

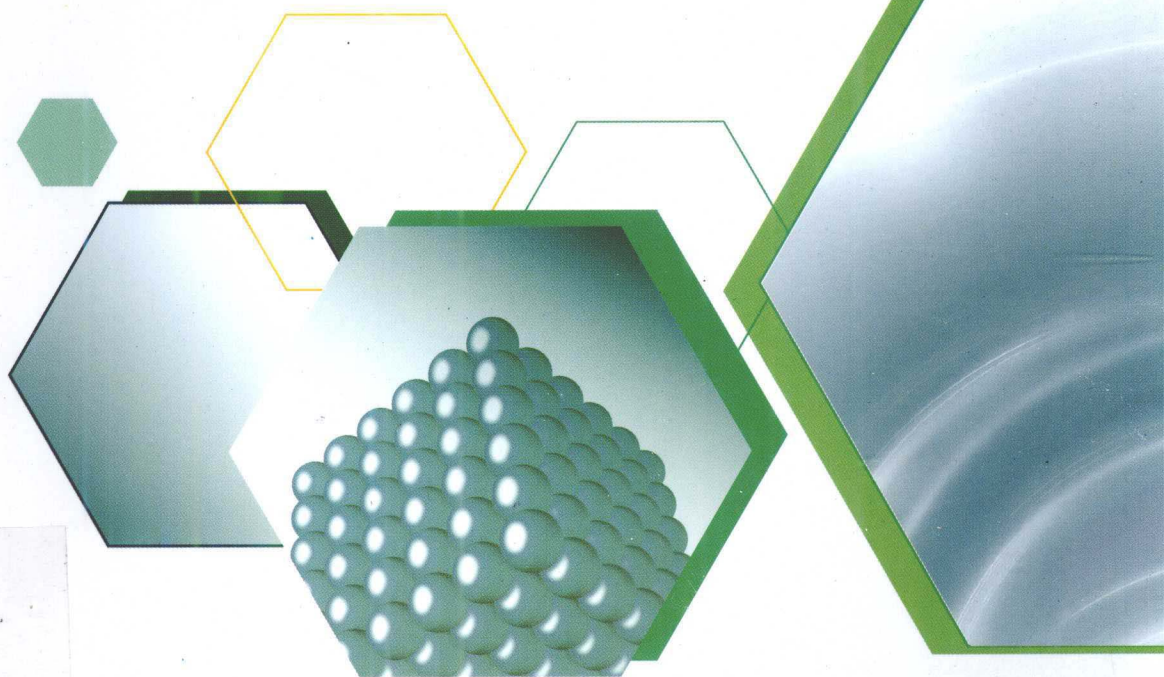


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 新大学化学

(第三版)

曲保中 朱炳林 周伟红 主编



科学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 新大学化学

(第三版)

曲保中 朱炳林 周伟红 主编

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书是普通高等学校非化学化工、非冶金类专业公共课的化学基础课教材。

全书共 12 章,包括化学反应基本规律,溶液与离子平衡,氧化还原反应与电化学,物质结构基础,金属元素与金属材料,非金属元素与无机非金属材料,有机高分子化合物及高分子材料,化学与能源,化学与环境保护,化学与生命,化学与生活,化学与国防。前 4 章属于化学原理部分,是本书的基础;后 8 章是在科学技术和社会生活中既重大又贴近我们的属于现代社会文明的几个独立的专题。

在保证教学内容科学性、准确性的基础上,本书向读者提供了化学学科的最新科技信息和 20 世纪末、21 世纪初的主要成果。通过“科苑导读”、“网络导航”这两个全新栏目和互动性设置为学习者开辟了更新的视野,提供了更便捷的信息通道,并且使自学部分得到强化。本书帮助读者通过 Internet 进入更广阔的知识海洋。“化学技术”栏目用最简单的方式向读者介绍了化学的分离、分析技术,了解化学学科的实验科学水平。

