



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

全国高等学校医学规划教材

(供临床·基础·检验·预防·护理·口腔·药学等专业用)

医用有机化学

第3版

主编 唐玉海

高等教育出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

全国高等学校医学规划教材

(供临床·基础·检验·预防·护理·口腔·药学等专业用)

医用有机化学

Y i y o n g Y o u j i H u a x u e

第3版

主 编 唐玉海

副主编 龙盛京 靳菊情 贺 欣

编者(以姓氏笔画为序)

卫建琮(山西医科大学)

王建华(内蒙古医科大学)

龙盛京(广西医科大学)

乔 华(山西医科大学)

苏 琨(包头医学院)

李晓娜(中国医科大学)

秦志强(长治医学院)

郭今心(山东大学)

黄勤安(皖南医学院)

王 宁(济宁医学院)

卞 伟(山西医科大学)

叶晓霞(温州医学院)

许秀枝(福建医科大学)

李柱来(福建医科大学)

贺 欣(大连医科大学)

袁 丁(三峡大学)

唐玉海(西安交通大学)

靳菊情(西安交通大学)

高等教育出版社·北京

内容提要

本教材是在普通高等教育“十一五”国家级规划教材《医用有机化学(第2版)》的基础上,根据医学各专业本科生教学大纲的基本要求而修订的。适合学时在48到72学时的医学本科各专业学生选用。本教材编写过程中在考虑有机化学系统性的同时,注重有机化学与医学的融合,具有鲜明的针对性。全书共20章,前13章系统地阐述了有机化学的基础理论和方法,立体化学以及与医学有密切关系的基本的基元反应和反应机理,目的是使医学生学会运用有机化学原理和方法理解医学科学中的化学问题,后7章集中讲述生物体的物质基础——脂类、糖类、蛋白质和核酸以及有机波谱知识。后7章内容各院校可根据实际授课时选择性讲解。每章开始有重点内容介绍,章节前插有问题,章节中插有温习提示和问题;为配合双语教学,文中增加大量英语专业词汇,每章末附有习题。本教材配有数字课程,内容包括各章英文小结、教学PPT以及综合测试题。

本书可作为全国高等医学院校药理学各专业本科生教材,也可供化学、生物科学类专业本科生或者从事化学教学的老师参考。

图书在版编目(CIP)数据

医用有机化学 / 唐玉海主编. —3版. —北京: 高等教育出版社, 2014.12

ISBN 978-7-04-040309-1

I. ①医… II. ①唐… III. ①医用化学-有机化学-高等学校-教材 IV. ①R313

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第204422号

策划编辑 瞿德竑 责任编辑 瞿德竑 封面设计 张楠 责任印制 赵义民

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街4号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.landraco.com
印 刷	北京印刷一厂		http://www.landraco.com.cn
开 本	787mm×1092mm 1/16	版 次	2003年11月第1版
印 张	27.25		2014年12月第3版
字 数	6.80千字	印 次	2014年12月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	43.80元
咨询电话	400-810-0598		

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 40309-00

数字课程 (基础版)

医用有机化学

(第3版)

主编 唐玉海

登录方法:

1. 访问<http://abook.hep.com.cn/40309>
2. 输入数字课程用户名 (见封底明码)、密码
3. 点击“进入课程”

账号自登录之日起一年内有效, 过期作废
使用本账号如有任何问题

请发邮件至: medicine@pub.hep.cn



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

医用有机化学 (第3版)

主编 唐玉海

用户名

密码

验证码

5 0 0 0

进入课程

相关教材

内容介绍

纸质教材

版权信息

联系方式

本数字课程是《医用有机化学(第3版)》纸质教材的配套资源, 是利用数字化技术整合优质教学资源的出版形式, 为学生的学习和拓展知识提供必要的参考资料。为读者提供英文小结、教学PPT、综合测试题等, 供读者完善学习内容。



医用有机化学综合辅导 (第2版)

唐玉海 靳菊情



基础化学 (第3版)

胡琴 祁嘉义



医用物理学 (第3版)

洪洋

Copyright © 2014-2015 高等教育出版社 版权所有

<http://abook.hep.com.cn/40309>

第3版前言

本教材是在《医用有机化学(第2版)》的基础上,根据“教育部高等医学院校医学本科各专业有机化学教学大纲的基本要求”修订而成的,教材内容突出基本理论、基础知识和基本技能。

有机化学课程是普通高等学校医学类各专业本科生必修的一门重要的自然科学类基础课;目的是为医学生后续课程的学习打好必要的有机化学基础;该课程所讲授的基本概念、基本理论和方法是构成医学生科学素质培养的重要组成部分,具有其他课程不能替代的重要作用,也是合格的医学科学工作者必备的知识。

