

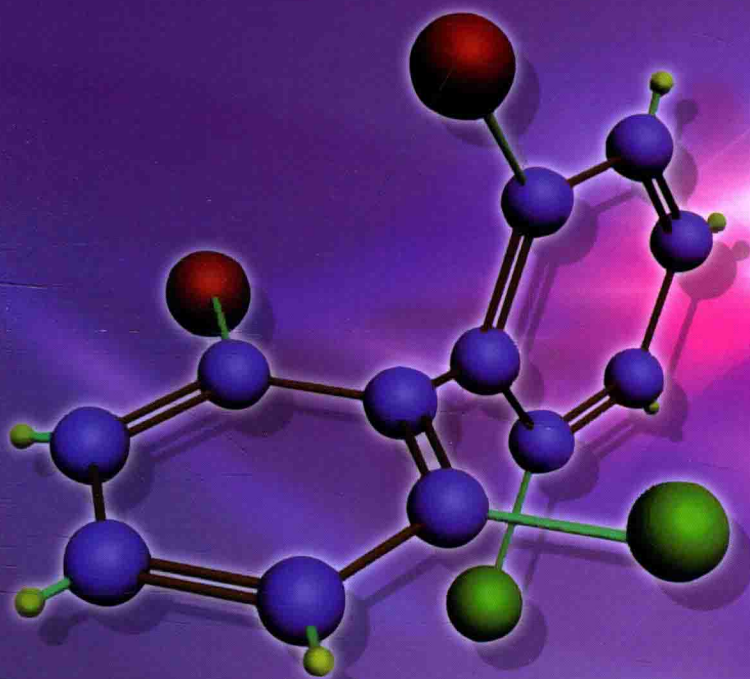
国家精品课程配套教材

有机化学

ORGANIC CHEMISTRY

● 李小瑞 编 ● 高占先 审

双色版



化学工业出版社

国家精品课程配套教材

有机化学

ORGANIC CHEMISTRY

• 李小瑞 编 • 高占先 审

双色版

Double Color Version



化学工业出版社

· 北京 ·

《有机化学》是国家精品课程“有机化学”配套使用教材，也是作者积 30 多年有机化学教学经验和体会编写而成。主要的图和反应式都尽量采用双色显示，对关键位置进行标注，以求达到更加直观、切中要害的效果；对抽象难懂的文字内容也尽量附加图示，使复杂的内容简明化。配有数十个动画链接，使用手机扫一扫二维码即可轻松观看。有利于学生的自主学习和个性化学习。

《有机化学》采用脂肪族化合物和芳香族化合物合编体系，主要按照官能团介绍有机化学和有机化合物。全书共 20 章，每章末尾都有本章的知识重点、相关化合物的制备及化学性质小结，并对个别反应较多的章节进行小结，以便于学生快速浏览，熟悉反应。

《有机化学》内容精练、重点突出、注重基础、强化应用，适宜用作高等院校化学、化工、制药、材料、环境、轻工、食品、生物等专业“有机化学”课程的教材，也可供相关领域的科研人员、教师和学生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学/李小瑞编. —北京: 化学工业出版社,
2016.8

ISBN 978-7-122-27468-7

I. ①有… II. ①李… III. ①有机化学-高等学校-
教材 IV. ①062

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 145219 号

责任编辑: 杜进祥

文字编辑: 向 东

责任校对: 李 爽

装帧设计: 韩 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: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 34 字数 859 千字 2016 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 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: 69.00 元

版权所有 违者必究



有机化学是研究有机化合物的来源、制备、结构、性质、应用及有关理论和方法的科学，是化学学科中极为重要的分支，也是极具魅力、最有实用性的基础学科。有机化学课程是化学、化工类专业最重要的专业基础课之一。

李小瑞教授执教 30 余年，一直坚守在本科教学一线，教学经验丰富。曾经编著出版《有机化学学习及考研辅导（第二版）》等多部教材和教学参考书并得到广大读者的好评，获得过多项教学成果奖励和荣誉，主持并主讲国家级精品课程“有机化学”。在与她为数不多的交流和互动过程中，我被她对本科教学工作的坚持和守望、对备课过程中的用心和认真、对教学过程中细节问题的精益求精所感动，对她提出的“启发式、互动式、开放性、自主性”教学模式颇感兴趣。

