

基础教育新课程教师教育系列教材

化学新课程研究系列 主编 王祖浩

化学新课程中的 科学探究

吴 星 等著

高等教育出版社

内容提要

《化学新课程中的科学探究》是配合全日制义务教育阶段化学新课程的实施，帮助广大化学教师更好地理解课程标准，使广大教师在教学中能有效地指导学生用科学探究的方式学习化学的高质量教材。全书共分六章，每章都通过大量科学探究的案例，对化学新课程中科学探究的涵义、方案设计、实施、评价等内容分别进行了深入的分析，阐述了如何引导学生通过探究的方法学习化学的具体途径。对化学新课程中科学探究进行了有意义的探讨和回答。本书是目前新课程教师培训的指导性教材，同时也可作为高等师范院校本科生的教学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据
化学新课程中的科学探究/ 吴星等著 . —北京: 高等教育出版社, 2003.3
(基础教育新课程教师教育系列教材 . 化学新课程研究系列/ 王祖浩主编)
ISBN 7 - 04 - 009296 - 4
I . 化… II . 吴… III . 化学课 - 教学研究 - 中学
IV .G633.82
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 009829 号

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 64054588
社 址	北京市东城区沙滩后街55号	免费咨询	800 - 810 - 0598
邮政编码	100009	网 址	http:// www .hep .edu .cn
传 真	010 - 64014048		http:// www .hep .com .cn
经 销	新华书店北京发行所		
排 版			
印 刷			
开 本	787×960 异 16	版 次	2002 年 12 月第 1 版
印 张	17.25	印 次	年 月第 次印刷
字 数	240000	定 价	18.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。
版权所有 侵权必究

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》。行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

现公布举报电话及通讯地址：

电 话：(010) 84043279 13801081108

传 真：(010) 64033424

E - mail: dd@hep.com.cn

地 址：北京市东城区沙滩后街 55 号

邮 编：100009

责任编辑	靳剑辉
封面设计	刘晓翔
责任绘图	朱 静
版式设计	张 岚
责任校对	戈 捷
责任印制	

作者介绍

王祖浩

1958 年 5 月生，1986 年获北京师范大学理学硕士学位，1997 年晋升教授，专长化学课程与教学论研究。现任华东师范大学化学系教授，硕士生导师，教育部初高中化学国家课程标准研制组组长。

兼任中国化学会化学教育委员会委员，中国化学会《化学教育》杂志编委等职。在《教育研究》、《课程教材教法》、《化学教育》等多家刊物上发表论文 60 余篇，主编或参编《无机化学》、《简明中学化学学科教育学》、《化学教学系统论》、《化学学习论》、《化学教育展望》、《义务教育化学课程标准
级化学》、《高中化学竞赛教程》、《化学课程标准解读》等著作近 30 部。2000 年起负责教育部初、高中化学教学大纲的修订，主持教育部化学国家课程标准的研制，主编化学国家课程标准实验教科书。

吴 星

扬州大学化学化工学院副教授，硕士生导师，专长无机配位化学和化学课程论研究，教育部初高中化学国家课程标准研制组核心成员，《义务教育化学课程标准（实验稿）》、《国家课程标准实验教科书·九年级化学》和《化学课程标准解读》的主要作者之一。在《化学学报》、《高等学校化学学报》、《物理化学学报》、《化学教育》等杂志上发表论文 70 余篇。

总 序

《基础教育课程改革纲要（试行）》的颁布，标志着我国基础教育进入一个崭新的时代——课程改革时代。《纲要》从课程目标、内容等方面提出了改革的着眼点和最终归宿——“为了中华民族的复兴，为了每位学生的发展”。这一基本的价值取向预示着我国基础教育课程体系的价值转型。新课程顺应时代发展的需要，决心彻底扭转传统应试教育的弊端，以培养学生健全的个性和完整的人格为己任，努力构建符合素质教育要求的新的基础教育课程体系，明示了课程改革的基本理念。

