

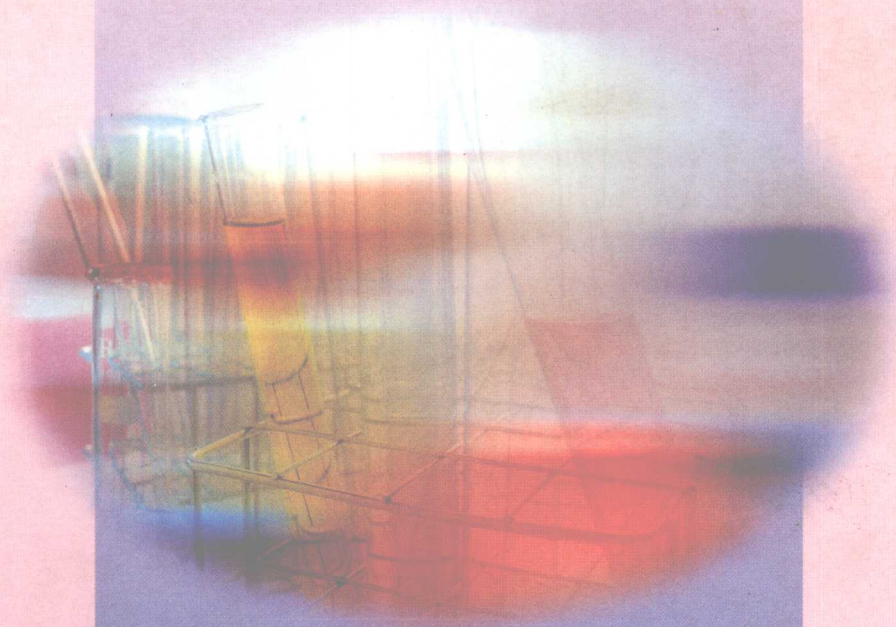


全国高等农业院校教材

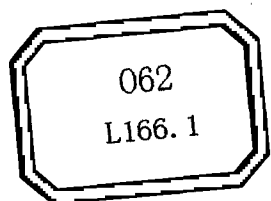
全国高等农业院校教学指导委员会审定

有机化学

李贵深 李宗澧 主编



中国农业出版社



5

全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

有机化学

李贵深 李宗澧 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学 / 李贵深, 李宗澧主编. —北京: 中国农业出版社, 2003.12

全国高等农业院校教材

ISBN 7-109-08674-7

I. 有... II. ①李...②李... 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 (2003) 第 100084 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 毛志强

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2003 年 12 月第 1 版 2006 年 2 月北京第 5 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 27.5

字数: 489 千字,

定价: 30.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书是全国高等农业院校十五规划教材。

本书除绪论一章外,主要包括有机化合物的母体——烃、烃的衍生物、天然有机化合物和有机化合物的波谱等四部分内容。全书以 21 世纪对本科生的培养目标,即培养和造就一批“厚基础,强能力,高素质,广适应”的创造性专门人才为指导思想,着重介绍与农林科学密切相关的有机化学的基本理论、基本知识,反映了本学科发展的新知识、新成果和新技术,突出了能力培养,适应了素质教育的需要。

全书以现代价键理论和电子效应为主线,阐明了各类有机化合物的结构和性质的相关性。在讨论各类化合物性质之前,都从化合物的结构、化学键的断裂和形成的角度来分析该类化合物可能发生的化学反应,引导读者用理解的方法和分析的方法来学习、掌握有机反应,避免了死记硬背。主要有机反应历程不设单节讨论,而是穿插结合各类有机反应加以介绍,重点突出,难点分散,便于自学。在介绍各类有机化合物性质时,既保留了本学科的系统性、规律性,又兼顾了与农、林、生物类各专业的紧密结合,增强了可读性。每章、节插有一定分量和难度的问题与思考题,每章后附有本章小节,便于学生复习、巩固、提高。

本书取材适当,叙述由浅入深,循序渐进,通俗易懂。不仅有利于教师进行启发式教学,而且有利于培养学生科学思维能力、分析问题和解决问题能力及创新能力。可作为农、林、水、牧、渔及其他生物类学科各专业本、专科生的教材,也可作为函授生、农业科技工作者的参考用书。