有机化学教材应使学生对有机化学的基本知识、基本理论和基本方法有比较系统的认识 and 正确的理解,应注重学生分析问题和解决问题能力的培养,注重学生探索精神和创新意识的培养,努力实现学生知识、能力、素质三位一体的协调发展。正基于此,本教材在编写时着重突出以下几点:

1. 本教材具有明确定位,适合医学各专业有机化学课时在48~72学时的本科生。
2. 注重有机化学和医学的良好融合,体现有机-生物理念。
3. 在传承知识的同时,通过讨论和新知识的引入增强启发性和时代气息。
4. 参阅大量国内外同类教材编写经验,吸收部分近年来的教学与科研成果。
5. 强化有机化学英文词汇学习,数字课程中有英文小结,以适应后续课程双语教学的需求。
6. 编写方法上进行部分改进,各章都有教学重点、温习提示、问题和英文小结等,有利于启发学生对问题的思考和重点内容的掌握。
7. 本教材配有习题,供学生课外练习使用,并且根据不同层次学生的需求,配有综合辅导。

本教材编写过程中注重我国目前医学长学制教育现状,教材具有鲜明的针对性,全书共 20 章,前 13 章系统地阐述了有机化学的基本理论和方法,立体化学以及与医学有密切关系的基本的基元反应和反应机理,目的是使医学生会运用有机化学原理和方法理解医学科学中的化学问题,后 7 章集中讲述生物体的物质基础——脂类、糖类、蛋白质和核酸以及有机波谱知识。后 7 章内容各院校可根据实际授课学时选择性讲解或供学生自学。

本书由(排名不分先后)西安交通大学唐玉海任主编,并编写第 2 章;广西医科大学龙盛京任副主编,并编写第 12、16 章;西安交通大学靳菊情任副主编,并编写第 1、4 章;大连医科大学贺欣任副主编,并编写第 7 章;济宁医学院王宁编写第 3 章;温州医学院叶晓霞编写第 5 章;中国医科大学李晓娜编写第 6 章;皖南医学院黄勤安编写第 11 章;福建医科大学李柱来编写第 15 章,许秀枝编写第 20 章;内蒙古医科大学王建华编写第 19 章;三峡大学袁丁编写第 10 章;包头医学院苏琨编写第 9 章;山东大学郭今心编写第 14 章;山西医科大学卫建琮编写第 8 章,乔华编写第 13 章,卞伟编写第 17 章;长治医学院秦志强编写第 18 章。

本书在编写过程中得到了西安交通大学和各参编院校的大力支持,西安交通大学“985”三期人才培养项目的经费支持,高等教育出版社的帮助和指导。西安交通大学 2012 级硕士研究生郝旖同学为本教材出版做了大量文字修改工作,在此一并致谢。

虽然编者对本书的出版做了大量的工作,但由于水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,望同行和广大读者不吝指正。

编者

2014 年 7 月于西安

第2版前言

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在全国高等学校医学规划教材《医用有机化学》2003年版的基础上,根据医药学各专业教学基本要求修订、编写而成的。教材内容突出“基本理论、基础知识和基本技能”,教材编写过程中注重培养学生的创新意识和能力,引导学生全面发展。

医用有机化学是医学专业的基础课,它的中心任务是为后续医学课程学习奠定基础。教材不同于专著与参考书,它是在特定时间内完成教学工作所需的工具;因此本教材力求根据教学时数,精选教材内容,使学生易于理解并掌握医用有机化学的基本理论和基础知识。根据全国各院校要求不同,为了满足要求较高、学制较长专业学生的需要,部分章节内容有一定难度,各院校可根据培养目标要求对内容进行适当的删减,有部分较深入的内容可供学有余力的学生自学提高。

本书在编写时注意突出以下特点:

1. 具有鲜明的专业针对性和有机化学与生命科学的良好融合性,体现有机生物学理念。
2. 加强了对有机化学反应机理、过渡态、中间体、立体化学、电效应、有机波谱等理论知识的阐述,扩展了有关理论的应用领域。
3. 对所列各章,力求突出其在书中特有地位的鲜明性以及它们在总体框架构筑上或整个知识链中所负使命的不可替代性;摒弃了与医学无关紧要的有机化学部分内容以及部分在中学化学和基础化学中已经讲授过的内容。
4. 强化了有机化学英文专业词汇的学习,化合物名称均同时列出中英文,各章末均有英文总结。
5. 编写风格上进行了改进。各章节中都有知识要点、温习提示、问题思考,有利于启发学生独立思考,培养学生分析问题和逻辑思维能力,提高学生学习兴趣。

6. 教材立体化。与教材相配合编写了《医用有机化学综合辅导》和教师教学多媒体课件,多媒体课件可向使用本教材的单位免费赠送。

本书前几章系统地阐述了与生命科学有密切关系的有机化学理论和方法,强化有机化学基础,使学生有较厚实知识储备,为医学专业学生理解生命过程中的分子过程奠定必要的基础。后几章加大了生物大分子(脂质、糖类、蛋白质和核酸等)的知识分量,介绍和讨论了一些生命过程中有机化学问题的前沿和热点。力争拓宽学生的知识视野,以适应新世纪对跨学科人才的需求。

