



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

# 有机化学

(第四版)

(医学和临床药学类专业)

主 编 张生勇 何 炜  
副主编 游文玮 赵华文 陈燕萍 叶晓霞



科学出版社

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

# 有机化学

(第四版)

(医学和临床药学类专业)

主 编 张生勇 何 炜  
副主编 游文玮 赵华文  
陈燕萍 叶晓霞

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。全书分上、下两篇,共18章。本书按官能团分类,从各类化合物的结构入手着重阐明它们的性质和相互转化,加强了有机化学反应机理和立体化学的叙述,并强调与医药卫生和生物化学等生命科学领域的联系。每章附有关键词、小结、主要反应总结和习题。书后附有外国人名索引。

本书可作为高等医科院校医疗、临床、口腔、卫生、护理、康复、营养、全科医学和临床药学等专业本科生的教材,也可作为相关专业学生的考研和自学参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

有机化学/张生勇,何炜主编。—4版。—北京:科学出版社,2015.12

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

ISBN 978-7-03-046434-7

I. ①有… II. ①张…②何… III. ①有机化学-高等学校-教材  
IV. ①O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 282161 号

责任编辑:赵晓霞 丁 里 / 责任校对:何艳萍

责任印制:赵 博 / 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>

新科印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2000年11月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2005年8月第 二 版 印张:30 1/4

2011年1月第 三 版 字数:697 000

2015年12月第 四 版 2015年12月第十次印刷

定价:65.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

# 《有机化学》(第四版)

## 编写委员会

主 编 张生勇 何 炜

副主编 游文玮 赵华文 陈燕萍 叶晓霞

编 委(按姓名汉语拼音排序)

陈清元 陈燕萍 何 炜 洪 霞 季卫刚

姜 茹 李 伟 秦向阳 孙学斌 王平安

卫建琮 吴振刚 徐 红 杨 旭 叶晓霞

游文玮 张生勇 赵华文

## 第四版前言

在本教材即将出版之际,我想与授课的老师和学生说说本书的前世今生、新版修订和编写过程以及本书的特色等。

### 致授课老师

首先感谢各位老师二十多年来对这本教材的关心、关注和关照,正是在你们的热情呵护下,本教材自第一版与广大读者见面以来,已经走过了二十多年的历程,在这期间使用面不断扩大,印数也逐年上升,这是我最初期盼但却未曾指望达到的结果。当然,还不能说本教材已经尽善尽美,肯定还会有一些不足,因此拜托各位能够继续关照本教材,不吝指教。

本教材最早是由我国四所军医大学集体编写的,于1993年由高等教育出版社出版,并于1996年荣获国家教委优秀教材二等奖。2000年对原教材修订后改由科学出版社出版,并于2003年遴选为普通高等教育“十五”国家级规划教材,这是当时医药卫生类《有机化学》入选的唯一一本国家级教材。随着时间的推移,之后又陆续被遴选为普通高等教育“十一五”、“十二五”国家级规划教材。

本教材的特色是:在强调有机化学基础理论和基础知识的同时,还引入了国内外在该领域的新反应和新试剂。在编写时力求文字简明扼要,准确易懂,对内容的叙述由浅入深,分步解析,环环相扣,以启发学生积极思考,并能举一反三,触类旁通。

有机化学历史悠久,内容丰富,很难在一本70万字的教材中涉猎全部内容。本教材以有机化合物的命名和结构为切入点阐明它们的性质和相互转化。因为化合物的性质取决于它们的结构,性质是结构的外在表现,而结构则是化合物内在的本质。所以,我们将结构和性质的关系贯穿全书,以经典理论为主,同时介绍新理论和最新进展。本教材力求内容丰富而又避免包罗万象、面面俱到;既重视基础知识,也介绍最新成果和发展趋势,并与医药卫生和生物化学等生命科学领域紧密结合。

全书分上、下两篇,上篇介绍基本有机化学,下篇介绍生物活性化合物。正文中插入问题,章末除习题外还附有关键词(中英文对照)、小结和主要反应总结,以利于教学和学习。本次再版时,除对各章节做了重要修改和补充外,还增加了一章“维生素和辅酶”。为了增加教材的知识性和趣味性,我们精选了一些有机化学发展和发现过程中的“小故事”附于相关章节之后,供学生参阅。书后附有外国人名索引。

