

ZHONGXUE

化 学
实 验
研 究

舒元梯 程桢臣 主编

西南交通大学出版社

内 容 简 介

本书系《中学化学教学法实验》部分，它包括化学实验研究引论、化学基本实验、化学实验的改进与研究、微型化学实验、化学课外科技实验和化学实验基本技能训练和考核等六部分。本书优选了 14 个典型中学化学实验，精选了 33 个化学实验改进与研究实验；介绍了最近几年国内外研究推广的微型中学化学实验 13 个；收录趣味化学、化学产品的制作，教具的制作和使用、实用化学测试、生活小实验、学生家庭小实验等 45 个。介绍了化学实验基本技能的内容、要求、训练和考核办法以及考核参考标准。本书力求融科学性、应用性、趣味性、创新性于一体，十分注重实验能力的培养和提高。

本书可作为高等师范院校、师范高等专科学校和教育学院化学专业教材，也可作为中学化学教师教学参考。

《化学实验研究》编委会

主 审	陈耀亭	郝 雷	
主 编	舒元梯	程桢臣	
副主编	柴兴泉	李海涛	
编 委	(以姓氏笔划为序)		
	卢仁杰	陈恕华	张桂林
	林长春	杨必敬	赵元芳
	骆进保	袁振东	程龙吟

前 言

《化学实验研究》系中学化学教学法实验部分，是高等师范院校、师范高等专科学校和教育学院化学专业的必修课程。它专门研究中学化学实验教学的整体理论、最佳过程以及典型实验的内容和方法。其目的是使学生掌握化学实验教学的基础知识和基本技能，培养从事化学实验教学工作和进行实验教学的初步能力，为将来独立担任中学化学教学工作，奠立一个良好的基础。其基本任务是：

1. 掌握中学化学教学中某些典型实验的教学方法和某些典型仪器在中学化学实验教学中的应用；

2. 培养学生进行中学化学演示实验的准备和演示，为中学生的学生实验作准备实验的初步能力；

3. 培养学生探索和研究难度较大的中学化学实验，掌握实验成败的关键；培养他们在化学实验中的独立工作能力和自行设计、改进中学化学实验、装配实验仪器的初步能力。

为了和同行们互相切磋、学习、共同搞好中学化学实验教学，我们编写了《化学实验研究》一书，它包括化学实验研究引论、化学基本实验、化学实验的改进与研究、微型化学实验、化学课外科技实验和化学实验基本技能训练与考核等六部分。本书按实验目的、化学原理、实验用品、实验步骤、注意事项、问题与讨论、参考资料的顺序介绍了14个典型中学化学实验；重在研究实验成败的关键；精心选入33个中学化学实验改进与研究实验；介绍了近几年国内外研究推广的中学化学微型实验13个；收录了45个趣味化学、化学产品的制作、实用化学测试、演示实验研究、生活小实验、学生家庭小实验等实验。

书中不少内容系作者们多年教学科研的成果。我们力求该书融科学性、应用性、趣味性、创新性于一体，重在化学实验研究上下功夫，十分注重实验能力的培养和提高。本书可作为高等师范院校、师范高等专科学校和教育学院《中学化学教学法实验》教材或教参，亦可供中学化学教师参考。

本书具体撰稿分工为：第一部分：舒元梯，第二部分：程桢臣、赵元芳、李海涛、柴兴泉、骆进保，第三部分：程龙吟、林长春、解思良、许桂花、段庆祥、张禄明，第四部分：舒元梯，第五部分：杨必敬、陈恕华、袁振东、李金毅、张桂林，第六部分：舒元梯、卢仁杰、赵元芳。由舒元梯、程桢臣统稿定稿。书稿由东北师范大学化学系陈耀亭教授和郝雷教授主审，并提出了宝贵意见。在本书编写过程中参阅引用了一些名家公开出版的著作和最近几年正式发表的教学科研论文，在此一并表示衷心感谢。但由于水平所限，书中难免有不妥之处，敬请广大读者给予批评指正。