本书由(排名不分先后)西安交通大学唐玉海任主编并编写第2章;广西医科大学龙盛京任副主编并编写第12章;华中科技大学李桂玲任副主编并编写第20章;西安交通大学靳菊情编写第4章;吉林大学刘晓冬编写第5章;中国医科大学张喜轩编写第6章;山东济宁医学院王宁编写第3章;青岛大学姚丽编写第14章;江西赣南医学院李青松编写第11章;内蒙古医学院陈其秀编写第19章;兰州大学陈麒编写第15章;大连医科大学贺欣编写第7章;南华大学罗虹编写第13章,三峡大学袁丁编写第10章;山西医科大学卫建琮编写第8章;山西长治医学院秦志强编写第18章;山西医科大学王茹林编写第1,16章;湖北咸宁医学院姚刚编写第17章;桂林医学院黄耀峰编写第9章。本书在编写过程中得到了西安交通大学和各参编学校的大力支持,得到了高等教育出版社给予的帮助和指导,在此一并致谢。

虽然编者对本书的出版做了大量的工作,但由于水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,望同行和广大读者不吝指正。

编者
2007年2月

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

短信防伪说明

本图书采用出版物短信防伪系统，用户购书后刮开封底防伪密码涂层，将16位防伪密码发送短信至106695881280，免费查询所购图书真伪。

反盗版短信举报

编辑短信“JB, 图书名称, 出版社, 购买地点”发送至10669588128

短信防伪客服电话

(010) 58582300

目 录

001	第1章 绪论	057	3.1.3 脂环烃的构象
001	1.1 有机化合物和有机化学	060	3.1.4 脂环烃的物理性质
002	1.2 有机化学与医学的关系	060	3.1.5 脂环烃的化学性质
003	1.3 有机分子结构与共价键	061	3.2 芳香烃
008	1.4 有机化学反应类型及条件	061	3.2.1 芳香烃的分类和命名
010	1.5 有机化合物的分类与结构表示方法	064	3.2.2 苯的结构
010	1.5.1 有机化合物的分类	065	3.2.3 苯及其同系物的物理性质
012	1.5.2 有机化合物构造式的表示方法	066	3.2.4 苯的亲电取代反应及其反应机理
012	1.6 研究有机化合物的一般步骤	069	3.2.5 苯环上的亲电取代的定位效应
014	习题	072	3.2.6 烷基苯侧链的反应
015	第2章 链烃	073	3.2.7 稠环芳香烃
016	2.1 链烃的结构	075	3.2.8 非苯型芳香烃和 Hückel 规则
016	2.1.1 烷烃的结构与构象异构	076	3.2.9 致癌稠环芳烃
020	2.1.2 烯烃的结构与构型异构	077	习题
021	2.1.3 二烯烃与炔烃的结构	080	第4章 旋光异构
023	2.2 链烃的命名	081	4.1 旋光异构的基本概念
023	2.2.1 普通命名法	081	4.1.1 平面偏振光与比旋光度
024	2.2.2 系统命名法	082	4.1.2 对映异构体和手性分子
029	2.2.3 烃基的命名	084	4.1.3 分子的对称性
030	2.3 链烃的物理性质	085	4.2 含有一个手性中心分子的对映异构体
030	2.3.1 烷烃的物理性质	085	4.2.1 对映异构体的物理性质
032	2.3.2 烯烃的物理性质	086	4.2.2 对映异构体的表示方法
033	2.3.3 炔烃的物理性质	087	4.2.3 对映异构体的标记
034	2.4 链烃的化学性质	090	4.3 含有两个手性中心分子的光学异构体
034	2.4.1 烷烃的化学反应	090	4.3.1 含两个不相同手性碳原子的化合物
037	2.4.2 烯烃的化学性质	091	4.3.2 含两个相同手性碳原子的化合物
045	2.4.3 炔烃的化学性质	092	4.3.3 脂环烃的对映异构体
047	2.4.4 共轭二烯烃的化学性质	094	4.4 无手性中心分子的对映异构体
049	2.4.5 富勒烯简介	095	4.5 化学反应中的立体化学
050	习题	096	4.6 对映异构体与医学的关系
054	第3章 环烃	098	习题
054	3.1 脂环烃	100	第5章 卤代烃
054	3.1.1 脂环烃的分类和命名	100	5.1 卤代烃的分类和命名法
056	3.1.2 脂环烃的结构与稳定性	100	5.1.1 卤代烃的分类

