

中学化学实验研究

王程杰*主编

(化学系本科教材)

Z h o n g X u e H u a X u e S h i Y a n Y a n J i u

华东师范大学出版社

中学化学实验研究

(化学系本科教材)



主 编 王程杰
副主编 韩金根

华东师范大学出版社

(如蒙惠顾, 请向上海市静安区南京西路150号华东师范大学出版社发行部接洽, 电话: 021-6252233)

图书在版编目(CIP)数据

中学化学实验研究/王程杰主编. —上海: 华东师范大学出版社, 2005. 2

ISBN 7-5617-4150-2

I. 中... II. 王... III. 化学实验 - 教学研究 - 初中 IV. G633.83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 012282 号

华东师范大学教材出版基金资助出版

中学化学实验研究

(化学系本科教材)

主 编 王程杰
特约编辑 杨玉林
责任校对 李雯燕
封面设计 卢晓红
版式设计 蒋 克

出版发行 华东师范大学出版社

市场部 电话 021-62865537

门市(邮购)电话 021-62869887

门市地址 华东师大校内先锋路口

业务电话 上海地区 021-62232873

华东 中南地区 021-62458734

华北 东北地区 021-62571961

西南 西北地区 021-62232893

业务传真 021-62860410 62602316

http: //www.ecnupress.com.cn

社 址 上海市中山北路 3663 号

邮编 200062

印 刷 者 华东师范大学印刷厂

开 本 890 × 1240 32 开

印 张 10

字 数 274 千字

版 次 2005 年 3 月第一版

印 次 2005 年 3 月第一次

印 数 5100

书 号 ISBN 7-5617-4150-2/G · 2377

定 价 16.00 元

出 版 人 朱杰人

(如发现本版图书有印订质量问题, 请寄回本社市场部调换或电话 021-62865537 联系)

内 容 提 要

本书分为三个部分。第一部分简要介绍了中学化学实验的分类、教学特点及相关作用和要求,并联系全国二期课改新制定的“化学课程标准”,就化学实验教学目标、评价、教学模式等问题分别作了理论上的阐述及具体案例的介绍。第二部分重点叙述了中学化学实验研究的内容、方法及有关注意事项,通过一些具体实验探究的实例剖析,就实验仪器和装置的选择,实验药品用量及规格的确定,实验反应条件的研究等问题展开了讨论;另外介绍了国内外化学实验改革的一些信息,如微型实验、探究性实验等内容;收集了与现行中学化学教材紧密相关的 18 个改进和设计实验的研究选例,撰写了 27 个各种类型的课外实验。第三部分设置了两项化学实验基本操作的练习和九项中学化学实验设计、研究和演讲的练习,最后还介绍了中学化学实验 CAI 课件的制作。

本书既可作为师范院校化学本科专业的必修课教材,又可作为中学化学教师探究实验教学的参考用书。

10	第二章 中学化学实验的分类
10	一、按实验的教学形式分类
13	二、按实验的教学内容分类
16	三、按实验在教学中的作用分类

编 者 的 话

《中学化学实验研究》作为一门必修课程的教材,已经过数年的实践。数年来,我们对中学化学教师在实验教学中最为关注的一些问题及实验中最常见的一些疑难问题作了重点的剖析和探讨,并在提高中学化学教师及本科生的实验研究能力方面作了一定的尝试。除此之外,本教材还适当介绍了国内外化学实验教学的一些新动态(如微型实验等),并用相当的篇幅编写了一定量的实验研究的具体实例和进行实验装置设计及操作步骤、方法的改进等多方面的练习,旨在帮助、开拓读者的实验研究思路,提高化学实验教学质量。

我们的编写工作得到了华东师大化学系戴立益教授、教务处及出版社不少专家、领导和老师的帮助和指导,在此,我们表示衷心的感谢。

华东师范大学的解守宗等教授,在百忙中对全书进行了认真的初审和复审,并提出了宝贵的建议,另有不少中学化学老师提供了不少相关资料,我们谨向他们致以衷心的感谢。

本教材第三章由范艳花编写;第五章由吾慎之编写;第四、六章由沈甸编写;第十一章由乐翠娣、范艳花编写;第十三章由陈子超编写,其余各章由王程杰编写,最后由王程杰、韩金根修改定稿。

本教材仍属于探索性的,其应用性较强,欢迎广大读者在使用此教材后,对书中不妥之处或需改进之处及时提出批评指正,不胜感激!

