



普通高等教育“十五”国家级规划教材

有机化学

(第二版)

(医学类)

张生勇 主编

游文玮 孙晓莉 副主编



科学出版社

www.sciencep.com

内 容 简 介

本书是《普通高等教育“十五”国家级规划教材》之一。全书分上、下两篇,共计 17 章。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,并突出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。

本书可用作高等医科院校医疗、临床、口腔、卫生和护理等专业本科生的教材,也可用作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(医学类)/张生勇主编. —2 版. —北京:科学出版社,2005

普通高等教育“十五”国家级规划教材

ISBN 7-03-015234-4

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 044990 号

责任编辑:杨向萍 吴伶伶/责任校对:朱光光

责任印制:安春生/封面设计:陈 敬

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>

西源印刷厂 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:B5(720×1000)

2005 年 8 月第 二 版 印张:31 1/4

2005 年 8 月第三次印刷 字数:589 000

印数:13 501—17 000

定价:38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

《有机化学》编委会

主 编 张生勇

副主编 游文玮 孙晓莉

编 委(按姓氏笔画排序)

王平安

孙晓莉

吴 红

张生勇

洪 霞

姜 茹

程司堃

游文玮

谢 扬

前 言

本书是在第四军医大学和南方医科大学(原第一军医大学)等八所医科院校多年教学实践的基础上集体编写而成的。在强调有机化学基本理论和基础知识的同时,本书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。在力求使本书文字简明扼要、确切易懂的同时,对内容的叙述由浅入深,分步解析,环环相扣,以启发学生积极思维,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。结构和性质的关系贯穿全书,以经典理论为主,也介绍有机化学的现代理论和最新进展。作者力求使本书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,上篇是基本有机化学,下篇包括杂环化合物、波谱学和生物分子,各章之后除习题外还附有关键词、小结和主要反应总结,以利于教学和学习。

书中的化学术语以科学出版社出版的《英汉化学化工词汇》(2000 年第四版)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。

本书的上篇由第四军医大学张生勇(第 1、4、7 章)、孙晓莉(第 2、3 章)、姜茹(第 5、6 章)、王平安(第 8 章)、吴红(第 9 章)和程司堃(第 10 章)编写,下篇由南方医科大学谢扬(第 11、13 章)、游文玮(第 12、16、17 章)和洪霞(第 14、15 章)编写。编写过程中,承蒙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的悉心指导和大力协助,在此表示诚挚的感谢。可以毫不夸张地说,没有他们的悉数指导和通力合作,本书是难以出版的。

集体编写教材虽然可以发挥整体优势,截长补短,集思广益,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,正、副主编也做了许多努力,但由于水平有限,谬误和疏漏之处仍难以避免,望同行和广大读者不吝指正,编者不胜感谢。

编 者
2005 年 5 月

目 录

前言

上篇 基本有机化学

第1章 绪论	3
1.1 有机化学和有机化合物	3
1.1.1 有机化学	3
1.1.2 有机化合物	3
1.1.3 有机化合物的特点	4
1.2 有机化学与医学	5
1.3 有机化合物的来源与分类	6
1.3.1 有机化合物的来源	6
1.3.2 有机化合物的分类	7
1.4 有机化合物的结构式及其表示方法	9
1.4.1 分子式和构造式	9
1.4.2 化合物的构型和构型式	10
1.5 有机化合物中的化学键——共价键	11
1.6 酸和碱的电子理论	14
1.6.1 Brönsted 酸和 Brönsted 碱	14
1.6.2 Lewis 酸和 Lewis 碱	16
1.7 共价键的断裂和反应类型	17
1.7.1 均裂	17
1.7.2 异裂	17
1.7.3 有机化合物的反应类型	18
1.8 有机化学的今天和明天	18
关键词	19
小结	19
习题	20
第2章 链烃	21
2.1 链烃的结构、异构现象和命名	21
2.1.1 链烃的结构	21

