



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

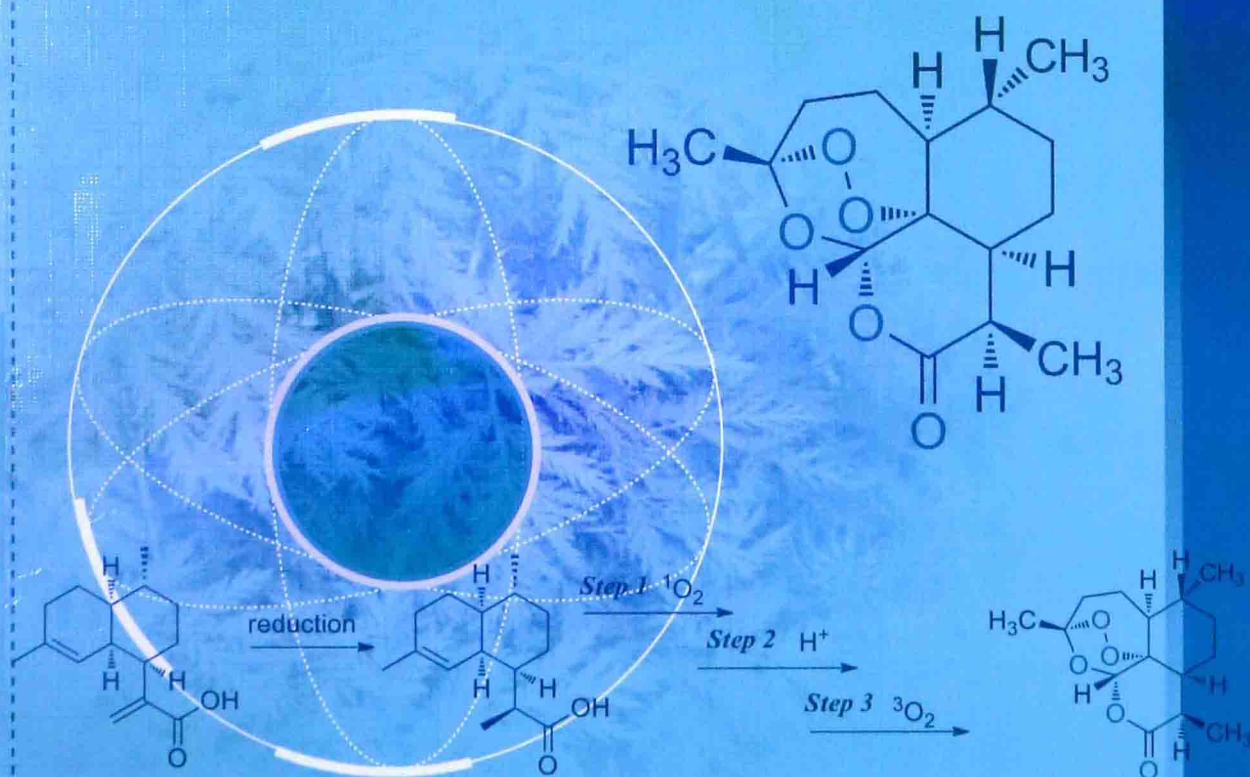
有机化学

Organic Chemistry

第3版

The Third Edition

王彦广 吕萍 傅春玲 马成 主编



化学工业出版社



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

有机化学

第三版

王彦广 吕 萍 傅春玲 马 成 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材，是在结合第二版教材教学实践和广大读者意见的基础上修订而成的。全书共 17 章，主要介绍有机化合物分子结构基础，各类有机化合物的命名、结构和性质、基本有机反应及其机理，立体化学，有机波谱分析基础知识及周环反应等内容。本书编排体系独特，增加了有机反应机理方面的介绍，体现了有机化学的系统性和规律性；章节中的分子表面静电势图和“阅读材料”栏目有助于学生对分子轨道理论和有机化学发展前沿等相关知识的理解，增强了教材的实用性和时代感。

本书可作为高等院校化学、应用化学、化工、材料、生物、药学、环境、医学等专业基础有机化学课程的教材，也可供其他相关专业选用。

图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学/王彦广等主编. —3 版. —北京：化学工业出版社，2015.3

