



爱慕课

www.imooc985.com

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

供药学类专业用

有机化学

□ 主编 赵正保 项光亚

在线学习版

教学资源 ⊙ 练习测试
互动教学 ⊙ 智能学习

中国医药科技出版社



全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

有机化学

(供药学类专业用)

主 编 赵正保 项光亚

副主编 周淑晶 顾生玖 黄胜堂 王 宁

编 者 (以姓氏笔画为序)

万屏南 (江西中医药大学)

白丽丽 (海南医学院)

吴延丽 (哈尔滨医科大学)

林 娟 (福建医科大学)

金永生 (第二军医大学)

项光亚 (华中科技大学同济医学院)

胡雪原 (重庆医科大学)

班树荣 (山西医科大学)

黄胜堂 (湖北科技学院)

王 宁 (济宁医学院)

安 琳 (徐州医学院)

张玉军 (齐鲁医药学院)

季卫刚 (第三军医大学)

周淑晶 (佳木斯大学药学院)

赵正保 (山西医科大学)

秦向阳 (第四军医大学)

顾生玖 (桂林医学院)

内 容 提 要

本书是全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材之一。全书共 18 章,主要介绍了烷烃,立体化学基础,烯烃,炔烃和二烯烃,脂环烃,芳香烃,波谱知识基础,卤代烃,醇、酚和醚,醛、酮、醌,羧酸和取代羧酸,羧酸衍生物,有机含氮化合物,杂环化合物,糖类,氨基酸、多肽和蛋白质,萜类和甾族化合物等。采用脂肪族和芳香族化合物混合编排的方式,以官能团为主线,以化合物的性质和其在药学类专业中的应用为重点。

本教材在介绍理论知识的同时,注重引入“实例分析”,以培养学生理论联系实际的应用能力和分析、解决问题的能力;每章还有“学习导引”“知识链接”“本章小结”“练习题”等模块,书后附有练习题参考答案,以增强教材内容的指导性、可读性和趣味性。同时,为丰富教学资源,增强教学互动,更好地满足教学需要,本教材免费提供配套在线学习平台(含电子教材、教学课件、图片、视频和习题集),欢迎广大师生使用。

本教材可供普通高等医学院校药学类专业使用,也可供其他普通高等院校药学相关专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学 / 赵正保, 项光亚主编. —北京: 中国医药科技出版社, 2016. 1

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5067-7906-7

I. ①有… II. ①赵… ②项… III. ①有机化学-医学院校-教材 IV. ①O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 012038 号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲 22 号

邮编 100082

电话 发行: 010-62227427 邮购: 010-62236938

网址 www.cmstp.com

规格 787×1092mm $\frac{1}{16}$

印张 29

字数 658 千字

版次 2016 年 1 月第 1 版

印次 2016 年 1 月第 1 次印刷

印刷 北京市昌平百善印刷厂

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5067-7906-7

定价 58.00 元

版权所有 盗版必究

举报电话: 010-62228771

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

出版说明

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材,是在深入贯彻教育部有关教育教学改革和我国医药卫生体制改革新精神,进一步落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010-2020年)的形势下,结合教育部的专业培养目标和全国医学院校培养应用型、创新型药学专门人才的教学实际,在教育部、国家卫生和计划生育委员会、国家食品药品监督管理总局的支持下,由中国医药科技出版社组织全国近100所高等医学院校约400位具有丰富教学经验和较高学术水平的专家教授悉心编撰而成。本套教材的编写,注重理论知识与实践应用相结合、药学与医学知识相结合,强化培养学生的实践能力和创新能力,满足行业发展的需要。

本套教材主要特点如下:

1. 强化理论与实践相结合,满足培养应用型人才需求

针对培养医药卫生行业应用型药学人才的需求,本套教材克服以往教材重理论轻实践、重化工轻医学的不足,在介绍理论知识的同时,注重引入与药品生产、质检、使用、流通等相关的“实例分析/案例解析”内容,以培养学生理论联系实际的应用能力和分析问题、解决问题的能力,并做到理论知识深入浅出、难度适宜。

2. 切合医学院校教学实际,突显教材内容的针对性和适应性

本套教材的编者分别来自全国近100所高等医学院校教学、科研、医疗一线实践经验丰富、学术水平较高的专家教授,在编写教材过程中,编者们始终坚持从全国各医学院校药学教学和人才培养需求以及药学专业就业岗位的实际要求出发,从而保证教材内容具有较强的针对性、适应性和权威性。