2.1.2 共轭二烯烃的结构	27
2.1.3 链烃的异构现象	28
2.1.4 链烃的命名	32
2.2 链烃的性质	38
2.2.1 链烃的物理性质	38
2.2.2 链烃的化学性质	40
2.3 链烃的反应历程和电子效应	48
2.3.1 反应历程	49
2.3.2 诱导效应和共轭效应	53
2.3.3 共振理论简介	56
关键词	58
小结	58
主要反应总结	59
习题	60
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	69
3.1.4 萜类化合物	71
3.2 芳香烃	73
3.2.1 苯的结构	74
3.2.2 苯的同系物的异构现象和命名	76
3.2.3 苯及其同系物的性质	77
3.2.4 苯环上亲电取代反应的历程	83
3.2.5 苯环上亲电取代反应的定位规律	85
3.2.6 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 致癌烃	94
3.4 非苯型芳香烃和休克尔规则	94
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	95

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	97
小结	98
主要反应总结	98
习题	99
第 4 章 立体化学	103
4.1 同分异构现象的分类	103
4.1.1 构造异构	103
4.1.2 立体异构	104
4.2 物质的旋光性	104
4.2.1 平面偏振光	104
4.2.2 旋光性和比旋光度	105
4.3 化合物的旋光性与其结构的关系	106
4.3.1 镜像、手性及对映体	106
4.3.2 分子对称性和不对称碳原子	108
4.3.3 外消旋体	108
4.4 旋光异构体的构型	109
4.4.1 Fischer 投影式	109
4.4.2 相对构型和绝对构型	111
4.4.3 构型的表示方法	112
4.5 含多个手性碳原子的分子	114
4.5.1 非对映体	114
4.5.2 内消旋体	115
4.5.3 含两个以上手性碳原子的分子	117
4.5.4 不含手性碳原子的手性分子	117
4.6 手性化合物的制备	119
4.6.1 手性源合成	119
4.6.2 化学拆分法	119
4.6.3 不对称合成	121
4.7 立体异构体与生物活性	121
关键词	123
小结	123

习题	124
第5章 卤代烃	127
5.1 卤代烃的分类和命名	127
5.1.1 分类	127
5.1.2 命名	128
5.2 卤代烃的物理性质	130
5.3 卤代烃的化学性质	130
5.3.1 亲核取代反应	131
5.3.2 β -消除反应	133
5.3.3 与金属镁反应生成格氏试剂	134
5.4 亲核取代反应历程	134
5.4.1 双分子亲核取代历程(S_N2)	135
5.4.2 单分子亲核取代历程(S_N1)	136
5.4.3 卤代烃的类型与卤原子的种类对反应活性的影响	136
5.5 β -消除反应历程	137
5.5.1 双分子消除反应(E2)	138
5.5.2 单分子消除反应(E1)	139
5.5.3 消除反应与取代反应的竞争	140
5.6 重要的卤代烃	140
5.6.1 三氯甲烷	140
5.6.2 氯乙烷	141
5.6.3 二氟二氯甲烷	141
5.6.4 氟烷	141
5.6.5 四氟乙烯	141
5.6.6 血防 846	142
5.6.7 溴甲烷	142
5.6.8 三氟一溴甲烷	142
关键词	142
小结	143
主要反应总结	143
习题	144
第6章 醇、酚、醚	147
6.1 醇	147
6.1.1 醇的分类和命名	148
6.1.2 醇的物理性质	150

6.1.3 醇的化学性质	152
6.1.4 重要的醇	161
6.2 酚	163
6.2.1 酚的分类和命名	163
6.2.2 酚的物理性质	163
6.2.3 酚的化学性质	164
6.2.4 重要的酚	168
6.3 醚	170
6.3.1 醚的结构、分类和命名	170
6.3.2 醚的物理性质	172
6.3.3 醚的化学性质	172
关键词	176
小结	177
主要反应总结	178
习题	180
第 7 章 醛、酮、醌	183
7.1 醛和酮	183
7.1.1 醛和酮的结构及分类	183
7.1.2 醛和酮的命名	184
7.1.3 醛和酮的物理性质	186
7.1.4 醛和酮的化学性质	187
7.1.5 重要的醛和酮	207
7.2 醌	209
7.2.1 醌的结构	209
7.2.2 醌的性质	210
7.2.3 α -萘醌和维生素 K	211
关键词	212
小结	212
主要反应总结	213
习题	215
第 8 章 羧酸及其衍生物	219
8.1 羧酸	219
8.1.1 羧酸的分类与存在	219
8.1.2 羧酸的命名	221
8.1.3 羧酸的物理性质	222