“二十五”普通高等教育本科国家级规划教材
ISBN 978-7-122-22860-4

I. ①有… II. ①王… 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 (2015) 第 016399 号

责任编辑：宋林青 成荣霞
责任校对：宋 玮

文字编辑：褚红喜
装帧设计：王晓宇

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 刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 34¼ 彩插 1 字数 908 千字 2015 年 6 月北京第 3 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：58.00 元

版权所有 违者必究

前 言

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。鉴于近年来有机化学学科的发展，以及当今化学教学改革的深入开展，结合本书第二版出版六年来各兄弟院校和我校在使用过程中所发现的问题，编者进行了再次修订。

第三版在保持第二版特色的基础上，增加了大部分有机反应机理方面的内容，以便学生准确、全面地理解这些反应，并引起深入思考。此外，第三版还增加了分子表面静电势图和“阅读材料”栏目，加强了分子轨道理论等相关知识。

在这次修订中，我们还基于多年来的教学经验，调整了部分内容的编排顺序。例如，将有机化合物的分子结构基础知识单独编为第 1 章，将共振论的知识由原来的第 6 章调至第 1 章介绍，将发生在羰基化合物 α -碳上的反应单独编排为第 12 章。

为便于学生及时自我检查所学知识，我们对各章的习题进行了较大幅度的改编，加大了综合性习题的比例。所有习题均不附答案，但部分习题附有参考文献。读者通过查阅相关文献，不仅可以获得答案，还可了解这些题目的背景知识和所用方法的适用范围及优缺点。

本书由王彦广教授（绪论、第 10~13 章、第 15~17 章）、吕萍教授（第 1~7 章）、傅春玲教授（第 8 章、第 9 章）和马成教授（第 14 章）编写，全书由王彦广教授和吕萍教授通读并定稿。

由于作者水平有限，书中疏漏之处在所难免，敬请同行及读者批评指正。

编 者
2014 年 12 月

第一版前言

20 世纪,高速发展的有机化学不仅揭示了构成物质世界的有机化合物分子中原子键合的本质以及有机分子转化的规律,而且创造了无数具有特定性能或生物活性的有机分子(如医药、农药、材料等),为相关学科(如生命科学、材料科学、环境科学等)的发展提供了理论、技术和材料,为推动科技发展和社会进步,提高人类生活质量,改善人类生存环境等作出了独特贡献。进入 21 世纪以后,为适应学科的发展和人才培养的需要,我们认为有必要编写一本内容新颖的有机化学参考书。本书是我们在原有讲稿、讲义的基础上,经过精心整理、删改、充实、提高,并吸取了国内外同类教学参考书的优点编写而成的,它是我们多年从事有机化学教学改革成果,也是我们多年教学实践经验的结晶。取材新颖、内容精炼、通俗易懂、风格独特是本书的主要特色。

在有机化学中,烷烃、烯烃、炔烃、二烯烃和脂环烃的结构、命名等是初学者应掌握的重点内容,但它们有许多共同之处。为此,本书将这些内容放在同一章中介绍,而将这五类化合物的反应按照“碳碳重键的加成反应”和“自由基反应”两种机理分章单独介绍。与目前的大多数有机化学教材编写体系相比,这种编写体系不仅压缩了篇幅,而且强调了有机化学的系统性和规律性,有利于初学者尽快掌握有机化合物之间的内在联系和学习方法。

本书按照“推陈出新、少而精”的原则,在编写材料取舍方面,删减了一般性的反应,加强了有代表性的典型反应;摒弃了陈旧内容,增加了一些能够反映当今有机化学发展的新内容,如已得到广泛应用的卤代烃与有机金属化合物的交叉偶联反应,以及醇的催化、氧化制备醛、酮的新方法等。

为增强本书的实用性和趣味性,我们在介绍重要反应时,大多列举了典型的实例,重点是已经工业化的反应,并附有产率数据,同时强调反应的使用范围和反应条件。根据我们的教学经验,这正是学生非常需要而在一般教科书中不易找到的知识。如果缺乏这些知识,则在运用有机反应时极易出现各种错误。此外,本书还以独立的知识专栏的编排形式,介绍了一些有机精细化学品(如医药、农药、染料等),以及与生活和环境、生命、材料和能源等交叉学科相关的化学知识(如绿色化学、致癌物质、维生素、光合作用等)。

我们在突出上述主要特色方面做了一定努力,在有些方面可能是成功的,但在某些方面可能还不令人满意。由于作者水平有限,时间仓促,书中不尽如人意之处在所难免,恳切希望同行及读者批评、指正。