编 者

一九九四年五月

目 录

第一部分 化学实验研究引论

一、化学实验研究的教学目的和任务·····	(1)
二、化学实验研究的学习方法·····	(2)
三、化学实验在中学化学教学中的作用·····	(3)
四、中学化学实验的内容和类型·····	(5)
五、中学化学实验教学的基本要求·····	(6)
六、在实验教学中培养学生的实验能力 ·····	(10)
七、积极开展化学课外科技实验 ·····	(12)
八、中学化学实验教学的改革 ·····	(14)

第二部分 化学基本实验

实验 1 氧气的制取和性质 ·····	(18)
实验 2 氢气的制取和性质 ·····	(26)
实验 3 氯气的制取和性质 ·····	(34)
实验 4 二氧化碳的制取和性质实验的设计 ·····	(41)
实验 5 氯化钠的提纯 ·····	(43)
实验 6 硝酸钾溶解度的测定和溶解度曲线的绘制 ···	(46)
实验 7 电解水 ·····	(50)
实验 8 胶体的电泳 ·····	(55)
实验 9 电解饱和食盐水实验的设计 ·····	(59)
实验 10 一氧化碳的制取和一氧化碳还原氧化铜 (或氧化铁) ·····	(60)
实验 11 甲烷的制取和性质 ·····	(65)
实验 12 投影实验 ·····	(72)
实验 13 幻灯机和盒式录相机的使用 ·····	(79)

实验 14	实验习题	(84)
-------	------------	------

第三部分 化学实验的改进与研究

实验 1	氢气在氯气中燃烧	(86)
实验 2	可燃性气体燃烧火焰颜色的观察	(87)
实验 3	氯气与硫化氢气体反应	(88)
实验 4	纤维素硝酸酯的制备	(89)
实验 5	气体溶解度和温度关系的实验	(90)
实验 6	甲烷制取实验的改进	(90)
实验 7	经济、简便的连续制氧法	(91)
实验 8	二氧化碳密度比空气重实验的改进	(91)
实验 9	过氧化氢分解实验的改进	(92)
实验 10	铁和硫反应实验的改进	(92)
实验 11	氨氧化实验的改进	(93)
实验 12	碳酸钙高温分解实验	(93)
实验 13	碳酸氢铵受热分解实验改进	(93)
实验 14	红磷在氧气中燃烧实验装置的改进	(94)
实验 15	对质量守恒定律演示实验的改进	(94)
实验 16	苛性钠与二氧化碳反应实验	(95)
实验 17	氨气还原性实验的改进	(96)
实验 18	碘和锌粉实验的改进	(96)
实验 19	用增压法做吹氢气球的实验	(97)
实验 20	铝热剂引燃的改进	(97)
实验 21	木炭还原氧化铜实验的研究	(99)
实验 22	氨催化氧化制取硝酸的实验研究	(102)
实验 23	甲烷制取实验的研究	(107)
实验 24	影响五氧化二磷溶于水产物的条件研究 ...	(111)
实验 25	用正交试验法探讨电泳条件	(114)

实验 26	制氧实验中“先撤导管后撤灯”操作必要性的探讨	(119)
实验 27	氯化氢喷泉实验的改进	(120)
实验 28	可控全封闭式无毒无害化学实验基本装置在中学化学实验中的示例	(122)
实验 29	压强对化学平衡影响实验的改进	(127)
实验 30	钠与水反应实验的改进	(130)
实验 31	用启普发生器制取氧气	(132)
实验 32	用音乐贺卡做溶液的导电性实验	(133)
实验 33	原电池演示器	(134)

第四部分 微型化学实验

实验 1	微型滴定	(137)
实验 2	电解	(140)
实验 3	氨的制取和性质	(142)
实验 4	氯气的制取和性质	(146)
实验 5	乙炔的制取和性质	(149)
实验 6	一氧化碳的制取和一氧化碳还原氧化铜	(153)
实验 7	燃料电池	(154)
实验 8	铜与稀硝酸反应	(156)
实验 9	微型电解质溶液导电测试仪的自制	(157)
实验 10	三叉管在微型化学实验中的应用	(157)
实验 11	用玻璃管做微型化学实验	(159)
实验 12	中学有机化学实验微型化探讨	(161)
实验 13	煤的干馏	(162)