3. 紧跟学科发展、适应行业规范要求,具有先进性和行业特色

教材内容既紧跟学科发展,及时吸收新知识,又体现国家药品标准[《中国药典》(2015年版)]、药品管理相关法律法规及行业规范和2015年版《国家执业药师资格考试》(《大纲》、《指南》)的要求,同时做到专业课程教材内容与就业岗位的知识 and 能力要求相对接,满足药学教育教学适应医药卫生事业发展要求。

4. 创新编写模式,提升学习能力

在遵循“三基、五性、三特定”教材建设规律的基础上,在必设“实例分析/案例解析”

模块的同时，还引入“学习导引”“知识链接”“知识拓展”“练习题”（“思考题”）等编写模块，以增强教材内容的指导性、可读性和趣味性，培养学生学习的自觉性和主动性，提升学生学习能力。

5. 搭建在线学习平台，丰富教学资源、促进信息化教学

本套教材在编写出版纸质教材的同时，均免费为师生搭建与纸质教材相配套的“爱慕课”在线学习平台（含数字教材、教学课件、图片、视频、动画及练习题等），使教学资源更加丰富和多样化、立体化，更好地满足在线教学信息发布、师生答疑互动及学生在线测试等教学需求，提升教学管理水平，促进学生自主学习，为提高教育教学水平和质量提供支撑。

本套教材共计 29 门理论课程的主干教材和 9 门配套的实验指导教材，将于 2016 年 1 月由中国医药科技出版社出版发行。主要供全国普通高等医学院校药学类专业教学使用，也可供医药行业从业人员学习参考。

编写出版本套高质量的教材，得到了全国知名药学专家的精心指导，以及各有关院校领导和编者的大力支持，在此一并表示衷心感谢。希望本套教材的出版，将会受到广大师生的欢迎，对促进我国普通高等医学院校药学类专业教育教学改革和药学类专业人才培养作出积极贡献。希望广大师生在教学中积极使用本套教材，并提出宝贵意见，以便修订完善，共同打造精品教材。

中国医药科技出版社
2016 年 1 月

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材

书 目

序号	教材名称	主编	ISBN
1	高等数学	艾国平 李宗学	978-7-5067-7894-7
2	物理学	章新友 白翠珍	978-7-5067-7902-9
3	物理化学	高 静 马丽英	978-7-5067-7903-6
4	无机化学	刘 君 张爱平	978-7-5067-7904-3
5	分析化学	高金波 吴 红	978-7-5067-7905-0
6	仪器分析	吕玉光	978-7-5067-7890-9
7	有机化学	赵正保 项光亚	978-7-5067-7906-7
8	人体解剖生理学	李富德 梅仁彪	978-7-5067-7895-4
9	微生物学与免疫学	张雄鹰	978-7-5067-7897-8
10	临床医学概论	高明奇 尹忠诚	978-7-5067-7898-5
11	生物化学	杨 红 郑晓珂	978-7-5067-7899-2
12	药理学	魏敏杰 周 红	978-7-5067-7900-5
13	临床药物治疗学	曹 霞 陈美娟	978-7-5067-7901-2
14	临床药理学	印晓星 张庆柱	978-7-5067-7889-3
15	药物毒理学	宋丽华	978-7-5067-7891-6
16	天然药物化学	阮汉利 张 宇	978-7-5067-7908-1
17	药物化学	孟繁浩 李柱来	978-7-5067-7907-4
18	药物分析	张振秋 马 宁	978-7-5067-7896-1
19	药用植物学	董诚明 王丽红	978-7-5067-7860-2
20	生药学	张东方 税丕先	978-7-5067-7861-9
21	药剂学	孟胜男 胡容峰	978-7-5067-7881-7
22	生物药剂学与药物动力学	张淑秋 王建新	978-7-5067-7882-4
23	药物制剂设备	王 沛	978-7-5067-7893-0
24	中医药学概要	周 晔 张金莲	978-7-5067-7883-1
25	药事管理学	田 侃 吕雄文	978-7-5067-7884-8
26	药物设计学	姜凤超	978-7-5067-7885-5
27	生物技术制药	冯美卿	978-7-5067-7886-2
28	波谱解析技术的应用	冯卫生	978-7-5067-7887-9
29	药学服务实务	许杜娟	978-7-5067-7888-6

