



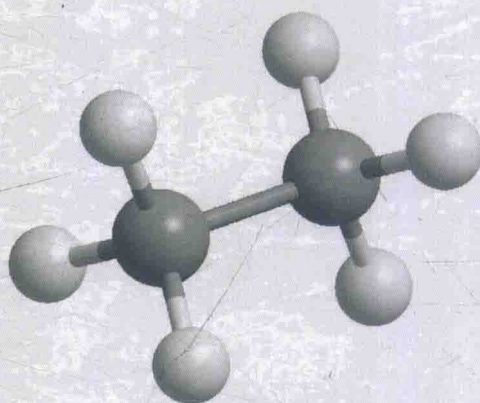
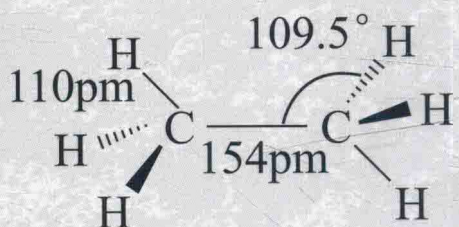
普通高等教育

制药类“十三五”规划教材

有机化学及实验

供中药制药、制药工程、生物制药及相关专业使用

申东升 主 编
曹 高 杜 鼎 张 辉 副主编



YOUJI HUAXUE
JI SHIYAN



化学工业出版社



普通高等教育

制药类“十三五”规划教材

有机化学及实验

供中药制药、制药工程、生物制药及相关专业使用

申东升 主 编
曹 高 杜 鼎 张 辉 副主编

YOUJI HUAXUE
JI SHIYAN



化学工业出版社

· 北 京 ·

《有机化学及实验》根据中药制药、制药工程和生物制药等专业的培养目标和培养要求编写。全书共 20 章,分上下两篇:上篇为有机化学基础,下篇为有机化学实验。有机化学基础部分以官能团为主线,系统叙述了脂肪烃、脂环烃、卤代烃、芳香烃、含氧化合物、含氮化合物、杂环化合物、生物有机化合物等典型化合物的结构、命名、性质、制备方法及反应机理。有机化学实验部分详尽介绍了有机化学实验的基本知识、基本操作技术和有机合成基本实验。全书力求使学生深入理解化合物结构与反应、理论与实验的基本规律,掌握有机化学基础理论、基本知识和基本操作技能。

《有机化学及实验》可作高等学校中药制药、制药工程、中药制药技术、生物制药及相关专业有机化学基础课程理论教材和实验教材,也可供中药、制药领域从事科研、医疗、生产、经营及管理工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学及实验/申东升主编. —北京:化学工业出版社, 2018.2

ISBN 978-7-122-31352-2

I. ①有… II. ①申… III. ①有机化学-化学实验-高等学校-教材 IV. ①062-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 008829 号

责任编辑:傅四周

文字编辑:向 东

责任校对:宋 夏

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:大厂聚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 23 1/2 字数 612 千字 2018 年 5 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:59.80 元

版权所有 违者必究

系列教材编委会

主 任：罗国安

编委（按姓名汉语拼音排序）：

冯卫生	河南中医药大学
韩 静	沈阳药科大学
柯 学	中国药科大学
陆兔林	南京中医药大学
罗国安	清华大学
孟宪生	辽宁中医药大学
齐鸣斋	华东理工大学
申东升	广东药科大学
铁步荣	北京中医药大学
万海同	浙江中医药大学
王淑美	广东药科大学
王 岩	广东药科大学
杨 明	江西中医药大学
张 丽	南京中医药大学
张师愚	天津中医药大学

《有机化学及实验》编委会

主 编 申东升

副主编 曹 高 杜 鼎 张 辉

编 委（按姓名汉语拼音排序）

曹 高	广东药科大学
杜 鼎	中国药科大学
房 方	南京中医药大学
冯秀娥	山西医科大学
顾生玖	桂林医学院
刘文杰	广东药科大学
申东升	广东药科大学
石秀梅	牡丹江医学院
徐莉英	沈阳药科大学
詹海莺	广东药科大学
张 辉	沈阳药科大学
张付利	河南大学医学院