编者

2004年3月

出版人 朱杰人

(如发现印刷质量问题,请寄回本社市场部调换或电话021-62463317联系)

绪 言

一 教 学 目 的

本课程的主要研究对象为中学化学实验教学。在中学化学教学中实验教学始终起着十分重要的作用。作为中学化学教学内容的重要组成部分——化学实验教学更是一种最生动、最直观的教学手段。因此，师范教学一定要把实验技术等的研究放在相当重要的位置，并从师范生的要求和特点上提高认识，在具体的实验教学课程中有步骤地进行改革、探索。近几年全国不少省市和地区对中学化学实验教学进行了多方面的研究、改革、探索及交流活动。但是从总体看，各地各校化学实验教学及化学实验研究的水平是不平衡的。就教师而言，也有人认为不安排教学实验或以黑板“实验”替代演示和学生实验，同样可以进行化学知识的传授，认为中学的化学教学实验只是一些最简单的瓶瓶罐罐，其作用无非是验证或强调一下书本上的内容，因此认为对于教学实验无须花费许多精力去研究和提高其水平。就学校而言，由于我国幅员辽阔，各地经济发展不平衡，各校的实验条件也是差异颇大，有的学校有完备的实验室，并添置了不少仪器，如电子分析天平、pH计等，而有不少学校，尤其是农村及贫困地区的学校，甚至连试管、烧杯等最基本的仪器和试剂也配不齐。为此，开设《中学化学实验研究》课程，旨在通过具体实例的分析、介绍，和大家一起研究探讨中学化学实验教学，在提高对教学实验重要性认识的同时，进一步提高实验研究的能力和实验教学的质量。

开设本课程的主要目的有：

186 (一) 加强能力的培养,提高实验研究的水平

189 教学实验需要不断提高,为此我们需要学习、继承和发展,需要借鉴和创造。由于各地各校的实验条件不同,学生的状况不同,教学的要求也不尽相同,故常常需要对某些实验进行改进或重新设计,这是中学化学教师所必须具备的能力。中学化学教师都有这样的体会:许多化学教学杂志及交流材料中介绍的新实验,自己去试验一下往往不成功或效果不佳,分析其原因,主要是自己的经验不够。实验失败之后再去看看有关介绍的文章,常会有新的理解。所以作为化学教师如不投入教学实验的研究和实践,想轻轻松松地靠现成材料开展教学工作,那么提高化学实验教学质量只能是一句空话。化学是一门实验科学,从某种意义上说化学知识是从实验中得来的。同样,化学教学也离不开实验,离不开对实验的研究。

实验研究能力的范畴是多方面的,例如观察能力、思维能力、自学能力、实验操作能力、创造能力等。本课程要求在观察能力方面能做到有目的、有次序、有思维地观察,并善于对隐蔽于主要背景后的现象进行观察、分析,善于用对照比较的方法进行更为精确的观察和判断。在思维能力方面,课程尽可能结合教学实验的具体实例对研究对象进行科学的分析、综合、比较、概括,并把个别、特殊的问题通过归纳、概括上升到一般的原理和规律。同时又用一般的原理和规律通过演绎、推理来解释、认识个别特殊的研究对象。在这一系列过程中要尽可能发挥学习者的主体作用,因为思维过程是别人替代不了的。在自学能力方面,课程安排了自订研究课题及计划、自己设计教学实验等内容,以提高学生使用参考书、查阅有关资料、记录和分析实验现象、钻研实际问题的能力。实验操作能力是实验研究的基础,本课程在介绍典型实验研究实例的同时,安排了一部分操作练习,以培养学生的操作技巧和多方面的动手能力。实验研究成果的交流是本课程学习的重要环节之一。学习交流是各门自然科学发展的基础,所以交流活动在本课程中也将作较多的安排,其形式包括课堂模拟实验课、模拟实验课的评价和讨论、实验研究的答辩、实验成果和体会的交流等。