本书由浙江大学王彦广教授(第 1 章、第 10 章、第 11 章、第 12 章、第 13 章、第 14 章、第 15 章、第 16 章、第 17 章)和张殊佳副教授(第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章、第 9 章)合编,全书由王彦广教授统稿。

已故中国科学院院士陈耀祖教授生前曾对本书的编写工作提出了不少宝贵意见和建议，特别是他亲自参与了本书编写大纲的制定。本书在编写过程中还得到了马成、张玉红副教授的支持和帮助，特表衷心感谢。

言前照一第

编者

2003年10月

第二版前言

本书自 2004 年出版以来，在浙江大学作为材料、化工、生物、药学、环境等专业教材和研究生入学考试的参考资料，已使用三年。在此期间，一些任课教师、学生和读者提出了许多很好的意见和建议，如有个别地方取材不当、内容欠缺或出现重复等。为此，作者及化学工业出版社均认为本书有修改再版的必要。

第二版保持了第一版主要特色和编排体系，但考虑到第一版中的难点（如第 12 章活泼亚甲基反应）过于集中，第二版对此内容进行了分解，将有关反应分别并入第 10 章醛和酮以及第 11 章羧酸及其衍生物中。此外，第二版在某些内容的安排和取材方面与第一版有所不同。例如，质谱是重要的有机结构分析工具，故第二版在第 7 章中加大了对有机质谱分析的介绍；核磁共振碳谱虽然也很重要，但限于篇幅，同时考虑到各校开设波谱分析等后续专业课程，第二版未能深入讨论。在第二版中我们还改写了第 8 章卤代烃的偶联反应一节，并增加了一些新反应和新方法（如 Sonogashira 反应和 Suzuki 反应等）。杂环化合物是一大类重要的有机化合物，对其制备方法的研究近年已取得长足进展，为此，本版增加了各类杂环化合物的化学性质和重要合成方法。同时我们还全面改写了涉及有机电子理论的内容，将有关的概念和原理贯穿于全书之中。

为便于学生及时自我检查所学知识，在第二版中，我们在各章节增加了“问题”栏目，并对章后的习题部分进行了较大幅度改写，增加了综合性习题的数量；所有问题和习题均不附答案，但部分习题附了参考文献，通过查阅相关文献，读者不仅可以获得答案，而且可全面了解这些题目的背景知识和所用方法的适用范围及优缺点。希望教师在教学过程中指导学生掌握这样的学习方式，注意培养学生自我获取知识的能力。此外，为增强本书的实用性和趣味性，第二版仍保留了第一版中的“知识卡片”栏目，对其内容也进行了精心取舍。本版“知识卡片”的内容涉及有机化学的一些亮点（如重大研究成果）和明星分子简介等。

本书由王彦广教授（第 1 章、第 10 章、第 11 章、第 14 章、第 15 章、第 16 章）、吕萍教授（第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 6 章、第 7 章）、张殊佳教授（第 8 章、第 9 章）和吴军教授（第 5 章、第 12 章、第 13 章）编著，全书由王彦广教授和吕萍教授通读并定稿。

由于作者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请同行及读者批评指正。

编著者

2008 年 7 月

目 录

官能团二集

绪论 /1

- 0.1 有机化学和有机化合物 /1
- 0.2 有机化学的发展简史 /1
- 0.3 有机化学的主要分支简介 /3
- 0.4 如何学习有机化学? /5

第 1 章 有机化合物分子结构基础 /6

- 1.1 共价键 /6
- 1.2 有机化合物结构的表示方式 /7
 - 1.2.1 Lewis 结构式 /7
 - 1.2.2 Kekulé 结构式 /7
- 1.3 共振理论 /9
 - 1.3.1 共振结构与共振杂化体 /9
 - 1.3.2 共振结构的书写 /9
 - 1.3.3 共振稳定作用 /11
- 1.4 杂化理论 /12
- 1.5 分子轨道理论 /14
- 1.6 共价键的键长、键能和键角 /16
 - 1.6.1 键长 /16
 - 1.6.2 键能 /16
 - 1.6.3 键角 /17
 - 1.6.4 分子模型 /17
- 1.7 共价键的极性、分子偶极矩和诱导效应 /18
 - 1.7.1 元素的电负性与共价键的极性 /18
 - 1.7.2 分子的偶极矩 /19
 - 1.7.3 诱导效应 /19
- 1.8 分子间的弱作用力 /20
 - 1.8.1 范德华力 /20
 - 1.8.2 氢键 /20
- 1.9 有机化合物的分类 /22
- 习题 /24