普通高等教育制药类“十三五”规划教材是为贯彻落实教育部有关普通高等教育教材建设与改革的文件精神，依据中药制药、制药工程和生物制药等制药类专业人才培养目标和需求，在化学工业出版社精心组织下，由全国 11 所高等院校 14 位著名教授主编，集合 20 余所高等院校百余位老师编写而成。

本套教材适应中药制药、制药工程和生物制药等制药类专业需求，坚持育人为本，突出教材在人才培养中的基础和引导作用，充分展现制药行业的创新成果，力争体现科学性、先进性和适用性的特点，全面推进素质教育，可供全国高等中医药院校、药科大学及综合院校、西医院校医药学院的相关专业使用，也可供其他从事制药相关教学、科研、医疗、生产、经营及管理工作者参考和使用。

本套教材由下列分册组成，包括：北京中医药大学铁步荣教授主编的《无机化学及实验》、广东药科大学申东升教授主编的《有机化学及实验》、广东药科大学王淑美教授主编的《分析化学及实验》、天津中医药大学张师愚教授主编的《物理化学及实验》、华东理工大学齐鸣斋教授主编的《化工原理》、沈阳药科大学韩静教授主编的《制药设备设计基础》、辽宁中医药大学孟宪生教授主编的《中药材概论》、河南中医药大学冯卫生教授主编的《中药化学》、广东药科大学王岩教授主编的《中药药剂学》、南京中医药大学张丽教授主编的《中药制剂分析》、南京中医药大学陆兔林教授主编的《中药炮制工程学》、中国药科大学柯学教授主编的《中药制药设备与车间工艺设计》、浙江中医药大学万海同教授主编的《中药制药工程学》和江西中医药大学杨明教授主编的《中药制剂工程学》。

本套教材在编写过程中，得到了各参编院校和化学工业出版社的大力支持，在此一并表示感谢。由于编者水平有限，本书不妥之处在所难免，敬请各教学单位、教学人员及广大学生在使用过程中，发现问题并提出宝贵意见，以便在重印或再版时予以修正，不断提升教材质量。

清华大学

罗国安

2018 年元月

前言

中药是我国临床用药的重要组成部分,中药及生物制药产业是国家大力鼓励 and 发展的行业,中药制药、制药工程和生物制药等制药类专业为该行业培养高级专门人才。有机化学是中药制药、制药工程和生物制药各专业的重要专业基础课。学生通过有机化学的学习,能够掌握专业所需要的有机化学基本理论、基本知识和基本操作技能,掌握中药制药和生物制药的规律,促进理论和实践的创新发 展。

本教材系化学工业出版社面向中药制药、制药工程、生物制药及相关专业而编写的系列教材之一。编写过程中,力求做到编写质量高、针对性强、知识系统、取材适当、内容精练、便于教学,满足制药类各专业要求,符合学生认知规律。

全书共 20 章,分上下两篇,上篇为有机化学基础,下篇为有机化学实验。有机化学基础以官能团为主线,系统叙述了脂肪烃、脂环烃、卤代烃、芳香烃、含氧化合物、含氮化合物、杂环化合物、生物有机化合物等典型化合物的结构、命名、性质、制备方法及反应机理。有机化学实验详尽介绍了有机化学实验的基本知识、基本操作技术和有机合成基本实验。全书力求使学生深入理解化合物结构与反应、理论与实验的基本规律,掌握有机化学基础理论、基本知识和基本操作技能。

本教材由申东升任主编,曹高、杜鼎、张辉任副主编。沈阳药科大学张辉副教授编写第 1 章和第 10 章,南京中医药大学房方教授编写第 2 章和第 3 章,桂林医学院顾生玖教授编写第 4 章,河南大学张付利教授编写第 5 章和第 8 章,广东药科大学申东升教授编写第 6 章和第 19 章,广东药科大学詹海莺编写第 7 章和第 20 章,山西医科大学冯秀娥副教授编写第 9 章,中国药科大学杜鼎副教授编写第 11 章和第 12 章,广东药科大学刘文杰副教授编写第 13 章和第 18 章,沈阳药科大学徐莉英教授编写第 14 章和第 15 章,牡丹江医学院石秀梅教授编写第 16 章,广东药科大学曹高副教授编写第 17 章并承担全书化学结构式和插图的描绘工作。

