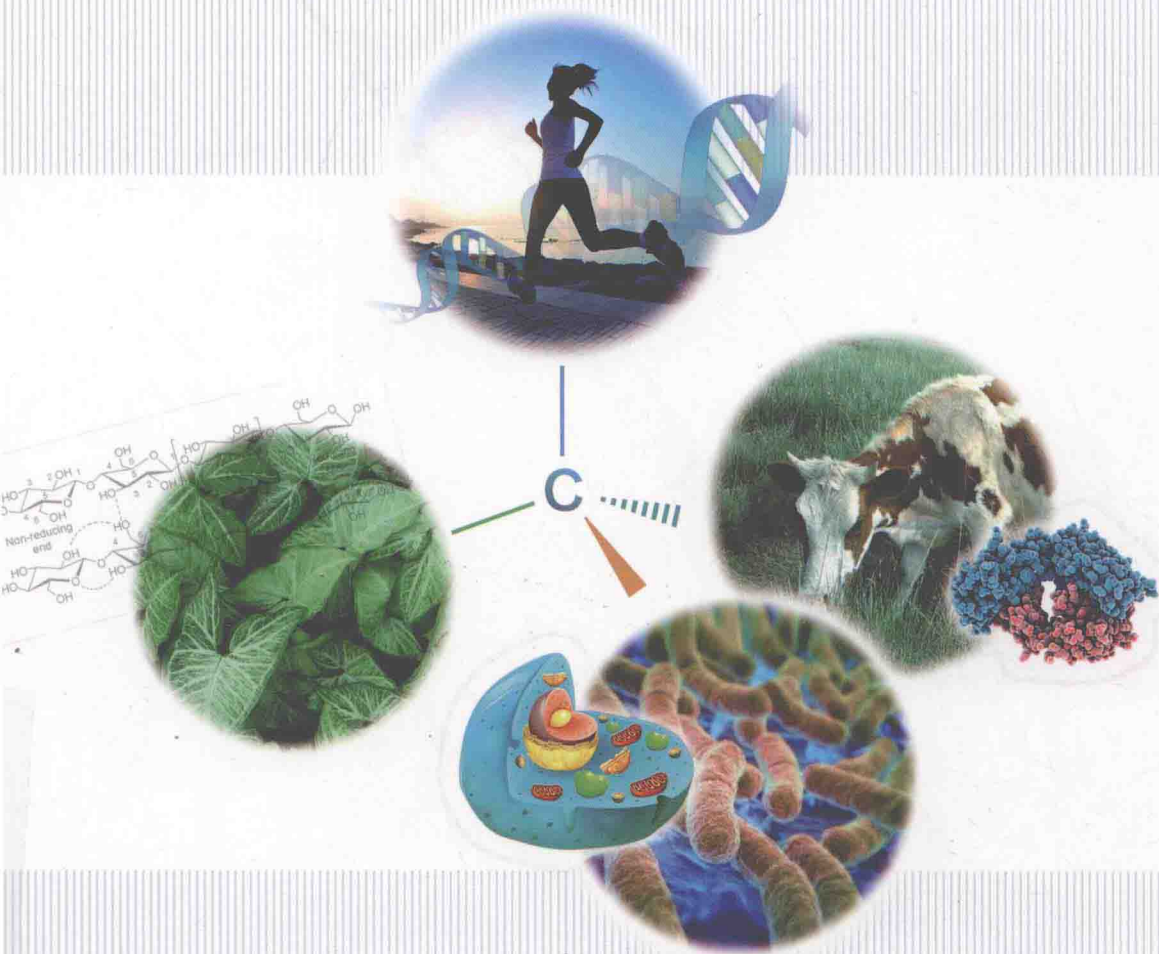


高等学校“十三五”规划教材

有机化学概论

林晓辉 朱焰 姜洪丽 主编

YOUJI HUAXUE GAILUN



化学工业出版社

高等学校“十三五”规划教材

有机化学概论

林晓辉 朱焰 姜洪丽 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

《有机化学概论》按官能团体系顺序,脂肪族和芳香族混编方式编写,系统介绍各类官能团的反应和反应机制,突出结构和性质之间的关系,并随时介绍代表有机化合物的典型应用。全书共 18 章,前半部分为有机化学的经典章节,以方便短学时授课使用,后半部分以专题章节形式深化介绍,可供长学时和学有余力的学生学习之用。每章后均有精选阅读材料,以开阔视野,章后习题及答案供检验学习效果用。