作为审稿人，我认真阅读了李小瑞教授编写的《有机化学》原稿。

该教材选材全面，重点突出，注重基础，关注应用，联系前沿，适宜应用化学、化工与制药类、轻工类专业选作教材和参考书。

该教材采用脂肪族化合物和芳香族化合物混合编排体系，按照官能团分章介绍有机化合物的分类、命名、来源、制备、结构、性质、应用和重要化学反应的机理，主线清楚，内容衔接顺畅，覆盖了有机化学课程的基本内容，文字简练，篇幅较少。

每章节围绕重点内容配插图、内容拓展和小结；关键问题解释直接标注在插图或反应式中，切中要害，突显重点；每章末附有内容重点、相关化合物的制备及化学性质小结，便于读者快速浏览，熟悉掌握重要知识点，达到提纲挈领的作用；书中配有数十个动画链接，使用手机扫一扫二维码即可轻松观看。这些都有利于学生的自主学习和个性化学习。

经过编者对细节问题的精雕细刻，编辑对文字语言的加工打磨，该教材有望成为精品。因此，我十分乐意向读者推荐这本教材。

2016 年 6 月于大连理工大学



致任课教师

本教材是教育部国家级精品课程“有机化学”配套使用教材，适宜用作应用化学、化学工程与工艺、材料工程、轻化工程、食品工程等专业“有机化学”课程的教材，也可用作其他化学化工类专业的教材或教学参考书。

在教材体系上，本书以官能团为主线，采用脂肪族化合物和芳香族化合物合编体系，按照官能团来介绍各类有机化合物的结构、物理和化学性质、制备、重要的反应机理等。全书共 20 章，打“*”的章节为选学内容，可由任课教师自行决定是否讲授。

在内容方面，本书删去或精简了一些比较陈旧的、用化学法鉴定有机化合物结构的反应，强化了波谱方法在有机化合物结构鉴定中的应用；精简了小分子有机硅的部分内容，增加了更加具有实用价值的高分子有机硅和有机硅偶联剂的简介。在系统、完整地介绍有机化学知识体系的同时，本书尽量联系有机化学的前沿进展，将 Heck 反应、杯芳烃、石墨烯、青蒿素、碳酸二甲酯的应用、不对称手性合成、有机磷手性配体、人类基因组计划等内容分散在有关章节中叙述讨论或简要介绍，将立体化学、绿色化学的基本概念贯穿于全书之中。

根据编者执教 34 年的教学经验和体会，工科有机化学课程学时较少，内容取舍上更加注重应用，课堂讨论和讲解难以深入，学生感到有机反应太多，太难记。“打开书什么都会，合起书什么都不记得，做题时不知从何下手，一不小心就写错”是大多数同学学习有机化学时最大的困惑。针对这种情况，本书在每章的末尾，除了本章习题外，还有本章的知识重点、相关化合物的制备及化学性质小结，并对个别反应较多的章节进行小结，以便于学生不断整体阅读，快速浏览，增强记忆，熟悉反应。

本书的另一特点是在讨论问题时，尽可能多地在相关的图中或反应式中的关键位置进行标注，以求达到更加直观、切中要害的效果；对抽象难懂的文字内容也尽量附加图示，力求用更加简单、更加直接的方式来描述有机化合物和有机化学。

限于编者的水平，书中的疏漏和不妥之处，敬请兄弟院校有关教师和各位读者批评指正。

有机化学是化学学科中极为重要的一个分支，也是极具魅力、最有实用性的基础学科。有机化学课程是化学、化工类专业最重要的专业基础课之一。为了帮助大家学好这门课，我想在这里谈谈学习方法。

很多同学在学习有机化学这门课程时，喜欢沿用中学时期的学习方法，像背英语单词那样“背反应”。而对中学时期没有接触过的内容，如有机化合物中电子云的分布及有机化学反应过程中电子云的转移等，则有畏难、厌学甚至是抵触情绪，造成的结果就是大家觉得“有机反应多而乱、不规律、不好记”。虽然在学习有机化学的过程中，必要的记忆是不可或缺的，但光靠死记硬背是肯定不能学好有机化学的，我们应该在理解的基础上来记反应。一些看似复杂的人名反应和重排反应，在理解了它的反应的原理和详细过程后，就会变得容易记住了。