第 2 章 脂肪烃和脂环烃 /26

- 2.1 脂肪烃的分类和构造异构 /26
 - 2.1.1 脂肪烃的分类和同系列 /26
 - 2.1.2 脂肪烃的构造异构 /27

2.2 脂肪烃的命名 /29	
2.2.1 普通命名法 /29	
2.2.2 系统命名法 /29	
2.3 脂肪烃的结构和顺反异构 /36	
2.3.1 烷烃、烯烃和炔烃的结构 /36	
2.3.2 1,3-丁二烯的结构和共轭效应 /39	
2.3.3 烯烃的顺反异构和超共轭效应 /42	
2.4 烷烃的构象 /45	
2.4.1 乙烷的构象 /45	
2.4.2 丁烷的构象 /47	
2.5 脂肪烃的物理性质 /48	
2.5.1 沸点 /48	
2.5.2 熔点 /50	
2.5.3 密度 /51	
2.5.4 溶解度 /51	
2.6 脂环烃的命名 /52	
2.6.1 单环化合物的命名 /53	
2.6.2 螺环化合物的命名 /54	
2.6.3 桥环化合物的命名 /54	
2.7 环烷烃的构象 /55	
2.7.1 环的张力与稳定性 /55	
2.7.2 环己烷的构象 /57	
2.7.3 取代环己烷的构象 /58	
2.7.4 环丙烷的结构与构象 /59	
2.7.5 环丁烷的构象 /60	
2.7.6 环戊烷的构象 /60	
2.7.7 十氢萘的构象 /60	
2.8 脂肪烃的酸性 /61	
习题 /62	
第3章 立体异构体 /64	
3.1 分子的光学活性 /64	
3.1.1 物质的旋光性 /65	
3.1.2 比旋光度 /65	
3.2 分子的手性与对称性 /66	
3.2.1 分子的手性 /66	
3.2.2 分子的对称因素与手性的判断 /67	
3.3 含有一个手性碳原子的化合物 /69	
3.3.1 对映异构体和外消旋体的性质差异 /69	
3.3.2 构型的表示方法 /70	
3.3.3 构型的标记 /71	
3.4 含两个手性碳原子的化合物 /74	

- 3.4.1 含两个不同手性碳原子的化合物 /74
- 3.4.2 含有两个相同手性碳原子的化合物 /75
- 3.4.3 构象与光学活性 /75
- 3.5 环状化合物的立体异构 /76
 - 3.5.1 二取代环己烷的立体异构 /76
 - 3.5.2 二取代环戊烷的立体异构 /77
 - 3.5.3 二取代环丙烷和环丁烷的立体异构 /77
- 3.6 不含手性碳原子的化合物的立体异构 /78
 - 3.6.1 丙二烯型化合物的对映异构 /78
 - 3.6.2 联苯型化合物的对映异构 /79
 - 3.6.3 环外双键型化合物的对映异构 /79
 - 3.6.4 螺环化合物的对映异构 /80
- 3.7 外消旋体的拆分 /80
- 习题 /81

第4章 碳碳重键的加成反应 /83

- 4.1 共价键的断裂方式与有机反应的基本类型 /83
- 4.2 烯烃和炔烃的亲电加成反应 /84
 - 4.2.1 烯烃和炔烃与卤化氢的加成 /85
 - 4.2.2 烯烃和炔烃的水合 /93
 - 4.2.3 烯烃和炔烃与卤素的加成 /94
 - 4.2.4 共轭双烯的加成反应 /100
 - 4.2.5 羟汞化-还原反应 /102
 - 4.2.6 硼氢化-氧化反应 /103
- 4.3 Diels-Alder 反应 /107
- 4.4 烯烃和炔烃与氢的加成反应 /110
 - 4.4.1 烯烃的催化加成 /110
 - 4.4.2 炔烃的催化氢化 /112
 - 4.4.3 炔烃的金属还原 /112
- 4.5 烯烃和炔烃的亲核加成反应 /113
- 4.6 烯烃和炔烃与氧的加成反应 /115
 - 4.6.1 双羟基化反应 /115
 - 4.6.2 环氧化反应 /117
 - 4.6.3 氧化断裂 /118
- 4.7 炔烃和烯烃的聚合反应 /120
 - 4.7.1 烯烃的聚合 /120
 - 4.7.2 共轭二烯烃的聚合 /122
 - 4.7.3 炔烃的聚合 /122
- 习题 /123

