138
参考文献	140

第三篇 化学开放创新实验研究

第十一章 化学开放创新实验概述	143
第一节 化学“开放实验教学”的实践	143
第二节 化学创新实验探讨	148
参考文献	158
第十二章 中学化学创新实验案例	159
案例 1 注射器在化学实验中的应用研究	159
案例 2 氯气的制取及性质实验的改进研究	163
案例 3 苏教版《实验化学》中实验优化设计的探究	170
案例 4 硫酸亚铁铵制备实验的微量化改进	174
案例 5 铜与浓硫酸反应实验的改进	177
案例 6 几则中学化学实验的创新与改进	182
案例 7 钠与氯气反应实验的优化设计	186
案例 8 电解饱和食盐水实验的优化设计	187
案例 9 钠与水反应实验的改进	189
案例 10 对倾倒二氧化碳实验的创新设计	191
案例 11 氨气的制取与喷泉实验的整合	193
案例 12 焰色反应的实验改进	195
案例 13 铜与氯气反应实验的绿色化改进	197
案例 14 铜与浓硫酸反应实验的绿色化设计	200
案例 15 铜与浓硝酸反应实验的绿色化设计	202
案例 16 铜与稀硝酸反应条件探究与装置改进	203
案例 17 过氧化氢-碘化钾催化分解制取氧气的实验探讨	205
案例 18 铜与浓硝酸反应实验的改进与体会	208

案例 19 氯气的制取与性质实验的微量化改进·····	211
案例 20 喷泉实验的创新设计与趣味拓展·····	214
参考文献·····	217
附录 ·····	218
附录一 常用试纸的制备·····	218
附录二 常用酸碱指示剂的配制·····	218
附录三 一些离子和化合物的颜色·····	219
附录四 主要干燥剂可用来干燥的气体·····	222
附录五 可燃性气体的燃点和混合气体的爆炸范围·····	222
附录六 一些无机物质常用的俗名·····	223
附录七 常见气体在不同温度下的溶解度·····	225
附录八 常用酸、碱的密度和浓度·····	225
参考文献·····	226

第一篇 中学化学实验与教学

第一章 中学化学实验与教学概论

第一节 化学实验在化学新课程中的地位与功能

基础教育化学新课程提出“以提高学生的科学素养为主旨”，从“知识与技能”、“过程与方法”、“情感态度与价值观”三个维度建立化学课程目标体系；倡导“以科学探究为主的多样化的学习方式”；重视学生的“亲身经历和体验”。要在化学教学中落实这些新的课程理念，都离不开化学实验。

首先，化学实验是中学化学课程内容不可缺少的重要组成部分。在《义务教育化学课程标准》中，化学实验分布在“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”5个一级主题中，化学实验在学生化学学习过程中扮演着重要的角色。其次，化学实验是科学探究的构成要素和主要表现形式，也是学生认识化学知识的重要工具。《义务教育化学课程标准》列出科学探究的8个要素，其中“进行实验”是科学探究的构成要素之一。《义务教育化学课程标准》从“能积极参与做化学实验”、“能顺利地完成实验操作”、“能在实验操作中注意观察和思考相结合”等方面对“进行实验”提出了要求。“进行实验”是化学教学中科学探究的具体体现，也是科学探究的其他要素得以展开的重要载体，它“既可以作为收集证据的途径，也是提出问题或作出假设的一种依据”^[1]。

化学实验在化学新课程及其教学中的地位的变化，也使其教育功能有所发展。因此，有必要重新认识化学实验的教学价值。现有的关于化学实验的教育教学功能主要存在两方面的认识：一种观点认为化学实验能使学生形成有关物质的概念、化学原理和基础理论，帮助学生巩固知识，激发学习兴趣和发展观察能力、思维能力，也是培养实验技能的唯一手段；另一种观点认为化学实验的重要功能在于具有深刻的认识论意义，对于学生科学世界观和方法论的形成起着重要作用，也是培养学生各种能力和良好习惯的一种最佳途径。不管是从实践还是认识的角度来看，化学实验都应该发挥着以下几个方面的重要作用^[2]。