第五部分 化学课外科技实验

实验 1	固体酒精的制备	(163)
------	---------	-------

实验 2	燃烧实验	(164)
实验 3	爆炸实验	(166)
实验 4	烟幕剂与焰火的实验	(167)
实验 5	蓝瓶子反应和化学振荡现象	(170)
实验 6	溶解与结晶	(175)
实验 7	发光的喷泉	(176)
实验 8	氧炔焰	(178)
实验 9	硫氰酸汞化学蛇	(179)
实验 10	水的总硬度的测定	(180)
实验 11	制作彩色叶脉书签	(181)
实验 12	自制晒图纸	(182)
实验 13	电解食盐水装置的自制	(183)
实验 14	照片的调色	(184)
实验 15	气体摩尔体积的测定	(186)
实验 16	一氧化碳的生理检验	(187)
实验 17	酒中甲醇的测定	(190)
实验 18	土壤酸度的测定和酸性土壤改良	(193)
实验 19	电镀笔(涂渡)与塑料的电镀	(197)
实验 20	铝的阳极氧化及其染色	(200)
实验 21	肥皂的制作	(203)
实验 22	蛋白质水解制化学酱油	(204)
实验 23	脲醛树脂的合成	(205)
实验 24	氧化淀粉粘合剂的制备	(206)
实验 25	由淀粉制备草酸	(207)
实验 26	自制羊皮纸	(208)
实验 27	色层分离(液相色谱分离)	(209)
实验 28	二氧化氮与二氧化碳之间的氧化还原反应	(212)

实验 29	碳酸氢钠分解反应的平衡移动	(213)
实验 30	磷在水下燃烧	(214)
实验 31	固体二氧化碳	(215)
实验 32	$\text{NO}-\text{NO}_2-\text{IINO}_3$ 系列变化实验	(216)
实验 33	黑火药在水中燃烧	(217)
实验 34	浓硫酸与蔗糖的作用	(218)
实验 35	活性炭的吸附性	(218)
实验 36	从猪胆中提取胆红素	(219)
实验 37	自制豆浆和豆腐	(221)
实验 38	糖及土豆淀粉水解液的鉴定 ——薄层层析法	(222)
实验 39	从化学实验废液中回收银	(226)
实验 40	废电池的利用	(229)
实验 41	用废铝箔制取明矾	(230)
实验 42	空气中二氧化硫含量的简易测定法	(231)
实验 43	塑料、纤维及织物的鉴别	(232)
实验 44	除去衣服上污迹的方法	(236)
实验 45	学生家庭小实验	(238)

第六部分 化学实验基本 技能的训练和考核

一、化学实验基本技能的内容	(245)
二、化学实验基本操作简述	(248)
三、化学实验基本技能的要求 (考核大纲)	(258)
四、化学实验基本技能的训练方法和考核	(259)
五、化学实验基本技能考核参考标准	(261)
主要参考书目	(263)

第一部分 化学实验研究引论

学习内容提要

本部分介绍化学实验研究的教学目的、任务和学习方法，化学实验在中学化学教学中的作用，化学实验的内容和分类，化学实验教学的基本要求，在实验教学中培养学生的能力，积极开展化学课外科技实验和中学化学实验教学的改革。

通过这部分学习，应该明确对化学实验在教学中的重要性认识，提高搞好实验教学的自觉性；掌握各种实验的教学要求并努力实践；积极进行教学改革探索和研究。

一、化学实验研究的教学目的和任务

化学实验研究是中学化学教学论课程的重要内容之一，它专门研究中学化学实验教学的原理、过程、内容和方法。其目的是使读者掌握化学实验教学的基础知识和基本技能，培养从事化学实验教学工作和进行实验教学的初步技能与能力，为将来独立担任中学化学教学工作，奠定一个良好的基础。其基本任务是：