（二）加强科学研究方法的熏陶

科学方法论是马克思主义的重要组成部分,对自然科学的研究,自有其客观的、内在的规律和方法。在实践中一旦自觉掌握了这些规律和方法,我们的研究工作就能起到事半功倍的作用。初三化学教材都有拉瓦锡发现氧气的记载,但首先分解获得氧气的并不是他,而他的伟大功绩就在于进行了系统的定量实验,把布莱克、普利斯特利、卡文迪许等化学家所提供的实验材料和方法,科学地整理、编排、归纳、分析,并科学地进行了推论。因此有人曾说拉瓦锡是一个方法论研究者,更是一个理论家。但人们不得不承认拉瓦锡所建立的燃烧学说对化学学科作出了不可磨灭的贡献。而普利斯特利和卡文迪许始终没有接受新的化学观,至死仍是燃素学说的忠实信徒。由此可见科学研究和科学方法是相互紧密联系着的两个方面。一方面科学方法对于科学研究好似化学反应中的酶或催化剂。酶或催化剂不进入最终产品的化学式中,但却能加速或延缓反应的进程。方法论的知识也不直接进入科研的最终结果中,但却能促进或阻碍研究成果的获得。另一方面科学研究也离不开科学的方法论,我们在实验研究工作中总会自觉或不自觉地受到某种方法论思想的影响或支配。早期的化学家(包括其他自然科学研究者)往往同时又是一个方法论研究者和哲学家。自从自然科学从哲学中分化出来后,许多科学家仍然“身居二职”,即既从事科学研究,又花费不少精力去研究方法论,这方面实例是不胜枚举的。著名的哲学家培根说过:“跛足而不迷路能赶过虽健步如飞但误入歧途的人。”德国生理学家贝尔纳也说,“良好的方法能使我们更好地发挥运用天赋的才能,而拙劣的方法则可能阻碍才能的发挥。因此科学中难能可贵的创造性才华,由于方法的拙劣可能被削弱甚至被扼杀;而良好的方法则会增长、促进这种才华”。我们不得不承认,科学研究的方法是否正确、是否合理,会影响到研究者能否取得成果及取得成果的大小和快慢。

总之,在我们进行化学教学实验研究的进程中,在研究一个个具体的课题时,各种方法及方法学的知识都将起着一定的作用。所不同的

仅仅是,当具体研究对象不同时,各种方法、方法学知识的作用或大或小、或显或隐、或直接或间接,表现有所不同而已。因此,我们在解决实际课题时,既要全面地考虑到有关方法、方法学知识的科学指导,又要根据课题的特点和主、客观条件,选择最恰当的科学方法,以取得最佳的研究成果。

本课程当然不可能对科学方法论进行专门的介绍和探讨,但在进行具体实验研究的时候,应该尽可能用辩证唯物主义的观点及方法去观察现象、研究问题,科学地进行分析与综合、演绎与归纳,从一个个具体的实验研究课题中进行科学的抽象,并从抽象的高度再现和引伸到具体。争取在研究过程中多了解和学习一些作为一个化学教师所应该具备和掌握的科学方法。

(三) 拓宽知识面,加强实验研究多方面的训练

作为一名中学化学教师,应该具有正确的、熟练的实验操作能力,对于演示实验除了要有熟练的操作技能外,还应具备一定的讲解能力。这是“中学化学教材教法”课程对学生提出的基本要求。但是,对中学化学实验的研究而言,仅仅有这些基本功还是不够的。化学实验所给出的是化学现象,所解释的也是化学知识,但实验方法的研究,实验装置的设计和制作,不可能只局限在化学知识这一狭窄的领域内,它所涉及的方方面面是多层次、多角度的。例如上海南洋中学化学组所设计的一个用电子数字显示器直接给出溶液温度的中和热测定装置颇受师生们的欢迎。但这样一个改进装置如果全靠自己动手制作,大多数中学化学教师是难以做到的。因为它涉及到电子显示或液晶显示技术,涉及到电子测温技术,在装配过程中除了要自己动手焊接、自己动手粘制外壳外,还要为电子测温头配制耐热、防腐、耐折叠、导热系数高的塑料膜套,所以对塑料膜的种类和性能也要有所了解。再如一个教师想自己动手制作玻璃仪器,那么他至少应该了解身边有哪几种玻璃材料,并且对这些玻璃材料的软化温度、熔点、热膨胀系数等都能心中有数,以便在制作各种不同用途及要求的仪器时,可以有目的地选择相应的