本书可作为高等学校中药制药、制药工程和生物制药及相关专业有机化学基础课程理论教材和实验教材,也可供其他从事制药相关科研、医疗、生产、经营及管理工作者参考和使用。

限于编者水平,书中难免有不妥之处,诚请广大师生和读者提出宝贵意见。

编 者

2018 年 2 月

上篇 有机化学基础

第 1 章 绪论 / 003

- 1.1 有机化合物与有机化学 / 003
- 1.2 有机化合物的分类 / 004
 - 1.2.1 按碳架分类 / 004
 - 1.2.2 按官能团分类 / 005
- 1.3 有机化合物的特征 / 005
- 1.4 有机化学反应类型 / 006
 - 1.4.1 均裂反应 / 006
 - 1.4.2 异裂反应 / 006
 - 1.4.3 协同反应 / 007
- 1.5 有机酸碱理论 / 007
 - 1.5.1 质子酸碱理论 / 007
 - 1.5.2 电子酸碱理论 / 008
- 1.6 有机化学研究的一般步骤 / 009
- 习题 / 010

第 2 章 烷烃：自由基取代反应 / 012

- 2.1 烷烃的结构、同分异构和命名 / 012
 - 2.1.1 烷烃的结构 / 012
 - 2.1.2 烷烃的同分异构 / 013
 - 2.1.3 烷烃的命名 / 014
- 2.2 烷烃的物理性质 / 017
- 2.3 烷烃的化学性质 / 019
 - 2.3.1 燃烧与氧化 / 019
 - 2.3.2 热裂反应 / 019
 - 2.3.3 卤代反应 / 019
- 2.4 自由基取代反应机理 / 021
- 2.5 重要的烷烃 / 023
- 习题 / 024

第 3 章 环烷烃：构象 / 026

- 3.1 环烷烃的分类和命名 / 026
 - 3.1.1 环烷烃的分类 / 026
 - 3.1.2 环烷烃的命名 / 026
- 3.2 环烷烃的结构 / 028
 - 3.2.1 环烷烃的燃烧热和环的稳定性 / 028
 - 3.2.2 拜耳“张力学说”的解释 / 028
 - 3.2.3 现代结构理论的解释 / 029
- 3.3 环烷烃的构象 / 029
 - 3.3.1 环丙烷、环丁烷和环戊烷的构象 / 029
 - 3.3.2 环己烷及其衍生物的构象 / 030
 - 3.3.3 二环环烷烃的构象 / 033
- 3.4 环烷烃的物理性质 / 033
- 3.5 环烷烃的化学性质 / 034
 - 3.5.1 取代反应 / 034
 - 3.5.2 加成反应 / 034
 - 3.5.3 氧化反应 / 034
- 3.6 重要的环烷烃 / 035
- 习题 / 036