注：29 门主干教材均配套有中国医药科技出版社“爱慕课”在线学习平台。

全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材
配套教材书目

序号	教材名称	主编	ISBN
1	物理化学实验指导	高 静 马丽英	978-7-5067-8006-3
2	分析化学实验指导	高金波 吴 红	978-7-5067-7933-3
3	生物化学实验指导	杨 红	978-7-5067-7929-6
4	药理学实验指导	周 红 魏敏杰	978-7-5067-7931-9
5	药物化学实验指导	李柱来 孟繁浩	978-7-5067-7928-9
6	药物分析实验指导	张振秋 马 宁	978-7-5067-7927-2
7	仪器分析实验指导	余邦良	978-7-5067-7932-6
8	生药学实验指导	张东方 税丕先	978-7-5067-7930-2
9	药剂学实验指导	孟胜男 胡容峰	978-7-5067-7934-0

前言

PREFACE

本书是根据《国家中长期教育改革和规划纲要（2010-2020 年）》和 2015 年 5 月在北京召开的全国普通高等医学院校药学类专业“十三五”规划教材编写会议精神，按照普通高等医学院校药学类（本科）专业的培养目标编写而成。

本书编写的指导思想是以更好地培养药品生产、检验、经营与管理、临床合理用药及开展药学服务等应用型药学人才为目的。本书编写时由浅入深，由基础知识到综合应用，注重教材理论知识和实践应用相结合；强调学生职业能力和创新能力的培养，注重相关学科知识的联系和本学科知识在相关学科、药学行业中的综合应用。

本书在编写上按官能团体系，采用脂肪族和芳香族化合物混合编排的方式，每章以结构、性质为框架，阐明化合物的结构和性质之间的关系。内容安排上注重培养学生的学习兴趣，注意重点突出、难点分散和循序渐进。在介绍理论知识的同时，将有机化合物的结构、理化性质在相关学科中的应用联系起来，适时引入药学行业的案例和相应练习题，如《中华人民共和国药典》、国家执业药师资格考试考题，让学生了解所学化合物结构、性质在药物生产、药品分析、药物剂型选择等方面的应用和意义，通过实例分析和练习题参考答案及课堂互动，让学生感到学有所用，并激发学生学习兴趣和提高其主观能动性。通过知识链接，将理论知识与相关学科知识相联系，提高应用知识的能力。通过对有机化学反应本质和机理深层次的学习，拓展知识面，提高学生的创新能力。

参加本书编写的有山西医科大学赵正保教授（第一章和第十七章）、华中科技大学同济医学院项光亚教授（第九章）、佳木斯大学药学院周淑晶教授（第十二章）、桂林医学院顾生玖教授（第三章）、湖北科技学院黄胜堂教授（第十三章）、济宁医学院王宁教授（第七章）、第二军医大学金永生副教授（第十八章）、重庆医科大学胡雪原副教授（第十五章）、山西医科大学班树荣副教授（第八章）、哈尔滨医科大

学吴延丽副教授（第十一章）、海南医学院白丽丽副教授（第十章）、徐州医学院安琳副教授（第四章）、第三军医大学季卫刚副教授（第十六章）、江西中医药大学万屏南副教授（第六章）、福建医科大学林媚副教授（第十四章）、齐鲁医药学院张玉军副教授（第五章）、第四军医大学秦向阳讲师（第二章）。

限于编者的水平，加之时间仓促，书中难免有不妥和错误之处，敬请读者批评指正。

编者

2015年10月

目 录

CONTENTS

第一章 绪论	1
一、有机化合物和有机化学	1
二、有机化合物的一般特性	2
三、结构概念和结构理论	3
四、共价键的重要参数	8
五、有机化学反应的类型	10
六、有机化合物的分类和表示方法	11
七、研究有机化合物的一般方法	13
八、有机酸碱理论	14
第二章 烷烃	19
一、同系列、异构现象和构型	19
二、命名	23
三、构象	27
四、物理性质	29
五、化学性质	31
第三章 立体化学基础	39
一、对映异构体和手性	40
二、对映异构体的表示方法与构型标记	42
三、对映异构体的光学性质	46
四、含有一个手性碳原子化合物的对映异构	48
五、含有多个手性碳原子化合物的对映异构	48
六、不含手性碳原子化合物的对映异构	51
七、有机反应中的立体化学	52
八、获得单一光学异构体的方法	54

