



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

Organic Chemistry

有机化学 (第三版)

(供基础、预防、临床、口腔、护理等医学类专业用)

高等医学院校《有机化学》编写组 编

主 编 徐春祥

副主编 董陆陆 姜 炜 叶国东



高等教育出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

Organic Chemistry

有机化学 (第三版)

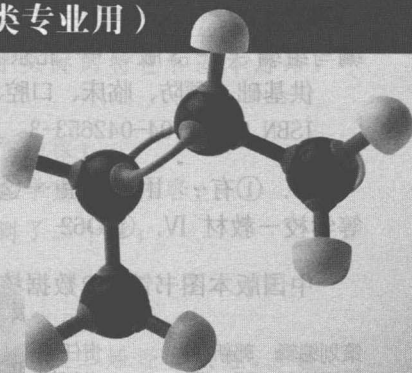
(供基础、预防、临床、口腔、护理等医学类专业用)

高等医学院校《有机化学》编写组 编

主 编 徐春祥

副主编 董陆陆 姜 炜 叶国东

Y O U J I H U A X U E



高等教育出版社·北京

内容提要

《有机化学(第三版)》是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书重视内容的基础性、科学性和先进性,注意有机化学与医学的联系,注重素质教育。全书内容包括绪论,烷烃,环烷烃,烯烃、二烯烃和炔烃,芳香烃,对映异构,卤代烃,醇、酚和醚,醛、酮和醌,羧酸和取代羧酸,羧酸衍生物,含氮有机化合物,含硫和含磷有机化合物,杂环化合物,糖类,类脂,萜类和甾族化合物,氨基酸、肽和蛋白质,核酸,波谱学基础。各章均附有习题。与本书配套的教学参考资料有《有机化学实验》和《有机化学习题解析(第三版)》。

本书可作为高等学校基础、预防、临床、口腔、护理等医学类专业本科化学基础课教材,也可供从事有机化学教学的教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学 / 徐春祥主编; 高等医学院校《有机化学》编写组编. — 3版. — 北京: 高等教育出版社, 2015.7
供基础、预防、临床、口腔、护理等医学类专业用
ISBN 978-7-04-042653-3

I. ①有… II. ①徐… ②高… 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093757号

策划编辑 郭新华
插图绘制 于博

责任编辑 翟怡
责任校对 胡美萍

封面设计 赵阳
责任印制 尤静

版式设计 童丹

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 三河市华润印刷有限公司
开本 787mm×960mm 1/16
印张 25.75
字数 470千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2004年11月第1版
2015年7月第3版
印 次 2015年7月第1次印刷
定 价 34.00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

物料号 42653-00

第三版前言

高等医学院校教材《有机化学(第三版)》是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,与本书配套使用的教学参考书《有机化学习题解析(第三版)》,同时由高等教育出版社出版。本书可供高等医学院校的基础、预防、临床、口腔、护理等医学类专业的本科学生使用,也可供从事有机化学教学的教师参考。

《有机化学(第三版)》是在第二版基础上修订而成,在本书出版之际,谨向参加前两版编写的各位教授和副教授致以衷心的感谢,他们的辛勤工作为本书打下了良好的基础。

为了适应高等医学教育事业的飞速发展,满足 21 世纪医学科学发展的需要,在本书的修订过程中努力体现“反映特色,加强基础,注意交叉,够用为度”的现代课程建设理论。本书保持了前两版密切联系医学实际的特色和基本思路。本次修订主要做了如下工作:

- (1) 将第二版各章节内容进行了适当补充、调整和修改;
- (2) 为了避免教材篇幅过大,删去了一些与基础化学重复的内容;
- (3) 增加了环烷烃的内容,将原有的十九章增加到了二十章;
- (4) 对插图重新进行绘制,并对错误进行修正;
- (5) 精选和增加了各章的习题。

全书共分二十章,内容包括绪论,烷烃,环烷烃,烯烃、二烯烃和炔烃,芳香烃,对映异构,卤代烃,醇、酚和醚,醛、酮和醌,羧酸和取代羧酸,羧酸衍生物,含氮有机化合物,含硫和含磷有机化合物,杂环化合物,糖类,类脂,萜类和甾族化合物,氨基酸、肽和蛋白质,核酸,波谱学基础。