第5章 自由基反应 /126

- 5.1 自由基的产生 /126

5.1.1 σ 键的均裂 /126	5.1.1 σ 键的均裂 /126
5.1.2 π 键的光化学激发 /127	5.1.2 π 键的光化学激发 /127
5.1.3 单电子转移 /128	5.1.3 单电子转移 /128
5.2 自由基的结构及稳定性 /128	5.2 自由基的结构及稳定性 /128
5.2.1 自由基的结构 /128	5.2.1 自由基的结构 /128
5.2.2 自由基的稳定性 /129	5.2.2 自由基的稳定性 /129
5.3 烷烃的自由基取代反应 /131	5.3 烷烃的自由基取代反应 /131
5.3.1 甲烷的氯化反应 /131	5.3.1 甲烷的氯化反应 /131
5.3.2 氯代反应的机理 /131	5.3.2 氯代反应的机理 /131
5.3.3 其他卤素的卤代反应 /133	5.3.3 其他卤素的卤代反应 /133
5.3.4 其他烷烃的卤代 /133	5.3.4 其他烷烃的卤代 /133
5.4 不饱和烃的 α -H 卤代 /135	5.4 不饱和烃的 α -H 卤代 /135
5.4.1 烯烃和炔烃的 α -H 卤代 /135	5.4.1 烯烃和炔烃的 α -H 卤代 /135
5.4.2 烷基苯的 α -H 卤代 /137	5.4.2 烷基苯的 α -H 卤代 /137
5.5 自由基加成反应 /138	5.5 自由基加成反应 /138
5.5.1 不饱和烃的自由基加成反应 /138	5.5.1 不饱和烃的自由基加成反应 /138
5.5.2 自由基聚合反应 /139	5.5.2 自由基聚合反应 /139
5.6 烷烃的热裂 /140	5.6 烷烃的热裂 /140
习题 /141	习题 /141

第6章 芳香烃 /143

6.1 苯系芳烃的分类及同分异构和命名 /143	6.1 苯系芳烃的分类及同分异构和命名 /143
6.1.1 苯系芳烃的分类 /143	6.1.1 苯系芳烃的分类 /143
6.1.2 单环芳烃的同分异构和命名 /144	6.1.2 单环芳烃的同分异构和命名 /144
6.1.3 多环芳烃的同分异构和命名 /147	6.1.3 多环芳烃的同分异构和命名 /147
6.2 苯的结构与稳定性 /148	6.2 苯的结构与稳定性 /148
6.2.1 苯分子中的杂化轨道和大 π 键 /148	6.2.1 苯分子中的杂化轨道和大 π 键 /148
6.2.2 苯的共振结构 /149	6.2.2 苯的共振结构 /149
6.2.3 苯的分子轨道 /149	6.2.3 苯的分子轨道 /149
6.3 单环芳烃的物理性质 /150	6.3 单环芳烃的物理性质 /150
6.4 苯环上的亲电取代反应 /151	6.4 苯环上的亲电取代反应 /151
6.4.1 卤化反应 /152	6.4.1 卤化反应 /152
6.4.2 硝化反应 /153	6.4.2 硝化反应 /153
6.4.3 磺化反应 /154	6.4.3 磺化反应 /154
6.4.4 Friedel-Crafts 烷基化反应 /155	6.4.4 Friedel-Crafts 烷基化反应 /155
6.4.5 Friedel-Crafts 酰基化反应 /157	6.4.5 Friedel-Crafts 酰基化反应 /157
6.4.6 氯甲基化反应 /159	6.4.6 氯甲基化反应 /159
6.5 亲电取代反应的定位规律和反应活性 /159	6.5 亲电取代反应的定位规律和反应活性 /159
6.5.1 单取代苯的亲电取代反应的定位规律和反应活性 /160	6.5.1 单取代苯的亲电取代反应的定位规律和反应活性 /160
6.5.2 二取代苯的定位规律 /165	6.5.2 二取代苯的定位规律 /165
6.5.3 多环芳烃定位规律 /166	6.5.3 多环芳烃定位规律 /166
6.5.4 定位规则在有机合成上的应用 /168	6.5.4 定位规则在有机合成上的应用 /168