一、化学实验的认识论功能

由感性上升为理性，是人们认识客观事物的一般规律。学生形成化学概念、掌握化学原理是从认识具体物质和实验现象开始的，在感知的基础上，达到对客

观事物的把握。化学实验正是通过一定的物质手段（仪器和试剂），在人为控制的条件下，将物质的性质和变化规律呈现出来。因此，化学实验对化学教学认识有着不可替代的作用。一方面，化学实验有助于化学概念的形成和巩固，能为学生认识化学科学知识提供化学实验事实。学生通过感知物质及其变化的实验现象，引发思考，获得化学实验事实，从而在此基础上形成化学概念，认识化学理论。例如，学生对“化学平衡移动原理”的认识，需要通过温度、浓度等实验条件的改变对平衡移动影响的实验事实，才能更好地理解该理论知识。另一方面，化学实验能够为学生检验化学理论、验证化学假说提供化学实验事实，有助于学生深入领会化学定律及原理。在化学教学的理性认识阶段，化学实验作为检验理论的手段，能够帮助学生巩固知识，建立科学的认知观。例如，在学习电离理论时，先让学生观察各类物质的导电性强弱，使其获得充分的感性认识，然后引导学生对这些物质的结构和它们在水溶液中或熔融状态下的变化进行分析，并把金属由于存在自由电子而导电和电解质由于存在自由移动的阴阳离子而导电进行对比，对不同物质的导电原因进行深入分析，使学生深刻地理解溶液的导电现象，进而理解电离理论。

【案例】酸的水溶液显酸性，碱的水溶液显碱性，那么盐的水溶液的酸碱性如何？

实验：将少量 CH_3COONa 、 Na_2CO_3 、 NH_4Cl 、 NaCl 、 KNO_3 、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 的固体分别加入 6 个盛有蒸馏水的试管中。振荡溶解，然后分别用 pH 试纸加以检验。

提出问题：盐溶液为什么会呈现不同的酸碱性？盐溶液的酸碱性与生成该盐的酸和碱的强弱有何关系？

二、化学实验的方法论功能

化学实验不仅是一种实践活动，从教学认识论角度来看，它还是一种重要的感性认识方法，具有方法论功能。实验方法论是落实科学素养的“过程与方法”目标的重要手段。实验和观察都离不开思维。在观察物质变化和实验现象时，学生会自觉或不自觉地与已学过的知识和已有经验联系起来，这就经历着一个思维的过程。而实验教学又常与假设、条件控制、观察、收集和运用数据、资料加工整理等科学方法和思维方法密切联系^[3]。因此，通过实验教学，能使學生受到生动的科学方法的训练，有助于培养学生的观察能力和思维能力，使他们认识和理解科学过程，学会如何从事科学活动。

【案例】探究物质溶解时的温度变化。

实验：取 3 只烧杯，分别加入 100mL 蒸馏水，用温度计测量水的温度；分别

加入两药匙氯化钠、硝酸钾、氢氧化钠，搅拌至固体全部溶解，测量溶液的温度。

设计表格：

物 质	温度的测量	温度的变化（与水相比）
水		
氯化钠		
硝酸钾		
氢氧化钠		

实验分析：学生运用的“测定”、“实验条件的控制”、“记录”、“表格化处理”等实验方法，有助于学生“过程与方法”的培养。通过进行此类探究活动，可以使体验科学的过程，认识和掌握实验方法。

三、化学实验的教学论功能

化学实验在化学教学活动中展开，因此，它具有重要的教学论功能。

1. 实验对培养学生的创新精神和观察能力有着独特的作用

化学实验以其生动直观、现象新奇等特点引起学生强烈的好奇心和求知欲望，使学生对教学活动产生浓厚的兴趣，而兴趣是创造性思维的前提和条件。结合教学内容，选择适当的实验设计主题，让学生大胆设计方案，探索解决问题的多种途径和方法，动手实验并进行交流。学生既是实验的设计者也是评价者，这是对学生思想的一种解放。在化学实验过程中要启发和引导学生手脑并用，不仅要求学生按照科学规范的操作进行实验，而且还要让学生思考为什么这样做。把积极思考渗透到实验技能的训练过程中，促进学生实验能力的提高。

【案例】酸碱中和滴定实验对学生观察能力的培养。

“酸碱中和滴定”实验，学生在观察中往往容易忽略“0”刻度位置，酸式滴定管和碱式滴定管的区别以及接近滴定终点时的滴定操作。如果在实验前，教师根据学生已掌握的知识设置几个问题，如“滴定管的结构有何特点”、“滴定管读数时可以读到小数点后几位”、“滴定终点的现象如何”等问题，有助于学生观察习惯的养成。

2. 实验教学能进行辩证法和唯物论的教育

化学实验不仅可以为学生提供丰富的感性认识，而且还使学生受到生动的辩证唯物主义观的教育，辩证地认识物质与现象、物质与外界以及现象与现象之间的关系。新教材中出现的许多实验与环保、健康、生活等有联系，这些实验的教