在使用本书时,各院校可根据具体情况,在保证课程教学基本要求的前提下对内容斟酌取舍。本书的编写顺序只供教学时参考,任课教师可根据需要自行调整。

本书采用中华人民共和国国家标准 GB 3100~3102—93《量和单位》所规定的符号和单位;化学名词采用全国自然科学名词审定委员会公布的《化学名词》(科学出版社,1991 年)所推荐的名称;有机化合物的命名执行中国化学会 1980 年颁布的《有机化学命名原则》(科学出版社,1983 年)的规定。

《有机化学(第三版)》由哈尔滨医科大学徐春祥教授主编,哈尔滨医科大学董陆陆教授、天津医科大学姜炜教授和广州医科大学叶国东副教授为副主编。

参加本书编写的有哈尔滨医科大学徐春祥教授、董陆陆教授,天津医科大学姜伟教授,广州医科大学叶国东副教授,宁夏医科大学闫乾顺副教授,武汉大学路平副教授,牡丹江医学院石秀梅教授,山西医科大学卫建琮副教授,福建医科大学周孙英副教授,青海大学严海英教授,内蒙古医科大学王建华教授,齐齐哈尔医学院夏春辉教授,佳木斯大学王旭教授,南昌大学戴延凤教授,包头医学院程向晖教授,蚌埠医学院陶兆林教授。哈尔滨医科大学齐伟老师绘制了全书的插图。

高等教育出版社郭新华编辑对本书的编写和出版给予了帮助和指导,责任编辑翟怡编辑对本书进行了认真细致的编辑加工,提出了许多宝贵的修改意见,对提高本书的编写质量起了很大的作用,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,本书虽然经过多次认真修改,但仍难免有错误和不当之处,恳切希望专家和同行及使用本书的教师和同学们提出宝贵的意见,以便重印或再版时加以改正。

编者

2014年12月

目 录

第一章	绪论	1
第一节	有机化合物	1
	一、有机化合物的特点	1
	二、有机化合物的分类方法	2
第二节	有机化合物构造式的表示方法	3
第三节	有机化学中的电子效应	4
	一、诱导效应	5
	二、共轭效应	5
	三、超共轭效应	6
	四、烷基的电子效应	8
第四节	有机化学反应的基本类型	8
	一、自由基反应	9
	二、离子型反应	9
	三、协同反应	9
第五节	共振论简介	9
	一、共振论的基本概念	9
	二、书写共振构造式遵循的基本原则	11
	三、共振论的应用	12
第六节	有机化学与医学的关系	13
	习题	13
第二章	烷烃	16
第一节	烷烃的同系列与构造异构	16
	一、烷烃的通式、结构和同系列	16
	二、烷烃的构造异构	17
	三、碳原子和氢原子的类型	17
第二节	烷烃的命名方法	18
	一、次序规则	18
	二、普通命名法	19
	三、系统命名法	19

第三节	烷烃的构象	21
一、乙烷的构象		21
二、正丁烷的构象		23
三、直链烷烃的构象		24
第四节	烷烃的性质	24
一、烷烃的物理性质		24
二、烷烃的化学性质		26
习题		31
第三章	环烷烃	34
第一节	环烷烃的分类和命名	34
一、环烷烃的分类		34
二、单环环烷烃的命名		35
第二节	单环环烷烃的性质	36
一、单环环烷烃的物理性质		36
二、单环环烷烃的化学性质		36
三、单环环烷烃的结构与稳定性		38
第三节	环己烷和取代环己烷的构象	39
一、环己烷的构象		39
二、取代环己烷的构象		40
习题		41
第四章	烯烃、二烯烃和炔烃	43
第一节	烯烃	43
一、烯烃的结构		43
二、烯烃的构造异构和顺反异构		44
三、烯烃的命名		45
四、烯烃的物理性质		46
五、烯烃的化学性质		46
第二节	二烯烃	55
一、二烯烃的分类		56
二、二烯烃的命名		56
三、1,3-丁二烯的结构		56
四、共轭二烯烃的化学性质		57
第三节	炔烃	59
一、乙炔的结构		59
二、炔烃的构造异构和命名		60