本教材的内容可能不一定完全适合各位老师所承担的教学对象。对于某些专业的学生来说,内容可能稍深,而对于另外一些学生内容又可能稍浅,因此希望大家根据具体情况取舍或增补。

这次修订花费了将近一年的时间,完成全稿后当轻松、兴奋之情尚未完全消失时内心却又浮现出些许忐忑,新版会使大家更满意吗?我期待着您的反馈。

## 致学生

进入医科院校后学习的第一门基础课就是化学,首先是基础化学(包括无机化学、分析化学和物理化学的部分内容),接着就是有机化学,后者与你们的关系更为密切。大学的环境和学术氛围与中学不尽相同,教学方法也有很大差别。中学化学老师把每一段、每一节都详细讲解,例题、习题全有,有时还伴有演示实验。大学则不同,老师往往按照专题全面展开,给你们的第一感觉可能是进度快,内容多,一节课要跨越教材的几个页码。因此,你们要尽快适应这种新的环境和新的教学方法,调整你们在中学时期养成并习惯了的学习方法。

本教材的上篇是有机化学的基础,也是对你们的基本要求。这部分的内容囊括了有机化合物的命名、结构、性质和相互转化,涉猎了有机化学几乎所有类型的化学反应,包括烷烃的自由相取代反应、烯烃的亲电加成反应和氧化反应、卤代烃的亲核取代反应、醇的取代和氧化反应、醛酮的亲核加成反应和芳香烃的亲电取代反应等,这些内容看似繁杂,但由于其规律性和实用性,因此既容易理解,也很容易掌握。

从化学的知识面来讲,下篇的内容相对较少,也几乎没有新类型的反应,但它对你们的重要性并不比上篇逊色,不管是杂环化合物、生物碱、脂类和甾族化合物,还是氨基酸、蛋白质、核酸、糖类和辅酶,这些内容不论对临床医学还是对基础医学的后续课程都是非常重要的。蛋白质、核酸和多糖等这些常见的生物大分子(biomacromolecule)是构成生命的基础物质,它们具有各种生物活性,并在生物体内的新陈代谢中发挥作用。然而,从化学结构而言,生物大分子都是由低相对分子质量的有机化合物缩合而成。例如,蛋白质是由L- $\alpha$ -氨基酸脱水缩合而成,多糖是单糖脱水缩合的产物,而核酸则是由嘌呤和嘧啶碱基与D-核糖(或2-脱氧-D-核糖)和磷酸脱水缩合而成的。因此,为了学好生物化学等医学后续课程,并为临床医学打下基础,你们就应当首先掌握低相对分子质量的有机化合物的性质和相互转化,这其中包括单糖、脂肪酸和氨基酸等生物单分子。

在使用本教材究竟能使你们受益多少,这不仅取决于教材本身的质量以及老师的专业水平和教学方法,也取决于你们的学习态度和学习方法,如果你们能本着“我学我爱,我爱我学”的态度,再加上适合于你们的学习方法,我想这本教材肯定能够使你们受益匪浅。我最大的愿望是,这本教材能够给你们送去知识、送去学习方法,最终达到举一反三、触类旁通的目的。

## 致谢

科学出版社胡华强、杨向萍、赵晓霞、钟谊、吴伶俐和王国华等诸位先生近二十年来为本教材的出版都付出了艰辛的劳动,在此深表感谢!正是他们的热情关注和一丝不苟的工作态度才使我们有信心、有决心将这本教材不断完善和继续出版。尤其是赵晓霞老师还专程来西安和编者共同讨论第四版的修订,为本书的再版提出了许多有益的建议。同时,作为责任编辑,她也成为在内容上尽量减少错误的最后一道“防火墙”。