本书可以作为本科生的基础课教材,也可供自学者、工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

---

新大学化学/曲保中,朱炳林,周伟红主编. —3 版. —北京:科学出版社,2012  
普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
ISBN 978-7-03-033380-3

I. ①新… II. ①曲…②朱…③周… III. ①化学-高等学校-教材  
IV. ①O6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 007191 号

---

责任编辑:陈雅娴 杨向萍 周巧龙 吴伶俐 / 责任校对:张凤琴  
责任印制:闫磊 / 封面设计:迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

http://www.sciencep.com

北京市农林印务有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2002 年 8 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2007 年 1 月第 二 版 印张: 27 3/4 插页: 1

2012 年 6 月第 三 版 字数: 554 000

2012 年 6 月第十六次印刷

定价: 40.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

## 第三版前言

在第一版前言中关于本书的宗旨、为了贯彻该宗旨所采取的措施,仍然是第三版修编的指导思想。

在第二版的基础上,修编第三版时我们做了如下的工作:

(1) 对于本书在第一版和第二版使用期间深受广大学生欢迎的“科苑导读”栏目,此次修编时我们更新了大部分题目,重新撰写短文并保留了“科苑讨论”。这样可以彰显《新大学化学》的“新”意。

(2) “网络导航”专栏也是本书的特色之一。网络发展极为迅速,《新大学化学》的“新”意就要与时俱进。因此,我们在此次修订时再一次重新编排了“网络导航”的内容,更新了一些重要的网站,提供了新鲜的内容。

(3) 本书的章节标题及化学名词后面附有英文。第三版对所附英文再做了校勘。

(4) 《新大学化学(第三版)》仍然是12章,即:前4章属于化学原理,是本书的基础部分;第五~七章的内容归属于材料化学范畴;第八~十二章是化学与一些既重大又贴近我们生活的内容,属于社会文明的几个独立的专题。这一次,我们对于各章做了全面的修改、增删,仍然尽可能地向读者提供最新的科技信息和21世纪以来的主要成果。

(5) 对全部“思考题与习题”进行了筛选、更换,扩大了题型,控制了题量。

参加《新大学化学(第三版)》教材修编的有:曲保中(吉林大学,主编,科苑导读),朱炳林(北京理工大学,主编,科苑导读,附录),周伟红(吉林大学,主编,第十、十一章,科苑导读,网络导航和英文部分),田玉美(吉林大学,第一章),刘松艳(吉林大学,第二章,科苑导读),贾琼(吉林大学,第三章,化学技术,科苑导读),吕学举(吉林大学,第四、八章,科苑导读),刘晓丽(吉林大学,第五~七章,科苑导读),权新军(吉林大学,第九、十二章,科苑导读),黄如丹(北京理工大学,思考题与习题),朱湛(北京理工大学,思考题与习题)。全书由曲保中、周伟红统稿。

我们愿意重申:这本教材既体现了编者的一贯思想,也纳入了某些新的创意。我们希望它能反映时代的特征并受到师生的欢迎。但是,毋庸讳言,编者的学识水平和良好的愿望未必相符,错谬之处在所难免。恳望读者不吝赐教!

编者

2011年10月

## 第二版前言

关于本书的宗旨以及为了贯彻该宗旨所采取的措施,第一版前言已作了明确的阐述。

第二版,我们做了如下的工作:

(1) 本书开辟的“科苑导读”栏目旨在让大学生了解一些化学领域的最新成果、最新理念和最有趣的故事,在第一版使用期间深受大学生的欢迎。在第二版中,我们更新了许多内容,趣味性更强,而且增加了“科苑讨论”,其目的在于使其更具有交互性,引发读者的发散性思维,把课堂之外的科学教育落到实处。

(2) 每章之后开列的“网络导航”专栏用以表明网络真的离我们很近。我们希望引导大学生们从网上看到比在教材中和教室里展现给他们的更大、更生动的化学世界。我们也希望大学生们不仅开阔了化学视野,也能从此举一反三,遨游于更广阔的信息海洋中。这项创意受到师生和同行们的高度评价。网络发展极为迅速,因此我们在第二版对“网络导航”全部重新编排,引入了许多重要的网站,提供了更新的内容。

