

五年制专科层次小学教师培养教科书

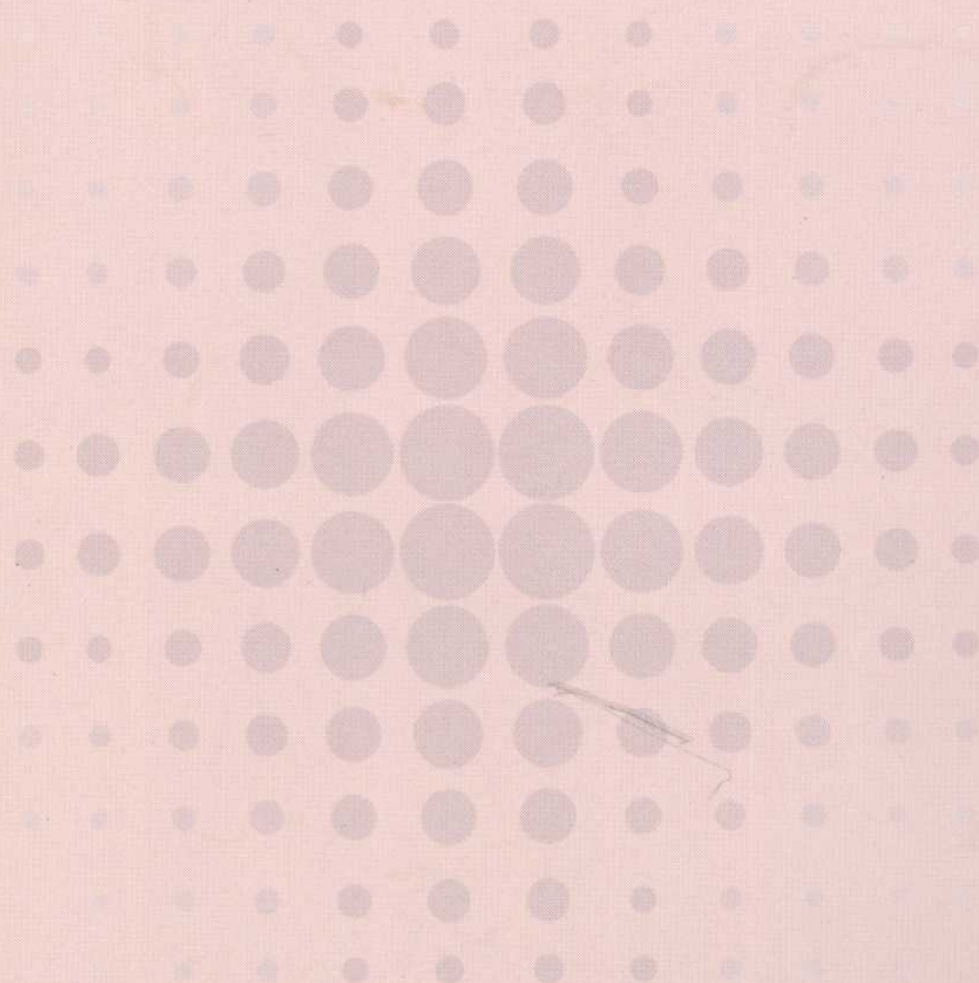
科学·化学

KEXUE HUAXUE

湖南省教育厅组织编写

(试用)

 湖南科学技术出版社



五年制专科层次小学教师培养教科书

科学·化学

KEXUE HUAXUE

湖南省教育厅组织编写



湖南科学技术出版社

江苏工业学院图书馆

藏书章

图书在版编目 (CIP) 数据

科学·化学 / 卢琦主编. —长沙: 湖南科学技术出版社,
2007.11

五年制专科层次小学教师培养教科书
ISBN 978-7-5357-5048-8

I. 科... II. 卢... III. 化学—小学教师—师资培养—教材 IV. O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 140460 号

五年制专科层次小学教师培养教科书

科学·化学 (试用)