101	5.1.2 卤代烃的命名法	178	8.3.5 羰基加成的立体化学
102	5.2 卤代烃的物理性质	180	8.4 醌的结构和命名
103	5.3 卤代烷烃的化学性质	181	8.5 苯醌的化学性质
103	5.3.1 卤代烷烃的亲核取代反应及其反应机理	182	8.6 醛、酮和醌在医药学上的应用
110	5.3.2 卤代烷烃的消除反应及其反应机理	185	习题
113	5.3.3 卤代烷烃消除反应与取代反应的竞争性	188	第9章 羧酸及其衍生物
114	5.3.4 卤代烯烃的亲核取代反应	189	9.1 羧酸的结构、分类和命名
115	5.3.5 卤代芳烃的亲核取代反应	189	9.1.1 羧酸的结构
116	5.3.6 Grignard 试剂的生成	189	9.1.2 分类和命名
117	习题	191	9.2 羧酸的物理性质
120	第6章 醇和酚	193	9.3 羧酸的化学性质
121	6.1 醇	193	9.3.1 羧酸的酸性
121	6.1.1 醇的结构、分类和命名	194	9.3.2 羧基中的羟基被取代的反应
123	6.1.2 醇的物理性质	197	9.3.3 脱羧反应
124	6.1.3 醇的化学性质	197	9.3.4 羧酸还原反应
132	6.1.4 醇的鉴别和分析	197	9.3.5 脂肪酸 α -H 的卤代反应
134	6.1.5 醇在医药上的应用	198	9.3.6 二元羧酸受热时的特殊反应
135	6.2 酚	199	9.3.7 甲酸的特殊反应
135	6.2.1 酚的结构、分类和命名	199	9.4 羧酸衍生物的结构和命名
136	6.2.2 酚的物理性质	200	9.4.1 羧酸衍生物的结构
137	6.2.3 酚的化学性质	200	9.4.2 羧酸衍生物的命名
139	6.2.4 酚在医学上的应用	202	9.5 羧酸衍生物的物理性质
141	习题	203	9.6 羧酸衍生物的化学性质
143	第7章 醚和环氧化物	203	9.6.1 水解
143	7.1 醚的结构、分类和命名	204	9.6.2 醇解
143	7.1.1 醚的结构	204	9.6.3 氨解
144	7.1.2 醚的分类和命名	205	9.6.4 羧酸衍生物亲核取代反应机制
146	7.2 醚的物理性质	206	9.7 Claisen 酯缩合反应
147	7.3 醚的化学性质	207	9.8 羧酸衍生物的还原反应
147	7.3.1 钡盐的生成	207	9.9 酰胺的特性
147	7.3.2 醚键的酸裂反应	207	9.9.1 酸碱性
148	7.3.3 醚在空气中的自动氧化反应	208	9.9.2 与亚硝酸反应
149	7.4 环氧化合物的开环反应	208	9.9.3 Hofmann 降解反应
149	7.4.1 酸性条件下的开环反应	208	9.10 碳酰衍生物
150	7.4.2 碱性条件下的开环反应	208	9.10.1 碳酰氯
151	7.5 环氧化合物的生物活性	209	9.10.2 碳酰胺
152	7.6 醚在医药学上的应用	210	9.10.3 巴比妥类药物
153	习题	211	习题
155	第8章 醛、酮和醌	213	第10章 羟基酸和酮酸
156	8.1 醛和酮的结构、分类和命名	214	10.1 羟基酸的结构和命名
156	8.1.1 醛和酮的结构	215	10.2 羟基酸的物理性质
156	8.1.2 醛和酮的分类和命名	215	10.3 羟基酸的化学性质
160	8.2 醛和酮的物理性质	215	10.3.1 羟基酸的酸性
162	8.3 醛和酮的化学性质	216	10.3.2 醇酸的氧化反应
162	8.3.1 羰基的亲核加成反应	217	10.3.3 醇酸的脱水反应
171	8.3.2 羰基的还原反应	218	10.3.4 酚酸的脱羧反应
173	8.3.3 α -H 的反应	218	10.4 酮酸的结构和命名
176	8.3.4 醛的特殊反应	219	10.5 酮酸的化学性质
		219	10.5.1 酮酸的酸性