1. 关注学生作为“整体的人”的发展。人类个体的存在是一个整体性的存在。个体存在的完整性不是多种学科知识杂烩的结果，亦不是条分缕析的理性思维的还原。第一，“整体的人”的发展意味着智力与人格的协调发展。新课程努力改革既有课程过于注重知识传授的倾向，把统整学生的知识学习与精神建构作为具体改革目标之一，力图通过制定国家课程标准的形式代替一直沿用的教学大纲，把“过程与方法”作为与“知识与技能”、“情感态度与价值观”同等重要的目标维度，承认学习过程的价值，注重在过程中把知识融入个体的整体经验，转化为“精神的力量”和“生活的智慧”。第二，“整体的人”的发展意味着个体、自然与社会的和谐发展。新课程从整体主义的观点出发，贯彻自然、社会与自我有机统一的原则，致力于人的自然性、社会性和自主性的和谐健康发展，以培养人格统整的人。例如，新课程的一个亮点——综合实践活动课程，其内容的选择和组织就是围绕学生与自然的关系、学生与他人和社会的关系、学生与自我的关系三条线索进行开展。

2. 回归学生的生活世界。教育是发生在师生之间的真实生活世界中的社会活动，课程是学生的课程，课程教学应该在学生的生活世界中关注教育意义

的建构、在现实生活中关注师生之间的对话与理解，追寻富有意义的、充满人性的教育。新课程强调要“加强课程内容与学生生活以及现代社会和科技发展的联系，关注学生的学习兴趣和经验”，这从课程内容的角度确定了课程改革与学生生活的联系，认为课程不再是单一的、理论化的、体系化的书本知识，而是向学生呈现人类群体的生活经验，并把它们纳入到学生的生活世界中加以组织，赋予课程以生活意义和生命价值。新课程还注重学科知识体系的重建，凸现课程综合化的趋势，努力软化学科界限，展开跨学科的对话，强调综合性、加强选择性并确保均衡性。因此，新课程从结构上也倡导了一种回归生活世界的教育，所体现的不是分科的学科知识，而是综合的跨学科的知识 and 学问，注重社会生活、关照学生的经验和个体差异性，保证了每位学生全面、均衡、和谐地发展。

3. 寻求个人理解的知识建构。课程教学必须建构知识与人之间的一种整体的意义关联，使之对个人的成长和发展产生意义。新课程首先确立了新的知识观，积极倡导学生“主动参与、乐于探究、勤于思考”，以培养学生“获取新知识”、“分析和解决问题”的能力，充分表明新课程不再视知识为确定的、独立于认知者的一个目标，而是视其作为一种探索的行动或创造的过程。其次，新课程把转变学生的学习方式作为重要的着眼点，要求在所有学科领域的教学中渗透“研究性学习方式”，强调要尊重学生学习方式的独特性和个性化。再次，新课程还力图构建具有个人意义的评价方式，建立发展性课程评价体系，要求“发挥教育的评价功能，促进学生在原有水平上的发展”，将评价视为评价者与被评价者共同建构意义的过程，强调通过学生的主体参与发展自我反思能力，以提升评价的个人发展价值，保障知识生成方式的个性化。

4. 创建富有个性的学校文化。对于课程改革来说，不仅仅意味着内容的更新、完善与平衡，更为重要的是意味着理想的“学校文化”的创造。学校文化的变革是课程与教学改革中最深层次的改革，“学校文化”的再生正是课程改革的直接诉求和终极目标。新课程正在致力于建立民主的课程管理文化，“实行国家、地方、学校三级课程管理，增强课程对地方、学校以及学生的适应性”，并提出开发校本课程，主张学校拥有课程自主权、教师是课程开发的主体、具体学校是课程开发的场所，这最能反映学校的具体情境和学生的学习需求，体现学校的特色和发展风貌。“三级课程管理”的理念赋予教师参与课程开发、管理课程的权力，有利于建设合作的教师文化，促使教师积极参与课程开发，展开交流和对话，打破原有独立作业的教学形态，培养教师的团队合作精神，逐渐在参与改革的教师之间形成“伙伴式的团队文化”，实现共同的