组织编写: 湖南省教育厅

主 编: 卢 琦

责任编辑: 贾平静 周 辉

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-4375808

印 刷: 长沙瑞和印务有限公司
(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市井湾路 4 号

邮 编: 410004

出版日期: 2007 年 11 月第 1 版第 1 次

开 本: 700mm × 1000mm 1/16

印 张: 16

插 页: 3

字 数: 284000

书 号: ISBN 978-7-5357-5048-8

定 价: 28.00 元

(版权所有·翻印必究)

湖南省小学教师教育教材建设委员会

顾问 许云昭 郭开朗 管培俊
主任 张放平
副主任 朱俊杰 周德义
成员 (以姓氏笔画为序)

王玉清 王永久 王身立 邓士煌
左清 白解红 石鸥 李纪武
李求来 李维鼎 李艳翎 顾松麒
黄超文 凌宪初 赖阳春

※ ※ ※ ※ ※

本书主编 卢琦
副主编 郑敏
编写人员 杨瑞桥 喻献群 徐桂荣 郑敏
卢琦

序

PREFACE

进入新世纪，随着我国社会主义市场经济体制的确立和科学技术进步日新月异，整个社会对优质教育资源日益增长的需求以及教育自身的改革与发展不断深入，对教师队伍建设提出了更新、更高的要求。按照教育部“教师教育要有计划、有步骤、多渠道地纳入高等教育体系”的部署，各地积极推进三级师范向二级师范的过渡，有力地提升了小学教师培养的学历层次。但是，经过几年的实践，我们发现，虽然小学教师培养的层次提升了，形式过渡了，但由于培养内容和模式没有进行相应的调整 and 改革，因此，培养的质量和效益没有得到相应的提高，有的地方甚至在下降。同时，一个不能否认的事实是，目前小学教师队伍的年龄结构、学科结构、学历结构、知识结构、教育观念、教学方法、创新意识和创新能力还不能适应教育现代化的发展要求，小学教师队伍年龄老化现象比较严重，农村小学音乐、美术、综合课教师短缺，信息技术和英语教师严重不足，受过高等教育的小学教师的比例仍然很小，这些都严重地妨碍了基础教育持续、健康和均衡发展。

2005年3月，根据湖南省委、湖南省人民政府关于加强农村中小学师资队伍建设的决定和部署，湖南省教育厅针对当前农村小学教师年龄老化和教师教育中生源质量下降，师范专业教育弱化，教育实习环节不落实等突出问题，成立专题调研组，深入师范院校和市（州）、县（区）教育部门及中小学校，就中小学教师培养情况开展调研，撰写了专题调研报告。当时，我在湖南省人民政府担任副省长，主持全省的教育工作时认真审读了这个调研报告，对此报告给予了充分的肯定并就中小学教师培养工作提出了一系列建议与意见。在此基础上，湖南省人民政府办公厅批转了湖南省教育厅《关于进一步加强中小学教师培养工作的意见》（简称《意见》），决定采取有力措施进一步完善教师教育体系结构，规范教师教育办学秩序，加强教师教育宏观规划与管理，同时还决定在全省实施农村小学教师定向培养专项计划，以此为突破口吸引优秀初中毕业生报考教师教育专业，改革师范生培养模式，强化实践教学环节，全面加强小学教师培养工作。教育部对湖南省这项工作给予了高度评价，并于2005年12月专门发简报向全国

推介。

根据湖南省教育厅《意见》的要求，湖南省教育厅开始实施农村小学教师定向培养专项计划，为全省农村乡镇以下小学定向培养五年制专科层次小学教师。2006年和2007年两年共招生录取优秀初中毕业生3102名。这批学生分别与其所在县政府签订了协议书，承诺毕业后回协议所在县市（区）乡村小学服务5年以上，对此，社会各界反响非常好。2007年《中共湖南省委、湖南省人民政府关于建设教育强省的决定》计划“十一五”期间以这样的方式为农村培养1万名小学教师。

