



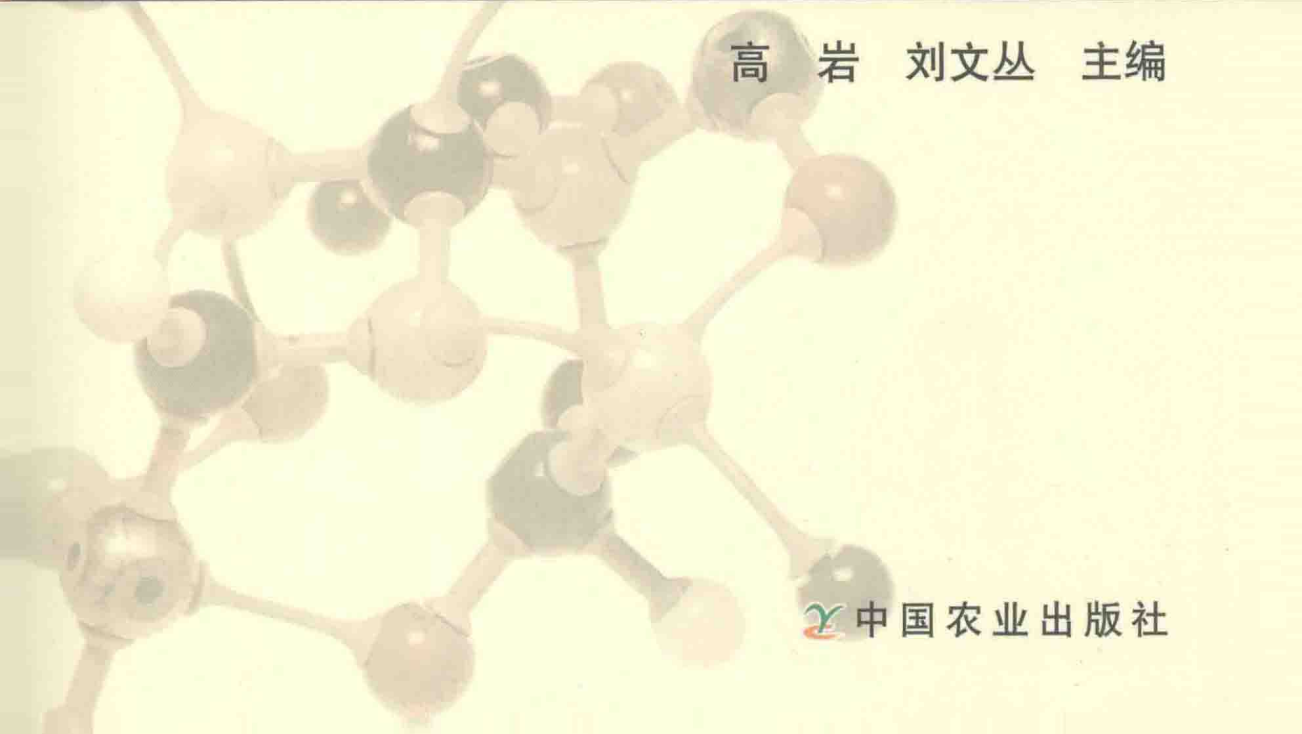
全国高等农林院校“十一五”规划教材




有机化学

YOUJI HUAXUE

高岩 刘文丛 主编



 中国农业出版社

全国高等农林院校“十一五”规划教材

有机化学

高 岩 刘文丛 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学 / 高岩, 刘文丛主编. —北京: 中国农业出版社, 2008. 2

全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-109-11984-0

I. 有… II. ①高…②刘… III. 有机化学-高等学校-教材 IV. 062

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 004029 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)

责任编辑 曾丹霞

北京通州皇家印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2008 年 2 月第 1 版 2008 年 2 月北京第 1 次印刷

开本: 720mm×960mm 1/16 印张: 23.25

字数: 410 千字

定价: 36.50 元 (含光盘)

(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 简 介

本教材是根据面向 21 世纪课程教材有机化学教学研讨会所拟订的教学大纲的要求编写的，内容上从每类有机化合物结构分析的角度入手，阐明有机化合物结构与性质的关系，使学生能系统地掌握有机化学知识。本教材在编写内容上注意与普通化学及后续课程（生理、生化、遗传等）的衔接。本教材配备有机化学教学多媒体课件，其中有大量的三维立体动画，便于学生复习掌握有机化学知识和自学。

全书共分十七章，第一章为绪论，第五章为旋光异构，第十七章为波谱和质谱应用简介，其他各章按分类与命名、结构、理化性质和重要化合物的顺序对各类有机化合物进行了较为详细的讨论。