除我本人负责第1章的修订外,参加修订或编写工作的还有第四军医大学的何炜教授(第17章)、姜茹教授(第5章)、王平安副教授(第4章)和秦向阳副教授(第2章),山西

医科大学的卫建琮教授(第3章),南方医科大学的游文玮教授(第6章)、洪霞副教授(第15章)和陈清元副教授(第13章),第三军医大学的赵华文教授(第14章)、杨旭教授(第9章)和季卫刚副教授(第16章),重庆医科大学的李伟教授(第8章),贵州医科大学的徐红教授(第7章),华北理工大学的吴振刚副教授(第10章),吉林大学的陈燕萍教授(第11章),哈尔滨医科大学的孙学斌教授(第12章),以及温州医科大学的叶晓霞教授(第18章)。

在第四版即将出版之际,我又回忆起二十多年前与本书初版的合作者一起经历的愉快时光。尤其是第二军医大学的李鸿勋教授、第三军医大学的李怀德教授和原第一军医大学(现为南方医科大学)的屠锡源教授和崔铭玉教授,他们丰富的教学经验、对有机化学的透彻了解以及敬业精神不仅使我们这些后来者受益匪浅,也为本教材的再版奠定了基础。现在他们都已陆续退休,颐养天年。在此祝愿他们健康长寿!

张生勇

2015年7月22日于西安

第四军医大学

## 第三版前言

本书是在第一、第二、第三和第四军医大学编写的第一版《有机化学》(1996年获国家优秀教材二等奖)的基础上,由第四军医大学、南方医科大学(原第一军医大学)和第三军医大学等集体编写的。本书在强调有机化学基本理论和基础知识的同时,还引入了国内外近年来在有机化学研究领域中的新反应和新试剂。本书力求文字简明扼要、准确易懂,对内容的叙述由浅入深,分步解析,环环相扣,以启发学生积极思考,并能举一反三,触类旁通。

有机化学是一门古老而又充满活力的学科,内容极为丰富,一本60多万字的教材很难涉猎全部内容。本书以各类化合物的命名和结构为切入点,阐明它们的性质和相互转化。因为化合物的性质取决于它们的结构,性质是结构的外在表现,而结构则是化合物内在的本质。所以,将结构和性质的关系贯穿全书,以经典理论为主,同时介绍有机化学的现代理论和最新进展。本书力求内容丰富而又避免面面俱到,重视基础知识的同时也介绍最新成果和发展趋势,并与医药卫生和生物化学等生命科学领域紧密结合。

全书分上、下两篇,上篇介绍基本有机化学,下篇介绍生物分子和有机波谱学,章末除习题外还附有关键词(中英文对照)、小结和主要反应总结,以利于教学和学习。本次再版除了对主要内容和习题做了修订和补充外,还增加了中英文对照索引。为了增加教材的趣味性,精选了一些有机化学发展和发现过程中的“小故事”。

书中的化学术语以科学出版社出版的《英汉化学化工词汇》(第四版,2000年)为准;化合物命名依据中国化学会《有机化合物命名原则》(1980年);除极个别情况外,一律采用SI单位。

参加本书编写的人员有张生勇(第1章)、孙晓莉和刘雪英(第2章)、何炜(第3章)、王莉(第4章)、姜茹(第5章)、王巧峰(第6章)、朱星枚(第7章)、杨旭(第8、9、14章)、程司堃(第10章)、赵华文(第11、12、13章)、季卫刚(第15、16章)、游文玮和陈清元(第17章)。在编写第一版的过程中,原第一军医大学屠锡源教授和崔铭玉教授,第二军医大学李鸿勋教授、廖永卫教授和徐建明教授,第三军医大学李怀德教授以及第四军医大学许自超教授和骆文博教授等曾经付出了艰辛的劳动,他们丰富的教学经验、对有机化学透彻的了解和敬业精神不仅使我们这些后来者受益匪浅,也为本次再版打下了扎实的基础。可以毫不夸张地说,没有他们的辛勤劳动和通力合作,本书是难以出版的。

