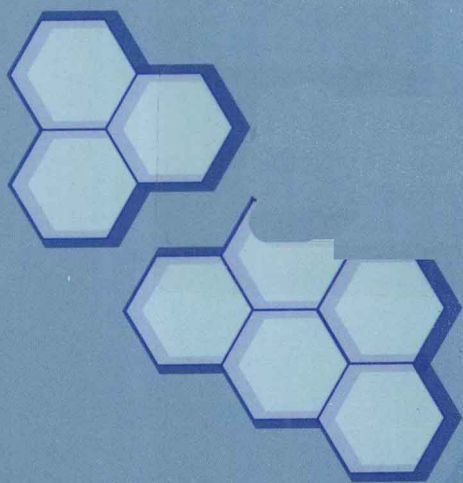


21世纪高等院校教材·医学类

有机化学

主 编 胡满根 胡 昱
副主编 张和安 吕小兰



科学出版社

21 世纪高等院校教材·医学类

有机化学

主 编 胡满根 胡 昱
副主编 张和安 吕小兰

科学出版社
北 京

内 容 简 介

本书重点介绍了各类有机化合物的命名原则和基本理化性质;详细介绍了烷烃的游离基反应、烯烃和炔烃的亲电加成、苯环上的亲电取代、卤代烃的亲核取代和羰基化合物的亲核加成反应机理;全面介绍了有机化合物的同分异构现象;简单介绍了有机波谱学知识,充分运用共价键理论和共轭、诱导效应剖析有机化合物的结构。全书始终贯彻一条主线,即通过对有机物结构,特别是官能团结构的深入研究、分析、探讨,推测其理化性质,这样便于学生理解、记忆知识,同时也有利于提高学生分析问题和解决问题的能力。本书精编了一些习题供学生巩固提高。

本书可供高等医学院校临床、全科、口腔、影像、护理、预防、医药营销等专业的本科、专科学生使用,也可供其他专业学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学/胡满根,胡昱主编. —北京:科学出版社,2011.6

21 世纪高等院校教材·医学类

ISBN 978-7-03-031518-2

I. ①有… II. ①胡… ②胡… 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(2011)第 112790 号

责任编辑:丁 里 / 责任校对:郑金红
责任印制:张克忠 / 封面设计:迷底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏 杰 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 6 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2011 年 6 月第一次印刷 印张:18 1/4

印数:1—4 000 字数:408 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

有机化学是医学各专业的一门重要基础课,是生物化学、分子生物学、药物化学、药理学、生理学等后续课程的必要基础。为了适应高等医学教育的改革和发展,培养 21 世纪高素质人才,本书在编写过程中力求做到内容的基础性、科学性和先进性相统一。结合医学专业特点,本书重点介绍了有机化学的基本理论、有机化合物的基本结构和命名、立体异构现象、各类有机物的基本理化性质和部分有机物的制备方法,简单介绍了有机波谱学知识。

全书共十七章,包括绪论,烷烃和环烷烃,烯烃,炔烃和二烯烃,旋光异构,芳香烃,卤代烃,醇、酚、醚,醛、酮、醌,羧酸和取代羧酸,羧酸衍生物,含氮化合物,糖类,杂环化合物,脂类化合物,氨基酸、多肽和蛋白质,有机波谱学简介。各院校可根据专业特点等具体情况对内容进行取舍。

本书由南昌大学和江西科技师范学院从事医学类有机化学教学的教师结合长期教学实践编写而成。主编为胡满根、胡昱,副主编为张和安、吕小兰,参加编写的人员还有(按姓氏拼音排序):郭瑛、孙晓霞、田建文、徐俊英、杨金元、姚华、张秋兰。主审为戴延凤。

特别值得一提的是,戴延凤教授对本书的编写给予了许多指导和帮助,本书的出版也得到了南昌大学理学院领导的大力支持,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,本书难免存在错误和不当之处,希望专家和同行提出宝贵意见和建议,以便重印时改正。

编 者

2010 年 12 月

《有机化学》编写委员会

主 编 胡满根 胡 昱

副主编 张和安 吕小兰

编 委(以姓氏拼音为序)