6.6 芳烃的氧化还原反应 /169

6.6.1 氧化反应 /169

6.6.2 还原反应 /170

6.7 芳香性 /173

6.7.1 苯系芳香烃 /173

6.7.2 单环体系非苯芳香烃 /174

6.7.3 芳香性与反芳香性的分子轨道理论解释 /176

6.7.4 多环体系非苯芳香烃 /177

6.7.5 芳香杂环化合物 /178

习题 /179

第7章 有机波谱分析基础 /182

7.1 电磁波谱的概念 /182

7.2 红外光谱 /183

7.2.1 简谐振动模型: Hooke's 定律 /184

7.2.2 分子的振动形式和选择吸收定律 /185

7.2.3 有机化合物基团的特征吸收 /185

7.2.4 红外谱图解析实例 /187

7.3 核磁共振谱 /189

7.3.1 核磁共振现象与核磁共振谱 /189

7.3.2 化学位移 /191

7.3.3 自旋偶合和自旋裂分 /194

7.3.4 化学等价和磁等价 /197

7.3.5 氢谱解析举例 /200

7.3.6 碳-13 核磁共振谱简介 /201

7.4 紫外吸收光谱 /202

7.4.1 基本原理 /202

7.4.2 紫外吸收光谱图 /203

7.4.3 紫外吸收光谱的应用 /206

7.5 质谱 /207

7.5.1 基本原理 /207

7.5.2 分子离子峰 /208

7.5.3 同位素峰和分子式的测定 /208

7.5.4 有机化合物的质谱碎裂规律 /211

习题 /216

第8章 卤代烃 /220

8.1 卤代烃的分类和命名 /220

8.1.1 卤代烃的分类 /220

8.1.2 卤代烃的命名 /221

8.2 卤代烃的物理性质及波谱特征 /222

8.3 卤代烃的制备 /226

8.3.1	饱和碳原子上氢原子的卤代	/226
8.3.2	不饱和烃与卤素或卤化氢的加成反应	/226
8.3.3	芳环上的取代反应	/227
8.3.4	卤代烃的卤素交换反应	/227
8.3.5	由醇制备卤代烷	/227
8.4	卤代烷烃的亲核取代反应	/228
8.4.1	亲核取代反应	/228
8.4.2	饱和碳原子上亲核取代反应的机理与立体化学	/232
8.4.3	影响亲核取代反应速度的因素	/239
8.5	卤代烷烃的消除反应	/245
8.5.1	卤代烷消除反应的主要类型	/245
8.5.2	双分子消除反应	/247
8.5.3	单分子消除反应	/250
8.5.4	消除反应与取代反应的竞争	/252
8.6	卤代芳烃的亲核取代反应	/255
8.6.1	芳环上亲核取代反应的特点	/255
8.6.2	芳环上亲核取代反应的机理	/256
8.7	卤代烃与金属的反应	/259
8.7.1	有机镁化合物的制备	/259
8.7.2	有机锂化合物的制备	/260
8.7.3	有机铜锂化合物的制备	/261
8.7.4	烷基钠的形成及其偶联反应	/262
8.8	卤代烷与有机金属化合物的偶联反应	/262
	习题	/262

第9章 醇、酚和醚 /269

9.1	醇	/269
9.1.1	醇的结构、分类和命名	/269
9.1.2	醇的物理性质及光谱性质	/271
9.1.3	醇的制备	/273
9.1.4	醇的酸性和碱性	/274
9.1.5	醇与氢卤酸的亲核取代反应	/277
9.1.6	醇与三卤化磷和五卤化磷的反应	/279
9.1.7	醇与氯化亚砷的反应	/279
9.1.8	醇的脱水反应	/280
9.1.9	邻二醇的重排反应	/281
9.1.10	醇的氧化与脱氢	/283
9.1.11	邻二醇的氧化断裂反应	/286
9.1.12	醇对烯醚的亲电加成——羟基的保护	/288
9.2	酚	/288
9.2.1	酚的分类和命名	/288
9.2.2	酚的物理性质和波谱特征	/289

