

“十二五”普通高等教育规划教材

医学有机化学

第二版

Medical Organic Chemistry

主 编 ◎ 王学东 付彩霞

山东人民出版社

国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

“十二五”普通高等教育规划教材

医学有机化学 第二版

Medical Organic Chemistry

主编 © 王学东 付彩霞

山东人民出版社

国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

医学有机化学/王学东,付彩霞主编. —济南:山东人民出版社,2015.1

ISBN 978-7-209-08781-0

I. ①医… II. ①王…②付… III. ①医用化学—有机化学—医学院校—教材 IV. ①R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 281649 号

责任编辑:麻素光

医学有机化学

王学东 付彩霞 主编

山东出版传媒股份有限公司

山东人民出版社出版发行

社址:济南市经九路胜利大街 39 号 邮编:250001

网址:<http://www.sd-book.com.cn>

发行部:(0531)82098027 82098028

新华书店经销

青岛星球印刷有限公司印装

规格 16 开(184mm×260mm)

印张 20.25

字数 420 千字

版次 2015 年 1 月第 1 版

印次 2015 年 1 月第 1 次

ISBN 978-7-209-08781-0

定价 36.00 元

如有质量问题,请与印刷厂调换。电话:(0532)88194567

编委会成员名单

主 编 王学东 付彩霞

副主编 张丽平 张怀斌 姜吉刚

张吉平 李耀辉

编 者 (以姓氏笔画为序)

王学东(潍坊医学院)

王 娟(青岛大学)

王雪耘(潍坊医学院)

付彩霞(滨州医学院)

朱容秀(山东大学)

李兆楼(济宁医学院)

李耀辉(潍坊医学院)

张吉平(青岛大学)

张丽平(潍坊医学院)

张怀斌(滨州医学院)

汪显阳(安徽医科大学)

姜吉刚(滨州医学院)

郭今心(山东大学)

盛继文(潍坊医学院)

黄玉玲(滨州医学院)

前言

《医学有机化学》第二版是“十二五普通高等教育规划教材”，适用于普通高等医学院校临床医学、护理学、麻醉学、口腔医学、医学影像学、预防医学、临床医学检验等专业的有机化学教学。

本次修订承继了第一版的编写原则，主要进行了以下改进：

(1)在学时减少的背景下，根据新修订的大医学类专业培养方案和教学大纲要求，在不影响知识系统性的基础上，删掉了“波谱学基础”内容。

(2)为便于学生学习，分散难点，将第一版中的“立体异构”一章分拆，把其中的顺反异构、构象异构分散到相应的烯烃和烷烃中介绍。

(3)将链烃与环烃两章内容重新组合，新增了“烷烃和环烷烃”一章。

(4)更新了课后阅读资料。

本教材的特点主要体现在以下几个方面：

(1)突出了“医学”特色。教材内容的选取充分考虑到医科学生应用有机化学的实际情况，力求从医学教育的实际出发，适当增加了与医学联系密切的有机化学内容，有利于提高学生的学习兴趣。

(2)内容编排深入浅出，注重基础、突出重点、分散难点，对基本概念、基本理论的讲述通俗易懂，便于讲授、易于自学，每章配置了适当习题以帮助学生加深理解和巩固所学内容。

(3)每章后附有一篇“阅读资料”，其内容从该章所学知识展开。例如某一知识点在医学上的应用、某一重大研究成果、本学科研究的前沿动向、社会关心的热点问题等。使学生了解不同学科之间的交叉联系，开阔视野，激发学生学习兴趣。

(4)本教材的编委均是长期在教学一线从事医学有机化学教学工作的教师，教学经验丰富，对有机化学的知识体系和教学内容十分熟悉，编写内容渗透了他们的教学成果和教学经验，使该书的实用性尤为突出。同时，本教材也参考吸收了其他优秀教材的精华。

衷心感谢全体编委的努力,感谢山东人民出版社、各参编院校为本书的编写出版给予的大力支持。

由于我们水平有限,书中难免有不当之处,恳请读者提出宝贵意见。

编者

2014年10月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 有机化合物和有机化学	(1)
第二节 有机化合物的性质	(2)
第三节 有机化合物的结构	(3)
一、共价键	(3)
二、碳原子的结构与杂化轨道	(6)
三、同分异构现象	(8)
第四节 有机化合物的反应	(9)
一、自由基反应	(9)
二、离子型反应	(9)
第五节 有机化合物的分类	(10)
一、根据碳骨架分类	(10)
二、根据官能团分类	(11)
第二章 烷烃和脂环烃	(15)
第一节 烷 烃	(15)
一、烷烃的结构	(15)
二、烷烃的通式和同系列	(16)
三、烷烃的构造异构和命名	(17)
四、烷烃的物理性质	(19)
五、烷烃的化学性质	(20)
第二节 脂环烃	(21)
一、环烷烃的分类和命名	(21)
二、环烷烃的结构	(23)
三、环烷烃的化学性质	(24)
第三节 构象异构	(25)
一、乙烷的构象	(25)