在本次修订过程中参考了一些国内外教材和资料,并引用了其中个别图,在此一并表示诚挚的感谢。

集体编写教材虽然可以发挥整体优势,集思广益,取长补短,优势互补,但也带来一些不利因素,如各人编写风格不尽相同,各章内容也难以平衡,甚至会出现重复或遗漏,虽然

经过多次协调和修改,但由于水平有限,谬误和疏漏之处在所难免,望同行和广大读者不吝指正,编者不胜感谢。

张生勇

2010年9月

# 目 录

第四版前言

第三版前言

## 上篇 基本有机化学

第1章 绪论..... 3	1.8 有机化学的昨天、今天和明天..... 19
1.1 有机化学和有机化合物 ..... 3	关键词 ..... 20
1.1.1 有机化学 ..... 3	小结 ..... 20
1.1.2 有机化合物与元素周期表 ..... 3	习题 ..... 21
1.1.3 有机化合物的特点 ..... 5	第2章 链烃 ..... 22
1.2 有机化学与医学 ..... 7	2.1 链烃的结构、异构现象和命名..... 22
1.3 有机化合物的来源与分类..... 7	2.1.1 链烃的结构 ..... 22
1.3.1 有机化合物的来源 ..... 7	2.1.2 共轭二烯烃的结构 ..... 27
1.3.2 有机化合物的分类 ..... 8	2.1.3 链烃的异构现象 ..... 28
1.4 有机化合物的结构式及其表示方法..... 10	2.1.4 链烃的命名 ..... 33
1.4.1 分子式和构造式 ..... 10	2.2 链烃的性质..... 39
1.4.2 化合物的构型和构型式 ..... 12	2.2.1 链烃的物理性质 ..... 39
1.5 有机化合物中的化学键——共价键..... 12	2.2.2 链烃的化学性质 ..... 41
1.6 酸和碱的电子理论..... 15	2.3 电子效应和链烃的反应历程..... 51
1.6.1 布朗斯台德酸和布朗斯台德碱..... 15	2.3.1 诱导效应和共轭效应..... 51
1.6.2 路易斯酸和路易斯碱..... 16	2.3.2 反应历程..... 53
1.7 共价键的断裂和反应类型..... 17	关键词 ..... 58
1.7.1 均裂 ..... 18	小结 ..... 58
1.7.2 异裂 ..... 18	主要反应总结 ..... 58
1.7.3 有机化合物的反应类型 ..... 18	阅读材料 ..... 60
	习题 ..... 61
	第3章 环烃 ..... 64
	3.1 脂环烃..... 64

3.1.1	脂环烃的分类和命名	64
3.1.2	环烷烃的结构	65
3.1.3	脂环烃的性质	70
3.2	芳香烃	71
3.2.1	苯的结构	72
3.2.2	苯的共振式和共振论的简介	73
3.2.3	苯的同系物的异构现象和命名	76
3.2.4	苯及其同系物的性质	78
3.2.5	苯环上亲电取代反应的历程	83
3.2.6	苯环上亲电取代反应的定位规律	85
3.2.7	苯及其主要同系物	90
3.3	多环芳香烃	91
3.3.1	萘	91
3.3.2	蒽和菲	93
3.3.3	致癌芳香烃	93
3.4	非苯型芳香烃和休克尔规则	95
3.4.1	环丙烯基正离子	95
3.4.2	1,3-环戊二烯基负离子	95
3.4.3	1,3,5-环庚三烯基正离子	96
3.4.4	环丁烯基二价正离子及1,3,5,7-环辛四烯基二价负离子	96
3.4.5	萘	96
3.4.6	轮烯	96
3.4.7	富勒烯	97
	关键词	98
	小结	99
	主要反应总结	99
	阅读材料	100
	习题	101

第4章	立体化学	104
4.1	物质的旋光性	104
4.1.1	平面偏振光	104
4.1.2	旋光性和比旋光度	105
4.2	化合物的旋光性与其结构的关系	106
4.2.1	镜像、手性及对映体	106
4.2.2	分子的对称性	107
4.2.3	不对称碳原子	109
4.3	旋光异构体的构型	110
4.3.1	费歇尔投影式	110
4.3.2	绝对构型和相对构型	111
4.3.3	构型的表示方法	112
4.4	含多个手性碳原子的分子	115
4.4.1	非对映体	115
4.4.2	外消旋体	115
4.4.3	内消旋体	116
4.4.4	含两个以上手性碳原子的分子	117
4.4.5	不含手性碳原子的手性分子	117
4.5	手性化合物的制备	120
4.5.1	手性源合成	120
4.5.2	化学拆分法	120
4.5.3	不对称合成	121
4.5.4	酶催化合成	122
4.6	立体异构体与生物活性	123
	关键词	124
	小结	125
	阅读材料	126
	习题	126
第5章	卤代烃	129
5.1	卤代烃的分类和命名	129
5.1.1	卤代烃的分类	129