郭 瑛 胡满根 胡 昱 吕小兰

孙晓霞 田建文 徐俊英 杨金元

姚 华 张和安 张秋兰

主 审 戴延凤

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 有机化合物和有机化学	1
第二节 有机化合物的特点	2
第三节 有机化合物的分类	2
一、按碳架分类	2
二、按官能团分类	3
第四节 有机化合物构造式的表示方法	4
第五节 有机反应的基本类型	5
第六节 有机酸碱概念	5
第七节 有机化合物的结构	6
一、经典结构理论	6
二、现代共价键理论	7
三、共价键的极性与极化性	10
四、分子间作用力	11
第八节 有机化学的发展及学习有机化学的重要性	11
第二章 烷烃和环烷烃	13
第一节 烷烃	13
一、烷烃的结构	13
二、烷烃的命名	16
三、烷烃的同分异构现象	19
四、烷烃的性质	22
第二节 环烷烃	25
一、环烷烃的分类、命名	25
二、单环烷烃的性质	26
三、单环烷烃的结构与稳定性	28
四、环己烷及取代环己烷的构象	30
习题	32
第三章 烯烃	34
第一节 烯烃的结构和命名	34

一、烯烃的结构	34
二、烯烃的构造异构和顺反异构	35
三、烯烃的命名	36
第二节 烯烃的性质	37
一、烯烃的物理性质	37
二、烯烃的化学性质	37
习题	43
第四章 炔烃和二烯烃	44
第一节 炔烃	44
一、炔烃的结构和命名	44
二、炔烃的物理性质	45
三、炔烃的化学性质	46
第二节 二烯烃	49
一、二烯烃的分类和结构	49
二、二烯烃的系统命名	50
三、1,3-丁二烯的结构和共轭效应	50
四、共轭二烯烃的化学反应	52
五、重要化合物	54
习题	55
第五章 旋光异构	57
第一节 物质的旋光性	57
第二节 分子的手性和不对称性	59
第三节 费歇尔投影式	60
第四节 含有一个手性碳原子的化合物的旋光异构	62
第五节 构型的标记法	63
一、D/L 构型命名法	63
二、R/S 命名法	63
第六节 含两个不相同手性碳原子化合物的旋光异构	65
第七节 含两个相同手性碳原子化合物的旋光异构	65
第八节 不含手性碳原子的化合物的旋光异构	66
第九节 环状化合物的立体异构	67
第十节 旋光异构体的性质	68
习题	70
第六章 芳香烃	72
第一节 苯及其同系物	72

一、苯的结构	72
二、苯的同系物及其命名	73
三、单环芳烃的物理性质	74
四、单环芳烃的化学性质	75
第二节 稠环芳烃	83
一、萘	83
二、蒽和菲	86
三、致癌稠环芳烃	86
第三节 休克尔规则	87
一、休克尔规则	87
二、非苯芳烃	87
习题	89
第七章 卤代烃	91
第一节 卤代烃的结构、分类和命名	91
一、卤代烃的分类和命名	91
二、物理性质	92
三、化学性质	94
第二节 饱和碳原子上的亲核取代反应机理	97
一、单分子机理	97
二、双分子机理	98
三、亲核取代反应的立体化学	98
四、亲核取代与消除反应的关系	99
第三节 卤代烯烃和卤代芳烃	100
习题	101
第八章 醇、酚、醚	104
第一节 醇	104
一、醇的结构	104
二、醇的分类和命名	105
三、醇的物理性质	106
四、醇的化学性质	108
五、重要的醇	114
第二节 酚	115
一、酚的构造、分类和命名	115
二、酚的物理性质	117
三、酚的化学性质	118

四、重要的酚	121
第三节 醚	122
一、醚的分类和命名	122
二、醚的物理性质	123
三、醚的化学性质	124
四、重要的醚	125
第四节 硫醇和硫醚	127
一、硫醇	127
二、硫醚	127
习题	128
第九章 醛、酮、醌	130
第一节 醛、酮的结构、分类和命名	130
一、醛、酮的结构	130
二、醛、酮的分类	131
三、醛、酮的命名	132
第二节 醛、酮的性质	133
一、醛、酮的物理性质	133
二、醛、酮的化学性质	134
第三节 醌	146
一、醌的结构和命名	146
二、苯醌的化学性质	146
习题	148
第十章 羧酸和取代羧酸	150
第一节 羧酸	150
一、羧酸的结构、分类和命名	150
二、羧酸的性质	152
第二节 取代羧酸	158
一、羟基酸	158
二、羧基酸	161
三、酮式-烯醇式互变异构	163
习题	163
第十一章 羧酸衍生物	166
一、羧酸衍生物的结构	166
二、羧酸衍生物的命名	166
三、羧酸衍生物的物理性质	168