(3) 本书的章节标题及化学名词后面附有英文。第二版对所附英文做了进一步校勘,大多依据英、美原版的新教材。英文的标注是为了营造一种学习外语的氛围,也与网络应用相配合,并且希望对使用本书的老师在进行双语教学时能有所帮助。

(4) 本书增设了“化学技术”栏目,其目的在于用最简单的方式向学习大学化学课程的学生介绍化学的分离、分析技术,了解化学学科实验科学的水平,扭转学生以为化学的技术就是“瓶瓶罐罐”、“没什么水平”的错误认识。希望他们在以后有机会进入化学实验中心时,不会过于陌生。

(5) 重编了第一版的大部分内容。《新大学化学(第二版)》同样安排了12章,总体安排仍然是前4章属于化学原理,是本书的基础部分;第五~七章一般归属于材料化学的内容;第八~十二章是化学与一些既重大又极贴近我们生活的内容,属于社会文明的几个独立的专题。新增加的“化学与国防”一章是要填补综合素质教育内容的一点欠缺。编者仍然尽可能地向读者提供最新的科技信息和21世纪初的主要成果,努力使本书具有新颖性、先进性和可读性。

出于教学的需要,我们还重点改编了全部“思考题与习题”,扩大了题型,增加了题量。

参加《新大学化学(第二版)》编写工作的有:曲保中(吉林大学,第一、十一章,科苑导读,化学技术),田玉美(吉林大学,第一、六、七章),朱炳林(北京理工大学,

第二、五、六章,科苑导读,思考题与习题,附录),刘松艳(吉林大学,第二章),贾琼(吉林大学第三、四、五章),刘晓丽(吉林大学,第三、七~九章),权新军(吉林大学,第四、十二章),周伟红(吉林大学,第十、十一章,网络导航),黄如丹(北京理工大学,第十章,思考题与习题),朱湛(北京理工大学,思考题与习题),张蛮(吉林大学,科苑导读),姜桂兰(吉林大学,化学技术)。全书由曲保中统稿,英文及网络部分由周伟红编写定稿。

我们这次改版是希望把本书编得更好些,既利于学生学,又利于教师教。我们总是力图使本书成为素质教育和创新教育的有利载体。这些宗旨是否真的得到了体现?希望读者评判、指教。

编者

2006年6月

## 第一版前言(节录)

### (一)

当我们从20世纪跨入21世纪的时候,人们看到:在人类历史的长河中,刚刚过去的短短百年,把上几个世纪的许多梦想变成了现实。科学技术的重大成就极大地改变了人类的生存条件,改善了人类的生活状况。从宏观的宇宙到微观的“夸克”,在浩如烟海的科学研究领域中,化学不仅是众多学科之一,而且是极为重要的关键学科。在不断运动着的物质世界里,化学变化是无所不在的。它的纷繁复杂是构成大千世界姹紫嫣红的要素之一。是它为人类提供了最初走向文明的基础,也是它给今天人类文明的发展以动力。我们应该赞赏和感谢化学为我们创造了如此多彩的生活,展示了更加美好的前景。

当然,化学变化也曾给人类带来过灾难,那是因为人们违背了它的规律。如若对于化学变化的存在仍然视而不见,它还会给人类以更严厉的报复。

然而,在人类历史的长河中,面对化学变化束手无策的时期实在太长了。只是到了公元前几个世纪,人类才开始利用化学变化为自己服务。今天,人们已经掌握了相当丰富的关于化学变化的知识、规律,并且已经能够预测、控制和设计许多化学变化。但是,自由王国还未真正到来,人类在进入21世纪的时候,又对化学提出了更多、更高的要求。