学都有利于培养学生实事求是、爱护环境的品质。

3. 实验教学能有效激发学生的积极性

现代学习理论告诉我们,认知兴趣是学习动机中最现实、最活跃的成分。化学实验之所以能激发、调动学生学习的积极性,主要在于化学实验能给学生展示诸如颜色变化、气体产生、爆鸣等新奇、生动的实验现象,可以引起学生的兴趣和求知欲望。学生根据自己掌握的化学知识和实验技能,通过化学实验去探讨新知识、解决新问题,使得学习兴趣上升到更高的层次。总之,化学实验是推动学生学习的强大动力^[4]。

【案例】水果电池。

实验:用两种不同的金属片连接灵敏度较高的电流表,当把金属片同时插入橘子、番茄等水果时,学生观察到指针的偏转。若将电流表改为微型音乐盒,可以发出动听的音乐。

引发问题:电流是如何产生的?水果为什么可以产生电流?

第二节 化学实验的内容与类型

一、化学实验的内容

化学实验的内容选择总的指导思想是:根据化学学科的发展,借鉴国外化学实验内容的改革经验,立足我国实际情况,以化学教学目的为目标,以认识论为理论基础,以自然科学方法论为指导,选择和确定那些有助于实验技能的形成、有助于学生学习科学方法和养成科学态度的实验内容。

传统化学实验内容存在着学术化倾向严重,过分孤立地强调化学实验操作技能的训练,忽视学生的过程性体验和主动探究的空间等弊端。针对传统化学实验内容存在的问题,新课程中的化学实验内容在选择依据上发生了很大的变化。

(1) 全面体现以实验为基础的化学教学观。在实验内容的选择上,注重实验探究活动,体现实验方法论,提供尽可能多的实验事实,发挥实验史实对学生认识化学的重要功能。

(2) 精选与生活、社会实际密切相关的实验内容。贴近学生的生活体验和社会生产的内容,可以提高学生进行实验的兴趣,让学生感觉到化学就在身边,也可以让学生运用自己的知识和技能,更深入地认识化学问题、解决问题。这无形之中可以提高学生的思维和操作能力。

(3) 追求绿色化、微型环保的实验内容。重视实验设计的绿色化和微型化,

一方面让学生认识到实验探究过程的逐步完善,另一方面也可以树立学生的环保意识。

(4) 注重趣味,动手和思维相结合的实验内容。趣味实验是以生动、鲜明、新奇的实验现象来激发学生学习热情的一类实验。学生在趣味实验过程中,参与的积极性、思维能力都被调动起来,趣味实验是提升学生学习化学知识的有效方式。

新课程改革下,化学实验内容上的变化也引发了教学观念上的变化。注重观察与思考相结合,将与实验内容相关的问题引入实验中,让学生的观察和思考相互进行;注重实验的探究性,在实验过程中领会实验方法、展开探究,有助于学生科学素养的发展。

二、化学实验的类型

根据不同的标准,可以将化学实验分为不同的类型,明确各类实验的基本要求,对合理地组织和运用教学实验有着重要的指导作用。

根据化学实验对学生学习化学基础知识和掌握化学实验技能所起的作用,可将化学实验分为以下几类。

(1) 化学基本操作实验。基本操作是进行各类化学实验的基础,它对确保实验的顺利进行和实验成功起着重要作用,如常见玻璃仪器的使用,加热、过滤、蒸发、溶解、称量、定容等基本操作,在训练的过程中应该注重规范。

(2) 物质性质和制备表征实验。物质性质和制备表征实验主要是提供丰富的感性认识材料,帮助学生较好地掌握元素化合物知识,物质的提纯和分离方法,并且在观察过程中,根据物质的特点和实验条件对其进行分析表征,对学生的思维能力和实验技能有促进作用。

(3) 学生独立设计实验。学生根据实验主题独立设计实验方案,拟定实验仪器、实验试剂、实验方法及流程,依据实验操作原则,安全、可行地独立或小组合作进行实验。这对于培养学生的科学态度、科学方法和创新精神、实验能力都有着重要的意义。

从化学实验教学的组织形式来看,化学实验又可以分为以下几类。

(1) 演示实验。演示实验是教师在课堂上进行讲解和示范操作,并指导学生进行观察和思考的实验。通过演示实验可以给予学生生动、鲜明而深刻的印象,帮助学生形成正确的化学概念和理论,掌握仪器的使用方法和实验过程。

演示实验可以用于各种教学环节,在教学活动中的作用是多方面的。它的主要作用是为学生理解化学概念和认识具体化学物质提供生动的感性认识材料,在此基础上培养和发展学生的观察能力和思维能力以及正确规范的实验操作方法。