第 4 章 烯烃：亲电加成反应 / 037

- 4.1 烯烃的结构和命名 / 037
 - 4.1.1 结构 / 037
 - 4.1.2 命名 / 039
- 4.2 烯烃的物理性质 / 040

4.3 烯烃的化学性质 / 040

4.3.1 催化氢化 / 041

4.3.2 硼氢化-氧化反应 / 042

4.3.3 氧化反应 / 043

4.3.4 α -氢的卤代反应 / 044

4.3.5 聚合反应 / 046

4.4 亲电加成反应机理 / 046

4.4.1 与卤化氢加成 / 046

4.4.2 与硫酸加成 / 049

4.4.3 与水的反应 / 049

4.4.4 与卤素加成 / 050

4.4.5 与次卤酸加成 / 051

4.5 自由基加成反应机理 / 052

4.6 重要的烯烃 / 053

习题 / 054

第 5 章 炔烃和二烯烃：共轭加成 / 056

5.1 炔烃 / 056

5.1.1 炔烃的结构和命名 / 056

5.1.2 炔烃的物理性质 / 057

5.1.3 炔烃的化学性质 / 057

5.2 二烯烃 / 059

5.2.1 二烯烃的结构和命名 / 060

5.2.2 二烯烃的物理性质 / 062

5.2.3 共轭二烯烃的化学性质 / 062

5.2.4 重要的共轭二烯烃 / 064

习题 / 065

第 6 章 卤代烃：亲核取代，消除反应 / 067

6.1 卤代烃的分类和命名 / 067

6.1.1 卤代烃的分类 / 067

6.1.2 卤代烃的命名 / 068

6.2 卤代烃的物理性质 / 068

6.3 卤代烃的化学性质 / 069

6.3.1 卤代烃的结构特点 / 069

6.3.2 卤代烃的亲核取代反应 / 069

6.3.3 卤代烃与金属镁的反应 / 071

6.4 卤代烃亲核取代反应机理 / 073

6.4.1 卤代烃亲核取代反应机理 / 073

6.4.2 卤代烃亲核取代反应立体化学 / 075

6.4.3 影响亲核取代反应的因素 / 076

6.4.4 不同类型卤代烃的化学活性 / 079

6.5 卤代烃消除反应及其机理 / 079

6.5.1 卤代烃消除反应 / 079

6.5.2 卤代烃消除反应机理 / 080

6.5.3 消除反应与亲核取代反应的竞争 / 082

6.6 卤代烃的制备 / 083

6.6.1 由醇制备 / 083

6.6.2 由烯烃制备 / 084

6.6.3 经卤素交换反应制备碘代烃 / 084

6.7 重要的卤代烃 / 084

习题 / 086

第 7 章 立体化学基础 / 088

7.1 手性与手性分子 / 088

7.1.1 手性 / 088

7.1.2 手性分子 / 088

7.1.3 分子的手性与对称性 / 089

7.2 对映异构体构型的标记方法 / 090

7.2.1 对映异构体的表示方法 / 090

7.2.2 D/L 命名法 / 091

7.2.3 R/S 命名法 / 092

7.3 含一个手性碳原子化合物的对映异构 / 093

7.4 含两个及多个手性碳原子化合物的对映异构 / 094

7.4.1 含两个不同手性碳原子化合物的对映异构 / 094

7.4.2 含两个相同手性碳原子化合物的对映异构 / 095

7.4.3 含两个以上手性碳原子化合物

的对映异构 / 096

7.5 不含手性碳原子化合物的对映异构 / 096

7.5.1 环状化合物 / 097

7.5.2 取代丙二烯型化合物 / 097

7.5.3 取代联苯型化合物 / 097

7.6 拆分和不对称合成技术 / 098

7.6.1 外消旋体的拆分 / 098

7.6.2 不对称合成 / 099

习题 / 099

第 8 章 芳香烃：亲电取代 / 102

8.1 芳香烃的分类、结构和命名 / 102

8.1.1 苯的结构 / 102

8.1.2 芳烃的分类和命名 / 104

8.2 芳香烃的物理性质 / 105

8.3 芳香烃的化学性质 / 105

8.3.1 亲电取代反应 / 105

8.3.2 加成和氧化反应 / 108

8.3.3 芳环侧链的反应 / 108

8.4 芳环上亲电取代反应的定位规律 / 109

8.4.1 定位规律 / 109

8.4.2 定位规律的理论解释 / 109

8.4.3 二元取代苯环的定位规律 / 111

8.4.4 定位规律的应用 / 111

8.5 多环芳香烃 / 112

8.5.1 萘 / 112

8.5.2 蒽和菲 / 113

8.5.3 致癌烃 / 113

8.6 非苯芳香烃 / 113

8.6.1 休克尔规则 / 114

8.6.2 芳香离子 / 114

8.6.3 轮烯的芳香性 / 114

习题 / 115

第 9 章 醇、酚和醚 / 117

9.1 醇 / 117

9.1.1 醇的结构、分类和命名 / 117

9.1.2 醇的物理性质 / 119

9.1.3 醇的化学性质 / 121

9.1.4 邻二醇的特殊性质 / 123

9.1.5 醇的制备 / 125

9.2 酚 / 126

9.2.1 酚的结构和命名 / 126

9.2.2 酚的物理性质 / 127