在理解有机化合物的化学反应时，掌握有机化合物中电子云的分布及反应过程中电子云的转移情况是至关重要的。根据反应物的结构、电子云分布状况及反应试剂、反应条件等，我们可以判断反应的类型和产物的结构。例如，离子型反应总是发生在极性键上，键的极性越强，就越容易发生离子型反应；亲电试剂总是进攻反应物分子中带有部分负电荷或电子云密度较大的位置，而亲核试剂却总是进攻反应物分子中带有部分正电荷或电子云密度较小的位置等，这样的例子还有很多。因此，我们经常强调，有机化合物结构与性能的关系是有机化学的核心。

尽管有机化学反应众多，内容庞杂，但始终有一条主线贯穿，这就是稳定性原理。稳定性包括各类基本反应的活性中间体，如自由基、碳正离子、碳负离子等，以及异构现象。例如，亲电加成反应中的 Markovnikov 规则、烯烃自由基加成时的过氧化物效应、烷烃及烯烃自由基取代的选择性、消除反应中的 Saytzeff 规则、苯环的芳香性（易亲电取代而不易加成、氧化的性质）等，都可以用稳定性原理解释。通过稳定性原理，可以把有机化合物的结构和性能的关系辩证地统一起来，将体系的稳定性大小和能量高低、电子效应、立体效应以及反应活性、反应规律联系起来，那些内容庞杂的知识点也就变得容易理解和记忆了。

学好有机化学的前提是要走进有机化学，喜欢有机化学，并且愿意为学习有机化学付出时间和精力。以下的技术性措施可供参考：①课前预习，课后复习；②学会听课，及时发问，提高学习效率；③提纲挈领，把握结构与性能的关系；④学会整体阅读，及时总结，按时完成作业；⑤必要的记忆，如命名原则、某些重要的反应等。通过必要的记忆，可以熟悉反应，发现规律，活跃思维，提高兴趣。

学好有机化学必须重视实验。有机化学是一门以实验为基础的学科，它的规律和理论大都是在总结大量实验事实的基础上发现的。有机化学的教学由课堂教学、实验教学、课后习题三大块内容构成，它们并非是各自独立的，而是相互影响，相互渗透的。通过实验，我们不仅能够学会正确的实验操作技能，还能够获得对许多有机反应的感性认识和更深刻的理解。

毫无疑问，阅读本书的学生人数要比教师人数多得多。我十分乐意得到由你们反馈的信息，供我在今后的教学以及本教材的修改工作中参考。

致谢

感谢首届国家级教学名师、大连理工大学高占先教授和华东理工大学荣国斌教授在百忙中对拙作进行了认真的审阅！他们付出了艰辛的劳动，提出了非常重要的意见，使我有机会将原来的不完善之处减至最低程度。

感谢化学工业出版社的热情约稿和具体帮助！感谢我的教学团队！特别是赵艳娜、刘保健两位老师，他们替我分担了本学年的本科生教学工作，使我能够专心致志地从事本教材的编写。感谢阎河、赵艳娜、赖小娟、张金、吴金、李慧、费贵强、王海花、王磊、杨晓武、李培枝、王小荣、黄文欢、赵宁等老师参与了本书配套课件、动画、扫一扫二维码的制作！

感谢陕西科技大学沈一丁教授审阅了部分内容并提出了一些中肯的意见。

感谢参考文献中的各位作者！在本书的编写过程中，我参考了他们的教材或著作，从中受到启发，学到了很多知识，并引用了其中的一些图和反应式。

感谢每一位为本书的编著、出版提供帮助和支持的朋友！

李小瑞

Email: yjhxjc@sust.edu.cn

陕西科技大学，西安

2016年3月



第 1 章 绪论

1

1.1 有机化学发展简史	1	1.5.1 偶极-偶极相互作用	11
1.2 有机化合物的特性	2	1.5.2 色散力	12
1.2.1 组成特点	2	1.5.3 氢键	12
1.2.2 结构特点	2	1.6 有机化学中的酸碱理论	13
1.2.3 性质	2	1.6.1 Brønsted 酸碱理论	13
1.3 有机化合物的分子结构和结构式	3	1.6.2 Lewis 酸碱理论	15
1.4 有机化合物中的共价键	4	1.6.3 硬软酸碱理论	15
1.4.1 共价键的形成	4	1.7 有机化合物的分类	16
1.4.2 共价键的基本属性	8	1.7.1 按碳架分类	16
1.4.3 共价键的断裂方式与有机反应的类型	10	1.7.2 按官能团分类	17
1.5 分子间相互作用力	11	本章精要速览	18
		习题	19