8.1.4 羧酸的结构	224
8.1.5 羧酸的化学性质	225
8.1.6 羧酸的制法	232
8.1.7 重要的羧酸	234
8.2 羧酸的衍生物	234
8.2.1 羧酸衍生物的命名	235
8.2.2 羧酸衍生物的物理性质	236
8.2.3 羧酸及其衍生物和醛或酮与亲核试剂反应的比较	237
8.2.4 羧酸衍生物的化学性质	238
8.2.5 重要的羧酸衍生物	245
关键词	247
小结	247
主要反应总结	248
习题	250
第9章 羟基酸、羧基酸	255
9.1 羟基酸	255
9.1.1 羟基酸的结构及分类	255
9.1.2 羟基酸的命名	256
9.1.3 羟基酸的物理性质	257
9.1.4 羟基酸的化学性质	257
9.1.5 重要的羟基酸	261
9.2 羧基酸	263
9.2.1 羧基酸的结构及命名	263
9.2.2 羧基酸的化学性质	263
9.2.3 互变异构现象	264
9.2.4 重要的羧基酸	266
关键词	267
小结	267
主要反应总结	268
习题	269
第10章 胺及其他的含氮化合物	271
10.1 胺	272
10.1.1 胺的结构、分类和命名	272
10.1.2 胺的制备	274
10.1.3 胺的物理性质	275

10.1.4 胺的化学性质	276
10.1.5 重要的胺及其衍生物	283
10.2 重氮化合物和偶氮化合物	286
10.2.1 重氮化合物的结构	286
10.2.2 重氮盐的化学性质	286
10.2.3 有机化合物的结构和颜色的关系	290
10.3 酰胺	291
10.3.1 酰胺的结构和命名	291
10.3.2 酰胺的性质	293
10.3.3 重要的酰胺及其衍生物	295
关键词	298
小结	299
主要反应总结	299
习题	302

下篇 生物分子和波谱学

第 11 章 杂环化合物及生物碱	307
11.1 杂环化合物	307
11.1.1 杂环化合物的分类和命名	307
11.1.2 杂环化合物的结构	308
11.1.3 吡咯和吡啶的性质	310
11.1.4 重要的含氮杂环化合物及其衍生物	311
11.2 生物碱	315
11.2.1 生物碱的概念	315
11.2.2 生物碱的分类和命名	315
关键词	319
小结	320
习题	321
第 12 章 含硫、含磷及含砷的有机化合物	322
12.1 含硫的有机化合物	322
12.1.1 硫醇	322
12.1.2 硫醚	325
12.1.3 磺酸及其衍生物	327
12.2 含磷、含砷的有机化合物	330
12.2.1 含磷的有机化合物	331

12.2.2 含砷的有机化合物	333
关键词	335
小结	335
习题	336
第 13 章 脂类和甾族化合物	338
13.1 油脂	338
13.1.1 油脂的组成	338
13.1.2 油脂的物理性质	340
13.1.3 油脂的化学性质	340
13.2 磷脂和糖脂	343
13.2.1 卵磷脂	343
13.2.2 脑磷脂	345
13.2.3 (神经)鞘磷脂	345
13.2.4 糖脂	346
13.3 甾族化合物	347
13.3.1 甾族化合物的结构	347
13.3.2 重要的甾族化合物	349
关键词	358
小结	359
习题	359
第 14 章 氨基酸、多肽、蛋白质	361
14.1 氨基酸	361
14.1.1 氨基酸的结构、分类和命名	361
14.1.2 氨基酸的性质	364
14.2 肽	369
14.2.1 肽的分类和命名	369
14.2.2 肽链序列的测定	370
14.2.3 生物活性肽	372
14.3 蛋白质	373
14.3.1 蛋白质的元素组成	373
14.3.2 蛋白质的分类	374
14.3.3 蛋白质的分子结构	375
14.3.4 蛋白质的性质	381
关键词	385
小结	385

