



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

近代化学导论

上 册

主编 申泮文

参编 杨宏秀 车云霞 程 鹏 刘 欣



高 等 教 育 出 版 社
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

近代化学导论

上册

主编 申泮文

参编 杨宏秀 车云霞 程鹏 刘欣



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

近代化学导论

下 册

主编 申泮文

参编 杨宏秀 车云霞 程鹏 刘欣



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

图书在版编目(CIP)数据

近代化学导论.上册/申泮文主编. —北京:高等教育出版社,2002.1

ISBN 7-04-010151-3

I. 近… II. 申… III. 化学-高等学校-教材
IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 081829 号

责任编辑	朱 仁	封面设计	张 楠	责任绘图	陈钧元
版式设计	周顺银	责任校对	杨雪莲	责任印制	陈伟光

近代化学导论 上册
主编 申泮文

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京外文印刷厂

开 本 787×960 1/16
印 张 24.25
字 数 450 000
插 页 2

版 次 2002 年 1 月第 1 版
印 次 2002 年 1 月第 1 次印刷
定 价 21.40 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

内容提要

本书是高等学校面向 21 世纪课程教材。是南开大学申泮文院士在国内外教学对比研究基础上,提出了一套教学改革方案,本书是其研究成果之一。本书作为大一化学基础课教材,内容上着眼于反映学科概貌的同时,努力反映化学学科对人类进步和社会发展的作用和贡献。运用通俗易懂的语言,介绍化学的基本概念和基础知识,通过大量的实例来启发学生的思维,提高学习的兴趣。全书共有四个部分:一、基本化学原理,介绍初步的结构化学和理论化学;二、溶液平衡和化学分析,介绍溶液中的化学平衡理论,化学分析的实际应用;三、元素化学,可与多媒体教学软件配合,内容丰富多彩;四、近代化学热点部分,介绍六个专题,供教学灵活使用。

全书共 31 章,分上下两册出版。

本书可供化学、化工专业作为教材。

图书在版编目(CIP)数据

近代化学导论.下册/申泮文主编. —北京:高等教育出版社,2002.1

ISBN 7-04-010152-1

I. 近… II. 申… III. 化学—高等学校—教材
IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 072827 号

近代化学导论 下册

主编 申泮文

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京外文印刷厂

开 本 787×960 1/16

版 次 2002 年 1 月第 1 版

印 张 29.5

印 次 2002 年 1 月第 1 次印刷

字 数 550 000

定 价 24.70 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

内 容 提 要

本书是高等学校面向 21 世纪课程教材。是南开大学申泮文院士在国内外教学对比研究基础上,提出了一套教学改革方案,本书是其研究成果之一。本书作为大一化学基础课教材,内容上着眼于反映学科概貌的同时,努力反映化学学科对人类进步和社会发展的作用和贡献。运用通俗易懂的语言,介绍化学的基本概念和基础知识,通过大量的实例来启发学生的思维,提高学习的兴趣。全书共有四个部分:一、基本化学原理,介绍初步的结构化学和理论化学;二、溶液平衡和化学分析,介绍溶液中的化学平衡理论,化学分析的实际应用;三、元素化学,可与多媒体教学软件配合,内容丰富多彩;四、近代化学热点部分,介绍六个专题,供教学灵活使用。

全书共 31 章,分上下两册出版。

本书可供化学、化工专业作为教材。

序(一)

进入 21 世纪,高等学校正在深入开展教学改革,以适应国家经济建设和科教兴国的需要。为了迎接改革开放形势,使办学水平与国际接轨,我国高校各类科系,应该考虑如何结合我们的自身特点,参考国际知名高校的相应科系的教育计划,对我们的教育计划进行一定程度的现代化改造,力求在不太长的时间内,使我们的办学水平赶上国际先进水平。它山之石,可以攻玉。经过艰苦努力,这种设想是可以实现的。