教师专业成长。学校一旦形成民主的管理文化和合作的教师文化，整个学校就会显示出蓬勃的发展生机，逐渐营造出一种充满学校特色、丰富多彩的环境文化，更好地促进学生的主体发展、培养身心的和谐发展。

新课程秉持全新的课程改革理念，在课程目标、课程功能、课程结构、课程内容、课程实施、课程评价及课程管理等方面都发生了重大变革，较原来的课程有了重大创新和突破。新课程的实施是我国基础教育战线一场深刻的变革，新的理念、新的教材、新的评价，强烈冲击着现有的师范教育体系，对广大教师和教育工作者提出了更高更新的要求。教师自身的理论素养和实践能力是决定课程改革成败的关键。这就需要中小学教师必须迅速走进新课程，理解新课程，确立一种崭新的教育观念，改进原来习以为常的教学方法、教学行为和教学手段，重新认识和确立自己的角色，改变课堂专业生活方式，提升课程意识，提高教师专业化水平。

由高等教育出版社出版发行的《基础教育新课程教师教育系列教材》，以基础教育课程改革的新思想、新理念为指导，贯彻《纲要》关于教师培养和培训的基本精神，主要宗旨在于促使教师更快地适应新课程理念下的学科教学。这套系列教材由参与基础教育课程改革的专家、教学法专家、各师范大学和省教育学院的教师或教研员以及实验区一线的优秀教师共同参与编写。教材所涉内容既充分反映了课程教学方面的最新进展和研究成果，又贴近一线教师的教学实践，为教师在职培训和师范院校本科生的学习提供了系统的学科教育观念、教学设计的策略以及课程教学的科学性知识。它既可作为教师在职培训的优秀教材，也可作为师范院校本科生乃至学科教学论硕士研究生的主要教学参考书，是广大教师更新教育观念、理解新课程标准、提高教学艺术的重要参考读物。本套系列教材的基本特点在于：

第一，以解读学科课程标准为立足点。这套教材充分体现基础教育课程改革纲要的基本思想，把新的课程标准的各项要求融入其中，紧密结合目前课程改革的经验和教师培训的需求，吸取各学科教学论的最新科研成果，既立足当前需要，又放眼长远发展，力图准确把握学科教育发展的脉搏，分析和介绍各学科教学的内容和特点，勾勒出学科教育教学的整体轮廓。教材所表达的学科教学发展的最新理念将对我国学科教学的转型产生一定的促进作用，而其分析和介绍的学科教学的实践模式亦将对我国新的课程与教学实践产生一定的促进作用。

第二，以加强新课程教师教育为出发点。本套教材从教师实用的角度解析新的课程标准，以培养适应新课程和新教材的新型教师为出发点，本着为中小

学教师教学服务的原则，极力凸现如何使教师尽快适应新课程理念下的各学科教学。教材不仅展开了充分的教学理论阐述，而且提供了较为直接的可供读者使用的新课程典型案例和资料，具有较强的示范性、实用性和指导性，是一线教师进行备课、教学等实际工作的有力助手，有利于积极促进教师教学方式与学生学习方式的根本变革。

第三，以实现学科重建为最终归宿。这套系列教材由 70 余册著作组成，涵盖基础教育的所有学科，分别针对小学和初中两个层次，根据学科教学论的内容，如教学策略、学习论、教学与学业评价等，全面阐释和分析了学科教学的一般理念和设计范式，呈现出一种崭新的学科样式。就整套教材来看，它是目前同类图书中最新的、最系统的产品，具有较高的质量和权威性，它的出版大力推动了我国学科教学论的理论研究和实践探索，也有效地推进了学科教学过程的优化。