三、炔烃的物理性质	60
四、炔烃的化学性质	61
习题	65
第五章 芳香烃	68
第一节 芳香烃的分类和命名	68
一、芳香烃的分类	68
二、芳香烃的命名	69
第二节 单环芳香烃	71
一、苯分子的结构	71
二、单环芳香烃的物理性质	72
三、单环芳香烃的化学性质	73
第三节 苯环上亲电取代反应的定位规则	79
一、两类定位基	80
二、取代定位规则的理论解释	81
三、二取代苯的定位规则	85
四、定位规则的应用	86
第四节 稠环芳香烃	86
一、萘	86
二、蒽	90
三、菲	92
四、致癌稠环芳香烃	92
第五节 非苯芳香烃	92
一、休克尔规则	93
二、非苯芳香烃	93
三、多官能团化合物的命名	94
习题	95
第六章 对映异构	102
第一节 物质的旋光性	102
一、偏振光	102
二、旋光物质	103
三、旋光角和质量旋光本领	103
第二节 分子的手性和对称性	104
一、手性分子和对映异构体	104
二、判别手性分子的依据	105
第三节 含手性碳原子的化合物的对映异构	106

一、含 1 个手性碳原子的脂肪族化合物的对映异构	106
二、含 2 个不同手性碳原子的脂肪族化合物的对映异构	108
三、含 2 个相同手性碳原子的脂肪族化合物的对映异构	108
四、含手性碳原子的单环化合物的立体异构	109
第四节 构型的标记法	110
一、D,L 构型标记法	110
二、R,S 构型标记法	111
第五节 不含手性碳原子的化合物的对映异构	113
一、丙二烯型化合物	113
二、联苯型化合物	113
第六节 手性分子与医学的关系	114
习题	115
第七章 卤代烃	119
第一节 卤代烃的分类和命名	119
一、卤代烃的分类	119
二、卤代烃的命名	119
第二节 一卤代烷	120
一、一卤代烷的物理性质	120
二、一卤代烷的化学性质	121
第三节 亲核取代反应机理	125
一、单分子亲核取代反应机理	125
二、双分子亲核取代反应机理	126
三、影响亲核取代反应的因素	127
第四节 消除反应机理	129
一、单分子消除反应机理	129
二、双分子消除反应机理	130
三、亲核取代反应与消除反应的竞争	130
第五节 一卤代烯烃和一卤代芳香烃	132
一、一卤代烯烃和一卤代芳香烃的分类	132
二、一卤代烯烃和一卤代芳香烃的化学性质	132
习题	135
第八章 醇、酚和醚	140
第一节 醇	140

一、醇的结构	140
二、醇的分类	140
三、醇的命名	141
四、醇的物理性质	143
五、醇的化学性质	144
六、重要代表物	151
第二节 酚	152
一、酚的分类和命名	152
二、苯酚的结构	153
三、酚的物理性质	154
四、酚的化学性质	155
五、重要代表物	158
第三节 醚	159
一、醚的结构	159
二、醚的分类和命名	159
三、醚的物理性质	161
四、醚的化学性质	162
五、重要代表物	165
习题	165
第九章 醛、酮和醌	170
第一节 醛和酮的结构、分类和命名	170
一、醛和酮的结构	170
二、醛和酮的分类	171
三、醛和酮的命名	171
第二节 醛和酮的性质	172
一、醛和酮的物理性质	172
二、醛和酮的化学性质	173
三、重要的醛和酮	185
第三节 不饱和羰基化合物	186
一、乙烯酮	187
二、 α, β -不饱和醛、酮	188
第四节 醌	189
一、醌的结构和命名	189
二、醌的物理性质	190
三、醌的化学性质	191

习题	192
第十章 羧酸和取代羧酸	198
第一节 羧酸	198
一、羧酸的结构	198
二、羧酸的分类和命名	199
三、羧酸的物理性质	201
四、羧酸的化学性质	202
五、重要的羧酸	207
第二节 羟基酸	208
一、醇酸	208
二、酚酸	211
三、重要的羟基酸	213
第三节 酮酸	215
一、酮酸的命名	215
二、酮酸的化学性质	215
三、重要的酮酸	216
习题	217
第十一章 羧酸衍生物	222
第一节 羧酸衍生物的命名	222
一、酰卤的命名	222
二、酸酐的命名	222
三、酯的命名	223
四、酰胺的命名	223
第二节 羧酸衍生物的性质	224
一、羧酸衍生物的物理性质	224
二、羧酸衍生物的化学性质	225
第三节 β -二羰基化合物	232
一、乙酰乙酸乙酯合成法	232
二、丙二酸二乙酯合成法	234
三、脑文格反应	234
四、迈克尔加成反应	235
第四节 碳酸衍生物	236
一、光气	236
二、尿素	237
三、胍	238