第 2 章 烷烃和环烷烃

21

2.1 烷烃和环烷烃的构造异构	21	2.3 烷烃和环烷烃的结构	25
2.2 烷烃和环烷烃的命名	22	2.3.1 σ 键的形成及其特性	25
2.2.1 伯、仲、叔、季碳及伯、仲、叔氢	22	2.3.2 环烷烃的结构与环的稳定性	26
2.2.2 烷基和亚烷基	22	2.4 烷烃和环烷烃的构象	29
2.2.3 烷烃的命名	23	2.4.1 乙烷的构象	29
2.2.4 环烷烃的命名	24	2.4.2 丁烷的构象	29

2.4.3 环己烷的构象	30	2.6.2 氧化反应	40
2.4.4 取代环己烷的 构象	32	2.6.3 异构化反应	40
2.5 烷烃和环烷烃的物理 性质	33	2.6.4 裂化反应	41
2.5.1 沸点	34	2.6.5 小环环烷烃的加成 反应	41
2.5.2 熔点	34	2.7 烷烃和环烷烃的主要来源及 代表性烷烃	42
2.5.3 相对密度	35	2.7.1 烷烃和环烷烃的主要 来源	42
2.5.4 溶解度	35	2.7.2 代表性烷烃和烷烃混 合物	43
2.5.5 折射率	35	本章精要速览	44
2.6 烷烃和环烷烃的化学 性质	35	习题	45
2.6.1 自由基取代反应	35		

第3章 烯烃和炔烃

47

3.1 烯烃和炔烃的结构	47	3.5.4 协同加成反应	68
3.1.1 烯烃的结构	47	3.5.5 催化氧化反应	71
3.1.2 炔烃的结构	49	3.5.6 聚合反应	71
3.1.3 π 键的特性	50	3.5.7 α -氢原子的反应	73
3.2 烯烃和炔烃的同分 异构	50	3.5.8 炔烃的活泼氢 反应	74
3.3 烯烃和炔烃的命名	51	3.6 烯烃和炔烃的工业生产及 制法	76
3.3.1 烯基和炔基	51	3.6.1 低级烯烃的工业 生产	76
3.3.2 烯烃和炔烃的系统 命名	52	3.6.2 乙炔的工业生产	76
3.3.3 烯烃顺反异构体的 命名	52	3.6.3 烯烃的实验室 制法	76
3.3.4 烯炔的命名	54	3.6.4 炔烃的实验室 制法	77
3.4 烯烃和炔烃的物理 性质	54	本章精要速览	78
3.5 烯烃和炔烃的化学 性质	55	烯烃的化学性质小结	79
3.5.1 催化加氢反应	56	炔烃的化学性质小结	80
3.5.2 离子型加成反应	57	习题	81
3.5.3 自由基加成反应	66		

第4章 二烯烃 共轭体系

85

4.1 二烯烃的分类和命名	85	4.1.1 二烯烃的分类	85
---------------	----	--------------	----

4.1.2 二烯烃的命名	85	反应	95
4.2 二烯烃的结构	86	4.5.2 共轭二烯加成反应的理论解释	96
4.2.1 丙二烯的结构	86	4.5.3 周环反应	97
4.2.2 1,3-丁二烯的结构	86	* 4.5.4 周环反应的理论解释	100
4.3 电子离域与共轭体系	88	4.5.5 聚合反应与合成橡胶	103
4.3.1 π - π 共轭	88	4.6 重要共轭二烯烃的工业制法	104
4.3.2 p- π 共轭	89	4.6.1 1,3-丁二烯的工业制法	104
4.3.3 超共轭	90	4.6.2 2-甲基-1,3-丁二烯的工业制法	104
4.4 共振论	92	4.7 环戊二烯	105
4.4.1 共振论的基本概念	92	4.7.1 工业来源和制法	105
4.4.2 共振极限结构式	92	4.7.2 化学性质	105
4.4.3 书写极限结构式遵循的基本原则	93	本章精要速览	106
4.4.4 共振论的应用及其局限性	94	共轭双烯的化学性质小结	107
4.5 共轭二烯烃的化学性质	95	习题	108
4.5.1 共轭二烯烃的加成			