9.2.3 酚的化学性质 / 128

9.2.4 酚的制备 / 131

9.3 醚和环氧化合物 / 132

9.3.1 醚的结构、分类和命名 / 132

9.3.2 醚的物理性质 / 133

9.3.3 醚的化学性质 / 133

9.3.4 环氧化合物的开环反应 / 135

9.3.5 冠醚 / 136

习题 / 136

第 10 章 醛、酮和醌，亲核加成 / 140

10.1 醛和酮的分类、结构和命名 / 140

10.1.1 醛和酮的分类 / 140

10.1.2 醛和酮的结构 / 140

10.1.3 醛和酮的命名 / 141

10.2 醛和酮的物理性质 / 142

10.3 醛和酮的化学性质 / 144

10.3.1 亲核加成反应 / 144

10.3.2 α -氢原子的反应 / 149

10.3.3 醛和酮的氧化反应和还原反应 / 152

10.3.4 其他反应 / 155

10.4 醛和酮的制备 / 156

10.4.1 醇的氧化 / 156

10.4.2 羧酸或酰氯制备 / 156

10.4.3 芳烃的氧化 / 157

10.4.4 瑞穆-梯曼反应 / 157

10.4.5 盖特曼-柯赫反应 / 157

10.5 重要的醛和酮 / 157

10.6 醌类化合物 / 158

10.6.1 分类与命名 / 158

10.6.2 醌的化学性质 / 159

习题 / 160

第 11 章 羧酸和取代 羧酸 / 162

11.1 羧酸 / 162

11.1.1 羧酸的分类、结构与命名
/ 162

11.1.2 羧酸的物理性质 / 164

11.1.3 羧酸的化学性质 / 165

11.1.4 羧酸的制备 / 174

11.2 取代羧酸 / 175

11.2.1 含多官能团化合物命名 / 175

11.2.2 卤代羧酸 / 177

11.2.3 羟基羧酸 / 178

11.2.4 酚酸 / 179

习题 / 180

第 12 章 羧酸衍生物: 亲核 加成-消除反应 / 183

12.1 羧酸衍生物的结构与命名 / 183

12.1.1 结构 / 183

12.1.2 命名 / 184

12.2 羧酸衍生物的物理性质 / 186

12.3 羧酸衍生物的化学性质 / 189

12.3.1 亲核取代-消除反应 / 189

12.3.2 与有机金属试剂的反应 / 192

12.3.3 还原反应 / 194

12.3.4 酰胺的特性 / 194

12.4 亲核加成-消除反应 / 195

12.4.1 亲核加成-消除反应机理 / 195

12.4.2 酯化反应中亲核加成-
消除反应机理 / 196

12.4.3 酯的水解反应中的亲核加成-
消除反应机理 / 197

12.5 碳负离子的反应 / 198

12.5.1 缩合反应 / 198

12.5.2 乙酰乙酸乙酯 / 202

12.5.3 丙二酸二乙酯 / 205

12.5.4 迈克尔加成 / 205

12.6 油脂 / 206

12.7 蜡 / 207

12.8 磷脂 / 207

习题 / 207

第 13 章 含氮化合物 / 210

13.1 硝基化合物 / 210

13.1.1 硝基化合物的结构 / 211

13.1.2 硝基化合物的物理性质 / 211

13.1.3 硝基化合物的化学性质 / 211

13.2 胺 / 213

13.2.1 胺的分类、结构与命名 / 213

13.2.2 胺的物理性质 / 215

13.2.3 胺的化学性质 / 215

13.2.4 胺的制备 / 219

13.3 季铵盐和季铵碱 / 220

13.3.1 季铵盐 / 220

13.3.2 季铵碱 / 220

13.4 重氮化合物和偶氮化合物 / 221

13.4.1 芳香重氮盐的反应 / 221

13.4.2 偶氮化合物 / 223

习题 / 224

第 14 章 杂环化合物 / 226

14.1 杂环化合物的分类与命名 / 226

14.1.1 分类 / 226

14.1.2 命名 / 227

14.2 含一个杂原子的五元杂环化合物 / 230

14.2.1 含一个杂原子的五元杂环的
结构与芳香性 / 230

14.2.2 物理性质 / 231

14.2.3 化学性质 / 231

14.3 含一个杂原子的六元杂环化合物 / 233

14.3.1 吡啶 / 233

14.3.2 含氧原子的六元杂环 / 235

14.4 含两个杂原子的五元杂环化合物 / 236

- 14.4.1 结构和芳香性 / 236
- 14.4.2 物理性质 / 236
- 14.4.3 化学性质 / 237
- 14.5 含两个杂原子的六元杂环化合物 / 237
 - 14.5.1 结构与芳香性 / 238
 - 14.5.2 物理性质 / 238
 - 14.5.3 化学性质 / 238
- 14.6 稠杂环化合物 / 239
 - 14.6.1 吡啶 / 239
 - 14.6.2 喹啉和异喹啉 / 240
 - 14.6.3 苯并吡喃酮 / 241
 - 14.6.4 嘌呤 / 242
- 14.7 杂环类药物 / 242
- 习题 / 243