高等教育在化学学科方面的任务之一,就是要使受教育者认识到化学变化的普遍性、重要性,而且还要认识到,如果不做化学变化的奴隶,就要主动地了解它,掌握它的规律,进而学会驾驭它为人类服务。这个任务对于非化学化工、非冶金类专业尤其重要。因为在我国,长期以来非化学化工、非冶金类专业都误认为学了化学而在专业技术方面没有具体的应用是一种浪费,因而没有认识到化学课程是对所有大学生进行素质教育的重要组成部分。尤其是面对信息技术、生命科学和材料科学的迅猛发展,即使人文、管理类人才,化学素质也是不可缺少的。在科学技术日新月异、学科交叉已经成为一大特征的时代,将化学课程作为普通高等教育的基础之一,改善高级专业技术和管理人员的知识和能力结构,提高他们的素质,开发他们的创新精神,其必要性是不言而喻的。

### (二)

在学科领域方面,化学的思维、化学的方法、化学的能力与大多数非化学课程有着明显差别。使大学生们了解在他们未来从事的技术领域和社会生活中存在着一个化学世界,是高等教育中其他学科的课程所不能替代的。把那些渗透在生活

和工程实际问题中的知识,与化学变化的基本理论相结合,在化学和社会文明之间架起一座桥梁,会使大学生们走到化学身边,使他们看到自己身边的化学世界,这是使他们在自己的工作岗位上能够全方位地发挥其智能的基础之一。

本书是为高等院校(非化学化工、非冶金类专业)大学生们编写的化学基础课教材。它的任务一方面是使大学生们初步了解化学学科最基本的理论和知识,另一方面是使大学生们看到化学与他们的生活和他们将要投身的社会之间的某些联系。由于化学学科的社会覆盖面很大,而且化学发展到今天,它的理论基础已经相当深厚,大学生在学校里可能完成的学业又十分有限,本书尽可能为学习者进一步了解和掌握化学奠定最必要的、科学的基础,特别是为未来的专业技术人员在自己的技术领域中摆脱在化学面前的被动局面奠定化学思维的基础。

这本书的内容有较大的专业覆盖面,但是,编者无意让各专业的学生在课堂上无遗漏地学习所有的章节。我们提供给各专业可以从中挑选适合于自己的最需要的内容,以便有针对性地进行教学,而其他内容则可作为大学生们进一步拓宽知识的参考。书中的下述“非规定”内容对于有一定自学能力的大学生可能更有趣、更有启发性:

(1) 书中用小号字印刷的部分。它们是与正文有密切联系的稍加扩展的知识和信息。

(2) 本书开辟的“科苑导读”栏目。此栏目意在让大学生了解一些化学领域的最新成果、最新理念和最有趣的故事。

(3) 每章之后开列的“网络导航”专栏。表明网络真的离我们很近。在信息时代,任何课程都不应该回避 Internet。大学生们可以从网上看到比在教科书中和课堂上展现给他们的更大、更生动的化学世界。我们也希望大学生们不仅能藉此开阔化学视野,也能据此举一反三,遨游于更广阔的信息海洋之中。

(4) 章节标题及化学名词后附上了英文。英文的标注是为了便于使用本教材的老师进行双语教学。

这本教材采取这些措施的目的在于努力开发大学生们的创造思维并充分体现化学基础课程素质教育的本质。

编者

2001年10月











# 目 录




第三版前言








第二版前言








第一版前言(节录)





第一章 化学反应基本规律	1
第一节 几个基本概念	1
一、系统和环境	1
二、相	2
第二节 化学反应中的质量守恒和能量守恒	2
一、化学反应质量守恒定律	2
二、热力学第一定律	3
三、化学反应的反应热	6
四、化学反应反应热的计算	7
第三节 化学反应进行的方向	12
一、化学反应的自发性	12
二、吉布斯函数变与化学反应进行的方向	14
第四节 化学反应进行的程度——化学平衡	19
一、化学平衡	19
二、化学平衡的移动	25
第五节 化学反应速率	28
一、化学反应速率的表示方法	28
二、反应速率理论和活化能	30
三、影响化学反应速率的因素	32
 科苑导读:物质的第四态、第五态和第六态	18
 科苑导读:飞秒化学——欣赏化学变化的“慢动作”镜头	38
 网络导航:“网络导航”开航前的话——初识重要网站	39
 网络导航:在网上查出所需的化学数据	40
思考题与习题	42
第二章 溶液与离子平衡	47
第一节 溶液浓度的表示方法	47
第二节 稀溶液的依数性	49
一、溶液的蒸气压下降	49