经在因特网上查索了国际上若干著名大学化学专业的教学计划,发现与我国高校化学专业现行教学计划有几点不同之处,(1)我国高校化学专业教学计划中必修课的门类较多,而他们的必修课较少,化学必修课只有:General Chemistry, Physical Chemistry, Inorganic Chemistry, Organic Chemistry 和 Experimental Chemistry 等六门课,选修课另列。(2)我国一般高校化学专业第一门课是无机化学,而他们普遍是 General Chemistry,这门课我们一直翻译成“普通化学”,这个译法实际上是错的,因为“General”并不是“普通的”而是“总的”或“概括的”,即这门课的正确译名应该是“化学概论”,它是化学科学的一门绪论课。由于“普通化学”这个名称渊源已久,无须再加改正,知道这“普通”即 general 就行了。(3)国外高校化学教学计划中普遍已不列分析化学课了,间或有的学校教学计划中提到化学定性分析和定量分析,但都是把它包括在“普通化学”课内,不单设分析化学课。这大概也是化学教育近代发展的一种趋势。在实验化学课中学习分析化学技术则是必要的。

按“普通化学”在教学计划中的地位 and 设课目的,是向新进入理工科或化学专业的学生比较全面地介绍化学学科的概貌、化学学科的各个分支、化学学科整体对人类社会的作用和贡献、化学学科发展的现状、前沿和发展的潜在远景、化学与其他自然科学、技术科学以及人文社会科学的关系和相互渗透,等等。也就是说,在这门课程中给学生以化学通才教育,增加学生对化学学科的全面认识,增强他们学习化学的兴趣,巩固专业思想,同时也帮助学生对选择未来专业方向,提供初步印象。这门课在西方高校被认为是重头课,总由有盛名有深厚学术

EAA03/07

造诣的教授担任主讲教师。他们重视有经验教授上基础课教学第一线的做法,值得我们学习。

为了学习国外高校化学教育先进思想和在我们过去几十年教学经验的基础上,为理科化学专业编写了大一化学新教材《近代化学导论》。导论意味着泛论介绍,引导入门,以体现 General Chemistry-Introduction to Chemistry 的实意。本书包括四个部分,第一部分为“基本化学原理”。讲授初步的结构化学和物理化学;第二部分为“溶液平衡和化学分析”,主要讲授溶液中的化学平衡理论,以化学分析作为溶液理论的实际应用,体现理论与实践的结合;第三部分为元素化学,无论元素化学如何繁琐枯燥,它仍然是大一化学的重要基础,我们已经完成了一部讲授元素化学的多媒体教学软件《化学元素周期系》(2 张光盘),在教学方法和教学手段上取得了重大改革成果,并出版了与之配套的同名文字教材。学生可以利用课件加强自学,一改传统教学模式,在计算机房上课,学生人手一机,在教师指导下自主学习要求的内容,激发了学生学习的积极性和兴趣,取得了良好的改革效果。第四部分是“近代化学热点”6 篇专题:原子核化学、能源化学、环境化学、材料化学、生命化学和展望 21 世纪的化学等。这 6 篇专题综合地介绍了当代与化学有关的重要科技前沿领域的概况,充分供给最新信息和多学科互相渗透的当代科技特点,使学生可以更大范围地了解化学在全球性科技领域中的重要作用。作者希望本书能够在大一化学基础课中起到预期的引导和通论的作用,也期望本书在培养学生的科学文化素质和创新意识等方面也能起到积极作用。

除了元素化学部分已经有了配套的多媒体课件之外,作者的课题组又已完成了本课程其他部分的配套多媒体教学课件,即将完成一套教师备课平台工具软件,供广大教师们按自己的教学思想自主备课编制上课程序。这样我们将可完成大一课程教学改革设想,为新时期的教学提供崭新的教育思想、教学内容、教学手段和教学方法软硬件,为其他课程的改革提供思想创新的考虑。

我们对课程的改革,也推动了新教学设施的建设,由于实行多媒体教学和改变了学生自学的方式和方法,推动了南开大学化学学院多媒体大教室的建设,相应地也推动了化学学院电子计算机房的扩大和完善。教学设施建设与教学改革步伐是互相支持和相应发展的。对此,我们对南开大学的校、院领导对我们改革设想所给予的大力支持,表示深切的感谢。对支持我们的工作、试用我们的教学课件、反馈使用意见付出辛勤劳动的兄弟院校的同行人也表示诚挚的感谢,没有他们的支持和帮助,我们的工作不会进展得如此快速和顺利。我们希望得到兄弟院校的广大同行们的广泛合作,共同努力,为使我国化学教育的现代化作出应有的贡献。