习题	239
第十二章 含氮有机化合物	244
第一节 硝基化合物	244
一、硝基化合物的分类和命名	244
二、硝基化合物的结构	245
三、硝基化合物的物理性质	245
四、硝基化合物的化学性质	246
第二节 胺	248
一、胺的分类和命名	248
二、胺的结构	250
三、胺的物理性质	251
四、胺的化学性质	252
五、与医学有关的含氮化合物	258
第三节 重氮化合物	261
一、重氮化合物的结构	261
二、芳香胺的重氮化反应	262
三、重氮盐的化学反应	262
第四节 偶氮化合物	264
一、有机化合物的颜色与电子跃迁类型	264
二、芳香族偶氮化合物	265
习题	266
第十三章 含硫和含磷有机化合物	270
第一节 含硫有机化合物	270
一、硫醇和硫酚	270
二、硫醚	272
三、磺酸	274
四、磺胺类药物	275
第二节 含磷有机化合物	276
一、含磷有机化合物的分类	276
二、含磷有机化合物的命名	276
三、烷基膦的结构	277
四、膦的化学性质	278
习题	278
第十四章 杂环化合物	281
第一节 杂环化合物的分类和命名	281

	一、杂环化合物的分类	281
	二、杂环化合物的命名	282
第二节	五元杂环化合物	283
	一、吡咯、呋喃和噻吩的结构	283
	二、吡咯、呋喃和噻吩的物理性质	285
	三、吡咯、呋喃和噻吩的化学性质	285
	四、吡咯和呋喃的重要衍生物	287
第三节	六元杂环化合物	290
	一、吡啶的结构	290
	二、吡啶的物理性质	290
	三、吡啶的化学性质	291
	四、吡啶的重要衍生物	292
第四节	稠杂环化合物	293
	一、喹啉和异喹啉	293
	二、嘌呤	295
	三、重要的衍生物	295
第五节	生物碱	297
	一、生物碱概述	297
	二、重要的生物碱	297
	习题	299
第十五章	糖类	303
第一节	单糖	303
	一、单糖的构型	303
	二、葡萄糖的结构	304
	三、果糖的结构	306
	四、单糖的性质	307
	五、重要的单糖	312
第二节	二糖	313
	一、蔗糖	313
	二、麦芽糖	314
	三、乳糖	315
第三节	多糖	316
	一、淀粉	316
	二、糖原	318
	三、纤维素	319

习题	320
第十六章 类脂	324
第一节 油脂	324
一、油脂的组成和命名	324
二、脂肪酸	325
三、油脂的物理性质	326
四、油脂的化学性质	326
第二节 磷脂	328
一、甘油磷脂	328
二、鞘磷脂	330
第三节 糖脂	331
一、鞘糖脂	331
二、甘油糖脂	331
习题	332
第十七章 萜类和甾族化合物	334
第一节 萜类化合物	334
一、单萜	334
二、倍半萜	335
三、二萜	335
四、三萜	336
五、四萜	336
第二节 甾族化合物	337
一、甾族化合物的结构	337
二、甾醇	338
三、胆汁酸	340
四、甾族激素	340
习题	343
第十八章 氨基酸、肽和蛋白质	346
第一节 氨基酸	346
一、氨基酸的结构	346
二、氨基酸的分类和命名	346
三、氨基酸的两性	349
四、氨基酸的化学性质	350
第二节 肽	351
一、肽的结构和命名	352

二、多肽结构的测定	352
第三节 蛋白质	353
一、蛋白质的分类	354
二、蛋白质的结构	354
三、蛋白质的化学性质	359
习题	361
第十九章 核酸	365
第一节 核酸的组成	365
一、核糖和脱氧核糖	365
二、碱基	366
三、核苷	366
四、核苷酸	368
第二节 核酸的结构	369
一、核酸的一级结构	369
二、核酸的二级结构	369
第三节 核酸的性质	372
一、核酸的物理性质	372
二、核酸的化学性质	373
习题	373
第二十章 波谱学基础	374
第一节 紫外吸收光谱法	375
一、紫外吸收光谱法的基本原理	375
二、谱图示例	377
第二节 红外吸收光谱法	377
一、红外吸收光谱法的基本原理	378
二、谱图示例	381
第三节 核磁共振波谱法	383
一、核磁共振波谱法的基本原理	383
二、谱图示例	388
第四节 质谱分析法	388
一、质谱分析法的基本原理	389
二、谱图示例	390
习题	391
主要参考文献	394