第四章 烯烃	58
一、结构	58
二、顺反异构体	60
三、命名	60
四、物理性质	62
五、化学性质	62
六、化学反应机理	70
第五章 炔烃和二烯烃	78
第一节 炔烃	79
一、分类和命名	79
二、结构	79
三、物理性质	80
四、化学性质	80
第二节 二烯烃	85
一、分类和命名	85
二、共轭二烯烃的结构特性	86
三、化学特性	86
四、共轭二烯烃特性的理论解释	87
五、共轭效应	88
第六章 脂环烃	92
第一节 脂环烃的分类和命名	92
一、分类	92
二、命名	93
第二节 单环烷烃的结构	94
一、稳定性	94
二、拜尔张力学说	95
第三节 脂环烃的性质	96
一、物理性质	96
二、化学性质	96
第四节 环烷烃的构象	97
一、环丙烷、环丁烷和环戊烷的构象	97
二、环己烷的构象	98
三、一取代环己烷的构象	100

四、二取代环己烷的构象	100
五、多取代环己烷的构象	102
六、十氢萘的构象	103
第七章 芳烃	106
第一节 苯及其同系物	106
一、分类	106
二、命名	107
三、苯的结构	108
四、物理性质	109
五、化学性质	110
六、取代反应的定位规律	116
第二节 多环芳烃和非苯芳烃	119
一、稠环芳烃	119
二、非苯芳烃	122
第八章 波谱知识基础	127
第一节 红外光谱	127
一、基本原理	127
二、分子的振动和红外吸收频率	128
三、振动自由度和红外吸收峰	129
四、红外光谱图	129
五、化学键的特征吸收频率	130
六、烷烃、烯烃、炔烃和芳烃的红外光谱	131
七、红外光谱在有机化合物结构测定中的应用	133
第二节 核磁共振谱	134
一、基本原理	134
二、化学位移	135
三、自旋偶合和自旋裂分	137
四、峰面积——积分曲线	139
五、核磁共振氢谱在有机化合物结构测定中的应用	139
六、碳谱	140
第三节 质谱	142
一、基本原理	142
二、质谱图	143
三、烃类的质谱特征	144
四、质谱图解析	144

第九章 卤代烃	148
一、分类、命名和结构	148
二、物理性质	150
三、化学性质	153
四、亲核取代反应机理和消除反应机理	158
五、不饱和卤代烃和卤代芳烃	173
六、多卤代烃	175
第十章 醇、酚和醚	180
第一节 醇	180
一、分类、命名和结构	180
二、物理性质	182
三、化学性质	184
四、硫醇	194
第二节 酚	195
一、分类和命名	195
二、结构	196
三、物理性质	196
四、化学性质	198
第三节 醚	205
一、分类和命名	205
二、结构	206
三、物理性质	206
四、化学性质	207
五、冠醚	209
六、硫醚	210
第四节 环氧化物	211
一、结构	211
二、开环反应	212
第十一章 醛、酮、醌	217
第一节 醛和酮	217
一、分类和命名	218
二、羰基的结构	220
三、物理性质	220
四、化学性质	221

第二节 不饱和醛、酮	238
一、 α,β -不饱和醛、酮	239
二、烯酮	243
第三节 醌类化合物	243
一、分类和命名	243
二、化学性质	244
 第十二章 羧酸和取代羧酸	250
第一节 羧酸	250
一、分类和命名	251
二、结构	252
三、物理性质	253
四、化学性质	254
第二节 取代羧酸	262
一、卤代酸	262
二、醇酸	263
三、酮酸	264
 第十三章 羧酸衍生物	268
第一节 羧酸衍生物的结构、命名和理化性质	268
一、结构	268
二、命名	269
三、物理性质	270
四、化学性质	270
第二节 羧酸衍生物涉及碳负离子的反应及其在合成中的应用	280
一、缩合反应	280
二、乙酰乙酸乙酯和丙二酸二乙酯在有机合成中的应用	284
第三节 碳酸衍生物、油脂和原酸酯	289
一、碳酸衍生物	289
二、油脂	291
三、原酸酯	292
 第十四章 有机含氮化合物	298
第一节 硝基化合物	298
一、命名和结构	298