5.1.2 卤代烃的命名 .....	130	6.2.1 分子振动和红外光谱的 产生 .....	151
5.2 卤代烃的物理性质 .....	131	6.2.2 红外光谱图 .....	152
5.3 卤代烃的化学性质 .....	132	6.2.3 某些官能团在红外谱图 中的位置 .....	153
5.3.1 亲核取代反应 .....	132	6.2.4 红外光谱的解析 .....	154
5.3.2 $\beta$ -消除反应 .....	135	6.3 核磁共振谱 .....	156
5.3.3 与金属反应生成有机金 属化合物 .....	136	6.3.1 核磁共振基本原理 .....	156
5.4 亲核取代反应历程 .....	136	6.3.2 屏蔽效应和化学位移 .....	157
5.4.1 双分子亲核取代反应 历程 .....	137	6.3.3 影响化学位移的因素 .....	158
5.4.2 单分子亲核取代反应 历程 .....	138	6.3.4 吸收峰的面积与氢原子 数目 .....	159
5.4.3 卤代烃的类型与卤原子的 种类对反应活性的 影响 .....	139	6.3.5 自旋-自旋耦合与吸收峰 的裂分 .....	160
5.5 $\beta$ -消除反应历程 .....	139	6.3.6 核磁共振谱的应用 .....	161
5.5.1 双分子消除反应 历程 .....	140	6.3.7 磁共振成像技术在临床 医学中的应用 .....	164
5.5.2 单分子消除反应 历程 .....	141	6.3.8 电子顺磁共振谱 .....	164
5.5.3 消除反应与取代反应的 竞争 .....	142	6.4 质谱 .....	165
5.6 重要的卤代烃 .....	142	6.4.1 基本原理 .....	165
5.6.1 三氯甲烷 .....	142	6.4.2 质谱图 .....	165
5.6.2 二氟二氯甲烷 .....	142	6.4.3 有机化合物裂解的一般 规律 .....	166
5.6.3 氟烷 .....	143	6.4.4 质谱的应用 .....	167
5.6.4 四氟乙烯 .....	143	6.4.5 色谱-质谱联机 .....	168
5.6.5 三氯杀虫酯 .....	143	关键词 .....	168
关键词 .....	143	小结 .....	169
小结 .....	144	习题 .....	170
主要反应总结 .....	144	第7章 醇、酚和醚 .....	173
阅读材料 .....	145	7.1 醇 .....	173
习题 .....	145	7.1.1 醇的分类和命名 .....	174
第6章 有机波谱学 .....	148	7.1.2 醇的物理性质 .....	176
6.1 紫外-可见光谱 .....	148	7.1.3 醇的化学性质 .....	178
6.1.1 基本原理和基本概念 .....	148	7.1.4 重要的醇 .....	186
6.1.2 紫外光谱在有机化合物 结构分析中的应用 .....	150	7.2 酚 .....	187
6.2 红外光谱 .....	151	7.2.1 酚的分类和命名 .....	187
		7.2.2 酚的物理性质 .....	188
		7.2.3 酚的化学性质 .....	189