教师发展是课程开发的中心。希冀广大教师以主人翁的姿态积极投入到实践新课程的浪潮之中，与新课程共同成长；盼望新课程的实施，进一步促进教师专业化水平的提高和教师教育事业的发展。让我们共同期待着中国基础教育课程改革的圆满成功！

钟启泉（教授 博士生导师）

2003 年 1 月 26 日于华东师范大学

序

随着科学技术的迅猛发展，人类已步入信息化社会，过去难以想象的快捷获取和保存各种资料已成为一件十分容易的事情。因此，在基础教育阶段学生学习什么，如何学习，直接影响学生未来的发展。在新的背景下，我们必须重新审视传统意义上的“学校知识”的价值。学生的学习兴趣、学习方式、思维习惯、自学能力远比书本知识更为重要。我们在参与教育部基础教育化学课程研制的两年多时间里，对中学化学课程的现状做了大量的调查分析。学生在学习兴趣、学习方式等方面表现出来的种种问题，使我们深感忧虑。繁、难、多、旧的课程一定程度上抑制了学生的探究欲望，使学生背上了沉重的学习负担。今天，随着新课程在实验区的不断推进，“一切为了学生发展”的课程理念正在变成现实。我们亲眼目睹了教师和学生身上发生的种种可喜变化，他们以极大的热情和实事求是的态度走进新课程。课内，学生实验、提问和讨论融为一体；课后，师生共同查阅资料，探讨问题，参与调查和研究。我们无数次为实验区师生新的精神面貌和反思实践的行为所感动。他们用勤奋和智慧使课程内涵得到了升华。两年的研究和实践，我们感触很多，很难全部用文字来表达。但我们坚信，21世纪中国基础教育化学课程改革必将结出丰硕的果实。

教育部2001年颁布的义务教育化学课程标准拓宽了广大化学教师的视野，我们将走出原先熟悉的学科知识体系，将生活和社会融入化学。空气、水、食品、材料、燃料、药物、环境将成为初中学生学习和研究化学的素材而进入课堂；新课程积极倡导“科学探究”，我们必须摒弃多年来习以为常的“讲练考”的教学模式，鼓励学生主动提出问题、大胆推测和假设，在思考、实验基础上获得合理的结论……“教师是教育改革成功的关键。”面对新的标准，新的教材，新的情境，新的要求，我们教师的观念和思维方式应如何“接轨”，怎样

有效地进行教学设计，如何开发、优选和利用众多的课程资源，怎样组织学生围绕“问题”进行探究，如何全面地评价学生的发展等等，形成了新课程背景下化学教师专业发展的新课题。

基于上述思考，我们在编写《化学课程标准解读》基础上，从更具体的层面深入研究了《化学课程标准（实验稿）》，结合课程标准实验教材使用中的实际问题和实验区化学教师培训的经验，编写了《基础教育新课程教师教育》系列教材中的“化学新课程研究系列”，力求帮助广大的化学教师更好地理解课程标准，有针对性地进行教学研究，从而提高化学新课程实施过程中教师的专业素养水平。

“化学新课程研究系列”中选取的不少素材来源于课程标准实验教科书和课程改革实验区广大教师的实践，在本书出版之际，特向教科书的编者和广大的实验教师表示真诚的感谢。高等教育出版社高瞻远瞩，对实验区教师培训的高度责任心和对作者的充分信任，不断激励作者深入研究，付出了辛勤的劳动，在此致以最诚挚的谢意。