二、物理性质	299
三、化学性质	299
第二节 胺	301
一、分类和命名	301
二、结构	302
三、物理性质	303
四、化学性质	304
第三节 季铵盐和季铵碱	315
一、命名	315
二、性质	316
第四节 重氮化合物和偶氮化合物	318
一、命名	319
二、芳香重氮盐的反应	319
三、偶氮化合物	322
第十五章 杂环化合物	326
第一节 分类和命名	327
一、分类	327
二、命名	327
第二节 六元杂环化合物	331
一、含一个杂原子的六元杂环	331
二、含两个杂原子的六元杂环	339
第三节 五元杂环化合物	341
一、含一个杂原子的五元杂环	342
二、含两个杂原子的五元杂环	347
第四节 杂环化合物的合成	351
一、喹啉及其衍生物的合成	351
二、嘧啶环的合成	352
三、吡咯及其衍生物的合成	352
第十六章 糖类	355
第一节 单糖	356
一、链状结构和命名	356
二、环状结构及构象	358
三、化学性质	361
四、重要的单糖及其衍生物	366

第二节 双糖	368
一、麦芽糖	368
二、纤维二糖	368
三、乳糖	369
四、蔗糖	369
第三节 多糖	371
一、淀粉	371
二、纤维素	372
三、糖原	373
第四节 环糊精	373
 第十七章 氨基酸、多肽和蛋白质	378
第一节 氨基酸	378
一、结构、分类和命名	378
二、氨基酸的性质	380
第二节 多肽和蛋白质	384
一、肽的结构和命名	384
二、多肽结构测定	385
三、多肽的合成	385
四、蛋白质	388
 第十八章 萜类和甾族化合物	394
第一节 萜类化合物	394
一、结构与分类	394
二、单萜类化合物	395
三、其他萜类化合物	399
第二节 甾族化合物	401
一、结构	401
二、命名	402
三、构型和构象	404
 练习题参考答案	411
 参考文献	446

第一章 绪 论

学习导引

1. **掌握** 有机化合物的组成、定义和有机化学研究的内容；有机化合物的一般特性；有机化合物构造的表示方法。
2. **熟悉** 共价键的基本性质；有机酸碱的概念。
3. **了解** 有机化合物的分类；研究有机化合物的一般方法。

一、有机化合物和有机化学

有机化合物都含碳元素，绝大多数有机化合物还含有氢元素，有的还含氮、氧、硫和卤素等元素。所以，有机化合物定义为含碳的化合物或碳氢化合物及其衍生物。有机化学就是研究含碳的化合物或碳氢化合物及其衍生物的科学，主要研究的内容包含有机化合物的组成、结构、性质、合成、反应机理以及化合物之间的相互转变规律等。

人类对有机化合物的认识经历了一个由浅入深、由表及里过程。在 200 年前，化学作为一门学科刚刚问世，当时人们把从矿物中得到的化合物称为无机化合物，把从动、植物体内得到的化合物称为有机化合物。事实上，人类在生活和生产实践中早已开始使用有机化合物，我国《周礼》已记载了染色、酿酒、制醋；汉代就开始造纸，《神农本草经》中已记载了几百种药物。到 18 世纪末，人们已能得到许多纯的化合物，如酒石酸、枸橼酸（柠檬酸）、尿酸、乳酸、苹果酸等。这些有机化合物与无机化合物相比，在性质上有明显差异，如对热不稳定，加热后易分解等。当时人们认为这些来源于动植物的化合物是由于动植物体内的“生命力”作用而产生的化合物，不可能由无机化合物合成得来。“生命力”学说曾一度束缚人们研究有机化学的思维，阻碍了有机化学的发展，尤其是减缓了有机合成的前进步伐。

19 世纪 20 年代，德国年轻的化学家韦勒（F. Wohle）首次从无机化合物氰酸铵合成了有机化合物尿素。尿素的人工合成，突破了无机化合物和有机化合物之间的绝对界限，动摇了“生命力”学说的基础，启迪了人们的哲学思想，开创了有机合成的道路。此后，化学家们又陆续合成出了大量的有机化合物，从此彻底打破了只能从有机体获得有机化合物的禁锢，加速了有机化学的发展。