7.2.4 重要的酚 .....	193	9.2.3 羟基酸的物理性质 .....	262
7.3 醚 .....	194	9.2.4 羟基酸的化学性质 .....	262
7.3.1 醚的分类和命名 .....	194	9.2.5 重要的羟基酸 .....	265
7.3.2 醚的物理性质 .....	195	9.3 羧基酸 .....	267
7.3.3 醚的化学性质 .....	196	9.3.1 羧基酸的结构及命名 .....	267
7.3.4 重要的醚 .....	199	9.3.2 羧基酸的化学性质 .....	267
关键词 .....	200	9.3.3 互变异构现象 .....	268
小结 .....	200	9.3.4 重要的羧基酸 .....	270
主要反应总结 .....	201	关键词 .....	271
习题 .....	204	小结 .....	271
第 8 章 醛、酮和醌 .....	207	主要反应总结 .....	271
8.1 醛和酮 .....	207	阅读材料 .....	274
8.1.1 醛和酮的结构及分类 .....	207	习题 .....	275
8.1.2 醛和酮的命名 .....	208	第 10 章 羧酸衍生物 .....	277
8.1.3 醛和酮的物理性质 .....	209	10.1 羧酸衍生物的命名 .....	277
8.1.4 醛和酮的化学性质 .....	213	10.2 羧酸衍生物的物理性质 .....	279
8.1.5 $\alpha, \beta$ -不饱和醛、酮 .....	232	10.3 红外光谱 .....	280
8.1.6 重要的醛和酮 .....	235	10.4 羧酸衍生物的化学性质 .....	281
8.2 醌 .....	237	10.4.1 酰基亲核取代反应 .....	281
8.2.1 醌的结构 .....	237	10.4.2 还原反应 .....	284
8.2.2 醌的性质 .....	238	10.4.3 克莱森酯缩合反应 .....	285
8.2.3 $\alpha$ -萘醌 .....	239	10.5 碳酸衍生物 .....	286
8.2.4 蒽醌 .....	239	10.5.1 光气 .....	286
关键词 .....	240	10.5.2 脲 .....	286
小结 .....	240	10.5.3 胍 .....	286
主要反应总结 .....	241	关键词 .....	287
习题 .....	244	小结 .....	287
第 9 章 羧酸及取代羧酸 .....	248	主要反应总结 .....	287
9.1 羧酸 .....	248	习题 .....	288
9.1.1 羧酸的分类与存在 .....	248	第 11 章 含氮有机化合物 .....	291
9.1.2 羧酸的命名 .....	249	11.1 硝基化合物 .....	291
9.1.3 羧酸的物理性质 .....	250	11.1.1 硝基化合物的分类、 命名和结构 .....	291
9.1.4 羧酸的结构 .....	253	11.1.2 硝基化合物的性质 .....	292
9.1.5 羧酸的化学性质 .....	253	11.2 胺 .....	294
9.1.6 羧酸的制法 .....	260	11.2.1 胺的分类和命名 .....	294
9.1.7 重要的羧酸 .....	261	11.2.2 胺的结构 .....	296
9.2 羟基酸 .....	261	11.2.3 胺的物理性质和光谱 性质 .....	297
9.2.1 羟基酸的结构及分类 .....	261		
9.2.2 羟基酸的命名 .....	262		

11.2.4 胺的化学性质 .....	299	11.4.2 芳香族重氮盐的 性质 .....	308
11.3 季铵盐和季铵碱 .....	306	11.4.3 偶氮化合物 .....	310
11.3.1 季铵盐 .....	306	关键词 .....	311
11.3.2 季铵碱 .....	307	小结 .....	311
11.4 重氮和偶氮化合物 .....	308	主要反应总结 .....	311
11.4.1 芳香族重氮盐的制备 ——重氮化反应 .....	308	习题 .....	313