《有机化学概论》可作为高等院校化学、化工、药学、医学、生物、环境等专业的教材,也可供相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学概论/林晓辉,朱焰,姜洪丽主编. —北京:化学工业出版社,2019.1
高等学校“十三五”规划教材
ISBN 978-7-122-33369-8

I. ①有… II. ①林…②朱…③姜… 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(2018)第 269803 号

责任编辑:宋林青

文字编辑:刘志茹

责任校对:王素芹

装帧设计:关 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装:三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 26¼ 字数 663 千字 2019 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:55.00 元

版权所有 违者必究

前言

为了推进我国应用型本科教学战略的改革,适应当前“减学时”“增科目”“提能力”的大学教育形势,编写了本教材。在编写过程中力求按照应用型本科人才培养目标,以有机化学基础知识和基本理论为主,同时融合本领域的最新进展。本教材适当体现与有机化学相关的绿色、经济和和谐的新理念,增加适应社会发展的新规范、新技术等内容,删除落后于时代发展的一些不规范内容,在适合应用型本科院校相关专业的学生学习的同时,还能够满足相关从业人员的参考需求。

全书共分18章,后面含7个附录,阅读材料方便学生自学和拓展知识面。本书编写时为了便于学生边学边思考,在正文中一些适宜位置增加了思考题。每章后的习题,力求紧扣每章知识点,难易结合。为了减少学生在学习中对所见物质名称的陌生感,本书将分类与命名基础放在第2章里,有关异构方面的命名以及特殊命名还是放在常规章节里。为了适应不同学时学生的学习要求,在有机化学经典知识学习中力求概述,而把难点以专题形式放在后续章节里。这样,学时很短的院校可以只选择经典知识章节,且不丢失有机化学这门课程的系统性。学时稍长的院校可以根据本校的情况,选择后续章节学习。总之,能够满足多种学时学生的学习是本教材的一大特色。另外,将立体化学提于芳香烃前,主要考虑了相关实验的开设时间问题。附录内容紧扣有机化学领域,具有较强的综合性、创新性和前沿性。

希望本书新颖的编写风格、广泛的适用性和以人为本的编写理念能得到广大应用型本科师生的欢迎。

本书是山东第一医科大学相关领域众多老师集体智慧的结晶。各章作者及审校者如下:

第1章	绪论	陈震	姜洪丽
第2章	有机化合物的分类及命名	林晓辉	李娜
第3章	烷烃及环烷烃	侯超	姜洪丽
第4章	不饱和烃	姜洪丽	侯超
第5章	立体化学	陈震	陈红余
第6章	芳香烃	朱焰	姜洪丽
第7章	卤代烃	申世立	李娜
第8章	醇 酚 醚	朱焰	孙永宾
第9章	醛 酮 醌	申世立	孙永宾
第10章	羧酸及其衍生物	侯超	孙永宾
第11章	取代羧酸	姜洪丽	侯超
第12章	含氮化合物	孙永宾	林晓辉
第13章	杂环化合物	孙永宾	侯超
第14章	生命有机化学	林晓辉	刘光耀
第15章	有机硫磷硅化合物	葛燕青	陈红余

第 16 章 有机化合物波谱表征简介

刘光耀

林晓辉

第 17 章 有机合成概述

林晓辉

刘光耀

第 18 章 重排反应概述

林晓辉

朱焰

附录

林晓辉

全书的统稿工作主要由林晓辉完成，陈小全、袁春浩、王玉民等也做了很多工作。在此向参与本书编写和审校的所有老师表示衷心的感谢，同时感谢山东第一医科大学有关部门与领导的支持。