第5章 芳烃 芳香性

110

5.1 芳烃的构造异构和命名	110	5.5 苯环上取代反应的定位规则	124
5.1.1 构造异构	110	5.5.1 两类定位基	124
5.1.2 命名	111	5.5.2 苯环上取代反应定位规则的理论解释	125
5.2 苯的结构	112	5.5.3 二取代苯的定位规则	129
5.2.1 凯库勒结构式	112	5.5.4 定位规则在有机合成上的应用	129
5.2.2 价键理论对苯的结构描述	112	5.6 稠环芳烃	131
5.2.3 分子轨道理论	113	5.6.1 萘	131
5.2.4 共振论对苯分子结构的解释	114	5.6.2 其他稠环芳烃	135
5.3 单环芳烃的物理性质	114	5.7 芳香性	136
5.4 单环芳烃的化学性质	114	5.7.1 Hückel 规则	136
5.4.1 芳烃苯环上的反应	115	5.7.2 非苯芳烃及其芳香性的判断	137
5.4.2 芳烃侧链(烷基)上的反应	122	5.8 富勒烯 石墨烯	138

5.9 单环芳烃的来源	139
5.9.1 从煤焦油分离	139
5.9.2 芳构化	140
5.9.3 从石油裂解产品中分离	140
5.10 多官能团化合物的	

命名	140
本章精要速览	142
单环芳烃的化学性质小结	143
稠环芳烃的化学性质小结	143
习题	144

第6章 立体化学

148

6.1 同分异构体的分类	148	对映异构	155
6.2 手性和对称性	148	6.5 脂环化合物的立体异构	156
6.2.1 偏振光和物质的旋光性	148	6.5.1 脂环化合物的顺反异构	156
6.2.2 旋光仪和比旋光度	149	6.5.2 脂环化合物的对映异构	157
6.2.3 分子的手性与旋光性	150	6.6 不含手性中心化合物的对映异构	157
6.2.4 分子的对称性与旋光性	150	6.6.1 丙二烯型化合物	157
6.3 具有一个手性中心的对映异构	151	6.6.2 联苯型化合物	158
6.3.1 对映体和外消旋体的性质	151	6.7 手性中心的产生	159
6.3.2 构型的表示方法	152	6.7.1 第一个手性中心的产生	159
6.3.3 构型的标记方法	153	6.7.2 第二个手性中心的产生	159
6.4 具有两个和两个以上手性中心的对映异构	154	6.8 不对称合成	159
6.4.1 具有两个不同手性碳原子的对映异构	154	6.9 立体化学在研究反应机理中的应用	161
6.4.2 具有两个相同手性碳原子的对映异构	155	* 6.10 手性与手性药物	162
6.4.3 具有多个手性碳原子的		本章精要速览	163
		习题	164

第7章 卤代烃

167

7.1 卤代烃的分类	167	7.2 卤代烃的命名	168
7.1.1 卤代烷的分类	168	7.2.1 简单卤代烃的命名	168
7.1.2 卤代烯烃和卤代芳烃的分类	168	7.2.2 卤代烷的系统命名	