- 9.2.3 酚的制备 /291
- 9.2.4 酚的酸性 /293
- 9.2.5 酚的碱性与亲核性 /294
- 9.2.6 酚的芳香亲电取代反应 /295
- 9.2.7 酚的氧化 /299
- 9.3 醚 /301
 - 9.3.1 醚的结构和命名 /301
 - 9.3.2 醚的物理性质和光谱特征 /302
 - 9.3.3 醚的制备 /303
 - 9.3.4 醚的碱性 /305
 - 9.3.5 醚键断裂反应 /305
 - 9.3.6 α -碳氢键氧化反应 /306
 - 9.3.7 环氧化合物的开环反应 /306
- 9.4 硫醇、硫酚和硫醚 /309
 - 9.4.1 硫醇和硫酚 /309
 - 9.4.2 硫醚、亚砷和砷 /310
- 习题 /310

第 10 章 醛和酮 /316

- 10.1 醛和酮的结构及命名 /316
 - 10.1.1 羰基的结构 /316
 - 10.1.2 醛和酮的命名 /317
- 10.2 醛和酮的物理性质及波谱特征 /318
- 10.3 醛和酮的制备 /321
 - 10.3.1 由醇制备醛和酮 /321
 - 10.3.2 由炔烃和烯炔制备醛和酮 /322
 - 10.3.3 由芳烃制备醛和酮 /322
- 10.4 醛和酮的亲核加成反应 /325
 - 10.4.1 与含碳亲核试剂的加成 /326
 - 10.4.2 与含氧亲核试剂的加成 /328
 - 10.4.3 与含硫亲核试剂的加成 /330
 - 10.4.4 与含氮亲核试剂的加成 /331
- 10.5 羰基的还原反应 /333
 - 10.5.1 金属氢化物还原 /333
 - 10.5.2 催化氢化 /334
 - 10.5.3 Meerwein-Ponndorf 还原 /334
 - 10.5.4 Clemmensen 还原 /335
 - 10.5.5 Wolff-Kishner-黄鸣龙还原 /335
 - 10.5.6 Cannizzaro 反应 /336
- 10.6 醛和酮的氧化反应 /337
 - 10.6.1 醛的氧化反应 /337
 - 10.6.2 酮的氧化 /337

10.7 磷和硫叶立德与醛、酮的缩合反应 /338

10.7.1 Wittig 反应和 Wittig-Horner 反应 /338

10.7.2 硫叶立德与醛、酮的缩合 /340

习题 /341

第 11 章 羧酸及其衍生物 /344

11.1 羧酸及其衍生物的结构和命名 /345

11.1.1 羧酸及其衍生物的结构 /345

11.1.2 羧酸及其衍生物的命名 /345

11.2 羧酸及其衍生物的物理性质和波谱特征 /348

11.2.1 羧酸及其衍生物的物理性质 /348

11.2.2 羧酸及其衍生物的光谱特征 /348

11.3 羧酸的酸性 /352

11.4 羧酸及其衍生物的制备 /354

11.4.1 羧酸的制备 /354

11.4.2 酯的制备 /357

11.4.3 酰卤的制备 /359

11.4.4 酸酐的制备 /360

11.4.5 酰胺的制备 /361

11.5 羧酸衍生物的亲核取代反应 /362

11.5.1 加成-消除机理 /362

11.5.2 水解反应 /363

11.5.3 醇解反应 /364

11.5.4 氨解反应 /364

11.5.5 羧酸衍生物与金属有机试剂的反应 /365

11.6 羧酸及其衍生物的还原反应 /366

11.6.1 催化氢化 /366

11.6.2 金属氢化物还原 /366

11.7 羧酸及其衍生物的其他反应 /368

11.7.1 脱羧反应 /368

11.7.2 脱水反应 /369

11.8 碳酸和原酸的衍生物 /370

11.8.1 碳酸衍生物 /370

11.8.2 原酸衍生物 /371

习题 /372

第 12 章 羰基化合物 α -碳上的反应 /376

12.1 羰基化合物 α -氢的酸性 /376

12.1.1 酮-烯醇互变异构 /376

12.1.2 影响 α -氢酸性的因素 /377

12.2 α -卤化反应 /378

12.2.1 酮的 α -卤化反应 /378

- 12.2.2 醛的 α -卤化反应 /380
- 12.2.3 羧酸及其衍生物的 α -卤化反应 /380
- 12.3 α -烷基化反应 /381
 - 12.3.1 经由烯醇负离子的烷基化反应 /381
 - 12.3.2 经由烯胺的烷基化反应 /385
 - 12.3.3 经由烯醇硅醚的烷基化反应 /386