二、丁烷的构象	(26)
三、环己烷的构象	(27)
四、十氢萘的构象	(29)
第三章 烯烃和炔烃	(33)
第一节 烯 烃	(33)
一、烯烃的结构	(33)
二、烯烃的构造异构和命名	(34)
三、烯烃的物理性质	(35)
四、电子效应	(35)
五、烯烃的化学性质	(38)
六、二烯烃	(42)
第二节 顺反异构	(44)
一、产生顺反异构的条件	(44)
二、顺反异构体的命名	(45)
第三节 炔 烃	(47)
一、炔烃的结构	(47)
二、炔烃的构造异构和命名	(48)
三、炔烃的物理性质	(48)
四、炔烃的化学性质	(48)
第四节 重要的烯烃和炔烃	(50)
一、乙烯	(50)
二、乙炔	(50)
第四章 芳香烃	(55)
第一节 单环芳香烃	(55)
一、苯及其同系物	(55)
二、苯及其同系物的物理性质	(57)
三、苯及其同系物的化学性质	(58)
四、苯衍生物的定位效应	(62)
第二节 稠环芳香烃	(65)
一、萘	(65)
二、蒽和菲	(67)
三、致癌芳香烃	(68)
第三节 非苯型芳香烃	(68)
一、休克尔规则	(68)
二、环丙烯正离子	(69)

三、环戊二烯负离子	(69)
四、环辛四烯二负离子	(69)
五、轮烯	(69)
第五章 卤代烃	(73)
第一节 卤代烃的分类和命名	(73)
一、卤代烃的分类	(73)
二、卤代烃的命名	(73)
第二节 卤代烃的物理性质	(74)
第三节 卤代烃的化学性质	(75)
一、取代反应	(76)
二、消除反应	(81)
三、与金属镁的反应	(83)
第四节 不同类型卤代烯烃的活泼性	(84)
一、烯丙型卤代烃	(84)
二、乙烯型卤代烃	(85)
三、孤立型卤代烃	(85)
第五节 重要的卤代烃	(86)
一、三氯甲烷	(86)
二、四氯化碳	(86)
三、氯乙烯及聚氯乙烯	(86)
四、其他几种重要的卤代烃	(87)
第六章 旋光异构	(92)
第一节 物质的旋光性	(93)
一、偏振光和旋光性	(93)
二、旋光度与比旋光度	(93)
第二节 旋光性与分子结构的关系	(95)
一、手性和手性分子	(95)
二、分子中常见对称因素	(96)
三、手性碳原子	(97)
第三节 含一个手性碳原子化合物的旋光异构	(98)
一、对映体和外消旋体	(98)
二、费歇尔投影式	(99)
三、旋光异构体构型的命名	(102)
第四节 含两个手性碳原子的化合物的旋光异构	(105)
一、含两个不同手性碳原子的化合物	(105)

二、含两个相同手性碳原子的化合物	(105)
第五节 不含手性碳原子化合物的旋光异构	(106)
一、丙二烯型化合物	(106)
二、联苯型化合物	(108)
第七章 醇、酚和醚	(115)
第一节 醇	(115)
一、醇的结构、分类和命名	(115)
二、醇的物理性质	(118)
三、醇的化学性质	(119)
第二节 酚	(123)
一、酚的结构、分类和命名	(123)
二、酚的物理性质	(124)
三、酚的化学性质	(125)
第三节 醚	(127)
一、醚的结构、分类和命名	(127)
二、醚的物理性质	(129)
三、醚的化学性质	(129)
第四节 硫醇与硫醚	(131)
一、硫醇、硫醚的结构和命名	(131)
二、硫醇、硫醚的物理性质	(131)
三、硫醇、硫醚的化学性质	(131)
第五节 重要的醇、酚和醚	(133)
一、乙醇	(133)
二、甲酚	(133)
三、乙醚	(133)
第八章 醛、酮和醌	(139)
第一节 醛和酮	(139)
一、醛、酮的结构和分类	(139)
二、醛、酮的命名	(140)
三、醛、酮的物理性质	(142)
四、醛、酮的化学性质	(142)
第二节 醌	(151)
一、醌的结构、分类和命名	(151)
二、醌的物理性质	(152)
三、醌的化学性质	(152)