编写委员会成员

主 编	李贵深	李宗澧		
副主编	叶舟	董新荣	张英群	李 华
参编人员	(按姓氏笔画顺序排列)			
	王 春	刘卉闵	刘涌洲	苏学素
	苏金为	陈鸿兵	罗华云	张凤秀
	黄长干	董宪武		
主 审	胡 槐			

前 言

本书是全国高等农业院校十五规划教材。是以 21 世纪对本科生的培养目标,即培养和造就一批“厚基础、强能力、高素质、广适应”的创造性专门人才为指导思想,广泛收集并借鉴国内外同类教材的优点,结合编者的教学经验编写的。可供高等农林院校农、林、水、牧、渔及其他生物类学科各专业本、专科生教学用书,也可作为函授生、农业科技工作者参考用书。

《有机化学》是高等农业院校重要的基础课,内容十分丰富,在有限的教学时数内,既要考虑本学科的系统性、规律性,又要兼顾生物类各专业对有机化学的不同要求。因此,本书在教材内容选择和编排体系上都有较大改革,主要有如下几个方面:

(1) 改变教材创思路,把培养学生综合能力,加速适应素质教育的需要放于编写的首位,自始至终作为课程体系改革、教材内容更新的宗旨。

(2) 除绪论一章外,本书主要包括有机化合物的母体——烃、烃的衍生物、天然有机化合物和有机化合物的波谱等四部分内容,着重介绍了有机化学的基本理论和基本知识,特别注意了内容的更新。反映了近、现代有机化学发展的新知识、新成果和新技术,突出了能力培养,适应了素质教育的需要。

(3) 以现代价键理论和电子效应为主线,阐明了各类有机化合物的结构和性质的相关性,在讨论各类化合物性质之前,都从化合物的结构、化学键的断裂和形成的角度,分析各类化合物可能发生的有机反应,引导读者用理解的方法和解决问题的方法来学习、掌握有机反应。

(4) 尽早引进了有机分子的立体概念。主要反应历程不设单节讨论,而是穿插结合于各类有机反应中加以介绍,这样既可分散难点,又可加深读者对有机反应的理解,避免了死记硬背,便于学习。

(5) 突出学生应用有机化学的研究方法和能力的培养。在介绍各类有机化合物性质时,以典型、简单的有机化学反应为例,讲清有机反应的规律。并以生物体内存在的典型物质为例,运用所学的理论知识,认识生物体中的化学反应。有利于提高学生有机化学的兴趣,有助于提高学生解决实际问题的能力。

(6) 为有助于加深理解和增强可读性,本书在文字叙述上力求精练,表达

前 言

严谨,层次分明,由浅入深,循序渐进,通俗易懂。在叙述中插有一定分量和难度的问题与思考题,每章后附有本章小结,便于学生复习、巩固、提高。

本书适应了21世纪我国高等农林院校培养高素质人才,为他们打好应有的有机化学基本理论和基本知识的需要,适应了我国社会主义市场经济新形势下对学生创新精神和适应能力培养的需要。无疑,本教材将对高等农林院校有机化学的教学改革起到积极的促进作用。

本书教学时数为60~70学时,各校可根据具体情况作适当取舍。书中有*号的内容供学有余力的学生选读。

本书由河北农业大学、西南农业大学、福建农业大学、湖南农业大学、新疆农业大学、江西农业大学、山西农业大学、北华大学等8所院校联合编写。初稿完成后,由李贵深教授、李宗澧副教授通读、统稿。经主编、副主编、主审组成的审稿会审查,主编根据审稿会代表提出的宝贵意见和建议进行了认真的修改,并由胡槐教授主审后定稿。本书的编写和出版得到各院校领导和教研室同志们的大力支持与帮助,在此表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中不妥甚至错误之处,恳请批评指正。

编 者

2003年8月

目 录

前 言

绪论	1
第一节 有机化学和有机化合物	1
一、有机化学的研究对象	1
二、有机化学与农业科学的关系	2
三、有机化合物的特性	3
四、研究有机化合物的程序和方法	5
第二节 共价键的一般概念	5
一、共价键理论	6
二、共价键的属性	15
三、共价键的断裂方式和有机反应类型	19
第三节 有机化合物的分子结构	21
第四节 有机化学中的酸碱理论	22
一、布朗斯特酸碱质子理论	23
二、路易斯酸碱电子理论	24
第五节 有机化合物的分类	25
一、根据碳架不同分类	25
二、根据官能团不同分类	25
本章小结	27
习题	27