本书承清华大学宋心琦教授惠予审阅,为本书稿提供了许多宝贵修改和补

充意见,使本书在质量上得到提高。本书又有幸得到高等教育出版社编审朱仁同志担任责任编辑,他的帮助和润色也使本书的质量生辉,达到出版要求。对于他们的帮助表示诚挚的感谢。本书的第九章“化学反应速率”是尹敬执教授原著,经赵学庄教授修订;第十章“化学热力学”是申泮文原著,经与周永恰教授讨论定稿。对帮助本稿成书的所有同志们,一并表示诚挚的感谢。

作者

2001 年春

序(二)

过去在高校化学专业大一化学基础课的教学中,最困扰教师和学生的教学内容是元素化学部分。这部分内容包括重要化学元素和它们化合物的记实性材料,虽然有先期学习的基本化学原理和化学元素周期系理论作为指导和理论骨架,教师也努力采取各种有效的教学辅助手段来提高学生的学习兴趣,但是一个化学元素和它们庞杂的化合物,范围繁复,难学、难记、难掌握,学生认为学习内容枯燥乏味,学习兴趣普遍不高。由于当前教学改革的新形势,非专业公共课的内容有所膨胀,为减轻学生的学习负担,必须压缩专业课的教学时数,而且要求进一步提高教学质量,所以改革传统的教学方式和方法势在必行。

为了迎接新的挑战,高质量完成教学任务,南开大学化学学院材料化学系大一普通化学在院、系的支持下,建立了大一基础课教改试点班,立意创新,勇闯难关,在引入高技术教学手段、改造教学方式方法、创编新教材、编制多媒体辅助课件,改进师生在教与学中的协同关系等诸方面,作出了多方努力。在此基础上,创造出一套元素化学快速高效教学法,调动了学生的学习积极性,引发了学习兴趣,提高了教学质量。现把这种新的教学方法总结内容如下。

我们把化学知识的教学分为三个层次:(1) 基本理论知识,主要由教师在课堂上讲授,但教师应该注意教懂学生如何从感性知识跃迁到抽象思维,提高到理性认识,著名科学家们是怎样构筑理论模型的;(2) 叙述性纪实材料,例如元素化学,应该在教师指导下强化学生的自学,培养学生的自学兴趣、习惯和主动性,多媒体课件为此提供了有益的辅助;(3) 化学实验技术,应该由学生在实验室中学习。

我们编制的多媒体《化学元素周期系》化学教学软件,是我们改造元素化学教学方式方法的物质基础,已获教育部优秀高校教学软件一等奖,并已由高等教育出版社正式出版,全国推广应用。

在元素化学教学改革中取得的改革效果,在于先把周期表中的众多化学元素按共性分为5个元素群,给每个元素群组编一份“通论”讲稿,本书为此提供了样板。这些通论讲题如下:

E/AA03-17

- | | |
|---------------|---------|
| 1. 活泼金属元素的通性 | 讲授学时(2) |
| 2. 非金属元素的通性 | 讲授学时(4) |
| 3. 过渡元素的通性 | 讲授学时(2) |
| 4. 过渡后金属元素的通性 | 讲授学时(2) |
| 5. 镧系与锕系元素通论 | 讲授学时(2) |

这5篇通论总讲授学时为12,着重讲授元素和化合物的通性和变迁规律,着重点在于指导学生收集和组织材料,在初学的理论知识基础上概括归纳,组成系统知识,培养学生自主的科学猎取知识的习惯。元素群的划分如下表。

化学元素周期系统中的元素群

																H	He						
Li		Be														B		C	N	O	F	Ne	
Na		Mg		Al														Si		P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr						
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe						
Cs	Ba	La *	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn						
Fr	Ra	Ac **																					

活泼金属

过渡金属元素

过渡后金属元素

非金属

元素

元素

镧系元素 *	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
锕系元素 **	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

在旧教学计划中,元素化学教学学时约为60,现在在我们试点班的教学计划中把元素化学的教学学时定为32,其中课堂讲授通论,实用12学时,余下20学时,采取组织学生在教师指导下到计算机房上课的方式,用多媒体教材《化学元素周期系》上机自学(规定自学范围、指定习题作业、明确学习要求),教给学生以“通论”为指导学习元素的“各论”,由元素群的“通性”引导出重要元素的“个性”,以“个性”充实完善“通性”,达到比较全面的掌握。另外还给学生进入机房课外自学学时20,使他们进一步巩固所学。这样的新教学方式方法,受到学生的欢迎。三年来教改实验效果显著,学习成绩明显上升,大一基础课教学效果迈上了一个新台阶。