接下来，将这些学生培养成什么样的小学教师，以及如何来培养的问题摆到了我们的面前。基于以下几个方面的考虑，我们决定按“全科型”模式培养这批学生，即使他们成为“适应基础教育改革、发展和全面实施素质教育的需要，能够承担小学各门课程的教学任务，基本具备从事小学教育、教研和管理的能力，具有一定的专业发展潜力，德智体美等全面发展的专科学历”小学教师。这是因为：

第一，小学生整体认知世界和生性活泼的心理特点，要求教师具有良好的知识结构和综合能力，具有能歌善舞、能写会画的艺术素质，对儿童富有爱心、同情心、恒心和耐心。第二，传统的中等师范学校培养的小学教师知识面较宽，音乐、美术、体育、“三笔字”、普通话等基本功扎实，教学技能突出，动手能力较强，能很快胜任小学各学科教学，基本属于全科型小学教师类型。第三，实践证明，按学科专业教育与教师专业教育相分离的模式进行分科培养的小学教师，不能很好地适应小学教育。第四，西方发达国家普遍认为小学教师是一种综合性职业，应通过一体化的训练使师范生成为符合现行小学教育要求的合格教师，能够胜任小学阶段国家统一课程所有学科的教学。第五，目前，我国农村地区地域辽阔，地形复杂，教学点量多面广且规模很小，有的地方甚至是一人一校，在现行的教师编制标准的前提下，客观上要求每个教师必须能够胜任各科教学，有时还要求能够“包班”。第六，由2~3个教师教授一个班的小班化教学是我国基础教育与国际接轨的必然趋势，这有利于增强教师的责任感，增加教师与学生交流、沟通的机会，从而全方位地了解学生，并给予学生更多的关心、关注和鼓励。

构建科学、合理的课程体系是实现“全科型”小学教师培养目标的关键。为此，我们成立了“湖南省小学教师教育教材建设委员会”，分三个步骤进行课程开发：一是制订颁发《湖南省五年制专科层次小学教师培养课程方案（试行）》，将课程体系分为必修、选修两大块，其中必修部分分文化、教学技能、课程教学理论、教育实践四大模块。该课程体系的最大特点是降低了文化类课程所占比重

(53.2%), 提高了教育理论和实践类课程比重 (24.7%), 并根据农村小学教育的需要设置英语、音乐、美术、体育、计算机必选课, 鼓励学生发展个性和特长。二是按严格程序研制学科教学大纲。先采取招标 (邀标) 的方式, 从专业、职称、教师教育资历、科研成果等方面, 确定参与编写教学大纲的人员, 然后组织教师教育专家、教师教育第一线教师、学科专家、优秀小学教师等各方面人员组成评审组, 对教学大纲进行初审、终审和最后鉴定, 直到合格为止。三是在对培养目的、意义、步骤、内容选择及编排、使用等方面进行论证的基础上, 组织编写五年制专科层次小学教师培养的整套教材。

教材是课程的重要载体, 是实现课程目标的根本保障。由湖南省教育厅组织编写的这套教材是湖南省教师教育研究群体集体智慧的结晶, 具有以下三个方面的显著特点。

一、科学性。每本教材都在研制教学大纲的基础上编写, 由学科专家组最后审定, 既注重学科知识内在体系的完整性, 又吸收学科最新研究成果。整套教材反映了当今世界教师教育的发展趋势, 力求加强学科之间的相互渗透和知识整合, 形成功能互补、相互协调的知识体系。

二、针对性。充分考虑培养对象的初中学历起点、可塑性强及专业发展方向等因素, 将文化基础课定位在与专科学历相适应的水准, 开足英语、音乐、美术、体育、舞蹈等课程, 增加教育类课程, 强化教育实践, 力求满足我国基础教育课程改革对小学教育发展和农村小学教师的新要求。

三、实用性。借鉴传统中等师范教材、现行师范专科教材及国外小学教师培养教材的成功经验, 在内容选择上力求使学生“知识博、基础实、适应广”, 具有宽泛、扎实的理科、文科、艺术、信息技术、教育学、心理学、教育法律和法规等方面的知识, 在内容编排上, 注意由浅入深、循序渐进, 符合学生的身心特点和认知规律, 力求使师生易教易学。比如英语、音乐、美术、体育、计算机等课程, 除基础课外, 还增加了选修课。内容更多, 难度更大, 要求更高, 目的在于发展学生的个性和特长。