第一部分 有机化合物的母体——烃

第一章 饱和烃	29
第一节 烷烃	30
一、烷烃的通式、同系列和同分异构现象	30
二、烷烃的命名	31
三、烷烃的分子结构	34

目 录

四、烷烃的物理性质	38
五、烷烃的化学性质	40
六、烷烃的来源和用途	45
第二节 环烷烃	46
一、环烷烃的分类、异构和命名	46
二、环烷烃的物理性质	48
三、环烷烃的化学性质	48
四、环烷烃的分子结构	50
五、环烷烃的立体化学	51
本章小结	54
习题	55
第二章 不饱和烃	57
第一节 单烯烃	57
一、单烯烃的结构	57
二、单烯烃的同分异构现象和命名	58
三、单烯烃的物理性质	62
四、单烯烃的化学性质	62
五、乙烯和植物的内源激素	71
第二节 炔烃	72
一、炔烃的结构和命名	72
二、炔烃的物理性质	73
三、炔烃的化学性质	74
四、个别化合物——乙炔	77
第三节 二烯烃	78
一、二烯烃的分类和命名	78
二、1,3-丁二烯的结构和共轭效应	79
三、共轭二烯烃的化学性质	82
第四节 萜类化合物	84
一、异戊二烯规律和萜的分类	85
二、萜类化合物简介	85
三、天然橡胶和合成橡胶*	88
本章小结	89
习题	90
第三章 芳香烃	93
第一节 单环芳烃	94

一、苯的结构	94
二、单环芳烃的异构和命名	96
三、单环芳烃的物理性质	98
四、单环芳烃的化学性质	99
五、苯环上亲电取代反应的定位规律	104
第二节 稠环芳烃	109
一、萘	109
二、其他稠环芳烃	112
第三节 休克尔规则与非苯芳烃	114
一、休克尔 (E. Hückel) 规则	114
二、非苯芳烃	115
本章小结	116
习题	117

第二部分 烃的衍生物

第四章 卤代烃	121
第一节 卤代烷烃	122
一、卤代烷烃的分类和命名	122
二、卤代烷烃的物理性质	123
三、卤代烷烃的化学性质	124
四、个别化合物	131
第二节 卤代烯烃和卤代芳烃	132
一、分类和命名	132
二、化学性质	133
三、个别化合物	135
本章小结	136
习题	138
第五章 旋光异构	140
第一节 物质的旋光性	140
一、偏振光	140
二、分子的手性与旋光性	141
第二节 含手性碳原子的化合物的旋光异构	145
一、含一个手性碳原子化合物的旋光异构	145
二、含两个手性碳原子化合物的旋光异构	151

目 录

第三节 不含手性碳原子的化合物的旋光异构	153
一、联苯型化合物	153
二、丙二烯型化合物	154
第四节 旋光异构体的性质和生理功能	155
第五节 动态立体化学简介*	157
一、烯烃亲电加成反应的立体化学	157
二、卤代烷亲核取代反应的立体化学	159
本章小结	161
习题	162
 第六章 醇、酚、醚	164
第一节 醇	164
一、醇的分类和命名	164
二、醇的物理性质	166
三、醇的化学性质	168
四、个别化合物	174
第二节 酚	176
一、酚的分类和命名	176
二、酚的物理性质	176
三、酚的化学性质	178
四、个别化合物	182
第三节 醚	184
一、醚的分类和命名	184
二、醚的物理性质	185
三、醚的化学性质	186
四、个别化合物	188
第四节 含硫化合物	189
一、硫醇、硫酚、硫醚的物理性质	190
二、硫醇、硫酚、硫醚的化学性质	190
三、自然界中的含硫有机化合物	192
本章小结	192
习题	194
 第七章 醛、酮、醌	197
第一节 醛、酮	197
一、醛、酮的分类和命名	197

二、醛、酮的物理性质	199
三、醛、酮的化学性质	200
四、个别化合物	215
第二节 醌	216
一、醌的结构和命名	216
二、醌的物理性质	216
三、醌的化学性质	216
四、自然界的醌	218
本章小结	219
习题	220
第八章 羧酸和取代酸	224
第一节 羧酸	224
一、羧酸的分类和命名	224
二、羧酸的物理性质	226
三、羧酸的化学性质	228
四、个别化合物	235
第二节 羧酸衍生物	238
一、羧酸衍生物的命名	238
二、羧酸衍生物的物理性质	239
三、羧酸衍生物的化学性质	240
四、个别化合物	243
第三节 取代酸	244
一、羟基酸	244
二、羧基酸	250
本章小结	254
习题	256
第九章 含氮和含磷有机化合物	258
第一节 胺	258
一、胺的分类和命名	258
二、胺的物理性质	260
三、胺的化学性质	261
四、重氮化合物和偶氮化合物	266
五、个别化合物	270
第二节 酰胺	271