## 下篇 生物活性化合物

第 12 章 杂环化合物及生物碱 .....	317	第 14 章 脂类、甾族和萜类化 合物 .....	354
12.1 杂环化合物 .....	317	14.1 油脂 .....	354
12.1.1 杂环化合物的分类 .....	317	14.1.1 油脂的组成、结构与 命名 .....	354
12.1.2 杂环化合物的命名 .....	318	14.1.2 油脂的物理性质 .....	356
12.1.3 五元杂环化合物 .....	321	14.1.3 油脂的化学性质 .....	356
12.1.4 六元杂环化合物 .....	324	14.2 磷脂和糖脂 .....	359
12.1.5 稠杂环化合物 .....	325	14.2.1 磷脂 .....	359
12.1.6 重要的含氮杂环化合 物及其衍生物 .....	326	14.2.2 糖脂 .....	362
12.2 生物碱 .....	328	14.3 甾族化合物 .....	363
12.2.1 生物碱的概念 .....	328	14.3.1 甾族化合物的结构 .....	363
12.2.2 生物碱的分类和 命名 .....	328	14.3.2 重要的甾族化合物 .....	365
关键词 .....	333	14.4 萜类化合物 .....	372
小结 .....	333	14.4.1 萜类化合物的结构 .....	372
阅读材料 .....	334	14.4.2 单萜类化合物 .....	373
习题 .....	335	14.4.3 青蒿素 .....	375
第 13 章 含硫、含磷及含砷有机化 合物 .....	337	关键词 .....	376
13.1 含硫有机化合物 .....	337	小结 .....	376
13.1.1 硫醇 .....	337	阅读材料 .....	377
13.1.2 硫醚 .....	340	习题 .....	378
13.1.3 磺酸及其衍生物 .....	343	第 15 章 氨基酸、多肽、蛋白质 .....	380
13.2 含磷、含砷有机化合物 .....	346	15.1 氨基酸 .....	380
13.2.1 含磷有机化合物 .....	346	15.1.1 氨基酸的结构、分类和 命名 .....	380
13.2.2 含砷的有机化合物 .....	349	15.1.2 氨基酸的性质 .....	382
关键词 .....	351	15.2 肽 .....	387
小结 .....	351	15.2.1 肽的分类和命名 .....	387
阅读材料 .....	352	15.2.2 肽链序列的测定 .....	388
习题 .....	353	15.2.3 多肽的合成 .....	389

15.2.4 生物活性肽 .....	392	17.1.2 核酸的化学组成 .....	434
15.3 蛋白质 .....	393	17.2 核苷和核苷酸的结构及 命名 .....	436
15.3.1 蛋白质的元素组成 .....	393	17.2.1 核苷的结构及命名 .....	436
15.3.2 蛋白质的分类 .....	394	17.2.2 核苷酸的结构及 命名 .....	437
15.3.3 蛋白质的分子结构 .....	394	17.3 核酸的结构 .....	439
15.3.4 蛋白质的性质 .....	397	17.3.1 核酸的一级结构 .....	439
关键词 .....	399	17.3.2 DNA 双螺旋结构 .....	440
小结 .....	399	17.3.3 RNA 的二级结构 .....	443
主要反应总结 .....	400	17.4 核酸的性质 .....	443
阅读材料 .....	401	17.4.1 核酸的物理性质 .....	443
习题 .....	402	17.4.2 核酸的两性电离及凝 胶电泳 .....	444
第 16 章 糖类 .....	404	17.4.3 核酸的变性和复性 .....	444
16.1 单糖 .....	404	17.4.4 核酸的杂交 .....	445
16.1.1 单糖的结构 .....	405	关键词 .....	445
16.1.2 单糖的性质 .....	410	小结 .....	445
16.1.3 重要的单糖及其衍 生物 .....	415	阅读材料 .....	446
16.2 低聚糖 .....	417	习题 .....	446
16.2.1 二糖的结构和化学 性质 .....	417	第 18 章 维生素和辅酶 .....	447
16.2.2 重要的二糖 .....	418	18.1 维生素 .....	447
16.3 多糖 .....	419	18.1.1 分类 .....	447
16.3.1 多糖的结构 .....	419	18.1.2 结构和理化性质 .....	447
16.3.2 重要的多糖 .....	420	18.2 辅酶 .....	456
16.4 苷 .....	425	18.2.1 分类 .....	456
16.4.1 性质 .....	426	18.2.2 结构和理化性质 .....	457
16.4.2 重要的糖苷 .....	426	关键词 .....	463
关键词 .....	428	小结 .....	463
小结 .....	429	阅读材料 .....	463
主要反应总结 .....	429	习题 .....	464
阅读材料 .....	430	参考文献 .....	465
习题 .....	431	外国人名索引 .....	466
第 17 章 核酸 .....	433		
17.1 核酸的分类和组成 .....	433		
17.1.1 分类 .....	433		

上篇

基本有机化学