四、羧酸衍生物的化学性质	168
五、碳酸衍生物	173
习题	176
第十二章 含氮化合物	178
第一节 胺	178
一、胺的结构、分类和命名	178
二、胺的性质	180
第二节 重氮化合物和偶氮化合物	185
一、芳香重氮化反应	185
二、重氮盐的反应	186
习题	188
第十三章 糖类	190
第一节 单糖	190
一、单糖的分类	190
二、单糖的结构	191
三、单糖的物理性质	196
四、单糖的化学性质	196
第二节 二糖	200
一、还原性二糖	201
二、非还原性二糖	202
第三节 多糖	203
一、淀粉	203
二、糖原	204
三、纤维素	205
习题	205
第十四章 杂环化合物	207
第一节 杂环化合物的分类和命名	207
第二节 五元杂环化合物	208
一、物理性质	208
二、结构	209
三、化学性质	209
第三节 六元杂环化合物	211
一、吡啶的结构	211
二、吡啶的性质	212
第四节 稠杂环化合物	213

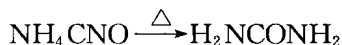
一、吡啶	213
二、喹啉和异喹啉	214
三、嘌呤	216
习题	217
第十五章 脂类化合物	219
第一节 油脂	219
一、油脂的组成	219
二、油脂的命名	221
三、油脂的物理性质	221
四、油脂的化学性质	221
第二节 类脂	223
一、磷脂	223
二、中性糖鞘脂	225
三、甾体化合物	226
四、萜类化合物	233
五、脂蛋白	233
六、人工脂类	234
习题	234
第十六章 氨基酸、多肽和蛋白质	235
第一节 氨基酸	235
一、氨基酸的分类和命名	235
二、氨基酸的结构特点	237
三、氨基酸的理化性质	237
四、氨基酸的合成和分离鉴定	242
第二节 肽	245
一、肽的分类、结构和命名	245
二、肽的理化性质	246
三、多肽的合成	247
四、自然界中的肽	247
第三节 蛋白质	249
一、蛋白质的元素组成及分类	250
二、蛋白质的分子结构	250
三、蛋白质的理化性质	252
四、蛋白质的分离和提纯	256
五、重要的结合蛋白	258

习题	259
第十七章 有机波谱学简介	261
第一节 紫外光谱	262
一、紫外光谱的产生	262
二、紫外光谱图	264
三、紫外光谱在结构分析中的应用	265
第二节 红外光谱	265
一、红外光谱的产生	266
二、红外光谱图	266
三、主要吸收峰区段和特征峰	267
四、影响吸收波数(或频率)的因素	269
五、红外光谱解析	270
第三节 核磁共振谱	271
一、核磁共振谱的基本原理	271
二、电子屏蔽效应	272
三、 ^1H NMR 的主要参数	274
四、核磁共振谱图解析与应用	276
五、碳核磁共振谱简介	277
习题	278
参考文献	279

第一章 绪 论

第一节 有机化合物和有机化学

远在几千年前,人们就知道利用和加工制造许多有机物质,如酿酒、制醋、造纸、使用中草药医治疾病等。但这些有机物是不纯的,直到 18 世纪末期,随着工业生产的发展和科学技术的进步,人们才从动植物中取得一系列较纯的有机物。例如,1769 年从葡萄汁中取得纯的酒石酸;1773 年从尿中取得尿素;1780 年从酸奶中取得乳酸;1805 年从鸦片中取得吗啡等。有机化合物早期的定义是“来自有生命机体的物质内”,简称“有机物”。这是因为,在化学发展的前期,无机物被大量合成,而有机物只能从动植物体获得。因此,人们认为有机物是与生命现象密切相关的,是在生物体内一种特殊的、神秘的“生命力”作用下产生的,只能从生物体内得到,不能人工合成。这就是瑞典化学权威贝采里乌斯(Berzelius)为代表的“生命力”学说的观点。由于人们认识的局限性和对权威的迷信,“生命力”学说统治化学界达半个世纪之久,严重阻碍了有机化学的发展。1828 年,德国化学家韦勒(Wöhler)将氰酸铵的水溶液加热得到了尿素:



氰酸铵可以由无机物 NH_4Cl 和氰酸钾(或银)反应生成。此后,许多化学家也在实验室用简单的无机物作为原料,成功地合成了许多其他有机物。例如,1845 年柯尔伯(Kolbe)合成了乙酸;1854 年贝特洛(Berthelot)合成了油脂类物质等。在大量的科学事实面前,化学家摒弃了“生命力”学说,加强了有机化合物的人工合成实践,促进了这门科学的发展。19 世纪下半叶,有机合成研究工作取得了迅猛发展。在此基础上,于 20 世纪初开始建立了以煤焦油为原料,生产合成染料、药物和炸药为主的有机化学工业。20 世纪 40 年代开始的基本有机合成的研究又迅速地发展了以石油为主要原料的有机化学工业,以合成纤维、合成橡胶、合成树脂和塑料为代表。这些有机化学工业促进了现代工业和科学技术的迅速发展。

历史遗留下来的“有机”这个名称现仍使用,但含义已发生了变化。现在已清楚地知道,有机化合物就是碳化合物。绝大多数有机化合物含有氢,有的还含氮、氧、硫和卤素等元素。有机化合物现定义为碳氢化合物及其衍生物。

有机化学是化学的一个分支,它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学科。因此,有机化学就是研究碳氢化合物及其衍生物的化学。但少数碳的氧化物(如二氧化碳、碳酸盐等)和氰化合物(如氢氰酸、硫氰酸等)仍归属无机化合物范畴。

第二节 有机化合物的特点

绝大多数有机物只是由碳、氢、氧、氮、硫、磷、卤素等少数元素组成,而且一个有机化合物只含有其中少数元素。但是,有机化合物的数量却非常庞大,已知的有机化合物已达 1000 多万种。有机化合物数量如此之庞大,是因为碳原子成键能力强,碳原子可以互相结合成不同碳原子数的链或环。此外,即使碳原子数相同的分子,由于碳原子之间的连接方式多种多样,因此又可以组成结构不同的许多化合物。分子式相同而结构不同因而性质也各异的化合物称为同分异构体,这种现象称为同分异构现象。它们的性质千变万化,各不相同,总数远远超过了无机化合物的总和(所有非碳元素化合物估计只有几十万种),因此完全有必要把有机化学单独作为一门学科来研究。

与无机化合物相比,有机化合物一般有以下特点:

(1) 大多数有机化合物可以燃烧。

(2) 一般有机化合物热稳定性差,受热易分解,许多有机化合物在 200~300 °C 逐渐分解。

(3) 许多有机化合物在常温下是气体、液体。常温下为固体的有机物,它们的熔点一般很低,超过 300 °C 的有机物很少。

(4) 一般有机化合物的极性较弱或完全没有极性,而水是强极性,因此一般有机化合物难溶于水而易溶于乙醇、乙醚、丙酮等有机溶剂中。

(5) 有机化合物的反应多数不是离子反应,而是分子间的反应,除少数反应(自由基反应)较快外,大多数有机反应时间较长。

(6) 有机反应往往不是单一的反应,除主反应外,还有副反应。

第三节 有机化合物的分类

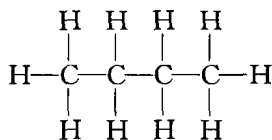
为了方便学习、研究,数目庞大的有机化合物需要一个完善的分类方法。有机化合物一般有两种分类方法:一种是按碳架分类;另一种是按官能团分类。

一、按碳架分类

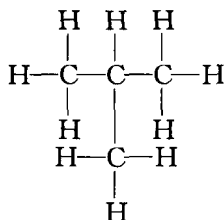
按碳链结合方式的不同,有机化合物可以分为三大族。

(一) 开链族化合物(脂肪族化合物)

开链族化合物(脂肪族化合物)是指分子中碳原子间相互结合而成碳链,不成环状。
例如



正丁烷



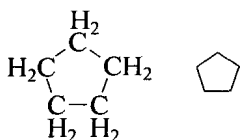
异丁烷

(二) 碳环族化合物

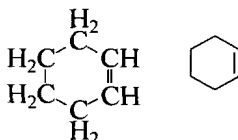
碳环族化合物是指分子中具有由碳原子连接而成的环状结构。

碳环族化合物又可分为以下两类：

(1) 脂环族化合物。这类化合物可以看成是由开链化合物连接闭合成环而得。它们的性质与脂肪族化合物相似, 所以又称脂环族化合物。例如



环戊烷

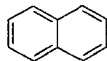


环己烯

(2) 芳香族化合物。这类化合物具有由碳原子连接而成的特殊环状结构, 因此具有一些特殊的性质。例如



苯



萘

(三) 杂环族化合物

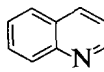
杂环族化合物也具有环状结构, 但是这种环是由碳原子和其他原子(如氧、硫、氮等)共同组成的。例如