目 录

一、酰胺的结构和命名	271
二、酰胺的物理性质	272
三、酰胺的化学性质	272
四、碳酸的衍生物	274
五、苯磺酰胺*	276
第三节 其他含氮有机化合物	277
一、硝基化合物	277
二、腈*	279
第四节 含磷有机化合物	279
一、含磷有机化合物的主要类型	279
二、含磷有机农药简介	280
本章小结	282
习题	282

第三部分 天然有机化合物

第十章 油脂和类脂化合物	285
第一节 油脂	285
一、油脂的存在和生理作用	285
二、油脂的组成和结构	286
三、油脂的性质	289
第二节 类脂化合物	291
一、蜡	291
二、磷脂	292
第三节 肥皂和表面活性剂	294
一、肥皂的组成及乳化作用	294
二、表面活性剂	294
第四节 甾体化合物	295
一、甾体化合物的结构	296
二、重要的甾体化合物	296
本章小结	298
习题	299
第十一章 杂环化合物和生物碱	301
第一节 杂环化合物	301

一、杂环化合物的分类和命名	301
二、杂环化合物的结构	304
三、杂环化合物的化学性质	306
四、与生物有关的杂环化合物及其衍生物	311
第二节 生物碱	319
一、生物碱的存在及提取方法	319
二、生物碱的一般性质	320
三、重要的生物碱举例	321
本章小结	324
习题	325
第十二章 碳水化合物	328
第一节 单糖	328
一、单糖的构型	329
二、单糖的环状结构	332
三、单糖的物理性质	337
四、单糖的化学性质	338
五、重要单糖和单糖的衍生物	344
第二节 双糖	347
一、还原性双糖	348
二、非还原性双糖	349
第三节 多糖	350
一、淀粉和糖原	350
二、纤维素	353
三、杂多糖	355
本章小结	358
习题	360
第十三章 氨基酸、蛋白质和核酸	363
第一节 氨基酸	363
一、 α -氨基酸的构型、分类和命名	363
二、 α -氨基酸的物理性质	366
三、 α -氨基酸的化学性质	367
第二节 蛋白质	372
一、蛋白质的分类	372
二、蛋白质的结构	373

三、蛋白质的理化性质	380
第三节 核酸简介	384
一、核酸的组成	384
二、(单)核苷酸——核酸的基本结构单位	385
三、核酸的结构	387
四、核酸的性质	390
本章小结	391
习题	392
 第四部分 有机化合物的波谱知识	
 第十四章 紫外和红外吸收光谱	395
第一节 紫外与可见吸收光谱 (UV)	396
一、紫外光谱的表示方法	396
二、紫外光谱与分子结构的关系	397
三、紫外光谱在有机化合物结构鉴定中的应用	399
第二节 红外吸收光谱 (IR)	401
一、分子振动与红外吸收光谱	401
二、红外吸收光谱与分子结构的关系	403
三、红外吸收光谱在有机化合物结构鉴定中的应用	404
本章小结	408
习题	408
 第十五章 核磁共振和质谱	410
第一节 核磁共振谱 (NMR)	410
一、核磁共振的基本原理	410
二、化学位移	411
三、自旋偶合和自旋裂分	414
四、核磁共振谱在有机化合物结构鉴定中的应用	416
第二节 质谱 (MS)	417
一、基本原理及表示方法	417
二、质谱在有机化学中的应用	419
本章小结	420
习题	420
 主要参考文献	423

绪 论

第一节 有机化学和有机化合物

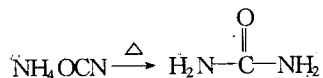
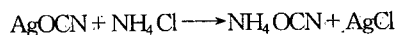
一、有机化学的研究对象