第 15 章 萜类和甾族化合物 / 246

- 15.1 萜类化合物 / 246
 - 15.1.1 萜类化合物结构与分类 / 246
 - 15.1.2 单萜类化合物 / 247
 - 15.1.3 其他萜类化合物 / 250
- 15.2 甾族化合物 / 252
 - 15.2.1 甾族化合物结构 / 253
 - 15.2.2 甾族化合物命名 / 253
 - 15.2.3 甾族化合物构型与构象 / 255
- 习题 / 258

第 16 章 糖类化合物 / 260

- 16.1 单糖 / 261
 - 16.1.1 单糖的结构 / 261
 - 16.1.2 单糖的物理性质 / 264

- 16.1.3 单糖的化学性质 / 264
- 16.1.4 重要的单糖及其衍生物 / 268
- 16.2 双糖 / 270
 - 16.2.1 还原性二糖 / 270
 - 16.2.2 非还原性二糖 / 271
- 16.3 多糖 / 271
 - 16.3.1 淀粉 / 272
 - 16.3.2 糖原 / 273
 - 16.3.3 纤维素 / 273

习题 / 274

第 17 章 氨基酸、肽、蛋白质和核酸 / 275

- 17.1 氨基酸 / 275
 - 17.1.1 氨基酸的分类、结构和命名 / 275
 - 17.1.2 氨基酸的性质 / 278
- 17.2 肽 / 280
 - 17.2.1 肽的结构和命名 / 280
 - 17.2.2 多肽的结构测定 / 281
 - 17.2.3 生物活性肽 / 283
- 17.3 蛋白质 / 283
 - 17.3.1 蛋白质的分类 / 283
 - 17.3.2 蛋白质的结构 / 284
 - 17.3.3 蛋白质的性质 / 286
- 17.4 核酸 / 287
 - 17.4.1 核酸的分类、化学组成 / 287
 - 17.4.2 核酸的空间结构 / 288
 - 17.4.3 核酸的性质 / 289

习题 / 290

下篇 有机化学实验

第 18 章 有机化学实验基础知识 / 293

- 18.1 有机化学实验室与安全知识 / 293
 - 18.1.1 有机化学实验室使用规则 / 293

- 18.1.2 有机化学实验室安全知识 / 293
- 18.2 有机化学实验仪器与试剂 / 297
 - 18.2.1 有机化学实验室常用普通玻璃仪器 / 297