- 12.4 羟醛缩合及相关反应 /387
 - 12.4.1 羟醛缩合反应 /387
 - 12.4.2 Perkin 反应 /389
 - 12.4.3 Darzen 反应 /390
- 12.5 酯缩合反应 /391
 - 12.5.1 Claisen 缩合反应 /391
 - 12.5.2 Dieckmann 缩合反应 /392
 - 12.5.3 交叉的酯缩合反应 /393
 - 12.5.4 酮与酯或酸酐的交叉缩合 /393

- 12.6 Michael 加成反应 /394
 - 12.6.1 烯醇负离子的 Michael 加成反应 /394
 - 12.6.2 金属有机试剂的 Michael 加成反应 /396
 - 12.6.3 氢氰酸的 Michael 加成反应 /397

习题 /398

第 13 章 胺、重氮和偶氮化合物 /402

- 13.1 胺的分类、命名和结构 /402
 - 13.1.1 胺的分类 /402
 - 13.1.2 普通命名法 /403
 - 13.1.3 系统命名法 /403
 - 13.1.4 胺的结构 /404
- 13.2 胺的物理性质和波谱特征 /406
 - 13.2.1 熔点、沸点和溶解度 /406
 - 13.2.2 红外光谱 /406
 - 13.2.3 核磁共振谱 /408
- 13.3 胺的碱性和酸性 /409
 - 13.3.1 胺的碱性 /409
 - 13.3.2 胺的酸性 /411
- 13.4 胺的制备 /412
 - 13.4.1 氨和胺的烃化 /412
 - 13.4.2 Gabriel 法 /413
 - 13.4.3 硝基化合物的还原 /414
 - 13.4.4 其他含氮化合物的还原 /415
 - 13.4.5 Hofmann 重排和 Curtius 重排反应 /417
 - 13.4.6 Mannich 反应 /418
- 13.5 胺的化学性质 /420

- 13.5.1 胺的烷基化反应 /420
- 13.5.2 胺的酰化和磺酰化反应 /420
- 13.5.3 胺的氧化与 Cope 消除反应 /422
- 13.5.4 胺与亚硝酸的反应 /423
- 13.5.5 芳胺的亲电取代反应 /424
- 13.6 季铵盐和季铵碱 /425
 - 13.6.1 季铵盐与相转移催化 /425
 - 13.6.2 季铵碱 /426
- 13.7 重氮化合物 /428
 - 13.7.1 重氮化合物的制备 /428
 - 13.7.2 重氮化合物的性质和反应 /428
- 13.8 芳基重氮盐 /429
 - 13.8.1 重氮基被卤素和氰基取代 /429
 - 13.8.2 重氮基被硝基和亚磺酸基取代 /430
 - 13.8.3 重氮盐的还原 /430
 - 13.8.4 重氮盐的水解 /431
 - 13.8.5 重氮盐的亲电取代反应 /431
- 习题 /432

第 14 章 杂环化合物 /437

- 14.1 杂环化合物的分类与命名 /437
- 14.2 呋喃、噻吩和吡咯 /439
 - 14.2.1 呋喃、噻吩和吡咯的结构和物理性质 /439
 - 14.2.2 呋喃、噻吩和吡咯的化学性质 /439
 - 14.2.3 呋喃、噻吩和吡咯的制备 /442
- 14.3 咪唑、噻唑和噁唑 /444
 - 14.3.1 咪唑、噻唑和噁唑的结构和物理性质 /444
 - 14.3.2 咪唑、噻唑和噁唑的化学性质 /444
 - 14.3.3 咪唑、噻唑和噁唑的制备 /445
 - 14.3.4 咪唑、噻唑和噁唑的衍生物 /446
- 14.4 吡啶和嘧啶 /446
 - 14.4.1 吡啶的结构与性质 /446
 - 14.4.2 吡啶的化学性质 /447
 - 14.4.3 吡啶的制备 /449
 - 14.4.4 吡啶衍生物 /450
 - 14.4.5 嘧啶 /451
- 14.5 稠杂环化合物 /452
 - 14.5.1 吡咯 /452
 - 14.5.2 喹啉和异喹啉 /455
 - 14.5.3 嘌呤 /456
- 14.6 生物碱 /458
 - 14.6.1 喹啉类生物碱 /458