有机化学是化学学科的一个重要分支，它诞生于 19 世纪初期，迄今不足 200 年，但已成为与人类生活有着密切关系的一门学科。有机化学的研究对象是有机化合物。有机化合物大量存在于自然界，如粮、油、棉、麻、毛、丝、木材、糖、蛋白质、农药、塑料、染料、香料、医药、石油等大多数都是有机化合物。

早在 2000 多年前，人们就知道利用和加工这些由自然界取得的有机物。例如，我国古代就有关于酿酒、制醋、制糖及造纸术等的记载。但是，当时人们并不认识这些过程的实质，对有机化合物的认识是随着生产实践的发展、科学技术的进步而不断深化的。

17 世纪中叶，人们把自然界的物质依其来源分为动物、植物和矿物质三大类。随后，又将来自动、植物体，且具有生命现象的物质称为有机物；相应的，把来自矿物质，且不具有生命现象的物质称为无机物。当时，由于宗教思想的束缚和科学水平的限制，人们对生命现象的本质没有认识，因而认为有机物不能用人工方法合成，而必须在“生命力”的作用下才能生成。一段时间内，“生命力”学说既限制了人们对有机物的深入研究，又阻碍了生产力的进一步发展。

1828 年，德国化学家伍勒（F. wöhler）在研究氰酸盐的过程中，意外地发现了有机物尿素的生成。



这是世界上第一次在实验室的玻璃器皿中从无机物制得有机物，无疑，这一事实是对“生命力”学说的有力冲击。伍勒的发现开辟了人工合成有机物的新纪元，此后，许多天然有机物被合成出来，许多自然界不存在的有机物也被制造出来。这样，“生命力”学说被彻底否定了，有机物的含义也发生了根本

变化。

有机合成的迅速发展,使人们清楚地知道,在有机物和无机物之间并没有一个明显的界限,但在组成和性质上它们之间确实存在着某些不同之处。从组成上讲,元素周期表中大部分元素都能互相结合形成无机物;而在有机物中,绝大多数都含有碳、氢两种元素,有些还含有氧、硫、氮、磷、卤素等其他元素。所以,现在人们认为,有机化合物就是碳氢化合物及其衍生物,有机化学就是研究碳氢化合物及其衍生物的化学。在化学上,通常把含有碳氢两种元素的化合物称为烃。因此,有机化合物就是烃及其衍生物,有机化学也就是研究烃及其衍生物的化学。

问题与思考 0-1 下列化合物中,哪些是有机化合物?哪些是无机化合物?

C_5H_{12} , NH_4HCO_3 , H_2NCONH_2 , CO_2 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$, NH_4OCN , 淀粉

二、有机化学与农业科学的关系

自从有机化学以其研究生命的产物为特征从化学学科中独立出来以后,有机化学与农业科学始终保持着密切关系。长期以来,人们一直向自然界索取原料,并不断改进加工手段,使生活水平随之得到提高。自然界不但为人们提供了生活资源,而且给有机化学提出了许多研究新课题和新领域。农业科学的发展促进了有机化学的发展,同样,有机化学的发展也促进了农业科学的进步和深入发展。农业科学是生命科学的一个重要组成部分。现代生命科学正在向分子水平上发展,也就是说,要从分子水平上认识生命过程并研究生命现象。要使生命科学的研究及其应用得到迅速发展,化学的理论、观点和方法在整个生命科学中起着不可缺少的作用。当今,许多有机化学工作者都在生物学方面进行工作;同样,生物学工作者也一定要具备较多的有机化学知识。毫无疑问,一个不具备有机化学知识的人去研究现代生命科学是根本不可能的。

另外,大量天然的和合成的有机化合物正在越来越广泛地应用于农业生产。各种农药,包括杀虫剂、杀菌剂、除锈剂、除草剂、昆虫引诱剂和不孕剂、灭鼠剂等,可以用于保护农作物的生长;有机肥料、植物生长调节剂、土壤改良剂、催熟剂等,可以用于促进农作物的增产和增收;各种兽药、饲料添加剂,可以用于家畜、禽类的防疫、治病与饲养;防腐保鲜剂、色素、香精及各种食品添加剂,可以用于农、畜产品的贮藏与加工;农用塑料薄膜、柴油、润滑剂等,也都是农业生产中不可缺少的重要物质。此外,棉、毛、丝、麻、合成纤维、合成橡胶、油脂、淀粉、蛋白质、医药等又与人们的日常生活息息相关。为了正确地、有效地使用和应用这些有机化合物,了解它们的组成、结