219	10.5.2	酮酸的氧化反应	269	13.3	含一个杂原子的六元杂环化合物
219	10.5.3	酮酸的氨基化反应	272	13.4	含两个杂原子的五元杂环化合物
220	10.5.4	酮酸的分解反应	274	13.5	含两个和三个杂原子的六元杂环化合物
221	10.6	醇酸和酮酸的体内化学过程	275	13.6	稠杂环化合物
222	10.7	医学上重要的羟基酸和羧基酸	277	13.7	杂环药物
225	10.8	前列腺素	279		习题
226	10.9	酮式-烯醇式互变异构			
228		习题			
229		第11章 含氮有机化合物	281		第14章 油脂和磷脂
229	11.1	硝基化合物	281	14.1	油脂的组成、命名和结构特点
230	11.1.1	硝基化合物的结构、分类与命名	284	14.2	油脂的物理性质
231	11.1.2	硝基化合物的物理性质	285	14.3	油脂的化学性质
231	11.1.3	硝基化合物的化学性质	285	14.3.1	油脂的水解和皂化
231	11.1.4	硝基化合物在医药中的应用	285	14.3.2	油脂的加成反应
232	11.2	胺	286	14.3.3	酸败
233	11.2.1	胺的结构、分类和命名	287	14.4	多不饱和脂肪酸的生物活性
236	11.2.2	胺的物理性质	288	14.5	磷脂
237	11.2.3	胺的化学性质	288	14.5.1	甘油磷脂
242	11.3	重氮盐的化学性质	290	14.5.2	鞘磷脂
243	11.3.1	取代反应(放氮反应)	291	14.5.3	磷脂与生物膜
244	11.3.2	偶联反应(留氮反应)	292		习题
245	11.4	生源胺	294		第15章 糖类
246		习题	295	15.1	单糖
			295	15.1.1	单糖的结构
248		第12章 含硫、磷有机化合物	301	15.1.2	单糖的性质
248	12.1	含硫、磷有机化合物	307	15.1.3	重要的单糖及其衍生物
250	12.2	硫醇	310	15.2	双糖
250	12.2.1	硫醇的结构和命名	310	15.2.1	还原性双糖
250	12.2.2	硫醇的物理性质	311	15.2.2	非还原性双糖
251	12.2.3	硫醇的化学性质	312	15.3	多糖
253	12.3	硫醚	312	15.3.1	淀粉
253	12.3.1	硫醚的结构和命名	314	15.3.2	糖原
253	12.3.2	硫醚的化学性质	315	15.3.3	纤维素
254	12.4	乙酰辅酶A	315	15.3.4	黏多糖
254	12.4.1	辅酶A	316	15.3.5	糖缀合物
255	12.4.2	乙酰辅酶A	318		习题
256	12.5	磺胺类药物	320		第16章 天然生物活性有机化合物
257	12.6	含磷有机化合物	320	16.1	甾族化合物
257	12.6.1	含磷有机化合物的结构	321	16.1.1	甾族化合物的结构和构型
258	12.6.2	含磷有机化合物的分类	321	16.1.2	甾醇
258	12.6.3	含磷有机化合物的命名	323	16.1.3	胆甾酸
259	12.7	生物体内的磷酸酯	323	16.1.4	甾体激素
260	12.8	有机硫、磷、砷化学毒剂	326	16.2	萜类化合物
260	12.8.1	有机硫、磷、砷化学毒剂常见类型	326	16.2.1	萜类化合物的结构及分类
261	12.8.2	化学毒剂的防护	327	16.2.2	单萜
262		习题	329	16.2.3	二萜和三萜
			330	16.3	生物碱
263		第13章 杂环化合物	330	16.3.1	生物碱的基本性质
263	13.1	杂环化合物的分类和命名	330	16.3.2	有机胺类生物碱
265	13.2	含一个杂原子的五元杂环化合物	331	16.3.3	莨菪烷类生物碱