基础教育的基础在小学。一个人可以不接受高等教育, 但不能不读小学, 否则他 (她) 就是文盲, 就无法生存和立足于当今社会。因此, 小学教育的重要性无论怎么强调都不过分。我分管教育多年, 十分关注教师队伍尤其是小学教师队伍建设, 深切感受到在经济发展水平和教育硬件相对薄弱的背景下, 加强教师队伍建设是促进教育事业发展的根本依靠。由于目前专科层次小学教师培养教材的使用处于无序状态, 编写这套培养“全科型”小学教师的教材, 既是小学教师队伍建设的重要内容, 也是一项开创性的工作, 可以在小学教师培

养史上浓墨重彩地写上一笔。坦率地说，这也是我经历过的最有意义的工作之一。

由于时间短、任务重，教材可能还有不尽如人意之处。建议先试用，然后，组织力量对教材的使用情况进行广泛调研，在征求教师、学生意见和建议的基础上，对教材进行修订，努力使教材更完善，不断适应基础教育改革与发展对小学教师培养的要求。

恰逢今天是我国第23个教师节，让我们以激动的心情向广大教师与教育工作者致以节日的问候，并向教育界和全社会推荐湖南省教育厅组织编写的这套全科型小学教师培养教材。

是为序。

许云松

2007年9月10日

目 录

CONTENTS

第一章 认识化学科学	(1)
第一节 化学科学的形成和发展	(1)
一、化学的发展历史及其与人类社会的关系	(1)
二、化学的学科分类	(4)
第二节 化学研究的基本方法	(7)
一、化学研究中的常用方法	(7)
二、混合物分离和提纯是化学研究最基本的实验方法	(8)
第三节 化学计量及其应用	(14)
一、物质的量及其单位	(14)
二、摩尔质量和气体摩尔体积	(15)
三、物质的量在化学实验中的应用	(19)
归纳·整理	(23)
自我检测	(25)
第二章 化学物质与化学反应	(27)
第一节 物质及其简单分类	(27)
一、元素与物质的关系	(27)
二、物质的简单分类	(28)
三、分散系及其分类	(30)
第二节 电解质及离子反应	(35)
一、电解质的电离	(35)
二、离子反应及其发生的条件	(38)
第三节 氧化剂和还原剂 氧化还原反应	(41)
一、氧化还原反应	(41)
二、氧化剂和还原剂	(44)

归纳·整理	(46)
自我检测	(48)
第三章 典型的金属和非金属	(51)
第一节 碱金属	(51)
一、钠	(51)
二、碱金属元素	(55)
第二节 卤素	(59)
一、氯气	(59)
二、氯离子的检验	(63)
三、卤族元素	(63)
归纳·整理	(68)
自我检测	(70)
第四章 原子结构 元素周期律	(72)
第一节 原子结构 原子核外电子排布	(72)
一、原子核 核素	(72)
二、原子核外电子排布	(74)
第二节 元素周期律	(80)
第三节 元素周期表	(85)
一、元素周期表的结构	(85)
二、元素的性质与其在周期表中位置的关系	(86)
归纳·整理	(90)
自我检测	(91)
第五章 自然界中重要的非金属	(93)
第一节 碳及其化合物	(93)
一、碳单质的多样性	(93)
二、碳及其化合物间的转化	(95)
第二节 氮及其化合物	(98)
一、氮的循环	(98)
二、氮的重要化合物	(100)
第三节 硫及其化合物	(106)
一、硫及其氧化物	(106)
二、硫酸	(109)
归纳·整理	(112)