二、溶液的沸点升高和凝固点降低 .....	51
三、溶液的渗透压 .....	53
第三节 酸碱质子理论 .....	56
一、酸、碱的定义 .....	56
二、酸碱反应的实质 .....	57
三、酸、碱的强度 .....	58
第四节 酸和碱的质子转移平衡 .....	60
一、水的质子自递平衡 .....	60
二、一元弱酸的质子转移平衡 .....	61
三、多元弱酸的质子转移平衡 .....	61
四、同离子效应 .....	62
五、缓冲溶液 .....	63
第五节 难溶电解质的溶解平衡 .....	69
一、溶度积 .....	69
二、沉淀-溶解平衡的移动 .....	71
第六节 配位平衡 .....	76
一、配位化合物的概念、组成和命名 .....	76
二、配位平衡 .....	79
三、配离子的稳定常数 .....	79
四、配位平衡的移动 .....	80
五、配位化合物的应用 .....	82
第七节 胶体 .....	84
一、胶体的特性 .....	84
二、胶体的稳定性和聚沉 .....	85
三、胶体的保护 .....	86
 科苑导读:硫化氢:救命的毒气!?	58
 科苑导读:水能听?水能看?水知道生命的答案?!	68
 网络导航:专业化学网站	86
 化学技术:现代化学分离分析技术——色谱法	92
思考题与习题 .....	87
第三章 氧化还原反应 电化学 .....	95
第一节 氧化还原反应 .....	95
一、氧化与还原 .....	95
二、氧化数 .....	96
第二节 原电池和电极电势 .....	97




一、原电池 .....	97
二、电极电势 .....	98
三、影响电极电势的因素 .....	101
四、原电池电动势与吉布斯函数变的关系 .....	103
五、电极电势的应用 .....	103
<b>第三节 电解</b> .....	109
一、电解池 .....	109
二、分解电压 .....	110
三、电解的产物 .....	111
<b>第四节 金属的腐蚀与防护</b> .....	112
一、化学腐蚀 .....	112
二、电化学腐蚀 .....	113
三、金属腐蚀的防止 .....	115
 科苑导读: 花絮——锂电池 .....	107
 科苑导读: 龋齿——发生在牙齿上的电化学腐蚀 .....	114
 网络导航: 如何检索科技文章和论文 .....	118
<b>思考题与习题</b> .....	120
<b>第四章 物质结构基础</b> .....	125
<b>第一节 原子结构与周期系</b> .....	125
一、核外电子运动的特殊性 .....	125
二、原子轨道和电子云 .....	127
三、核外电子分布与周期系 .....	134
四、元素性质的周期性 .....	139
<b>第二节 化学键</b> .....	143
一、离子键 .....	143
二、共价键 .....	146
三、分子的空间构型 .....	151
<b>第三节 分子间力与氢键</b> .....	159
一、分子的极性和电偶极矩 .....	160
二、分子间力 .....	161
三、氢键 .....	162
四、分子间力和氢键对物质性质的影响 .....	163
<b>第四节 晶体结构</b> .....	164
一、晶体与非晶体 .....	164
二、晶体的基本类型 .....	165
三、液晶 .....	168