在本书即将付梓之时，编者有感而发：

汇精英之才情，

呕全心之力作。

愿师生之益友，

邀明人之指正。

编者

2018 年 7 月于泰山脚下

目 录

第1章 绪论 1

1.1 有机化合物和有机化学	1
1.2 有机化合物的特性	2
1.3 有机化合物的结构理论	3
1.3.1 有机物中的共价键	3
1.3.2 价键理论	4
1.3.3 杂化轨道理论	4
1.3.4 共价键的键参数	7
1.3.5 有机分子间的作用力与氢键	9
1.4 研究有机化合物的一般方法	10
1.5 有机化合物的结构表示	10
1.5.1 有机化合物构造的表示	11
1.5.2 有机化合物立体结构的表示	11
1.6 有机化合物分子中的电子效应、共价键的断裂和有机反应类型	12
1.6.1 有机化合物分子中的电子效应	12
1.6.2 共价键的断裂和有机反应类型	12
1.7 有机化学中的酸碱理论	13
1.7.1 布朗斯特-劳里酸碱质子理论	13
1.7.2 路易斯酸碱电子理论	14
【阅读材料】分子轨道理论	14
【巩固练习】	14

第2章 有机化合物的分类及命名 16

2.1 有机化合物的分类	16
2.1.1 按组成元素分类	16
2.1.2 按碳的骨架分类	16
2.1.3 按官能团分类	17
2.1.4 具体有机化合物的分类	18
2.2 有机化合物的命名概述	24

2.2.1	基团	24
2.2.2	取代基的次序规则	26
2.2.3	官能团优先次序	26
2.3	有机化合物的俗名	27
2.4	有机化合物的普通命名法	28
2.4.1	烷烃	28
2.4.2	烯(炔)烃	28
2.4.3	卤代烃	28
2.4.4	醇	29
2.4.5	醚	29
2.4.6	醛和酮	29
2.4.7	羧酸	29
2.4.8	羧酸衍生物	29
2.4.9	胺	30
2.5	有机化合物的系统命名法	30
2.5.1	链烷烃	30
2.5.2	环烷烃	31
2.5.3	普通烯烃和炔烃	33
2.5.4	芳香烃	33
2.5.5	烃的衍生物	35
【阅读材料】	发展中的有机化合物命名	38
【巩固练习】		39

第3章 烷烃及环烷烃 43

3.1	烷烃	43
3.1.1	烷烃的通式、同系列和同分异构现象	43
3.1.2	烷烃的分子结构	44
3.1.3	构象	46
3.1.4	烷烃的物理性质	48
3.1.5	烷烃的化学性质	49
3.1.6	烷烃的来源及用途	51
3.2	环烷烃	52
3.2.1	环烷烃的结构	52
3.2.2	单环烷烃的物理性质	54
3.2.3	单环烷烃的化学性质	54
3.3	环烷烃的构象	55
3.3.1	环丙烷、环丁烷和环戊烷的构象	55

3.3.2 环己烷的构象	56
【阅读材料】化学家卡尔·肖莱马	57
【巩固练习】	58

第4章 不饱和烃 60

4.1 烯烃	60
4.1.1 烯烃的结构、异构和顺反异构体的标记	60
4.1.2 烯烃的物理性质	63
4.1.3 烯烃的化学性质	63
4.1.4 烯烃的制备	72
4.1.5 代表性化合物	72
4.2 炔烃	73
4.2.1 炔烃的结构和异构	73
4.2.2 炔烃的物理性质	74
4.2.3 炔烃的化学性质	75
4.2.4 炔烃的制备	80
4.2.5 代表性化合物	80
4.3 二烯烃	81
4.3.1 二烯烃的结构	81
4.3.2 共轭体系和共轭效应	82
4.3.3 共轭二烯烃的化学性质	85
4.3.4 代表性化合物	87
【阅读材料】共振论简介	88
【巩固练习】	89

第5章 立体化学 92

5.1 偏振光和旋光性	92
5.1.1 偏振光和物质的旋光性	92
5.1.2 旋光仪	93
5.1.3 旋光度和比旋光度	94
5.2 对映异构	94
5.2.1 手性和旋光性	94
5.2.2 手性分子	95
5.2.3 手性碳原子	95
5.2.4 对映体	96
5.2.5 外消旋体	96