18.2.2 有机化学实验室常用标准
磨口玻璃仪器 / 298

18.2.3 玻璃仪器的清洗、干燥和
保养 / 299

18.2.4 有机化学实验室常用机电
仪器设备 / 300

18.2.5 化学试剂等级 / 301

18.3 有机化学实验记录与实验报告 / 301

18.3.1 实验记录 / 301

18.3.2 实验报告 / 301

实验 正溴丁烷的制备 / 302

第 19 章 有机化学实验基本 技术 / 304

19.1 加热、冷却与搅拌 / 304

实验一 回流、加热和冷却 / 304

实验二 搅拌和混合 / 308

19.2 萃取、洗涤与干燥 / 310

实验三 萃取、乳化和盐析效应 / 310

实验四 干燥与干燥剂的选用 / 314

实验五 溶剂脱水与无水乙醇的制备
/ 318

19.3 液体化合物的分离与提纯 / 319

实验六 常压蒸馏和沸点测定 / 320

实验七 分馏 / 323

实验八 水蒸气蒸馏 / 324

19.4 固体化合物的分离与提纯 / 327

实验九 重结晶和抽气过滤 / 327

实验十 升华 / 332

19.5 色谱分离与分析技术 / 333

实验十一 色谱分离与分析 / 333

19.6 有机化合物物理常数测定 / 336

实验十二 熔点测定与温度计校正
/ 336

第 20 章 基本有机合成实验 / 340

20.1 烃和卤代烃 / 340

实验十三 环己烯 / 340

实验十四 正溴丁烷 / 341

20.2 醇和醚 / 343

实验十五 2-甲基-2-己醇 / 343

实验十六 苯甲酸和苯甲醇 / 345

实验十七 正丁醚 / 346

20.3 醛和酮 / 348

实验十八 环己酮 / 348

实验十九 苯乙酮 / 349

20.4 羧酸和羧酸酯 / 351

实验二十 己二酸 / 352

实验二十一 乙酸正丁酯 / 353

20.5 含氮化合物 / 354

实验二十二 乙酰苯胺 / 355

实验二十三 甲基橙 / 356

20.6 杂环化合物 / 358

实验二十四 呋喃甲醇和呋喃甲酸
/ 358

实验二十五 8-羟基喹啉 / 360

20.7 从植物中提取药物 / 362

实验二十六 从茶叶中提取咖啡因
/ 362

参考文献 / 364

上篇 有机化学基础



第1章 绪 论

1.1 有机化合物与有机化学

有机化学与人类生活有着极为密切的关系，人们对有机物的认识由浅入深。最初有机物是指由动植物有机体得到的物质，例如糖、染料、酒和醋等。在我国古代，早在周朝在生产生活中就开始使用胶，汉朝发明了造纸术，这是对有机物的最初认识。但这只是对其某些性质的一种运用，并不了解其结构与性质，并且这些均为混合物，尚未对有机物纯物质有所认识。18 世纪，人们逐渐获得了一些纯物质，例如从葡萄汁中获得了酒石酸，从尿液中获得了尿素，从酸牛奶中取得了乳酸等。由于这些物质均为从有生命的物体中获得，同无机物例如矿石、金属相比，“有机”一词便由此产生。19 世纪初，一些化学家认为有机物只能在生命的细胞中受某些特殊力量的作用才能产生出来，提出了“生命力”学说。

1828 年，德国化学家维勒（Friedrich Wöhler, 1802—1882）首次用无机化合物氰酸铵合成了有机化合物尿素，这是有机合成的开端。



氰酸铵 尿素

尿素的人工合成，突破了无机化合物与有机化合物之间的绝对界限。维勒的实验结果动摇了“生命力”学说。此后随着合成技术的发展，越来越多的有机化合物不断被合成出来。如 1845 年，科永贝（A. W. H. Kolbe, 1818—1884）合成了乙酸；1854 年，贝特洛（M. Berthelot, 1827—1907）合成了油脂；1856 年，帕金（W. H. Perkin Jr, 1838—1907）合成了染料苯胺紫等。有机化学进入了合成时代，“生命力”学说被彻底抛弃了。但由于习惯和历史的原因，“有机化学”一词一直沿用至今，但有机化学已不是原来的含义。

19 世纪初期，由于测定物质组成方法的建立和发展，在测定许多有机化合物的组成时发现，它们都含有碳，是碳的化合物。因此，将含碳的化合物及其衍生物称为有机化合物。研究有机化合物的来源、制备、结构、性质、相互转化的规律及其应用的科学称为有机化学。

有机化学是一门具有创新性的学科，近年来计算机技术的发展，使有机化学在结构测定、分子设计和合成设计上如虎添翼，发展得更为迅速。在 21 世纪有机化学面临新的发展机遇，一方面，随着有机化学本身的发展及新的分析技术、物理方法以及生物学方法的不断涌现，人类在了解有机化合物的性能、反应以及合成方面将有更新的认识和研究手段；另一