名法	168	(E1) 机理	183
7.2.3 卤代烯烃和卤代芳烃的 系统命名法	169	7.7.2 双分子消除取代反应 (E2) 机理	184
7.3 卤代烃的制法	169	7.8 影响亲核取代反应和消除反应 的因素	185
7.3.1 由烃卤化	169	7.8.1 烷基结构的影响	185
7.3.2 由不饱和烃加成	170	7.8.2 进攻试剂的影响	187
7.3.3 由醇制备	170	7.8.3 卤原子(离去基团)的 影响	188
7.3.4 卤原子交换反应	170	7.8.4 溶剂的影响	189
7.3.5 多卤代烃部分脱卤 化氢	171	7.8.5 反应温度的影响	190
7.3.6 芳烃的卤甲基化	171	7.9 卤代烯烃和卤代芳烃的化学 性质	190
7.3.7 由重氮盐制备	171	7.9.1 双键位置对卤原子活泼性 的影响	190
7.4 卤代烃的物理性质	171	7.9.2 乙烯型和苯基型卤代烃的 化学性质	192
7.5 卤代烃的化学性质	172	7.9.3 烯丙型和苄基型卤代烃的 化学性质	195
7.5.1 亲核取代反应	172	7.10 氟代烃	197
7.5.2 消除反应	174	7.10.1 氟利昂	197
7.5.3 与金属反应	176	7.10.2 含氟高分子材料	198
7.5.4 相转移催化反应	178	本章精要速览	199
7.6 亲核取代反应机理	179	卤代烃的制备及卤烷化学性质 小结	200
7.6.1 单分子亲核取代反应 (S _N 1) 机理	179	芳基卤的制备及性质小结	200
7.6.2 双分子亲核取代反应 (S _N 2) 机理	181	习题	201
7.6.3 分子内亲核取代反应机理 邻基效应	182		
7.7 消除反应的机理	183		
7.7.1 单分子消除取代反应			

第8章 有机化学中的波谱方法

205

8.1 分子吸收光谱和分子 结构	205	8.3.1 核磁共振的产生	214
8.2 红外光谱	206	8.3.2 化学位移	217
8.2.1 分子的振动和红外 光谱	206	8.3.3 ¹ H NMR 的自旋偶合与 自旋裂分	220
8.2.2 有机化合物基团的特征 频率	209	8.3.4 ¹ H NMR 的谱图 解析	223
8.2.3 有机化合物红外光谱 解析	212	8.3.5 结合红外及核磁共振氢谱 推断结构举例	225
8.3 核磁共振	214	8.3.6 ¹³ C 核磁共振谱 简介	227

* 8.4 紫外光谱	228	* 8.5 质谱	231
8.4.1 UV 光谱的产生及 UV 谱图	228	8.5.1 质谱仪和质谱图	231
8.4.2 UV 术语	229	8.5.2 分子离子峰	232
8.4.3 UV 吸收带及其特征	229	本章精要速览	234
		习题	234

第 9 章 醇和酚

239

9.1 醇和酚的分类、同分异构和命名	239	9.5.2 醚的生成	251
9.1.1 醇和酚的分类	239	9.5.3 酯的生成	252
9.1.2 醇和酚的构造异构	240	9.5.4 卤代烃的生成	253
9.1.3 醇和酚的命名	240	9.5.5 脱水反应	255
9.2 醇和酚的结构	242	9.5.6 氧化反应	258
9.3 醇和酚的制法	242	9.6 酚的化学性质	260
9.3.1 醇的制法	242	9.6.1 酚的酸性	260
9.3.2 酚的制法	245	9.6.2 酚醚的生成	262
9.4 醇和酚的物理性质与波谱特征	247	9.6.3 酚酯的生成	262
9.4.1 醇和酚的物理性质	247	9.6.4 酚与三氯化铁的显色反应	263
9.4.2 醇和酚的波谱性质	248	9.6.5 酚芳环上的亲电取代反应	263
9.5 醇的化学性质	250	9.6.6 酚的氧化和还原	268
9.5.1 醇的酸碱性	250	本章精要速览	269
		醇的制备及性质小结	270
		酚的制备及性质小结	271
		习题	272

第 10 章 醚和环氧化合物

275

10.1 醚和环氧化合物的命名	275	合成	276
10.2 醚和环氧化合物的结构	276	10.3.2 Williamson 合成法	276
10.2.1 醚的结构	276	10.3.3 不饱和烃与醇的反应	278
10.2.2 环氧化合物的结构	276	10.4 醚的物理性质和波谱特征	279
10.3 醚和环氧化合物的制法	276	10.4.1 醚的物理性质	279
10.3.1 醚和环氧化合物的工业		10.4.2 醚的波谱特征	280
		10.5 醚和环氧化合物的化学	