1. 掌握中学化学教学中某些典型实验的教学方法和某些典型仪器在中学化学实验教学中的应用；
2. 培养学生进行中学化学演示实验的准备和演示，为中学生实验作准备实验的初步能力；
3. 培养学生探索和研究难度较大的中学化学实验，掌握实验

成败的关键;培养他们在化学实验中的独立工作能力和自行设计、改进中学化学实验、装配实验仪器的初步能力。

二、化学实验研究的学习方法

要达到实验教学的目的,必须有正确的学习态度和学习方法,应抓住三个主要环节:

1. 预习 预习是课前必须完成的任务,是学习好本课程的前提条件,一般应达到下列要求:

(1) 阅读实验教材和中学化学课本上的有关内容及有关参考资料。

(2) 明确实验目的。

(3) 了解实验内容、步骤、操作过程和实验的注意事项。

(4) 认真思考实验前应准备的问题。

2. 实验和讨论 本实验研究课程的特点之一,在于纳入了有关中学化学教学的研究性、探索性内容,并提出了“试教”的要求。

(1) 认真操作、细心观察分析,并把观察到的现象如实地记录在实验报告中。

(2) 如果发现实验现象和理论不符,应认真检查原因,并细心地重做实验。

(3) 实验时,应严格遵守实验室的各项有关规定。

(4) 在实验中取得成功经验和遇到疑难问题时,都可以在同学间展开讨论。

3. 实验报告 实验报告不必拘于一定格式,但应包括实验目的,实验内容,实验现象、数据测定和处理、结论,实验成败的关键,操作所需的特殊技术,对实验改进的理论分析和具体措施。报告中还要讨论该实验对中学化学教学中,引导学生获取知识,培

养能力和发展非智力心理品质等方面应选择的途径和方法，并对所能起的作用做到充分的估计。

三、化学实验在中学化学教学中的作用

化学实验是化学教学内容的重要组成部分，是化学教学的基础，教师必用的教学方式，也是学生学习化学的重要内容和有效的学习方式。实践证明：“加强实验教学是提高化学教学质量的重要一环”，它对化学教学有着十分重要的意义和作用。

1. 化学实验能帮助学生形成化学概念，理解和巩固化学基础知识。

化学基本概念和基本理论，在化学教学中占有很重要的地位，但它们的特点是比较抽象，不易理解。为了帮助学生形成化学概念和化学理论，先通过实验获得一些感性认识，然后通过对实验分析、概括、推理和判断，达到对学习对象的本质和规律性的认识，从而形成化学概念和化学基础理论。

对具体物质的认识，也要从揭示物质的性质入手，而物质的性质，特别是化学性质，只有借助于实验，使物质发生物理的和化学的变化时，才能显示出来，被人们所认识。

2. 化学实验能训练学生掌握实验操作技能和正确使用仪器、药品的技能。

实验操作技能的培养和提高，始于基本操作技能的培养。熟悉各种仪器的原理、性能和作用，掌握操作规程，是培养操作技能的前提。要达到操作规范化，还必须通过不断地练习，不断纠正错误操作，才能逐步达到。所以，只有通过一定数量的化学实验，才能使学生掌握实验操作技能。

3. 化学实验有助于培养和发展学生的观察能力、思维能力和创造能力。

化学实验离不开观察，观察又离不开思维，在化学实验教学的活动过程中，实验、观察、思维三者始终是联系在一起的，彼此是相互影响、相互制约的。观察是思维的前提，善于观察才能抓住事物变化的最本质的现象进行分析，从而作出正确的判断；实验中要进行思维，思维又支配实验活动。善于做实验、会运用实验解决问题的学生，易于理解从实验（或事实）基础上综合概括而成的有关科学结论。