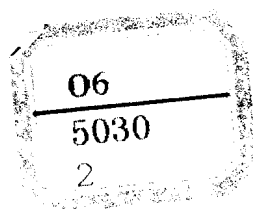
本项课程教学改革,明显增强了教师与学生的协同劳动,共同争取教与学的效果,提高了学生的学习积极性和主动性,锻炼了学生的自主自学的习惯。此外,最明显的效果是缩短了教学学时,现代化教学手段加上教学改革实践,表明

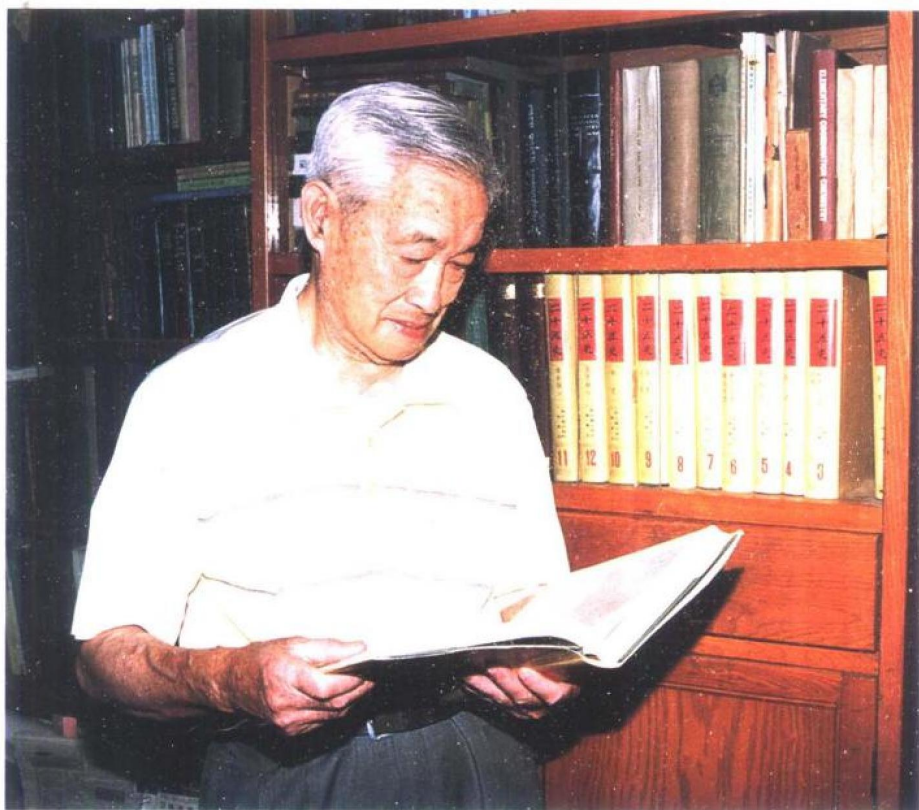
缩短教学学时未必一定降低教学质量,事在人为,关键在于改革的指导思想。我们已把教改之舟悄悄地驶入了新的世纪——21 世纪。

作者

2001 年春

责任编辑	朱 仁
封面设计	张 楠
责任绘图	陈钧元
版式设计	周顺银
责任校对	王 雨
责任印制	陈伟光





申泮文 院士

申泮文，广东省从化县人，1916年9月生，毕业于西南联合大学化学系，现任南开大学化学系教授。1980年当选为中国科学院院士。国家教委第一届理科化学教学指导委员会委员。长期致力于化学基础课教学、教材建设工作。在20世纪50年代翻译引入苏联教材12部，60年代编著简明教材3部，80年代翻译引入英美教材3部，研究丛书（无机合成）20册。编著的《基础无机化学》在1987年全国优秀教材评选中获国家教委一等奖。面向21世纪高等学校教学改革研究中，提出了化学教学改革方案，并主持研制了教学多媒体课件。