四、晶体的缺陷 .....	169
五、非化学计量化合物 .....	169
六、单质的晶体类型 .....	170
 科苑导读:反物质——宇宙中还有一个“反地球”吗? .....	142
 科苑导读:给分子做个 CT 检查! .....	158
 网络导航:周期表探趣 .....	171
 化学技术:基于原子中电子跃迁的技术——发射和吸收光谱分析 .....	175
思考题与习题 .....	172
<b>第五章 金属元素与金属材料</b> .....	180
<b>第一节 金属元素概述</b> .....	180
一、金属的物理性质及分类 .....	180
二、金属元素的化学性质 .....	181
三、过渡金属元素 .....	187
<b>第二节 几种重要的金属元素及其重要化合物</b> .....	190
一、钛及其重要化合物 .....	190
二、铬及其重要化合物 .....	191
三、锰及其重要化合物 .....	192
四、稀土元素 .....	193
五、合金材料 .....	195
<b>第三节 金属材料的化学与电化学加工</b> .....	199
一、化学镀 .....	199
二、化学蚀刻 .....	199
三、电镀与电铸 .....	200
四、化学抛光与电解抛光 .....	201
五、电解加工 .....	202
 科苑导读:抗菌不锈钢 .....	189
 科苑导读:神奇的金属玻璃 .....	198
 网络导航:探访研究材料的科研机构 .....	202
思考题与习题 .....	203
<b>第六章 非金属元素与无机非金属材料</b> .....	206
<b>第一节 非金属元素概述</b> .....	206
一、周期系中的非金属元素 .....	206
二、非金属元素单质的物理性质 .....	206



三、非金属元素单质的化学性质·····	207
第二节 非金属元素的重要化合物·····	209
一、卤化物·····	209
二、氧化物·····	210
三、含氧酸及其盐·····	212
第三节 耐火、保温与陶瓷材料·····	219
一、耐火、保温材料·····	219
二、陶瓷材料·····	221
第四节 新型无机非金属材料·····	224
一、半导体材料·····	224
二、超导材料·····	227
三、激光材料·····	229
四、光导材料·····	231
 科苑导读：“化害为利”还是“昭雪沉冤”？ ——硝酸盐与 NO 研究的新发现·····	215
 科苑导读：盐可能是天然的抗抑郁剂？·····	223
 网络导航：通向专利的便车道·····	233
 化学技术：基于分子振动-转动的技术 ——红外吸收光谱法·····	236
思考题与习题·····	234
第七章 有机高分子化合物及高分子材料·····	238
第一节 高分子化合物的基本概念·····	238
一、高分子化合物·····	238
二、高分子化合物的制备·····	241
三、高聚物的性能·····	244
第二节 有机高分子材料·····	248
一、塑料·····	248
二、合成橡胶·····	251
三、合成纤维·····	252
四、功能高分子·····	255
五、复合材料·····	257
六、高分子材料的老化与防老化·····	258
 科苑导读：纳米立体微电池·····	247
 科苑导读：第三代橡胶·····	254
 网络导航：进入材料科学大世界·····	259

思考题与习题·····	260
<b>第八章 化学与能源</b> ·····	263
<b>第一节 能源概述</b> ·····	263
一、能量的形态与能量的转换·····	263
二、能源的概念与分类·····	264
<b>第二节 燃料能源</b> ·····	264
一、燃料概述·····	264
二、几种常见的传统燃料·····	266
<b>第三节 化学电源</b> ·····	269
一、原电池·····	269
二、蓄电池·····	270
三、燃料电池·····	272
<b>第四节 新能源</b> ·····	274
一、氢能·····	274
二、核能·····	277
三、太阳能·····	280
四、生物质能·····	283
 科苑导读:糖取代石油?·····	267
 科苑导读:可以发电的公路·····	282
 网络导航:能源发展的目标·····	283
 化学技术:基于元素质荷比的分析技术——质谱法·····	285
思考题与习题·····	284
<b>第九章 化学与环境保护</b> ·····	289
<b>第一节 人类与环境</b> ·····	289
一、环境·····	289
二、人类与环境的关系·····	289
<b>第二节 环境污染</b> ·····	290
一、大气污染·····	292
二、水污染·····	298
三、土壤污染·····	302
<b>第三节 环境污染的防治</b> ·····	305
一、大气污染的防治·····	305
二、水污染的防治·····	307
三、土壤污染的防治·····	311
<b>第四节 废弃物的综合利用</b> ·····	313