5.3	含一个手性碳原子的化合物	96
5.3.1	对映异构体构型的表示方法	96
5.3.2	对映异构体构型的命名	97
5.4	含两个手性碳原子的化合物	99
5.4.1	含有两个不相同手性碳原子的化合物	99
5.4.2	含有两个相同手性碳原子的化合物	100
5.5	无手性碳原子的旋光异构现象	100
5.5.1	丙二烯型化合物	100
5.5.2	联苯型化合物	101
5.6	手性分子的形成	101
5.6.1	手性分子的形成过程	101
5.6.2	外消旋体的拆分	102
5.6.3	不对称合成	103
【阅读材料】	手性及手性药物的发展	103
【巩固练习】		104

第 6 章 芳香烃 107

6.1	苯及其同系物	107
6.1.1	苯的结构	107
6.1.2	苯同系物的异构体	108
6.1.3	苯及其同系物的物理性质	109
6.1.4	苯及其同系物的化学性质	109
6.1.5	取代苯亲电取代反应的定位效应	113
6.2	稠环芳烃	115
6.2.1	萘	115
6.2.2	蒽和菲	117
6.2.3	多环芳烃	118
6.3	休克尔规则判断芳香性	118
6.3.1	休克尔规则	118
6.3.2	非苯芳烃	118
【阅读材料】	富勒烯	119
【巩固练习】		120

第 7 章 卤代烃 123

7.1	卤代烃的结构	123
7.2	卤代烃的物理性质	124

7.3 卤代烃的化学性质	124
7.3.1 亲核取代反应	125
7.3.2 卤代烃的亲核取代反应机制	126
7.3.3 消除反应	130
7.3.4 双分子消除反应机制	131
7.3.5 亲核取代反应和消除反应的竞争	131
7.3.6 卤代烃与金属的反应	132
7.3.7 还原反应	133
7.4 不饱和卤代烃	133
7.4.1 乙烯型卤代烯烃	133
7.4.2 烯丙型卤代烯烃	134
7.4.3 隔离型卤代烯烃	134
7.5 卤代烃的制备	135
7.5.1 由烃类制备	135
7.5.2 由醇制备	136
7.6 重要的卤代烃	136
【阅读材料】维克多·格利雅	138
【巩固练习】	138

第8章 醇 酚 醚 144

8.1 醇	144
8.1.1 醇的结构	144
8.1.2 醇的物理性质	144
8.1.3 醇的化学性质	145
8.1.4 常见的醇	148
8.2 酚	149
8.2.1 酚的结构	149
8.2.2 酚的物理性质	149
8.2.3 酚的化学性质	150
8.2.4 重要的酚	152
8.3 醚	153
8.3.1 醚的结构	153
8.3.2 醚的物理性质	153
8.3.3 醚的化学性质	153
8.3.4 重要的醚	154
【巩固练习】	156