主要反应总结·····	386
习题·····	387
第 15 章 核酸 ·····	389
15.1 核酸的分类和组成·····	389
15.1.1 分类 ·····	389
15.1.2 核酸的化学组成 ·····	390
15.2 核苷和核苷酸的结构及命名·····	392
15.3 核酸的结构·····	394
15.3.1 核酸的一级结构 ·····	394
15.3.2 DNA 双螺旋结构 ·····	395
15.3.3 RNA 的二级结构 ·····	398
15.4 核酸的性质·····	399
15.4.1 物理性质 ·····	399
15.4.2 核酸的两性电离及凝胶电泳 ·····	399
15.4.3 核酸的变性和复性 ·····	400
关键词·····	400
小结·····	400
习题·····	401
第 16 章 碳水化合物 ·····	402
16.1 单糖·····	403
16.1.1 单糖的结构 ·····	403
16.1.2 单糖的性质 ·····	410
16.1.3 重要的单糖及其衍生物 ·····	416
16.2 低聚糖·····	418
16.2.1 二糖的结构和化学性质 ·····	418
16.2.2 重要的二糖 ·····	419
16.2.3 其他的低聚糖 ·····	421
16.3 多糖·····	422
16.3.1 多糖的结构 ·····	422
16.3.2 重要的多糖 ·····	423
16.4 苷·····	429
16.4.1 概述 ·····	429
16.4.2 性质 ·····	430
16.4.3 重要的苷 ·····	430
关键词·····	433

小结·····	434
主要反应总结·····	435
习题·····	437
第 17 章 有机波谱学 ·····	439
17.1 紫外-可见光谱·····	440
17.1.1 基本原理和基本概念·····	440
17.1.2 吸收带与分子结构的关系·····	444
17.1.3 影响紫外光谱的因素·····	445
17.1.4 紫外光谱在有机化学中的应用·····	446
17.2 红外光谱·····	448
17.2.1 分子振动和红外光谱的产生·····	448
17.2.2 红外光谱图·····	449
17.2.3 某些官能团在红外光谱图中的位置·····	451
17.2.4 红外光谱的解析·····	455
17.3 核磁共振谱·····	457
17.3.1 概述·····	457
17.3.2 核磁能级与核磁共振·····	458
17.3.3 化学位移·····	459
17.3.4 NMR 谱图·····	464
17.3.5 自旋-自旋偶合·····	465
17.3.6 核磁共振谱的应用·····	466
17.3.7 电子顺磁共振谱·····	471
17.4 质谱·····	471
17.4.1 基本原理·····	471
17.4.2 质谱图·····	472
17.4.3 质谱中常见的几种离子峰·····	473
17.4.4 裂解的一般规律·····	473
17.4.5 质谱的应用·····	475
关键词·····	476
小结·····	477
习题·····	479

上 篇

基本有机化学

原书空白页

第 1 章 绪 论

1.1 有机化学和有机化合物

1.1.1 有机化学

有机化学是研究有机化合物的制备、性质、应用、分离分析、结构鉴定以及化合物之间的相互转化和有关理论的科学。

有机化学的发展不仅揭示了本学科的规律,成为人类认识自然、改造自然的有力武器,而且深刻地影响了生命科学、材料科学和环境科学等相关学科的发展。基本有机化学工业、有机材料工业、石油化学工业、制药工业、农药工业和染料工业等都是国民经济的支柱工业。有机化学与其相关的工业在人类自我保护、生存环境保护和生活品质的改善中已经取得重大成就,而且将继续取得进展。

在有机化学的发展过程中,逐步形成了有机合成化学、天然有机化学、生物有机化学、金属与元素有机化学、物理有机化学以及有机化合物分离分析等领域。这些领域在各自的成长过程中相互渗透、相互依靠、相互促进,为有机化学学科的繁荣发展做出了重要贡献。近 30 年来,有机化学在理论概念、研究方法和实验手段等方面都有不少新的突破。有机化学的发展正在进入富有活力的新阶段。

1.1.2 有机化合物

大约在 17 世纪,人们把来源于有生命的动物、植物的物质叫做有机化合物,而把从无生命的矿物中获得的物质叫做无机化合物。当时人们认为动、植物体中的物质与生命有密切关系,它们往往会随着生命的死亡而腐败变质,所以称它们为“有机”的,因此叫做有机化合物。1828 年,德国化学家 Wohler(韦勒)在实验室用无机物氰酸钾(KOCN)和氯化铵(NH_4Cl)一起加热制得了有机物尿素。这一实验事实打破了传统的有机物的概念。