性质	280	10.5.5 Claisen 重排	283
10.5.1 锌盐的生成	281	10.5.6 过氧化物的生成	284
10.5.2 酸催化碳氧键 断裂	281	10.6 冠醚	284
10.5.3 环氧化合物的开环反应	282	本章精要速览	285
10.5.4 环氧乙烷与 Grignard 试 剂的反应	283	醚的制备及化学性质小结	286
		环氧化合物的制备及化学性质 小结	286
		习题	287

第 11 章 醛、酮和醌

289

11.1 醛和酮的分类和命名	289	特征	293
11.1.1 醛和酮的分类	289	11.5 醛和酮的化学性质	295
11.1.2 醛和酮的命名	289	11.5.1 羰基的亲核加成反应 概论	295
11.2 醛和酮的结构	290	11.5.2 羰基的亲核加成	297
11.3 醛和酮的制法	290	11.5.3 α -氢原子的反应	306
11.3.1 醛和酮的工业 合成	290	11.5.4 氧化和还原	311
11.3.2 伯醇和仲醇的 氧化	291	11.6 α, β -不饱和醛、酮的 特性	314
11.3.3 羧酸衍生物的 还原	291	11.6.1 与亲电试剂加成	314
11.3.4 芳环上的酰基化	292	11.6.2 与亲核试剂加成	314
11.3.5 同碳二卤化物 水解	292	11.6.3 还原反应	315
11.3.6 炔烃水合	292	11.7 乙烯酮	316
11.3.7 其他方法	292	11.8 醌	317
11.4 醛和酮的物理性质及波谱 特征	293	11.8.1 醌的制法	318
11.4.1 醛和酮的物理 性质	293	11.8.2 醌的化学性质	318
11.4.2 醛和酮的波谱		本章精要速览	320
		醛、酮的制备及化学性质 小结	321
		习题	325

第 12 章 羧 酸

330

12.1 羧酸的分类和命名	330	12.2 羧酸的结构	331
12.1.1 羧酸的分类	330	12.3 羧酸的制法	331
12.1.2 羧酸的命名	330	12.3.1 羧酸的工业合成	331

12.3.2 伯醇、醛的氧化	332	生成	339
12.3.3 腈水解	332	12.5.3 羧基被还原	341
12.3.4 Grignard 试剂与 CO_2 作用	333	12.5.4 脱羧反应	341
12.3.5 酚酸合成	333	12.5.5 二元羧酸的受热 反应	342
12.4 羧酸的物理性质和波谱 特征	333	12.5.6 α -氢原子的反应	343
12.4.1 羧酸的物理性质	333	12.6 羧基酸	344
12.4.2 羧酸的波谱特征	335	12.6.1 羧基酸的制法	344
12.5 羧酸的化学性质	336	12.6.2 羧基酸的性质	345
12.5.1 羧酸的酸性	336	本章精要速览	346
12.5.2 羧酸衍生物的		羧酸的制备及化学性质小结	347
		习题	348

第 13 章 羧酸衍生物

351

13.1 羧酸衍生物的命名	351	13.3.3 还原反应	357
13.2 羧酸衍生物的物理性质和 波谱特征	352	13.3.4 与 Grignard 试剂的 反应	359
13.2.1 羧酸衍生物的物理 性质	352	13.3.5 酰胺氮原子上的 反应	360
13.2.2 羧酸衍生物的波谱 特征	352	13.4 碳酸衍生物	362
13.3 羧酸衍生物的化学 性质	354	13.4.1 碳酰氯	362
13.3.1 酰基上的亲核 取代	354	13.4.2 碳酰胺	363
13.3.2 酰基上的亲核取代反应 机理及相对活性	356	13.4.3 碳酸二甲酯	364
		本章精要速览	365
		羧酸衍生物的相互转化及化学性质 小结	366
		习题	367

第 14 章 β -二羰基化合物

370

14.1 酮-烯醇互变异构	370	14.3.3 乙酰乙酸乙酯在有机 合成上的应用	374
14.2 乙酰乙酸乙酯的合成—— Claisen 酯缩合反应	372	14.4 丙二酸二乙酯的合成及 应用	376
14.3 乙酰乙酸乙酯的性质及其在 合成上的应用	373	14.4.1 丙二酸二乙酯的 合成	376
14.3.1 亚甲基上的烃基化和酰 基化	373	14.4.2 丙二酸二乙酯在有机 合成上的应用	376
14.3.2 酮式分解和酸式 分解	374	14.5 Knoevenagel 反应	377