本教材可作为农、林、水高等院校相关专业的教学用书。

主 编 高 岩 刘文丛

副主编 朱 鹤 邹连春 鲁京兰

参 编 杨雨东 洪 波 赵淑杰

张丹凤 藤占才 沈 玥

主 审 叶 非

前 言

本教材是根据面向 21 世纪课程教材有机化学教学研讨会所拟订的教学大纲的要求，结合参编院校多年来教学改革成果编写的。

近年来有机化学理论方面的发展极为迅速，已不再单纯是用来解释已知的实验事实，而是可以用来指导实践，探索新的合成途径。生物科学的迅速发展，其特点之一是与化学紧密地结合，特别是有机化学已经成为生物科学十分重要的基础，没有足够的有机化学知识，深入理解生物化学的内容是很困难的。随着我国高等农林教育的快速发展，其专业领域已超出了一般农林科学的范畴，已兼有生命科学、环境科学、食品科学、药学等诸多领域，这使得化学尤其是有机化学课程愈发成为高等农林院校骨干性的课程，以满足培养高素质、具有创新能力的现代化农林科技人才的需要。

本教材在各类有机化合物知识的编排上从每类有机化合物结构分析的角度入手，阐明有机化合物结构与性质的关系，使学生能系统地掌握有机化学知识，提高分析问题和解决问题的能力。生物科学的发展要求对反应机理、立体化学等方面的内容有较深的了解，才能更好地理解与研究生物体内的化学变化，因而在本教材编写时简要介绍了反应机理，并增加了有机立体模型。有机合成往往是学生感到头痛的难题，所以我们单独系统地介绍了有机合成知识，这在一定程度上为学生解开此方面的问题提供了一些可用的钥匙。本教材在编写时注意与普通化学及后续课程（生理、生化、遗传等）的衔接。本教材还配备有机化学教学多媒体课件，其中有大量的三维立体动画，便于学生复习掌握有机化学知识和自学。

本教材是由吉林农业大学、吉林大学、延边大学、东北农业大学、黑龙江八一农垦大学的十一位教师共同编写的，他们均是多年从事有机化学教学的高等院校一线教师。本教材共分十七章，第一章、第六章、第十五

章由高岩编写，第二章、第十三章由刘文丛编写，第三章由刘文丛、鲁京兰编写，第四章、第五章由洪波编写，第七章由杨雨东编写，第八章、第九章、第十章由朱鹤编写，第十一章由邹连春、刘文丛编写，第十二章由赵淑杰编写，第十四章由邹连春、鲁京兰编写，第十六章、第十七章由鲁京兰编写，张丹凤、藤占才、沈玥参加了本教材的部分编写工作，本教材配备的有机化学教学多媒体课件由杨雨东编写，后期课件的部分修改工作由杨雨东、赵桂平、罗云清完成。全书由高岩通读、修改部分章节并定稿，由东北农业大学叶非教授主审。

本教材可作为农、林、水高等院校相关专业的教学用书。本教材编写过程中得到了吉林农业大学教务处的大力帮助，我们在编写过程中还参考了很多国内外有机化学教材和化学文献资料，在此深表感谢。

由于编写时间仓促和我们的水平有限，书中难免有错误及不妥之处，敬请专家和读者批评指正。

编者

2007年11月

目 录

前言

第一章 绪论	1
一、有机化学与有机化合物	1
(一) 有机化学的发展	1
(二) 有机化学的研究对象	2
(三) 有机化合物的特点	3
(四) 研究有机化合物的方法	4
二、有机化合物的分子结构	4
(一) 碳原子轨道的杂化	5
(二) 有机化合物结构式的表示方法	9
三、共价键的键参数和分子间作用力	10
(一) 共价键的键参数	10
(二) 分子间作用力	12
四、有机反应的基本类型	13
(一) 自由基反应	13
(二) 离子型反应	13
(三) 协同反应	14
五、有机化合物的分类	14
六、有机化学与农业及生命科学的关系	16
习题	17
第二章 饱和脂链烃	18
一、烷烃的同系列和同系物	18
二、命名	19
三、结构	22
四、烷烃的同分异构现象	23
五、烷烃的物理性质	27