自我检测	(113)
第六章 化学反应与能量	(115)
第一节 化学键	(115)
一、化学键与物质变化	(115)
二、化学键的类型	(116)
第二节 化学反应中的能量变化	(120)
一、化学反应与热能	(120)
二、化学反应与电能	(124)
第三节 化学反应的快慢和限度	(128)
一、化学反应的速率	(128)
二、化学反应的限度	(130)
第四节 化学反应的利用	(132)
一、利用化学反应制备新物质	(132)
二、化学反应为人类提供能源	(133)
归纳·整理	(135)
自我检测	(137)
第七章 元素与材料	(140)
第一节 铝 金属材料	(140)
一、铝与铝合金	(141)
二、金属与金属材料	(145)
第二节 硅 无机非金属材料	(150)
一、传统无机非金属材料	(150)
二、新型无机非金属材料	(155)
第三节 复合材料	(158)
一、认识复合材料	(159)
二、种类繁多的复合材料	(160)
归纳·整理	(165)
自我检测	(165)
第八章 常见的有机化合物	(169)
第一节 最简单的有机化合物——甲烷	(170)
一、甲烷的空间结构	(170)
二、甲烷的性质	(171)
三、烷烃	(173)

第二节 生活中的有机化合物	(176)
一、乙醇	(176)
二、乙酸	(178)
三、酯和油脂	(180)
四、糖类和蛋白质	(182)
五、维生素和食品添加剂	(187)
第三节 来自石油和煤的两种重要化工原料	(191)
一、乙烯	(191)
二、苯	(194)
第四节 塑料 橡胶 纤维 (选学)	(198)
一、有机高分子化合物	(198)
二、塑料	(199)
三、橡胶	(200)
四、纤维	(201)
归纳·整理	(203)
自我检测	(204)
第九章 化学与可持续发展	(206)
第一节 金属矿物和海水的开发利用	(206)
一、金属矿物的开发利用	(206)
二、海水资源的开发利用	(208)
第二节 矿物燃料的综合利用 环境保护	(213)
一、矿物燃料的综合利用	(213)
二、环境保护与绿色化学	(220)
归纳·整理	(224)
自我检测	(226)
补充实验 玻璃管加工和塞子钻孔	(228)
附录 I 化学实验安全常识	(236)
附录 II 相对原子质量表	(238)
附录 III 部分酸、碱和盐的溶解性表 (20℃)	(240)
附录 IV 一些常见元素中英文名称对照表	(241)
附录 V 元素周期表	(243)
参考文献	(245)
后记	(246)

第一章

认识化学科学

在现代社会里，不论是农业、工业及科学技术，还是人民生活中的衣、食、住、行等，都发生了巨大的变化。化学作为一门研究物质组成、结构、性质及其变化规律的科学，在创造、丰富人类物质文明的进程中，起着极为重要的作用。

第一节 化学科学的形成和发展

一、化学的发展历史及其与人类社会的关系

自从有了人类，化学便与人类结下了不解之缘。钻木取火，用火烧煮食物，烧制陶器，冶炼青铜器和铁器，都是化学技术的应用。正是这些应用，极大地促进了当时社会生产力的发展，成为人类进步的标志。今天，化学作为一门基础学科，在科学技术和社会生活的方方面面正起着越来越大的作用。化学发展史大致分为五个时期：

远古的工艺化学时期 这时人类的制陶、冶金、酿酒、染色等工艺主要是在实践经验的直接启发下经过许多万年摸索而来的，化学知识还没有形成，化学只是一门实用技术，这是化学的萌芽时期。早期在这一方面我国走在世界的前列，是世界四大文明古国之一，在化学发展史上有过极其辉煌的业绩。如商代的司母戊鼎是目前已知的最大的古青铜器。

炼丹术和医药化学时期 从公元前 1500 年到公元 1650 年，炼丹术士和炼金术士们，在皇宫、在教堂、在自己的家里、在深山老林的烟熏火燎中，为求得长生不老的仙丹，为求得荣华富贵的黄金，开始了最早的化学实验。记载、总结炼丹术的书籍，在中国、阿拉伯、埃及、希腊都有不少。这一时期积累了许多物质间的化学变化知识，为化学的进一步发展准备了丰富的素材。这是化学史上令我们惊叹的光辉的一幕。但炼丹术、炼金术几经盛衰，使人们更多地看到了它荒唐的一面。后来，化学方法转而在医药和冶金方面得到了正当发挥。在欧洲文艺复兴时期，出版了一些有关化学的书籍，第一次有了“化学”这个名词。英语的

chemistry 起源于 alchemy, 即炼金术。chemist 至今还保留其两个相关的含义: 化学家和药剂师。这些可以说是化学脱胎于炼金术和制药业的文化遗迹了。