目 录

第 1 章 原子的结构	(1)
1.1 人对电子的认识过程.....	(2)
1.2 密里根的油滴实验.....	(3)
1.3 19 世纪末物理学中的三大发现	(4)
1.4 卢瑟福的核型原子.....	(4)
1.5 莫斯莱的 X 射线实验研究	(5)
1.6 质子的发现.....	(5)
1.7 中子的发现.....	(7)
1.8 相对原子质量和同位素.....	(7)
复习问题	(8)
第 2 章 电子在原子中的分布	(10)
2.1 光、电磁辐射和光谱.....	(10)
2.2 氢光谱和玻尔模型	(13)
2.3 近代量子力学关于原子结构的一些结论	(17)
2.4 轨道电子充填和化学元素周期系	(22)
复习问题和作业.....	(31)
第 3 章 离子键理论	(33)
3.1 离子键理论的基础	(33)
3.2 离子键理论	(35)
3.3 离子的电荷、半径和结构类型.....	(37)
3.4 离子型晶体的晶格能	(38)
复习问题和作业.....	(40)
第 4 章 共价键理论	(42)
4.1 关于共价键的基本概念	(42)
4.2 原子轨道杂化理论	(46)
4.3 分子轨道理论	(59)
4.4 价层电子对互斥理论	(65)
复习问题和作业.....	(72)
第 5 章 分子之间的力	(74)

5.1 共价分子的外形	(74)
5.2 范德华力	(76)
5.3 离子的极化作用	(77)
5.4 氢键	(80)
5.5 凝聚态物质的结构和性质	(83)
5.6 丰富多彩的无机固体化学研究	(90)
5.7 无机化合物的命名法	(92)
复习问题和作业	(93)
第6章 气体	(95)
6.1 气体分子运动论	(95)
6.2 理想气体状态方程	(96)
6.3 实在气体的状态方程	(97)
6.4 气体分压定律	(98)
6.5 阿伏加德罗定律	(98)
6.6 气体扩散定律	(98)
6.7 混乱度的概念	(99)
复习问题和作业	(100)
第7章 液体	(103)
7.1 液体状态	(103)
7.2 蒸发或气化	(104)
7.3 蒸气压	(105)
7.4 沸点	(105)
7.5 摩尔气化焓	(106)
7.6 凝固点	(107)
7.7 气化熵和熔化熵	(108)
7.8 状态变化和熵变	(109)
复习问题和作业	(111)
第8章 水和溶液	(112)
8.1 水——一种重要的化学物质	(112)
8.2 溶液	(123)
8.3 胶体	(138)
复习问题和作业	(143)
第9章 化学反应速率	(146)
9.1 分子碰撞和反应速率	(147)
9.2 温度和反应速率,活化能	(148)
9.3 催化剂	(151)
9.4 多相反应	(156)
9.5 浓度和反应速率	(156)

9.6 反应的级数	(159)
9.7 速率方程式和温度	(161)
复习问题和作业	(164)
第 10 章 化学热力学	(167)
10.1 热力学中的一些常用术语	(168)
10.2 热力学第一定律 热化学和盖斯定律	(169)
10.3 生成焓	(171)
10.4 标准状态	(172)
10.5 燃烧热	(174)
10.6 最低能量和最大混乱度概念	(175)
10.7 自由能的概念 热力学第二定律	(176)
10.8 绝对熵和标准自由能 热力学第三定律	(178)
10.9 温度对自由能变化的影响	(182)
10.10 简短的结语	(183)
10.11 热力学原理的应用	(184)
复习问题和作业	(188)
第 11 章 化学平衡	(190)
11.1 可逆反应和化学平衡	(190)
11.2 自由能和化学平衡 化学平衡常数	(193)
11.3 平衡常数的物理意义	(196)
11.4 K_c 和 K_p 的关系	(198)
11.5 书写化学平衡常数表示式应注意事项	(200)
11.6 化学平衡的移动 吕·查德里原理	(204)
11.7 关于合成氨过程中化学平衡的讨论	(212)
复习问题和作业	(215)
第 12 章 酸碱平衡 酸碱容量分析	(217)
12.1 经典的酸碱概念	(217)
12.2 酸碱中和反应和酸碱容量分析	(246)
12.3 不同的酸碱概念	(251)
复习问题和作业	(256)
第 13 章 沉淀反应	(258)
13.1 难溶电解质的溶度积	(258)
13.2 沉淀反应的一些应用	(269)
13.3 沉淀反应用于分析化学	(274)
13.4 沉淀技术与材料科学	(281)
复习问题和作业	(282)
第 14 章 氧化还原反应 氧化还原容量分析	(284)
14.1 氧化还原反应的基本概念	(284)