4. 化学实验能激发学生学习化学的兴趣，提高学生学习的自觉性和积极性。

生动、新奇和鲜明的化学实验现象将引起学生的直接兴趣，直接兴趣有助于培养学生的观察能力和积极主动地去获取感性知识的意向。学生亲自动手进行实验，通过他们的手，使化学变化重演出来并获得成功，将会给他们带来极大的学习兴趣，而对化学现象的解释，探究化学现象产生的原因，透过现象认识其本质，这又会有利于引起和培养学生认识实验现象的因果关系和本质联系，以及概括性的认识兴趣。化学实验所引起的浓厚认识兴趣和强烈的求知欲望，将提高学生学习的自觉性和积极性。

5. 化学实验有助于向学生进行辩证唯物主义的教育，帮助学生建立科学的世界观。

化学是研究物质的组成、结构、性质、变化以及合成的一门基础自然科学，而物质的性质往往是它们在发生变化时才能表现出来。要认识物质的属性，要了解化学运动的一般规律以及物质与现象之间、物质与物质之间、现象与现象之间、物质变化与外界条件之间、物质变化与能量之间等的联系和关系，都必须借助于化学实验。化学实验不仅可为学生提供丰富的感性认识材料，而且还使学生受到最为生动的辩证唯物主义的基本规律和观点的教育。

6. 化学实验能培养学生严谨的科学态度和探索问题的科学

方法。

在进行化学实验时,首先要求学生树立实事求是的科学态度,一切从客观实际情况出发,如实地反映实验中观察到的各种现象,绝不能随意臆造化学事实和修改实验数据;要做到一丝不苟、精益求精、严格按照规程进行操作,对实验现象和实验结果要做科学地分析和解释,而不是以想象代替事实;要重视化学理论知识对实验的指导作用。

化学实验是研究科学的一种重要方法,在化学实验中,要注意培养学生会观察、测定和控制实验条件,进行实验记录,对资料和数据的分析 and 处理等各种科学方法。

化学科学方法是从化学发展历史中提炼、升华而形成的规范化、概括化的工作程序。从大的方面说,化学科学方法包括观察实验法、分析方法、推理方法、模型方法和假说方法等,每种方法中又有更具体的小方法。

7. 化学实验能培养学生爱护公物和节省用药等优良品质。
8. 化学实验是考核学生双基、能力的一种有效的形式。
9. 化学实验是贯彻美育的一个重要方面。

总之,通过化学实验教学可帮助学生形成化学概念,理解和巩固化学知识;培养学生的观察能力、思维能力和动手能力;启发学生联系学科、生活、社会实际进行改革创新意识,培养科学研究的方法;陶冶学生情操,培养学生良好的心理素质和品质。

四、中学化学实验的内容和类型

化学实验内容的确定,应注意到当前世界各国中学化学实验内容上改革、变动的动向和趋势,以资借鉴;要结合我国的实际情况,以中学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依据,以教学论的原则为指导,来选择和确定化学实验的内容。在选择具体实验内容时,应适当增加启发性实验

和定量实验的比重，注意实验内容的更新，所选择的实验应是反应迅速、现象明显、效果良好、操作方便、安全卫生的，所用的仪器和药品应是基本的、容易得到的。

从化学实验对学生学习化学基础知识和掌握化学实验技能方面所用的作用来看，中学化学实验的内容大致可分为：

1. 基本操作实验
2. 元素化合物性质和制备的实验
3. 形成化学概念和化学基础理论的实验
4. 揭示化工生产中化学反应原理的实验
5. 让学生进行独立设计的实验

中学化学课本中的实验，内容丰富，形式多样，可按照各自的特点，以不同的标准进行不同的分类，常见的分类方法有：

1. 根据实验在教学中的作用，可分为演示实验、边讲边实验（随堂实验）、学生实验和实验习题；
2. 按实验质和量的关系，可分为定性实验和定量实验；
3. 按实验在认识过程中的作用，分为启发性（或探索性、探究式、发现式）实验和验证性实验。