331	16.3.4	吡啶类生物碱	376	18.3.7	蛋白质的水解反应
332	16.3.5	异喹啉类生物碱	377		习题
333	16.4	苷类	378		第19章 核酸
333	16.4.1	苷的结构	379	19.1	核酸的分类
333	16.4.2	强心苷	379	19.2	核酸的基本物质组成
334	16.4.3	皂苷	381	19.3	核酸的一级结构
336	16.4.4	皂苷的理化性质	381	19.3.1	核苷的结构
336	16.5	黄酮和异黄酮	382	19.3.2	单核苷酸的结构
337	16.5.1	黄酮结构类型及分类	383	19.3.3	核苷酸的连接
338	16.5.2	黄酮类化合物的理化性质	385	19.4	核酸的二级结构
339		习题	385	19.4.1	DNA 的双螺旋结构
341		第17章 氨基酸和肽	386	19.4.2	RNA 的二级结构简介
341	17.1	氨基酸的结构、分类和命名	387	19.5	核酸的理化性质
341	17.1.1	氨基酸的结构	387	19.5.1	核酸的水解
342	17.1.2	氨基酸的分类和命名	388	19.5.2	核酸的酸碱性
344	17.1.3	修饰氨基酸和非蛋白质氨基酸	388	19.5.3	核酸的变性、复性和杂交
346	17.2	氨基酸的物理性质	388	19.6	基因与遗传密码
346	17.3	氨基酸的化学性质	388	19.6.1	基因
346	17.3.1	氨基酸两性电离和等电点	389	19.6.2	遗传密码
347	17.3.2	氧化脱氨反应	391	19.7	核酶
347	17.3.3	脱水成肽反应	392		习题
347	17.3.4	与水合茚三酮反应	394		第20章 有机波谱学知识
348	17.3.5	与亚硝酸反应	394	20.1	吸收光谱概述
348	17.3.6	脱羧反应	395	20.2	核磁共振谱
348	17.3.7	氨基的烃基化	396	20.2.1	^1H NMR 的基本原理
349	17.3.8	侧链烃基的反应	397	20.2.2	^1H NMR 的主要参数
349	17.3.9	与甲醛的反应	401	20.2.3	图谱解析与应用
349	17.3.10	氨基酸的受热反应	402	20.2.4	影响化学位移的主要因素
350	17.4	多肽	403	20.2.5	偶合常数与结构的关系
350	17.4.1	多肽的结构和命名	404	20.2.6	碳谱简介
351	17.4.2	肽键平面	406	20.3	红外光谱
352	17.4.3	多肽结构测定和端基分析	406	20.3.1	基本概念
354	17.5	内源性和外源性生物活性肽	406	20.3.2	分子的振动
358		习题	407	20.3.3	峰数、峰位和峰强
359		第18章 蛋白质	408	20.3.4	影响吸收波数(或频率)的因素
359	18.1	蛋白质的元素组成与分类	409	20.3.5	主要区段和特征峰
362	18.2	蛋白质的结构	411	20.3.6	IR 解析
362	18.2.1	蛋白质的一级结构	412	20.4	紫外光谱
364	18.2.2	维持蛋白质空间构象的化学键	412	20.4.1	基本概念
365	18.2.3	蛋白质的二级结构	413	20.4.2	电子跃迁和吸收谱带
368	18.2.4	蛋白质的三级结构	416	20.4.3	UV 谱在结构分析中的应用
369	18.2.5	蛋白质的四级结构	416	20.5	质谱
371	18.3	蛋白质的性质	417	20.5.1	基本原理
371	18.3.1	蛋白质的胶体性质	417	20.5.2	质谱图的组成
372	18.3.2	蛋白质的两性电离和等电点	419	20.6	四谱连用简介
373	18.3.3	蛋白质的沉淀	420		习题
375	18.3.4	蛋白质的变性	423		参考书目
376	18.3.5	蛋白质的颜色反应			
376	18.3.6	蛋白质的紫外吸收性质			

第1章

绪论

教学重点

本章重点介绍有机化学中的一些基本概念,共价键的类型及共价键的性质,键的断裂方式及有机化合物的反应类型,有机化合物的分类和研究有机化合物的一般步骤,为后续各章节的学习奠定基础。

本章内容是有机化学学习中所涉及的一些共性问题。一些概念、名词是有机化学研究中的通用化学语言。其中有些知识点在中学化学或者基础化学中已经学过,因此不再赘述,仅是在原有基础上继续深入,并对有些要点做复习提示,以便于知识的衔接。对于本章一些新的知识点,先做概念性的了解,在后续章节中将进一步深化和扩展。

你在学完本章后,应该能够回答以下问题:

1. 什么是有机化学,什么是有机化合物?
2. 有机化合物有哪些特点?
3. 共价键有几种类型? σ 键和 π 键是如何形成的,各自有何特点?
4. 共价键的断裂方式有几种?不同断裂方式对应何种反应类型?
5. 有机化合物如何分类?
6. 研究有机化合物的一般步骤是什么?

1.1 有机化合物和有机化学

有机化学(organic chemistry)是研究有机化合物的组成、结构、性质、合成及其变化规律的科学。即研究对象是有机化合物(organic compound),简称有机物。

人类利用和加工有机化合物已有悠久的历史。早在远古时期,人类就创造了利用谷物酿酒、制醋的方法,从植物中提取染料、香料及用草药治病的方法等。但人们对有机化合物的认识是一个逐渐由浅入深、由表及里的过程。在有机化学发展的历史长河中,曾经有过一段时期有机化合物被认为只能来源于有生命的机体。1806年,瑞典化学J. Berzelius最早提出了“有机化学”这个名称,并将来源于动物、植物等生物体中物质定义为“有机物”,而来源于矿物、空

气等非生物体的化合物称为“无机物”。不同来源的两类物质在性质上有显著的差异。J. Berzelius 当时认为,生物体中存在神秘的“生命力”(vital force)参与有机物的生成,只有活组织才能制造有机化合物,在实验室里用化学方法不能合成。“生命力”学说使有机合成成为禁区,严重阻碍了有机化学的发展。