第9章 醛 酮 醌 158

9.1 醛和酮的结构 158

9.2 醛和酮的性质 159

 9.2.1 醛和酮的物理性质 159

 9.2.2 醛和酮的化学性质 159

 9.2.3 醛酮的制备 171

 9.2.4 重要的醛酮 173

9.3 α -, β -不饱和醛、酮 174

 9.3.1 结构 174

 9.3.2 化学性质 174

9.4 醌 175

 9.4.1 醌的分类和命名 175

 9.4.2 对苯醌的反应 176

 9.4.3 重要的醌 177

【阅读材料】黄鸣龙 178

【巩固练习】 179

第10章 羧酸及其衍生物 185

10.1 羧酸 185

 10.1.1 羧酸的结构和分类 185

 10.1.2 羧酸的物理性质 186

 10.1.3 羧酸的化学性质 187

 10.1.4 羧酸的制备方法 191

 10.1.5 重要的羧酸 192

10.2 羧酸衍生物 193

 10.2.1 羧酸衍生物的结构 193

 10.2.2 羧酸衍生物的物理性质 193

 10.2.3 羧酸衍生物的化学性质 194

 10.2.4 常见的羧酸衍生物 197

10.3 碳酸衍生物 197

 10.3.1 脲 198

 10.3.2 胍 199

10.4 二羰基化合物 199

 10.4.1 乙酰乙酸乙酯 200

 10.4.2 丙二酸二乙酯 202

【阅读材料】贝采里乌斯 202

【巩固练习】 202

第 11 章 取代羧酸 205

11.1 卤代酸 205

11.1.1 卤代酸的制备 205

11.1.2 卤代酸的性质 206

11.1.3 代表性化合物 207

11.2 羟基酸 208

11.2.1 羟基酸的制备 208

11.2.2 羟基酸的物理性质 209

11.2.3 羟基酸的化学性质 209

11.2.4 代表性化合物 212

11.3 酮酸 213

11.3.1 酮酸的制备 213

11.3.2 酮酸的化学性质 214

11.3.3 代表性化合物 215

【阅读材料】对生命更重要的取代酸——氨基酸的营养价值 215

【巩固练习】 216

第 12 章 含氮化合物 219

12.1 硝基化合物 219

12.1.1 硝基化合物的结构和异构 219

12.1.2 硝基化合物的物理性质 220

12.1.3 硝基化合物的化学性质 221

12.1.4 硝基化合物的制备和应用 224

12.1.5 代表性硝基化合物 224

12.2 胺 225

12.2.1 胺的结构和异构 225

12.2.2 胺的物理性质 227

12.2.3 胺的化学性质 228

12.2.4 胺的制备和应用 232

12.2.5 代表性胺 234

12.3 重氮及偶氮化合物 236

12.3.1 重氮盐的制备 237

12.3.2 重氮盐的化学性质 237

12.3.3 偶氮染料 240

12.3.4 代表性重氮及偶氮化合物	241
【阅读材料】偶氮染料	242
【巩固练习】	242

第 13 章 杂环化合物 248

13.1 杂环化合物的命名	248
13.2 五元杂环化合物	249
13.2.1 呋喃、噻吩和吡咯的结构	249
13.2.2 呋喃、噻吩和吡咯的物理性质	250
13.2.3 呋喃、噻吩和吡咯的化学性质	250
13.2.4 呋喃、噻吩和吡咯的制备	253
13.2.5 代表性五元杂环衍生物	254
13.2.6 含两个杂原子的五元杂环化合物	255
13.3 六元杂环化合物	256
13.3.1 吡啶的结构	256
13.3.2 吡啶的物理性质	257
13.3.3 吡啶的化学性质	257
13.3.4 吡啶环系的制备	259
13.3.5 吡啶的重要衍生物	259
13.3.6 含两个氮原子的六元杂环化合物	260
13.4 稠杂环化合物	262
13.4.1 吡咯	262
13.4.2 喹啉和异喹啉	263
13.4.3 嘌呤	265
13.5 生物碱简介	266
13.5.1 生物碱的通性	266
13.5.2 几种重要的生物碱	266
【阅读材料】青霉素	268
【巩固练习】	269

第 14 章 生命有机化学 272

14.1 糖类化合物概述	272
14.1.1 糖类化合物简介	272
14.1.2 糖类化合物结构	272
14.2 单糖	273
14.2.1 单糖开链结构	273

14.2.2	单糖的变旋光现象及环状结构	274
14.2.3	单糖的物理性质	276
14.2.4	单糖的化学性质	276
14.3	二糖和多糖	279
14.3.1	二糖简介	279
14.3.2	蔗糖	279
14.3.3	麦芽糖	280
14.3.4	多糖简介	280
14.3.5	淀粉	281
14.3.6	纤维素	282
14.4	脂类	283
14.4.1	脂类化合物简介	283
14.4.2	油脂的简介	284
14.4.3	油脂的结构与命名	284
14.4.4	油脂的物理性质	285
14.4.5	油脂的化学性质	285
14.4.6	肥皂和合成洗涤剂	286
14.5	氨基酸	287
14.5.1	氨基酸	288
14.5.2	氨基酸的结构	288
14.5.3	氨基酸的化学性质	289
14.5.4	氨基酸一般合成方法	290
14.6	多肽与蛋白质	291
14.6.1	多肽的结构	291
14.6.2	多肽的合成	292
14.6.3	蛋白质的结构	293
14.6.4	蛋白质的一级结构	294
14.6.5	蛋白质的空间结构	294
14.6.6	蛋白质的性质	295
14.7	生命遗传物质	296
14.7.1	核酸的化学组成	296
14.7.2	DNA 的结构	297
	【阅读材料】生命的起源	298
	【巩固练习】	300