燃素化学时期 从 1650 年到 1775 年, 随着冶金工业和实验室经验的积累, 人们总结感性知识, 认为可燃物能够燃烧是因为它含有燃素, 燃烧的过程是可燃物中燃素放出的过程, 可燃物放出燃素后成为灰烬。当然, 这种观点已被证明是错误的。

资料在线

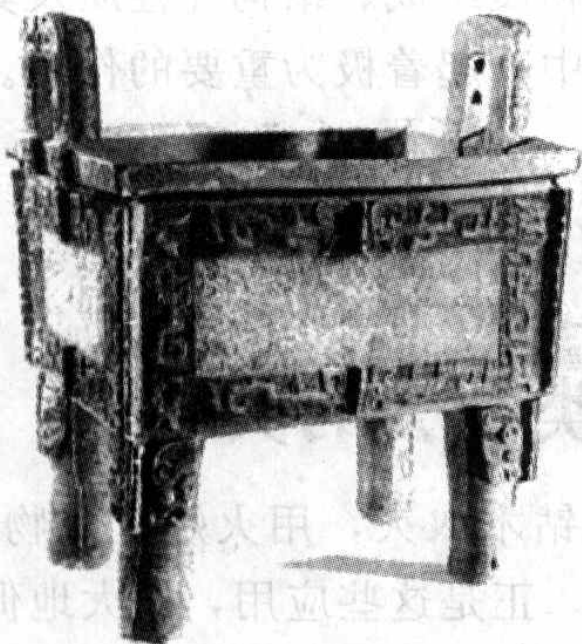


图 1-1 司母戊鼎

1. 司母戊鼎

中国商代晚期的青铜器。1939 年于河南安阳殷墟商代晚期墓出土, 现藏于中国历史博物馆。因腹内壁铸有“司母戊”三字而得名(图 1-1)。该鼎造型庄严雄伟。长方形腹, 每面四边及足上部饰兽面纹。双耳, 外侧饰双虎噬人首纹。四足中空。高 1.33 m, 口长 1.10 m, 重达 875 kg。用陶范铸造, 鼎体(包括空心鼎足)浑铸, 其合金成分为: 铜 84.77%, 锡 11.44%, 铅 2.76%, 其他 0.9%。司母戊鼎是目前已发现的中国古代形体最大和最重的青铜器, 在世界上也是罕见的, 反映出商代青铜冶铸业具有极高水平。

2. 拉瓦锡

法国化学家安图瓦·罗

朗·拉瓦锡(图 1-2)(Antoine-Laurent Lavoisier, 1743~1794)

1789 年, 推翻“燃素”说, 提出“元素”说。他说, 这种“元素”物质不能被任何化学过程再分解。他提出的元素表是不完整的, 且有一些错误, 但是他对完整元素表的提出起到了重要作用。



图 1-2 拉瓦锡

定量化学时期, 即近代化学时期 1775 年前后, 拉瓦锡用定量化学实验阐述了燃烧的氧化学说, 开创了定量化学时期。这一时期建立了不少化学基本定律, 提出了原子分子学说, 发现了元素周期律, 发展了有机结构理论。所有这一

切都为现代化学的发展奠定了坚实的基础。

科学相互渗透时期，即现代化学时期 20 世纪初，量子论的发展使化学和物理学有了共同的语言，解决了化学上许多悬而未决的问题。同时，化学又向生物学等学科渗透，使蛋白质、酶的结构等问题得到了逐步的解决，物质世界的秘密进一步被揭开。我国的化学工作者也作出了突出贡献。牛胰岛素的合成是世界上第一次用人工方法合成具有生命活性的蛋白质，为人类探索生命的秘密迈出了第一步。20 世纪中叶，化学科学和生物科学共同揭示了生命的遗传物质 DNA 的结构和遗传规律，使生命科学进入研究基因组成、结构和功能的新阶段。