材料。以上两例说明,要搞好化学实验的研究和设计,知识面及技能的开拓、培养是无穷无尽的。一个好的化学实验研究者,其动手能力往往是车、钳、刨、焊样样都会一点,其知识面也往往是电子学、光学、声学、生物学等都有所了解。当然这些知识、技能的学习和积累不是本课程能全部包揽的,但作为课程的要求,则无疑是应该提倡的。

二 教材概况

《中学化学实验研究》既不是单纯的化学课教材,也不是单纯的教学法课教材,更不是改进实验单纯的罗列。但是要达到该课程的教学目的,在课程的学习和研究过程中又非与上述各方面发生联系不可。要搞好中学化学实验的研究,不熟悉中学化学教材的内容不行,不了解中学化学实验教学的分类、作用、要求等也不行;不对部分实验进行解剖麻雀式的研究,不对一些典型的实验研究过程进行分析及归纳,是无法达到教学目的和要求的。所以本教材适当介绍了中学化学实验的分类及其教学特点和作用,对中学化学教学中的演示实验、学生实验和并进实验等分别讨论了相应的具体要求及研究时应注意的一些事项。学生在学习这些内容时可参阅与《中学化学教学法》书中有关实验教学部分的论述。其次,本教材就中学化学实验的研究内容和方法也作了适当的阐述,并通过一些实例的介绍,重点讨论了“如何分析评价一个实验的成功与否”、“如何处理中学化学实验中规范性与创造性的统一”、“如何剖析实验的成败关键”、“如何因地制宜地选择适当的途径和方法进行科学合理的研究”等问题。在第七章,对中学化学教师在研究实验过程中常碰到的如“实验仪器、装置的选择和设计”、“实验药品用量及其规格的确定”、“实验其他反应条件的研究”等问题,展开了讨论。

为了开阔视野,本教材还适当介绍了国内外化学实验改革的一些信息,例如近年国内外化学教学领域颇为热门的“微型实验”和多媒体在化学实验方面的应用等内容,并结合中学化学实验的部分实例作了

较具体的描述。另外,本教材还安排了一定的篇幅,结合具体实验选例进行实验方面的改进和设计的研究。对一个刚走上讲台的化学教师来说,实验的改进、设计及研究总是从学习或模仿起步,因为只有在学习和模仿中才会领会和悟出实验研究的科学方法和合理途径,即使有丰富教学经验的教师也可以从学习他人的研究成果中得到启发和收获。为此我们在本教材中选编了一些设计较好的实验,并选择一部分作为教学的实验练习。当然,学习、模仿别人的实验研究过程及成果不是本教材的最终目的,所以在教材中我们还编排了一定量的实验研究的课题。要求学生选择课题后独立地去完成,并通过各自的分析、归纳和相互交流活

动,使学生在完成本课程的学习后在中学化学实验研究方面有质的提高和飞跃。

三 学习方法

一年一度的教育实习不仅是教学计划中一个十分重要以至不可缺少的组成部分,也是检验我们教学质量的一个重要环节,可以说是师范大学开向全市的一个窗口。因此我们必需提前进行实质性教学训练和预演。作为本课程的改革,应该使广大实习教师更好发挥自己的积极主动性,真正体现参与性、讨论性和实践性,对某些实验可作进一步的研究、探索 and 开发。因为好多实验在前期课程中可能做过,现在再做不是简单的重复,而是按一定的教学原则和要求去体验、去实践。

“中学化学实验研究”是一门实践性较强的课程,其涉及的中学化学知识并不深,但对实验的研究却远远不像中学生模仿教师进行化学实验操作那样简单,所采用的教学方法也不是“听一遍、看一遍或自己动手做一遍”那种简单的灌输、仿效方法。本课程在学习上大致要求注意以下几点:

(一) 多听、多看、多学

学习他人的经验和成果、接受新的知识和信息是学习者获取知识、

发展和完善自己知识结构的重要途径。在中学化学实验研究方面,没有较多的知识和信息的积累,就不会有下一步对具体实验进行改革创新智慧;不站在知识巨人的肩膀上,就牵不到科技的彩虹。所以要学好本课程,一定要踏踏实实地从较简单的事做起,扎实地打好自身的基础。为此,我们应该多翻阅一些资料,多听些他人的经验介绍,多方面地汲取与本课程有关的信息。除了关心中学化学实验方面的内容外,还应参阅一些国外中学化学实验研究的论文、教学法、自然辩证法、方法论等有关书籍,以丰富自己的知识。

(二) 多操作,多动手,多练习

本课程以中学化学实验作为研究对象,如果离开实验的操作,就成了无水之源,所谓的研究就无从谈起了。同时多操作、多练习也是提高实验操作技能、提高实验水平的重要手段。操作技能的培养,实验效果的提高,没有捷径可走,只有认认真真的多实践、多动手、多练习,才能达到目的。对于中学化学教师而言,实验的操作技能也是一项生疏不得的基本功。当然在这里所强调的动手技能和操作,不只是搭装置、加试剂的简单实验操作,而是多层次多方面的操作和动手能力。一个出色的实验研究者应能熟悉多种实验制作材料,并善于用各种材料包括废旧料通过切割、锯刨、焊接、钻孔、粘接等操作,制取自己所需的仪器和装置。所以这方面能力的培养是无止境的。

(三) 多思考,多交流

在此提及的思考,指的是科学的探索,即在实验观察的基础上进行科学的分析、归纳、综合、演绎及推理。要搞好实验研究,要搞好实验改进,必须手脑并用和认真思考。只动手不动脑,那是毫无成果可言的。不绞尽脑汁、不苦苦思索,任何研究都无法深入进行。众所周知,门捷列夫是凭这种“思考”才在元素发现史上首先预言了镓和铟两种元素的存在及该两种元素的种种特性(后于1875年被证实),爱因斯坦也是凭“思考”,创立了相对论。尽管这种思考带来的辉煌成就是建立在

前人或同行们大量实验和实践积累的基础之上,但我们应确认科学的、积极的思考会使事物发生巨大的质变和飞跃,这方面的实例在我们现实生活的周围,在我们实验研究的过程中是不胜枚举的。另外,思维能力的培养和操作技能的培养一样,也没有捷径可走。我们不能设想一个懒于思考的人通过一夜的冥思苦想会发现一种新元素,也不会期望一个化学实验工作者不经磨练、不费什么周折就能一下子成为一个研究专家。思维能力的培养靠的还是多思考、勤探索。这是我们强调多思考的另一个原因。

在此提及的交流,并非只是通常概念上的教育和教学。其含义不只是由“官”单向地向“兵”进行知识和信息的传授,而是“官”与“兵”、“兵”与“兵”之间双向的询问、讨论和解答,当然也包括知识、信息及成果的相互传授。交流是进行课题研究的重要手段。对于众多研究者而言,各自的智能发展和各层次的知识积累是有一定差别的,有的善于抽象思维,有的擅长于实验操作,有的记忆力较强,有的特别擅长于某一方面的研究……,只有通过交流,各自才能取长补短,提高学习的效率,获得更理想的研究成果。为此,本课程在教学过程中,将安排适当的课堂讨论和研究成果的演示、交流活动,使一个人的收获和成果变成众人的收获和成果,从而使每一个学习者在交流活动中获得更多的知识和经验。

基于上述想法,本教材所编的第三部分:“中学化学实验设计和操作、制作练习”的内容主要包括四个方面:一为配合教师课堂的演示实验;二为组织学生实验的实验课实验;三为开展课外实验活动的设计实验;四为中学化学实验基本操作练习。真正动手做实验的次数不多,但要做精、做好,做到真正符合要求。

我们的实验课,除了要求学生动手做以外,还要抽出时间来讲解。配合课堂教学的演示实验,要真刀真枪边研边做,组织学生做的实验也要交代实验的目的、要求、注意事项等等。为此,除了要写实验报告外,还要写教案或把两者结合起来。

我们的实验课,学生应该自己动手准备实验,自行设计实验的所需

仪器、药品可向实验教师领取,但某些材料还需要自己寻找、制作,因此有的实验需做二次、三次,甚至更多次。另外,某些开发性、研究性实验可以由学生选做,然后交流,并在交流中不断改进、提高。