王祖浩

2002 年 12 月于华东师范大学

前 言

由教育部制定的全日制义务教育阶段《化学课程标准(实验稿)》标志着新世纪的初中化学课程改革开始向全国推进。至 2002 年 9 月,全国已有五百多个实验区正式实施新课程。化学新课程以提高学生的科学素养为主旨,将科学探究作为课程改革的突破口,让学生通过义务教育阶段化学课程的学习,在知识与技能、过程与方法、情感态度与价值观等方面都得到一定程度的发展。新课程对义务教育阶段的化学教学改革、对化学教师的能力素养等方面提出了一系列的挑战。在化学新课程的实施过程中,要求广大化学教师树立新的课程理念,理解新的课程目标,熟悉新的课程内容,掌握新的教学方法。

为了配合义务教育阶段化学新课程的实施,帮助广大化学教师更好地理解课程标准,在教学中能有效地指导学生用科学探究的方式学习化学,我们在深入研究《化学课程标准(实验稿)》和初中化学教师素质的基础上,收集和研究了大量的案例,编写了《化学新课程中的科学探究》一书。

《化学新课程中的科学探究》共分六章,每章通过大量的科学探究案例,对科学探究的含义、科学探究方案的设计、科学探究的实施、科学探究的评价等内容进行了较为深入的分析,阐述了如何引导学生通过探究的方法学习化学的具体途径。本书力求反映化学新课程的特色,同时从理论和实践两方面解析科学探究的内涵。许多案例源于课程标准实验教材和实验区教师的实践,我们衷心地希望广大的读者能从中获得启发。

本册由国家化学课程标准研制组核心成员吴星主持编写。参与编写的人员是:第一章,陆军、吴星;第二章,吕琳;第三章,吴星;第四章,龚正元;第五章,吴星;第六章,杨国斌。全书由吴星统稿。

“化学新课程研究系列”主编、国家化学课程标准研制组组长、化学课程

标准实验教材主编、华东师范大学化学系王祖浩教授审读了全书，提出了宝贵的修改意见，在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促，作者水平有限，本书难免有不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2002 年 12 月

目 录

第 1 章	科学探究与化学新课程	1
第一节	科学探究与探究学习	2
第二节	初中化学新课程中的科学探究	20
第三节	学生探究能力的培养	29
第 2 章	化学课程中探究方案的设计	39
第一节	探究方案设计的原则	40
第二节	探究目标的设计	48
第三节	探究策略的设计	54
第四节	探究方案的优化	67
第 3 章	初中化学新课程中科学探究的实施	75
第一节	科学探究活动中学生的行为	77
第二节	科学探究中教师的作用	89
第三节	化学课程中科学探究的组织	107
第四节	科学探究活动中的资源开发利用	124
第 4 章	化学课程中科学探究的评价	139
第一节	科学探究活动评价的功能和原则	140
第二节	科学探究活动评价体系的确定	153
第三节	科学探究活动评价的方式及实施	167
第 5 章	关于科学探究若干问题的讨论	189
问题一	科学探究活动有水平高低之分吗	190
问题二	探究性教学有无固定的模式	194
问题三	科学探究的评价是不是只要过程，而不要结果	196
问题四	所有化学知识都必须用探究的方式教与学吗	197
问题五	只有当学生提出并探究自己的问题时，才会产生真正的探究吗	199

II	目 录	
问题六	只有化学实验才能进行科学探究吗	200
问题七	合作学习、自主学习与探究性学习是相互对立的吗	204
问题八	进行纯粹科学研究是教师提高科学探究能力的唯一途径吗	206
问题九	科学探究中每一个学生都要达到相同的标准吗	207
第 6 章	化学新课程中的探究案例	209
探究案例 1	二氧化碳在水中的溶解性	210
探究案例 2	人呼出的气体是二氧化碳吗	214
探究案例 3	质量守恒定律	218
探究案例 4	物质燃烧的条件	224
探究案例 5	爆炸现象	230
探究案例 6	灭火的原理和方法	233
探究案例 7	焚烧农作物秸秆的危害	237
探究案例 8	有关鸡蛋的实验探究	242
探究案例 9	金属的活动性	244
探究案例 10	金属的锈蚀与防护	246
探究案例 11	化学能转化成电能	251
探究案例 12	催化作用	254
参考文献		259