六、烷烃的化学性质	29
七、烷烃卤代反应历程	31
八、重要化合物	34
习题	35
第三章 不饱和脂肪烃	37
一、单烯烃	37
(一) 命名	37
(二) 结构	38
(三) 单烯烃的异构	39
(四) 单烯烃的物理性质	42
(五) 单烯烃的化学性质	42
(六) 单烯烃的亲电加成反应历程	46
(七) 重要化合物	50
二、炔烃	50
(一) 命名	50
(二) 结构	51
(三) 炔烃的物理性质	51
(四) 炔烃的化学性质	52
(五) 重要化合物	54
三、二烯烃	55
(一) 分类与命名	55
(二) 共轭二烯烃的性质	56
(三) 共轭二烯烃的结构	57
(四) 共轭效应	58
(五) 重要化合物	60
四、萜类化合物	61
(一) 单萜	61
(二) 倍半萜	62
(三) 二萜	63
(四) 三萜	63
(五) 四萜	64
习题	64
第四章 环烃	67
一、脂环烃	67

(一) 分类与命名	67
(二) 环的稳定性	69
(三) 环烷烃的物理性质	70
(四) 环烷烃的化学性质	71
(五) 环烷烃的立体化学	72
二、芳香烃.....	77
(一) 分类与命名	77
(二) 苯的结构	79
(三) 单环芳烃的物理性质	80
(四) 单环芳烃的化学性质	81
(五) 芳环亲电取代反应定位规律	88
(六) 稠环芳烃	92
(七) 非苯芳烃	95
习题	98
第五章 旋光异构	100
一、物质的旋光性.....	100
二、分子的结构和物质的旋光性的关系	102
三、含有一个手性碳原子物质的旋光异构	103
四、构型的标记方法	106
五、含有两个手性碳原子物质的旋光异构	108
六、环状化合物的立体异构	110
七、不含手性碳原子化合物的旋光异构	110
八、手性合成简介.....	111
习题.....	117
第六章 卤代烃.....	120
一、分类与命名	120
二、卤代烃的物理性质	122
三、卤代烃的化学性质	123
四、卤代烃亲核取代反应历程	129
五、消除反应历程.....	135
六、重要的卤代烃.....	138
习题.....	140

第七章 醇、酚、醚	143
一、醇	143
(一) 分类与命名	143
(二) 结构	144
(三) 醇的物理性质	145
(四) 醇的化学性质	146
(五) 重要的醇	149
二、酚	150
(一) 分类与命名	150
(二) 结构	151
(三) 酚的物理性质	152
(四) 酚的化学性质	153
(五) 重要的酚	155
三、醚	156
(一) 分类与命名	156
(二) 结构	157
(三) 醚的物理性质	157
(四) 醚的化学性质	158
(五) 重要的醚	159
习题	160
第八章 醛、酮、醌	162
一、醛与酮	162
(一) 分类与命名	162
(二) 结构	164
(三) 醛、酮的物理性质	164
(四) 醛、酮的化学性质	165
(五) 亲核加成反应历程	173
(六) 重要化合物	174
二、醌	176
(一) 命名与结构	176
(二) 醌的化学性质	177
(三) 重要的醌	178

习题.....	179
第九章 羧酸、羧酸衍生物	182
一、羧酸	182
(一) 分类与命名	182
(二) 结构	183
(三) 羧酸的物理性质	184
(四) 羧酸的化学性质	185
(五) 重要的羧酸	189
二、羧酸衍生物	193
(一) 分类与命名	193
(二) 羧酸衍生物的物理性质	195
(三) 羧酸衍生物的化学性质	197
(四) 羧酸衍生物的亲核取代(加成-消除)反应	200
(五) 各类羧酸衍生物及其重要代表物	201
(六) 碳酸衍生物	205
习题.....	208
第十章 取代酸	212
一、羟基酸	212
(一) 分类与命名	212
(二) 羟基酸的物理性质	213
(三) 羟基酸的化学性质	213
(四) 重要化合物	215
二、羧基酸	217
(一) 分类与命名	217
(二) 羧基酸的性质	218
(三) 乙酰乙酸乙酯	218
(四) 丙二酸二乙酯	222
习题.....	222
第十一章 含氮有机化合物	225
一、胺	225
(一) 分类与命名	225

(二) 结构	226
(三) 胺的物理性质	227
(四) 胺的化学性质	228
(五) 重要化合物	232
二、重氮化合物和偶氮化合物	234
(一) 定义与命名	234
(二) 芳香族重氮化合物	234
(三) 偶氮化合物	236
三、有机合成简介	237
(一) 碳骨架的建立	237
(二) 官能团的引入	241
(三) 立体构型的要求	242
(四) 合成路线的选择	243
习题	244
第十二章 含硫和含磷有机化合物	247
一、含硫有机化合物	247
(一) 硫原子的成键特点	247
(二) 分类与命名	248
(三) 硫醇的性质	250
(四) 硫醚的性质	251
二、含磷有机化合物	251
(一) 分类与命名	251
(二) 有机磷农药简介	253
习题	256
第十三章 杂环化合物和生物碱	257
一、杂环化合物	257
(一) 分类与命名	257
(二) 结构	259
(三) 杂环化合物的性质	260
(四) 重要化合物	263
二、生物碱	267
(一) 生物碱的一般性质	267