第一章 绪 论

有机化学是化学的一个重要分支,是研究有机化合物的组成、结构、性质及其变化规律的一门科学。

第一节 有机化合物

自然界中存在的物质虽然多达上千万种,但从化学组成上可以将它们分为无机物和有机化合物两大类。无机物是指除碳元素外,其他 100 多种元素形成的单质或化合物,但通常把一氧化碳、二氧化碳、碳酸盐及金属氰化物等含碳化合物也看作无机物。有机化合物就是含碳元素的化合物,绝大多数有机化合物中还含有氢元素,有些有机化合物中除含碳和氢两种元素外,还含有氧、氮、氯、溴、碘、硫、磷等元素。如果把碳氢化合物看作是有机化合物的母体,把碳氢化合物中的氢原子被其他原子或基团取代后生成的化合物看作碳氢化合物的衍生物,有机化合物也可以定义为碳氢化合物及其衍生物。

一、有机化合物的特点

有机化合物分子中原子之间的化学键是共价键,有机化合物分子之间的相互作用力是较弱的范德华力,因此有机化合物在性质上与无机化合物有比较大的区别。有机化合物的一般特点如下:

(1) 热稳定性较差,容易燃烧 有机化合物的热稳定性比较差,受热容易分解,此外绝大多数有机化合物(如乙醇、乙醚等)容易燃烧。

(2) 熔点和沸点较低 有机化合物在固态时为分子晶体,分子之间的作用力是较弱的范德华力,因此它们的熔点和沸点比较低,大多数在 400 °C 以下。

(3) 难溶于水 大多数有机化合物难溶于水,而较易溶于非极性或弱极性的有机溶剂中。

(4) 反应速率慢 大多数有机化学反应的反应速率较慢,通常需要加热、光照或催化剂催化下才能发生反应,而且除主反应外常伴随有副反应发生,反应产物通常是几种产物组成的混合物。

二、有机化合物的分类方法

有机化合物的数目繁多,性质各异,为了便于系统地学习和研究,必须对有机化合物进行分类。有机化合物通常按分子的碳架结构和官能团进行分类。

(一) 按碳架分类

根据分子中的碳架进行分类,有机化合物可分为开链化合物、碳环化合物和杂环化合物 3 种类型。

1. 开链化合物

分子中的碳原子连接成链状的有机化合物,称为开链化合物。例如:



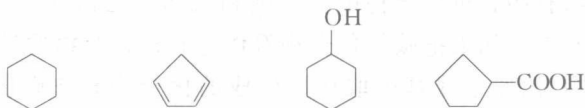
由于开链化合物最初是从动物脂肪中发现的,所以开链化合物又称为脂肪族化合物。

2. 碳环化合物

分子中含有由碳原子互相连接成的环状结构的有机化合物,称为碳环化合物。碳环化合物又可以分为脂环族化合物和芳香族化合物。

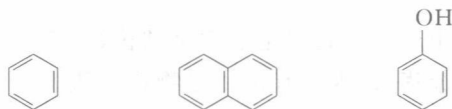
(1) 脂环族化合物

分子中的碳原子连接成环状,其性质与脂肪族化合物相似的有机化合物,称为脂环族化合物。例如:



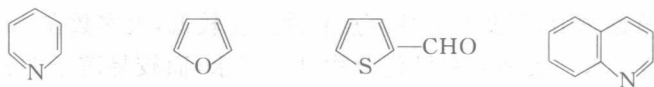
(2) 芳香族化合物

通常情况下,分子中至少含有 1 个苯环结构的化合物,称为芳香族化合物。例如:



3. 杂环化合物

分子中含有由碳原子与杂原子(如 N, O, S 原子等)连接成环状的有机化合物,称为杂环化合物。例如:



(二) 按官能团分类

官能团是有机化合物分子中比较活泼、容易发生化学反应的原子或基团,它们决定了有机化合物的主要化学性质。含有相同官能团的有机化合物具有相似的化学性质,因此按官能团将有机化合物进行分类,有利于对有机化合物进行学习和研究。