第 章

科学探究与化学新课程

科学探究与探究学习

初中化学新课程中的科学探究

学生探究能力的培养

内容提要 科学教育中的科学探究专指探究性学习。本章在介绍科学探究、研究性学习的形成和发展及其时代意义和特征的基础上,对新课程中科学探究的地位、作用、功能及其对教师的要求进行了分析和说明,并提出了培养学生探究性学习能力的策略。

国务院在《关于基础教育改革发展的决定》中要求:“继续重视基础知识、基本技能的教学并关注情感、态度的培养;充分利用各种课程资源,培养学生收集、处理和利用信息的能力;开展研究性学习,培养学生提出问题、研究问题、解决问题的能力;鼓励合作学习,促进学生之间相互交流、共同发展,促进师生教学相长。”教育部在《基础教育课程改革纲要》中也指出:“教材改革应有利于引导学生利用已有的知识和经验,主动探索知识的发生和发展,同时也应有利于教师创造性地进行教学”;“教材内容的组织应多样、生动,有利于学生探究,并提出观察、实验、操作、调查、讨论的建议”。新一轮的基础教育课程改革将转变学生的学习方式,提出以“科学探究”为主的多元化的学习方式作为课程改革的突破口。显然,在走进化学新课程的时候,“科学探究”将会和我们结伴而行。

为了服务于学生的未来发展,为了提高学生的科学素养和全面推进基础教育课程改革,我们有必要对科学探究的本质、科学探究活动的组织和实施策略、影响提高学生科学探究能力的因素等问题有一个较全面的认识。

第一节 科学探究与探究学习

一、科学探究的含义

在基础教育课程改革中,探究 (inquiry) 是使用频率最高的

几个关键词之一。《牛津英语词典》^① 中对探究给出了这样的解释：“The action of seeking, esp. for truth, knowledge, or information concerning something; search, research, investigation, examination.” 《辞海》（1999 年版）的解释，“研究”指“用科学的方法探求事物的本质和规律”，“探究”则指“深入探讨，反复研究”。

“科学探究（scientific inquiry）”原本是指科学家解决问题的过程。让我们来看看莫瓦桑是如何发明人造金刚石的吧。

探究案例 1 人造金刚石的诞生

有一次，莫瓦桑准备进行一项化学实验，需要用一种镶有金刚石的特殊器具。这种器具非常昂贵，因此实验室里的助手们倍加爱护。

早上，莫瓦桑来到实验室，做好实验前的准备工作。这时，各项仪器都准备好了，却找不到那镶有金刚石的昂贵器具。奇怪，怎么会突然不见了呢？

莫瓦桑仔细一看，门锁很明显被人撬开过。这么说，小偷看上那昂贵的金刚石了。

这桩意外使莫瓦桑萌生了一个念头：“天然金刚石如此稀少而昂贵，如果能人工制造金刚石，该有多好！”

作为化学家，莫瓦桑心里最清楚：“点石成金”这不过是美好的神话。要想制造金刚石首先要弄清楚金刚石的主要成分并了解它是怎样形成的。

翻阅了许多资料后，莫瓦桑了解到，金刚石的主要成分是碳。至于它是如何形成的，在这方面研究的成果很少，只有德布雷曾提出金刚石是在高温高压下形成的。紧接着莫瓦桑想到，要人工制造金刚石，需有可供加工的原材料。选什么材料才合适呢？还从未有人作过这方面的尝试，看来，一切要靠自己摸索了。

莫瓦桑经过查阅大量的资料、与专家讨论和自己多次思考，终于在头脑中形成了制造人造金刚石的设想。他对助手们说：“金刚石的主要成分是碳。陨石里含有少量金刚石，而陨石的主

^① The Oxford English Dictionary . Second Edition Volume VII . Clarendon Press Oxford, 1989: 1 010