(二) 生物碱的提取方法	268
(三) 重要生物碱	268
习题	269
第十四章 油脂和类脂	271
一、油脂	271
(一) 油脂的存在	271
(二) 油脂的组成与结构	271
(三) 油脂的物理性质	274
(四) 油脂的化学性质	274
(五) 肥皂和乳化作用	276
(六) 合成表面活性剂	277
二、类脂	278
(一) 蜡	278
(二) 磷脂	278
(三) 甾族化合物	280
习题	284
第十五章 碳水化合物	286
一、单糖	287
(一) 分类与命名	287
(二) 结构	287
(三) 单糖的物理性质	297
(四) 单糖的化学性质	298
(五) 重要的单糖和糖苷	305
二、二糖	308
(一) 还原性二糖	308
(二) 非还原性二糖	310
三、多糖	312
(一) 淀粉	312
(二) 环糊精	315
(三) 糖原	316
(四) 纤维素	317
(五) 半纤维素	318

习题.....	319
第十六章 氨基酸、蛋白质和核酸	321
一、氨基酸	321
(一) 分类与命名	321
(二) 氨基酸的物理性质	323
(三) 氨基酸的化学性质	323
二、蛋白质	326
(一) 多肽	326
(二) 组成与分类	327
(三) 结构	327
(四) 蛋白质的性质	329
三、核酸	331
(一) 组成	331
(二) 核酸的双螺旋结构	334
习题.....	336
第十七章 波谱和质谱应用简介	338
一、波谱简介	338
二、紫外光谱	339
(一) 基本原理	339
(二) 紫外光谱图	340
(三) 特征吸收	341
(四) 紫外光谱的应用	342
三、红外光谱	343
(一) 基本原理	343
(二) 红外光谱图	343
(三) 谱图解析	345
四、核磁共振谱	345
(一) 基本原理	345
(二) 化学位移	346
(三) 自旋偶合常数	348
(四) 核磁共振谱	349
五、质谱	350

目 录

（一）基本原理	350
（二）质谱仪	350
（三）质谱图	351
（四）质谱中离子峰的类型	352
（五）谱图应用	353
主要参考文献	354

第一章 绪 论

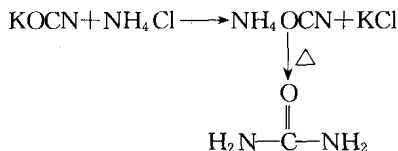
一、有机化学与有机化合物

(一) 有机化学的发展

有机化学 (organic chemistry) 是研究有机化合物的来源、制备、结构、性能、应用以及有关理论和方法学的科学, 是化学中最大的一个分支学科, 它的研究对象是有机化合物。

有机化学作为一门科学是在 19 世纪产生的。但是早在有机化学成为一门科学之前 (19 世纪初期之前), 人类就在日常生活和生产过程中大量利用和加工自然界取得的有机物。据我国《周礼》记载, 早在周朝就设有专门的官员管理染色、酿酒和制醋工作; 周王时代已知用胶; 汉朝时代发明造纸等。在 19 世纪初, 人们曾认为这些化合物是在生物体内生命力的影响下生成的, 所以有别于从没有生命的矿物中得到的化合物, 因此把前者叫做有机化合物, 而后者则称为无机化合物, 从此有了有机化合物和有机化学的名称。

1828 年, 德国化学家韦勒 (F. Wohler) 在实验室中由无机物 (氰酸铵) 合成了有机物 (尿素):



这说明有机化合物可以在实验室中由无机物合成, 从而促进了有机化合物的人工合成。这之后, 不断有有机物被人工合成, 特别是在 1854 年, 贝特罗合成了脂肪这一发现引起巨大轰动, 因为脂肪是细胞组织内的物质, 它的人工合成意味着“生命力论”被彻底推翻, 但“有机”这个名称却被保留下来。由于有机化合物数目繁多, 而且在结构和性质上又有许多共同的特点, 所以有机化学便逐渐发展成为一门独立的学科。

在 19 世纪初期已经发展了定量测定有机化合物组成的方法, 并分析了许多有机化合物, 发现其中都含有碳, 大多数还含有氢。在 19 世纪中期以后,