1828年,德国化学家 F. Wöhler 未利用任何生物体,只是把氰酸铵加热就制成了一种典型的有机化合物尿素。Wöhler 的实验结果给予“生命力”学说第一次冲击,这是有机化学发展史上一个重要的里程碑事件。此后,有更多的有机化合物被陆续合成出来,例如 1845 年德国化学家 H. Kolbe 合成了醋酸,1854 年法国化学家 M. Berthelot 合成了油脂,以及随后柠檬酸、琥珀酸、苹果酸及糖类等一系列有机物的合成,彻底否定了“生命力”学说,从此开创了人工合成有机化合物的新时代,使有机化学迅速发展。许多生命活性物质,例如蛋白质(我国科学家于 1965 年在世界上首次合成了具有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素)、核酸和激素等都成功的合成出来。如今,化学家不但能够合成自然界中已发现的有机化合物,而且还能设计合成全新有机化合物。有机合成的迅速发展,使人们进一步认识到,有机物与无机物之间并没有不可逾越的鸿沟。A. Lavoisier 燃烧学说的提出及元素分析方法的建立,使人们从本质上认识到,所有的有机化合物中都含有碳元素,绝大多数还含有氢元素。此外有的还含有氮、氧、硫等其他元素。因此,1848 年 L. Gmelin 定义有机化合物是含碳化合物。有机化学是研究碳化合物的化学。由于历史的沿用,现在人们仍然使用“有机”二字来描述有机化合物和有机化学,不过其含义与早期 J. Berzelius“有机”的含义有本质的差别。当代有机化合物定义为碳氢化合物及其衍生物。

有机化学研究的目标之一是将有机分子结构与其反应性能联系起来,并进一步通过对反应过程的研究,发现物质之间的转化规律,指导有机合成,创造新分子,提供人类新材料、新药物等。这正是化学这门“创造性”科学的最好体现。

1.2 有机化学与医学的关系

医学研究的主要目的是为了防病、治病,研究的对象是人体。组成人体的物质除水和一些无机盐以外,绝大部分是有机物。例如构成人体组织的蛋白质,与体内代谢有密切关系的酶、激素和维生素,人体贮藏的养分——糖原、脂肪等。这些有机化合物在体内进行着一系列相互协调、彼此制约的复杂变化,以维持体内新陈代谢作用的平衡。因此,有机化学是生命活动的分子基础。正如美国医学家、Nobel 奖获得者 A. Kornberg 所认为的那样:“人类的形态和行为都是由一系列各负其责的化学反应来决定的”“生命的许多方面都可用化学语言来表达,这是一个真正的世界语”“把生命理解成化学”。

有机化学理论和实践上的成就,为现代分子生物学的诞生和发展打下了坚实的基础,是生命科学的有力支柱。生命科学也为有机化学的发展充实了丰富的内容,生命科学问题永远赋予有机化学家启示。从 20 世纪后半期 Nobel 奖的授予对象,也反映了化学与生命科学之间交叉相融的力量。J. Watson 和 F. Crick 的 DNA 双螺旋结构的分子模型的提出是分子生物学发展史上划时代的成果,这一发现是基于对 DNA 分子内各种化学键的本质,特别是对氢键配对的充分了解的结果。T. Cech 和 S. Altman 对核酶的发现,改变了酶就是蛋白质的传统观念。实践表明,几乎所有生命科学中的问题都必将接受化学的挑战。目前,生命科学基础研究最活跃的

前沿包括分子生物学、细胞生物学、神经生物学等,并由此引申出的基因组学、蛋白组学、结构基因组学、克隆、脑与认知等重要领域。尽管它们之间存在着极大差异,但化学已成为生命科学各学科之间的共同语言。

有机化学的研究成果,创造了无数的新产品进入我们的生活,使我们衣食住行各个方面都受益匪浅,更不用说化学药物对人们防病祛疾、延年益寿、更高质量地享受生活等方面起到的作用。临床上用于预防和治疗疾病的药物绝大部分是有机化合物。有关天然药物的提取分离、化学药物的合成、药物的体内作用过程、药物的结构与功效关系的研究和疾病病因的探索等,无一不是以有机化学的知识为基础。有机化学和人类的生活及生命的全过程密切相关。

但是,我们也清楚地认识到,随着化学品的大量生产和广泛应用,也给人类原本和谐的生态环境带来了黑臭的污水、讨厌的烟尘以及难以处置的废物和各种各样的毒物等,威胁着人们的健康,伤害着我们赖以生存的地球。为了解决这一问题,20世纪末崛起的新兴学科——绿色化学,将是未来化学化工发展的主要方向。绿色化学的主要宗旨是利用化学的技术和方法避免或减少对人类健康、社区安全、生态环境有害的原料、催化剂、溶剂和试剂在生产过程中的使用,同时在生产过程中不产生有毒有害的副产物、废物。绿色有机合成的核心问题是研究新的反应体系,其中包括探讨新的合成方法、使用新的化学原料、探索新的反应条件、研制绿色产品等。