呋喃



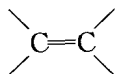
吡啶



喹啉

二、按官能团分类

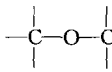
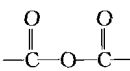
在上述每一类化合物中, 又可按分子中含有相同的、容易发生某些特征反应的原子(如卤素原子)、原子团[如—OH(羟基)、—COOH(羧基)]或某些特征化学键结构[如



(双键)、—C≡C—(叁键)]等进一步分类。有机化合物分子中能体现一类

化合物性质的原子或原子团统称为官能团(表 1-1)。

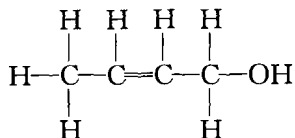
表 1-1 常见官能团及其相应化合物

化合物类别	官能团	举 例
烯烃	 (碳-碳双键)	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$
炔烃	$-\text{C}\equiv\text{C}-$ (碳-碳叁键)	$\text{CH}\equiv\text{CH}$
卤代烃	$-\text{X}$ (卤原子)	CH_3Br
醇、酚	$-\text{OH}$ (羟基)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
醚	 (醚键)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$
醛、酮	 (羰基)	HCHO 、 CH_3COCH_3
羧酸	$-\text{COOH}$ (羧基)	CH_3COOH
酯	 (酯键)	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$
酸酐	 (酐键)	
酰胺	$-\text{CONH}_2$ (酰胺键)	CH_3CONH_2
硝基化合物	$-\text{NO}_2$ (硝基)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$
胺	$-\text{NH}_2$ (氨基)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$
硫醇、硫酚	$-\text{SH}$ (巯基)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$ 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}$
磺酸	$-\text{SO}_3\text{H}$ (磺酸基)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H}$
腈	$-\text{CN}$ (氰基)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{CN}$

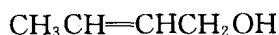
第四节 有机化合物构造式的表示方法

表示分子中原子间连接次序的化学式称为构造式。常见的表示方法有蛛网式(短线构造式)、结构简式(缩写式)、键线式(骨架式)。

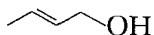
蛛网式:



结构简式:



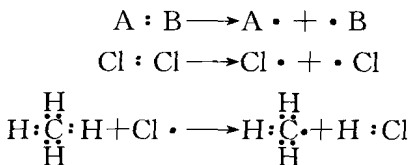
键线式:



第五节 有机反应的基本类型

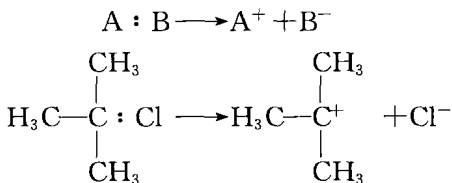
有机化合物发生化学反应不同于无机的正、负离子反应,涉及反应物分子中共价键的断裂和产物分子中共价键的生成。

共价键的断裂有两种方式。一种是均匀的裂解,也就是两个原子之间的共用电子对均匀分裂,两个原子各保留一个电子,形成自由基或称游离基(带有单电子的原子或基团)。共价键的这种断裂方式称为键的均裂。例如



这种经过均裂生成自由基的反应称为自由基反应。反应一般在光、热或过氧化物($\text{R}-\text{O}-\text{O}-\text{R}$)存在下进行。自由基只是反应的活泼中间体,它只能在瞬间存在。

共价键断裂的另一种方式是不均匀裂解,也就是在键断裂时,两原子间的共用电子对完全转移到其中的一个原子上。共价键的这种断裂方式称为键的异裂。键异裂的结果是产生带正电荷或负电荷的离子。例如



由共价键异裂产生离子而进行的反应称为离子型反应。带正电荷的碳原子称为碳正离子,带负电荷的碳原子称为碳负离子,它们都是不稳定的中间体,也只能在瞬间存在。离子型反应一般发生在极性分子之间。

除自由基反应和离子型反应外,还有一类有机反应,反应物分子中共价键的断裂和产物分子中共价键的生成同时进行,无中间体生成,这类反应称为协同反应。

第六节 有机酸碱概念

有机化学中也常用路易斯(Lewis)所提出的概念来理解酸和碱,即凡是能接受外来电子对形成共价键的物质都称为酸,凡是能给予电子对的都称为碱。按此定义,路易斯碱就是布朗斯台德-洛里(Brönsted-Lowry)定义的碱。例如, NH_3 可以接受质子,所