化学理论发展促进了合成化学发展。合成物质大量出现，化学与其他学科之间的渗透，促进了材料、能源、信息、环境等科学的发展。现代化学的发展还带动了相关科学的进一步发展。例如，化学家们对蛋白质化学结构的测定和合成，使人们对生命过程有了更深刻的认识。

材料是人类赖以生存和发展的物质基础，一直是人类进步的重要里程碑。石器时代、青铜器时代、铁器时代都是以材料作标志。没有半导体材料就没有计算机技术；没有耐高温、高强度的特殊材料就没有航天技术；没有光导纤维就不会有现代通讯；没有合成材料，今天的生活还会这么丰富多彩吗？

化学与材料、能源、环境、生命等科学之间的关系越来越密切，并且已成为这些科学的基础之一。反过来，这些科学的发展，对化学的发展也起着重要的促进作用。

在被誉为 20 世纪朝阳科学的八大领域中，化学以其中心科学的地位当仁不让地继续统领环境、能源、材料三大领域，同时化学秉其“化学”擅变之妙，通过与信息、生命、地球、空间和核科学五大领域的交叉使自己更加异彩纷呈。另外，在人类正试图在生产生活与环境间创造一种平衡、极大地减少对自然损害的“绿色化学”、“可持续发展”的进程中，化学理所当然地担当核心科学的重任。

今天，保护人类居住的环境需要化学；提高农作物产量，解决吃饭问题需要化学；维护人体健康更离不开化学。我们不难看出在社会发展中，化学所起的作用是所有其他学科无法取代的。的确，正像美国著名化学家、诺贝尔化学奖获得者西

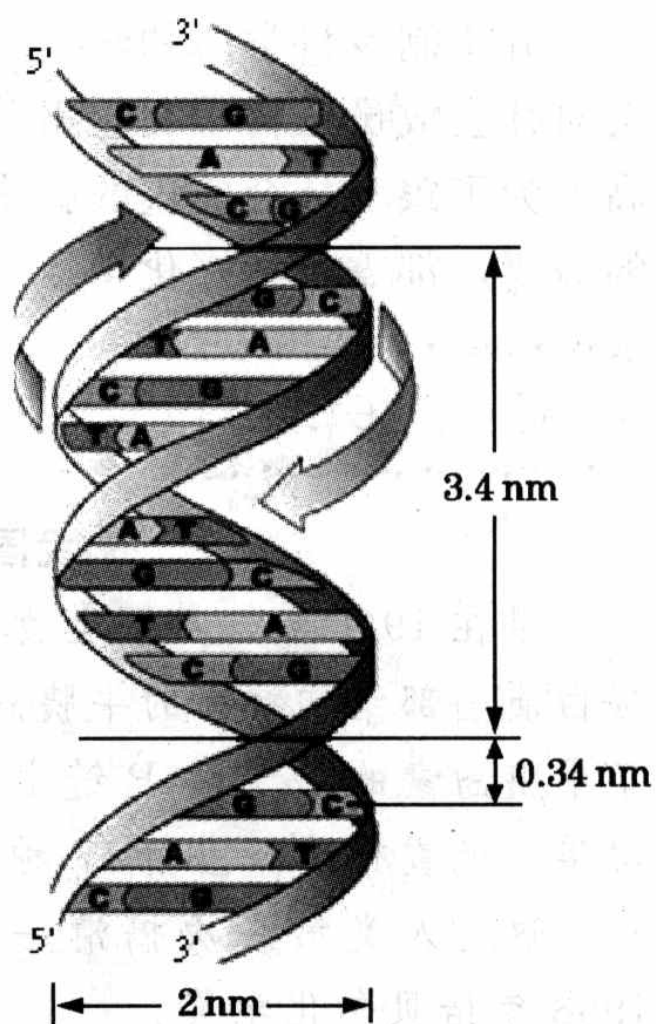


图 1-3 DNA 结构

博格教授所说“化学——人类进步的关键”。

五年制专科学历的学生，不久将成为社会的公民、光荣的人民教师。未来社会对社会成员的科学文化素养的要求越来越高，教师的科学文化水平需要不断提高。为了跟上社会前进的脚步，适应现代生活、工作的需要以及自身发展、提高的需要，都需要学好化学。