1.3 有机分子结构与共价键

温习提示: 原子、分子结构。

有机化学研究的主体思路是通过有机分子的结构分析,推断有机化合物的性能。因为化合物的分子结构,决定化合物的性质;而化合物的性质,是其结构特征的体现。

有机分子结构的概念总体而言是指有机分子的组成、分子中原子的连接顺序和方式、分子的立体形状及分子中电子的分布状况等问题。具体而言,有机物分子结构的基本含义通常包括分子的构造(constitution)、分子的构型(configuration)和分子的构象(conformation)。分子的构造是指组成分子的原子或基团相互间的连接次序和连接方式;构型和构象则是指有机物分子的立体状况,是指在分子构造相同时,组成分子的原子或基团的空间排列状态。构型与构象的区别在于:分子构型是指组成分子的原子或基团的固有空间排列,其排列状态的改变,必须靠共价键的断裂和新的化学键的形成;而分子的构象是指组成分子的原子或基团在空间的相对排列,构象的改变,是靠化学键的转动,其排列状态又可因化学键的转动而复原,其过程不涉及共价键的断裂。

有机物结构的研究是有机化学的一个核心内容。结构研究首先涉及的是将原子结合在一起电子间的相互作用,即化学键(chemical bond)。化学键有离子键(ionic bond)和共价键(covalent bond)两种基本类型。有机分子中原子的键合方式取决于核心元素碳的价电子结构。

碳元素位于周期表第四主族,有四个价电子,电负性中等。因此无论是得到还是失去四个价电子,以达到稳定的电子构型都是难以实现的。所以碳原子一般是通过与其他原子共享电

子形成化学键以满足稳定的八隅体结构,即有机化合物是共价化合物。这种共价键的结合方式,决定了有机化合物分子间的主要作用力是弱的范德华力,因此,与以离子键结合的无机化合物相比,有机化合物在性质上具有以下特点:①易燃,绝大多数有机物可以燃烧生成二氧化碳和水;②热稳定性差,许多有机物在较高温度(200~300℃)时发生分解;③熔点低,许多有机物在常温时为气体和液体,固体有机物熔点一般低于400℃;④绝大多数有机物极性小,因此难溶于水,易溶于有机溶剂;⑤有机化合物反应速率慢、产物复杂等。

在有机化合物分子中,碳原子互相结合形成分子的骨架,碳和碳之间可以单键或重键的方式相互连接。在元素周期表中,没有一种别的元素能像碳那样以多种方式彼此牢固地结合。由碳原子形成的分子骨架有直链、支链、环状等多种形式。因此,有机化合物尽管元素组成简单(C和H为主,其次有O,S,N,P,X等),但结构复杂(维生素B₁₂分子式:C₆₃H₈₈CoN₁₄O₁₄P,这些原子是如何连接呢?),且数目非常庞大。同分异构现象是有机化合物结构上的主要特点。

1. 共价键的类型

现代价键理论认为,要形成稳定的共价键,两个成键的原子轨道将尽可能沿着轨道最大程度重叠的方向进行。原子轨道中,除s轨道呈球形对称外,p,d等轨道都有一定的空间取向,它们在成键时只有沿一定的方向靠近达到最大程度的重叠,才能形成稳定的共价键,这就是共价键的方向性。根据原子轨道最大重叠原理,成键时轨道之间可有两种不同的重叠方式,从而形成两种类型的共价键,即 σ 键和 π 键。

由两个成键原子轨道沿着轨道的对称轴方向“头对头”相互重叠所形成的共价键称为 σ 键。 σ 键的电子云以圆柱形对称分布于键轴周围,成键的两个原子可以沿键轴自由旋转。不管是由何种原子轨道重叠而成,也不管原子轨道的形状如何,只要重叠部分对键轴具有圆柱形对称的都是 σ 键。有机物中的单键都是 σ 键。由两个彼此平行的p轨道“肩并肩”重叠而形成的键称为 π 键,与 σ 键不同,其重叠部分电子云不以圆柱形对称分布,而是分布于键轴的上下,成键的两个原子不能自由旋转。如乙烯分子中的碳碳双键,除具有一个 σ 键外,还有一个 π 键。 σ 键和 π 键的主要特点见表1-1。

表1-1 σ 键和 π 键的主要特点

	σ 键	π 键
存在	① 可以单独存在 ② 两原子间只有一个	① 不能单独存在,只能与 σ 键同时存在 ② 两原子间可以有多个
生成	成键轨道沿键轴重叠,重叠程度大 ① 键能较大,较稳定	成键p轨道平行重叠,重叠程度较小 ① 键能小,不稳定
性质	② 电子云受核约束大,不易极化 ③ 成键的两个原子可沿键轴自由旋转	② 电子云核约束小,易被极化 ③ 成键的两个原子不能沿键轴自由旋转

碳原子的基态电子构型为 $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$,只有两个未成对电子,这与有机物中碳原子呈四价和甲烷分子呈四面体的结构等事实不符。为此,美国化学家L. Pauling等提出的杂化轨道理论,成功地解释了这些问题。有机物中的碳原子在形成共价键时以三种杂化轨道形式参与成键: sp^3 , sp^2 和 sp 杂化轨道。

(1) sp^3 杂化轨道 碳原子在基态时的电子构型为 $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$,在成键过程中,碳