方面,材料科学和生命科学的发展,以及人类对环境和能源的新要求,都给有机化学提出新的课题和挑战。

随着科学技术迅猛发展,化学家合成了超过 2000 多万种有机化合物,在自然物质世界外建造了一个更加丰富多彩的人工合成物质世界。有机合成创造了成千上万的医药、农药、染料、香料、助剂以及各种光电功能材料的有机化合物。有机合成的创造性满足了人类追求美好生活的不断需求,促进了人类文明的不断进步。有机化学的发展日新月异,其发展速度越来越快。近两个世纪来,有机化学学科的发展,揭示了构成物质世界的有机化合物分子中原子链合的本质以及有机分子转化的规律,并设计合成了具有特定性能的有机分子,又为生命科学、环境科学等相关学科的发展提供了理论和技术。有机化学不仅为推动科技发展、社会进步、人类生活质量提高显示出高度开创性和解决问题的巨大能力,而且在帮助人们战胜疾病、延长寿命的过程中发挥着重要作用。目前临床应用的药物 95% 以上是有机化合物。因此,掌握有机化学基本理论和知识,对于学习与掌握药物的制备和质量控制,药物吸收、转化和代谢的规律非常重要。

1.2 有机化合物的分类

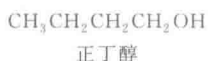
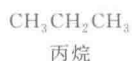
有机化合物数目繁多,为了对其进行系统研究,便于对实验事实进行整理与归纳,将有机化合物进行科学分类是非常有必要的。

1.2.1 按碳架分类

有机化合物是以碳为骨架的,可根据碳原子结合而成的基本骨架不同,分成三大类:

(1) 链状化合物

化合物分子中的碳原子连接成链状,油脂分子中主要是这种链状结构,因此链状化合物又称为脂肪族化合物(aliphatic compound)。例如:



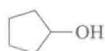
(2) 碳环化合物

化合物分子中的碳原子连接成环状结构,故称为碳环化合物。碳环化合物又可分成脂环族化合物和芳香族化合物。

① 脂环族化合物 这类化合物的性质与前面提到的脂肪族化合物相似,只是碳链连接成环状。例如:



环己烷

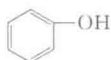


环戊醇

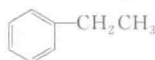


氯代环戊烷

② 芳香族化合物 化合物分子中含有苯环或稠合苯环,它们在性质上与脂环族化合物不同,具有一些特性。例如:



苯酚



乙苯



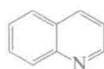
萘

(3) 杂环化合物

化合物分子中含有由碳原子和氧、硫、氮等杂原子组成的环(heterocyclic compound)。例如:



吡啶



喹啉



呋喃

1.2.2 按官能团分类

在有机化合物中，决定有机化合物主要性质和反应的原子或原子团称为官能团，又称为功能基。官能团是有机化合物分子中比较活泼的部位，含有相同官能团的有机化合物具有类似的化学性质。例如甲醇、乙醇和丙醇等一系列化合物，有一些共同的理化性质，是由于分子中都含有羟基，羟基是醇类化合物的官能团。因此，将有机化合物按官能团进行分类，便于对有机化合物的共性进行研究。表 1.1 列出了有机化合物中常见的官能团。

表 1.1 有机化合物中常见的官能团

官能团		有机化合物 类别	化合物举例
基团结构	名称		
	双键	烯烃	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ 乙烯
$-\text{C}\equiv\text{C}-$	三键	炔烃	$\text{HC}\equiv\text{CH}$ 乙炔
$-\text{OH}$	羟基	醇, 酚	CH_3-OH 甲醇, 苯酚
	羰基	醛, 酮	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{H}$ 乙醛, $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ 丙酮
	羧基	羧酸	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{OH}$ 乙酸
$-\text{NH}_2$	氨基	胺	CH_3-NH_2 甲胺
$-\text{NO}_2$	硝基	硝基化合物	硝基苯
$-\text{X}$	卤素	卤代烃	CH_3Cl 氯甲烷, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$ 溴乙烷
$-\text{SH}$	巯基	硫醇, 硫酚	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{SH}$ 乙硫醇, 苯硫醇
$-\text{SO}_3\text{H}$	磺酸基	磺酸	苯磺酸
$-\text{C}\equiv\text{N}$	腈基	腈	$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{N}$ 乙腈
	醚键	醚	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ 乙醚

1.3 有机化合物的特征

在有机化学中，同分异构现象普遍存在。如碳化合物含有的碳原子数和原子种类愈多，分子中原子间的可能排列方式也愈多，其同分异构体数目也愈多。例如，分子式为 $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ 的同分异构体可达 75 个。

同分异构现象是造成有机化合物数量繁多的原因之一，而同分异构现象在无机化合物中