综上所述,我们可以把本课程的学习方法归纳为通俗的十个字“讲讲、听听、想想、做做、议议”。即要求我们勤学习、多思考、敢实践、常交流,再加上辩证唯物主义观点和科学方法论的指导。可以相信,通过这样的学习,在化学实验研究方面,大家一定能够创造出更多更好的经验,把当前化学实验教学提到一个新的高度、新的水平。

中学化学实验教学概论

目 录

128	实验3 制备硅酸胶体	81
131	实验4 制备硅酸胶体	81
135	实验5 制备硅酸胶体	82
137	实验6 利用滤纸做实验	83
142	实验7 制备硅酸胶体	84
146	实验8 制备硅酸胶体	85
1	绪 言	86
1	一 教学目的	86
5	二 教材概况	86
6	三 学习方法	86
135	第一部分 中学化学实验教学概论	87
137	第一章 中学化学实验教学的意义和作用	87
143	一 帮助学生形成正确的基本理论、基本概念,获得有关的化学知识	87
144	二 激发学生学习化学的兴趣,推动学生愉快、主动地学习和探究	87
146	三 培养学生的化学实验技能,使学生的智能和技能得到协调发展	87
15	四 培养学生观察、分析、解决问题的能力 and 创新意识	87
16	五 培养学生实事求是、严肃认真的科学态度	87
17	六 培养学生辩证唯物主义的世界观	87
18	七 培养学生良好的工作习惯和作风,进行爱国主义教育	87
10	第二章 中学化学实验的分类	87
10	一 按实验的教学形式分类	87
13	二 按实验的教学内容分类	87
16	三 按实验在教学中的作用分类	87

18	第三章 中学化学实验的设计和教学要求
18	一 演示实验的设计和教学要求
26	二 学生实验和并进实验的设计和教学要求
33	第四章 中学化学实验教学目标
34	一 化学实验教学的认知与技能目标
39	二 化学实验教学的科学探究目标
54	三 化学实验教学中情感态度领域的目标
60	第五章 中学化学实验教学模式和教学策略
60	一 中学化学实验教学模式
71	二 中学化学实验教学策略
76	第六章 中学化学实验教学的评价
76	一 化学实验教学评价的现状与反思
79	二 化学实验教学评价的内容和标准
90	三 化学实验教学评价的方法
97	四 学生作品分析
99	第七章 中学化学实验研究的内容、过程和方法
99	一 中学化学实验研究的主要内容
101	二 中学化学实验研究的过程及方法
105	三 实验仪器、装置的选择和设计
107	四 实验药品及其用量、规格的确定
109	五 实验其他反应条件的控制
	第二部分 中学化学典型实验研讨
113	第八章 中学化学基础教材实验研究选例
113	实验1 粗玻璃管和玻璃瓶的切割
114	实验2 塑料的简易加工和粘接

116	实验 3 氨、氧爆鸣实验	181
117	实验 4 制备硅胶体实验的研究	191
120	实验 5 胶体电泳实验研究	200
125	实验 6 利用滤纸做实验	203
126	实验 7 一氧化碳的制取及其性质实验	203
128	实验 8 活性炭的吸附作用	210
129	实验 9 气体分子运动实验	212
130	实验 10 焰色反应	212
132	实验 11 粉尘爆炸	219
133	实验 12 煤气、汽油等的爆鸣	219
135	实验 13 利用注射器做有关实验	222
137	实验 14 电镀演示实验	222
139	实验 15 醇催化氧化制醛	232
140	实验 16 纤维素水解	232
142	实验 17 制“羊皮纸”	232
143	实验 18 酯的水解	232
146	第九章 中学化学微型实验	
146	一 概况	
151	二 部分定型微型仪器和自制微型仪器实例简介	
153	三 部分中学化学微型实验选例	
156	第十章 课外实验	
156	一 化学趣味小实验	
172	二 小制作和制备实验	
175	三 测试和分析实验	
181	第十一章 实验研究性学习个案	
181	个案 1 灰烬催化蔗糖燃烧初探(初中)	
182	个案 2 酸雨的监测(初中)	