第 15 章 有机硫磷硅化合物 305

15.1	有机含硫化合物	306
------	---------------	-----

15.1.1	硫醇(硫醚)的制备和命名	306
15.1.2	硫醇的物理性质	306
15.1.3	硫醇的反应	307
15.1.4	磺酸的分类、命名与制法	311
15.1.5	磺酸的反应	311
15.2	有机含磷化合物	313
15.2.1	有机含磷化合物的分类、命名和制备	313
15.2.2	有机含磷化合物的结构	314
15.2.3	有机含磷化合物的反应	314
15.3	有机含硅化合物	315
15.3.1	有机含硅化合物的制法	315
15.3.2	有机含硅化合物的反应	316
15.3.3	有机含硅化合物在合成中的应用	316
15.4	代表性化合物	318
15.4.1	磺胺药物	318
15.4.2	有机磷杀虫剂	319
【阅读材料】	生物体内的磷	320
【巩固练习】		321

第 16 章 有机化合物波谱表征简介 324

16.1	紫外-可见光谱	324
16.1.1	分子吸收光谱的产生	325
16.1.2	分子吸收光谱的获得和表示方法	325
16.1.3	紫外光谱常用术语	326
16.1.4	紫外光谱的应用	327
16.2	红外光谱	328
16.2.1	红外光谱产生的基本条件	329
16.2.2	红外光谱基团频率区的划分	330
16.2.3	红外光谱解析	331
16.3	核磁氢谱	332
16.3.1	核磁共振现象的产生	333
16.3.2	在外磁场中原子核的自旋取向及能级	333
16.3.3	原子核跃迁与电磁辐射及产生核磁共振的条件	333
16.3.4	不同结构的化学位移范围	334
16.3.5	$n+1$ 规律	334
16.3.6	核磁共振谱图	335
16.3.7	^1H NMR 谱图解析步骤及实例	336

16.4	核磁共振碳谱	336
16.4.1	各类有机化合物的 ¹³ C化学位移	337
16.4.2	碳谱的解析	337
16.5	质谱	338
16.5.1	质谱图	338
16.5.2	质谱仪	339
16.5.3	离子的主要类型	339
16.5.4	质谱图的解析	340
【阅读材料】	四大波谱在分析物质结构中的综合应用解析	341
【巩固练习】		344

第 17 章 有机合成概述 347

17.1	有机合成基础	347
17.1.1	有机合成的要求	347
17.1.2	有机合成的驱动力	348
17.1.3	有机合成设计的基本概念	348
17.2	逆合成分析	349
17.2.1	切断法的简介	349
17.2.2	目标分子的结构分析	350
17.2.3	碳架的分析	351
17.3	合成步骤设计	354
17.3.1	反应选择性	354
17.3.2	碳骨架的生成	354
17.3.3	在需要的位置引入官能团	355
17.3.4	立体化学的控制	357
17.4	合成实例解析	358
【阅读材料】	海葵毒素	361
【巩固练习】		361

第 18 章 重排反应概述 364

18.1	亲核(缺电子)重排反应	364
18.1.1	瓦格纳-麦尔外因重排反应	365
18.1.2	频哪醇(酮)重排反应	365
18.1.3	贝克曼重排反应	366
18.1.4	拜耳-维利格氧化重排反应	367
18.1.5	霍夫曼重排降解反应	368

18.2	亲电 (富电子) 重排反应	368
18.2.1	弗赖斯重排反应	368
18.2.2	法沃斯基重排反应	369
18.3	自由基重排反应	370
18.3.1	开环重排反应	370
18.3.2	烯醚基重排反应	371
18.4	周环重排反应	371
18.4.1	科普重排反应	371
18.4.2	克莱森重排反应	371
【巩固练习】		372

附录 375

附录 1	综合测试题选择题	375
附录 2	考试真题	383
附录 3	有机化学常见中英文词汇	387
附录 4	有机化学命名中的英文前后缀释义	394
附录 5	经典人名反应	395
附录 6	推动基础有机化学发展的大科学家	398
附录 7	偏爱有机化学的百年诺贝尔化学奖	399

参考文献 404