一、烟尘的综合利用 .....	313
二、废气的综合利用 .....	313
三、废水的综合利用 .....	314
四、垃圾的综合利用 .....	314
五、废渣的综合利用 .....	315
 科苑导读: 气候变暖与低碳生活 .....	303
 科苑导读: 臭氧是有益气体还是健康杀手? .....	312
 网络导航: 关心我们的环境 .....	315
思考题与习题 .....	316
<b>第十章 化学与生命</b> .....	319
<b>第一节 核酸、DNA 与遗传</b> .....	319
一、核酸 .....	319
二、DNA 的结构 .....	321
三、DNA 的复制 .....	322
<b>第二节 蛋白质的结构与合成</b> .....	324
一、蛋白质的构成 .....	324
二、蛋白质的结构 .....	327
三、蛋白质的合成 .....	329
四、酶 .....	329
<b>第三节 人类基因组计划</b> .....	330
一、人类基因组计划简介 .....	330
二、人类基因组计划的进程 .....	331
三、人类基因组计划的主要发现 .....	332
四、人类基因组计划对人类的重要意义 .....	332
<b>第四节 基因工程</b> .....	333
一、基因工程的应用范围 .....	333
二、DNA 的重组技术——克隆 .....	334
三、转基因作物与食品 .....	335
四、基因诊断与基因疗法 .....	337
 科苑导读: DNA 测序技术 .....	323
 科苑导读: 合成生命——“合成生物学” .....	336
 科苑导读: 了解生命科学的最新进展 .....	338
 化学技术: 基于质子自旋磁矩的技术 ——核磁共振波谱法 .....	341
思考题与习题 .....	340

<b>第十一章 化学与生活</b> .....	344
<b>第一节 膳食营养</b> .....	344
一、六大营养素.....	344
二、膳食营养平衡.....	353
三、食品添加剂.....	355
<b>第二节 安全用药</b> .....	358
一、药物的一般概念.....	358
二、常用药物举例.....	358
三、处方药和非处方药.....	363
<b>第三节 常用化学品</b> .....	364
一、表面活性剂.....	364
二、洗涤剂.....	369
三、牙膏.....	371
<b>第四节 常用油品</b> .....	372
一、车用汽油的使用性能.....	372
二、车用柴油的使用性能.....	373
三、润滑油(脂).....	374
 科苑导读:小心身边的“反营养物质”.....	357
 科苑导读:开启血脑屏障的药物载体.....	363
 网络导航:五彩缤纷的化学网站.....	377
<b>思考题与习题</b> .....	379
<b>第十二章 化学与国防</b> .....	382
<b>第一节 火药和“军事四弹”</b> .....	382
一、火药与炸药.....	382
二、“军事四弹”.....	383
<b>第二节 化学武器</b> .....	385
一、化学武器及其危害.....	386
二、化学武器的特点.....	387
三、化学武器的防护.....	388
四、禁止化学武器公约.....	390
<b>第三节 核武器</b> .....	392
一、核武器的主要杀伤因素.....	392
二、原子弹.....	393
三、氢弹.....	394
四、中子弹.....	395



第四节 现代武器装备与化学.....	396
一、高能炸药 .....	396
二、反装备武器 .....	396
三、军用新材料 .....	398
 科苑导读:未来的军服 .....	391
 网络导航:国防高科技与化学 .....	399
思考题与习题.....	400
部分习题参考答案.....	401
参考文献.....	403
附录.....	404
附录一 100.000kPa 时一些物质的热力学性质 .....	404
附录二 一些弱电解质的解离常数.....	416
附录三 配离子的稳定常数.....	416
附录四 标准电极电势.....	417
附录五 一些物质的溶度积.....	421
附录六 常用符号表.....	422