资料在线

我国科学家人工合成牛胰岛素

早在1948年，英国生物化学家桑格就选择了一种相对分子质量小，但具有蛋白质全部结构特征的牛胰岛素作为实验的典型材料进行研究。于1952年搞清了牛胰岛素的G链和P链上所有氨基酸的排列次序以及这两个链的结合方式。次年，他宣布破译出由17种51个氨基酸组成的两条多肽链牛胰岛素的全部结构。这是人类第一次搞清一种重要蛋白质分子的全部结构。桑格也因此荣获1958年诺贝尔化学奖。

从1958年开始，中国科学院上海生物化学研究所、中国科学院上海有机化学研究所和北京大学生物系三个单位联合，以钮经义为首，由龚岳亭、邹承鲁、杜雨花、季爱雪、邢其毅、汪猷、徐杰诚等人共同组成一个协作组，在前人对胰岛素结构和肽链合成方法研究的基础上，开始探索用化学方法合成胰岛素。经过周密研究，他们确立了合成牛胰岛素的程序。合成工作是分三步完成的：第一步，先把天然胰岛素拆成两条链，再把它们重新合成为胰岛素，并于1959年突破了这一难题，重新合成的胰岛素是与原来活力相同、形状一样的结晶。第二步，在合成了胰岛素的两条链后，用人工合成的B链同天然的A链相连接。这种牛胰岛素的半合成在1964年获得成功。第三步，把经过考验的半合成的A链与B链相结合。

在1965年9月17日完成了结晶牛胰岛素的全合成。经过严格鉴定，它的结构、生物活力、物理化学性质、结晶形状都和天然的牛胰岛素完全一样。这是世界上第一个人工合成的蛋白质，为人类认识生命、揭开生命奥秘迈出了可喜的一大步。这项成果获1982年中国自然科学一等奖。

二、化学的学科分类

化学在发展过程中，依照所研究的分子类别和研究手段、目的、任务的不

同,派生出不同层次的许多分支。在20世纪20年代以前,化学传统地分为无机化学、有机化学、物理化学和分析化学四个分支。20世纪20年代以后,由于世界经济的高速发展、化学键的电子理论和量子力学的诞生、电子技术和计算机技术的兴起,化学研究在理论上和实验技术上都获得了新的手段,导致这门学科从20世纪30年代以来飞速发展,出现了崭新的面貌。化学科学的分类更加多种多样,有研究机构将其分为七大分支,八十余项。目前主要的有:无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、高分子化学、生物化学、放射化学等。

交流与研讨

在初步认识化学科学的基础上,你认为哪些职业与化学有关?它们涉及化学哪些方面的内容?你最喜欢其中的哪些职业?

习题

1. 你认为化学科学的形成和发展经历了哪几个阶段?谈一谈现代社会中人类的衣食住行、医疗保健与化学的关系。

2. 通过本节初中化学课程的学习,你对化学有了哪些认识?能否用简短的几句话或几个词语描述一下你心中的化学?

资料在线

诺贝尔化学奖获奖成果举例

1901年 J. H. 范特·霍夫(荷兰人)发现溶液中化学动力学法则和渗透压规律。

1903年 S. A. 阿伦纽斯(瑞典人)提出电解质溶液理论。

1904年 W. 拉姆赛(英国人)发现空气中的惰性气体。

1909年 W. 奥斯特瓦尔德(德国人)从事催化作用、化学平衡以及反应速度的研究。

1911年 M. 居里(法国人)发现镭和钋,提纯镭并研究镭的性质。

1913年 A. 维尔纳(瑞士人)从事分子内原子化合价的研究。

1914年 T. W. 理查兹(美国人)致力于相对原子质量的研究,精确地测定