14.6	Michael 加成	377
14.7	其他含活泼亚甲基的 化合物	379

本章精要速览	379
习题	380

第 15 章 有机含氮化合物

383

15.1	硝基化合物	383	15.2.6	季铵盐和季铵碱	405
15.1.1	硝基化合物的分类和 命名	383	15.2.7	二元胺	407
15.1.2	硝基的结构	383	15.3	重氮与偶氮化合物	408
15.1.3	硝基化合物的 制备	384	15.3.1	重氮盐的制备——重氮 化反应	408
15.1.4	硝基化合物的物理性质 和波谱特征	384	15.3.2	重氮盐的反应及其在 合成中的应用	409
15.1.5	硝基化合物的化学 性质	385	15.4	腈	415
15.2	胺	389	15.4.1	腈的命名	415
15.2.1	胺的分类和命名	390	15.4.2	腈的化学性质	415
15.2.2	胺的结构	391	15.4.3	丙烯腈	417
15.2.3	胺的制法	392	本章精要速览	418	
15.2.4	胺的物理性质和波谱 特征	395	脂肪族伯胺的制备及化学性质		
15.2.5	胺的化学性质	396	小结	419	
			芳香族伯胺的制备及化学性质		
			小结	420	
			习题	420	

第 16 章 含硫、含磷和含硅有机化合物

424

16.1	含硫有机化合物	425	* 16.2.4	有机磷农药	436
16.1.1	硫醇、硫酚、 硫醚	425	* 16.2.5	不对称催化中的膦 配体	437
16.1.2	磺酸	428	* 16.3	有机硅化合物	438
* 16.1.3	芳磺酰胺和磺胺类 药物	431	16.3.1	有机硅化合物的 结构	438
* 16.1.4	离子交换树脂	432	16.3.2	有机卤硅烷	439
16.2	有机含磷化合物	434	16.3.3	高分子有机硅 简介	441
16.2.1	烷基膦的结构	434	本章精要速览	444	
16.2.2	有机磷化合物作为亲核 试剂的反应	435	习题	446	
16.2.3	磷酸酯	435			

17.1 杂环化合物的分类、命名和结构	449	17.3 六元杂环化合物	457
17.1.1 分类和命名	449	17.3.1 吡啶	457
17.1.2 结构和芳香性	450	17.3.2 嘧啶	459
17.2 五元杂环化合物	453	17.4 稠杂环化合物	460
17.2.1 五元杂环的来源和制法	453	17.4.1 吡咯	460
17.2.2 五元杂环的化学性质	453	17.4.2 喹啉	461
		17.4.3 嘌呤	462
		本章精要速览	463
		习题	463

18.1 油脂	466	18.5.1 单萜	473
18.1.1 油脂的结构和组成	466	18.5.2 倍半萜	475
18.1.2 油脂的性质	467	18.5.3 双萜	475
18.1.3 油脂的用途	469	18.5.4 三萜	476
18.2 肥皂和表面活性剂	469	18.5.5 四萜	476
18.2.1 肥皂的两亲结构	469	18.6 甾族化合物	477
18.2.2 表面活性剂	469	18.6.1 甾醇类	477
18.3 蜡	471	18.6.2 胆酸类	478
18.4 磷脂	472	18.6.3 甾体激素	479
18.5 萜类化合物	473	本章精要速览	479
		习题	480

19.1 碳水化合物的分类	482	19.3 二糖	491
19.2 单糖	482	19.3.1 蔗糖	491
19.2.1 单糖的构型和标记	483	19.3.2 麦芽糖	492
19.2.2 单糖的氧环式结构	484	19.3.3 纤维二糖	493
19.2.3 单糖的构象	486	19.4 多糖	493
19.2.4 单糖的化学性质	486	19.4.1 淀粉	493
19.2.5 脱氧糖	490	19.4.2 纤维素	496
19.2.6 氨基糖	490	本章精要速览	498
		习题	499