五、中学化学实验教学的基本要求

1. 演示实验

为了使演示实验获得成功，必须做到以下几点：

- (1) 目的性 演示一个实验要达到什么目的，有哪些具体要求，无论教师和学生都应明确。
- (2) 科学性 演示实验必须实事求是，符合科学性，不能弄虚作假，也不能有表面上现象明显、但实际上是不科学的操作和做法。
- (3) 简明性 演示实验一定要装置简单，现象明显。

(4)示范性 演示实验中教师的实验操作是学生的学习榜样，应起示范作用，因此，所有操作必须做到一丝不苟，严格按照操作规范化的要求进行，同时结合自身的示范操作，提示和强调学生易存在的问题。

(5)可靠性 演示实验一旦失败，将会严重地影响教学效果，应做到万无一失、保证演示实验成功。教师要从思想上重视认真对待每一个实验（即使是非常熟悉的简单实验），也要做好预备实验，掌握实验的关键。若演示实验失败，教师要实事求是地向学生说明失败的原因，且争取时间重做或补做。

(6)启发性 应结合教学内容，因势利导，启发学生积极思维，而不要把实验局限于只是直观地验证所讲的内容。

(7)直观性 为了充分发挥演示实验在教学中的作用，必须注意直观，应使实验现象清晰，使每个学生都能看清楚。

(8)安全性 教师必须树立“安全第一”的思想，保证安全；要明确所做的演示实验是否有不安全因素，如何消除这些不安全因素。实验中一旦发生意外事故，必须沉着冷静，采取果断措施，妥善处理。实验室应备有防火物质和器材。

(9)时间性 在课堂教学中，既要使演示实验，又要进行其它教学环节。所以一定要掌握好实验所需的时间，每次演示实验的时间不宜过长。

(10)计划性 教师应根据教学的需要，学生的情况和本校的条件，改进实验和补充新的实验；为了训练学生的实验操作技能和学生发现问题与研究问题的能力，可将某些演示实验改为边讲边实验。为此，教师要制定实验计划，早做实验准备。

2. 边讲边实验（随堂实验、并进式实验）

边讲边实验应做到以下几点：

(1)精心选择实验 在课堂教学中进行的边讲边实验的内容，必须符合以下要求：

紧密配合教学需要，实验内容不宜过多；仪器简单，操作方便；反应在2~3分钟内能完成；现象明显，直观且不易发生异常现象；安全可靠，不污染环境，不易发生爆炸等意外事故。

(2) 做好课前准备 对拟做的实验必须反复预试，掌握实验药品的用量、实验所需的时间、成败的关键；认真准备好实验用品，且仔细检查。

(3) 组织好教学 要求学生遵守实验纪律，按教师要求进行实验；教师必须做好周密计划，使学生实验与新知识的讲授紧密配合，让学生处于边实验、边观察、边思考的主动学习环境中。

(4) 加强指导 在实验进行中，除注意对全班学生的一般指导外，要注意加强个别指导。当发现全班性问题时要及时解决。要求学生做好实验记录。记录内容应包括实验项目、操作步骤，观察到的现象和结论等部分。

(5) 搞好清洁卫生 实验结束后，对未来得及洗刷的仪器，要组织学生及时洗刷和清理，搞好教室清洁卫生。

3. 学生实验

要使学生实验课取得较好的教学效果，应做到以下几点要求：

(1) 明确实验目的 师生都应明确每次实验课的实验目的、实验内容，有哪些具体要求。

(2) 做好实验准备 准备好所有实验用品，检查是否准备齐全，试剂配制是否符合要求，药品数量是否足够等。

(3) 分析学生的基础条件 教师必须认真分析学生的化学基础和化学实验技术水平，要结合具体实验内容，估计学生可能产生的困难和问题，指出应注意的问题和提出解决的办法，以保证实验的成功和避免意外事故的发生。

(4) 严格要求学生 要求学生必须做好预习，认真操作，如实记录实验现象和数据，积极思维，全面分析，得出正确结论。

(5) 加强实验指导 教师要加强巡回指导，注意辅导个别操