第三节 重要的醛、酮、醌	(153)
一、乙醛	(153)
二、苯甲醛	(153)
三、丙酮	(153)
四、樟脑	(153)
五、 α -萘醌和维生素 K	(154)
第九章 羧酸及其衍生物	(158)
第一节 羧 酸	(158)
一、羧酸的结构、分类和命名	(158)
二、羧酸的物理性质	(160)
三、羧酸的化学性质	(161)
第二节 羧酸衍生物	(165)
一、羧酸衍生物的结构和命名	(165)
二、羧酸衍生物的物理性质	(167)
三、羧酸衍生物的化学性质	(168)
第三节 重要的羧酸、羧酸衍生物	(170)
一、甲酸	(170)
二、乙二酸	(170)
三、苯甲酸	(170)
四、尿素	(170)
五、巴比妥酸	(171)
六、磺胺类药物	(172)
第十章 羟基酸和酮酸	(177)
第一节 羟基酸	(177)
一、羟基酸的结构和分类	(177)
二、羟基酸的命名	(177)
三、羟基酸的物理性质	(178)
四、羟基酸的化学性质	(178)
第二节 酮 酸	(181)
一、酮酸的结构、分类和命名	(181)
二、酮酸的化学性质	(181)
三、酮式——烯醇式互变异构现象	(182)
第三节 重要的羟基酸、酮酸	(184)
一、乳酸	(184)
二、苹果酸	(184)

三、酒石酸	(184)
四、柠檬酸	(184)
五、水杨酸	(185)
六、五倍子酸	(185)
七、丙酮酸	(185)
八、 β -丁酮酸	(185)
第十一章 含氮有机化合物	(189)
第一节 胺	(189)
一、胺的分类和命名	(189)
二、胺的结构	(191)
三、胺的物理性质	(192)
四、胺的化学性质	(192)
第二节 重氮盐和偶氮化合物	(197)
一、重氮盐的制备及结构	(198)
二、重氮盐的化学性质	(198)
第三节 重要的含氮有机化合物	(200)
第十二章 芳香杂环化合物	(206)
第一节 杂环化合物的分类和命名	(206)
一、杂环化合物的分类	(206)
二、杂环化合物的命名	(206)
第二节 五元杂环化合物	(208)
一、五元杂环化合物的结构	(209)
二、五元杂环化合物的化学性质	(209)
三、吡咯衍生物	(212)
第三节 六元杂环化合物	(213)
一、六元杂环化合物的结构	(213)
二、六元杂环化合物的化学性质	(213)
三、吡啶衍生物	(215)
四、嘧啶及其衍生物	(216)
五、喹啉及其衍生物	(216)
六、吲哚及其衍生物	(217)
七、嘌呤及其衍生物	(217)
第四节 生物碱	(219)
一、生物碱的概念	(219)
二、生物碱的一般性质	(219)

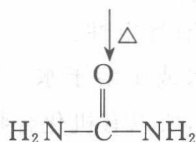
三、常见重要生物碱及结构特点	(220)
第十三章 糖 类	(227)
第一节 单 糖	(227)
一、单糖的分类	(227)
二、单糖的结构	(228)
三、单糖的物理性质	(232)
四、单糖的化学性质	(232)
五、重要的单糖	(235)
第二节 二 糖	(237)
一、还原性二糖	(237)
二、非还原性二糖	(238)
第三节 多 糖	(239)
一、淀粉	(239)
二、糖原	(241)
三、纤维素	(242)
四、粘多糖	(242)
第十四章 脂 类	(246)
第一节 油 脂	(246)
一、油脂的组成、结构和命名	(246)
二、油脂的物理性质	(249)
三、油脂的化学性质	(249)
第二节 磷脂和糖脂	(250)
一、磷脂	(250)
二、糖脂	(252)
三、磷脂与细胞膜	(253)
第三节 甾族化合物	(254)
一、甾族化合物的基本骨架	(254)
二、甾族化合物的立体结构和分类	(255)
三、重要的甾族化合物	(255)
第十五章 氨基酸、肽和蛋白质	(262)
第一节 氨基酸	(262)
一、氨基酸是组成蛋白质的基本单位	(262)
二、氨基酸的分类和命名	(262)
三、氨基酸的结构特点和构型	(263)
四、氨基酸的理化性质	(265)

第二节 肽	(267)
一、肽的结构和命名	(267)
二、多肽中氨基酸的顺序测定	(267)
三、多肽的合成	(269)
第三节 蛋白质	(270)
一、蛋白质的元素组成和分类	(270)
二、蛋白质的结构	(271)
三、蛋白质的性质	(274)
第十六章 核 酸	(279)
第一节 核酸的分类和化学组成	(279)
一、核酸的分类	(279)
二、核酸的化学组成	(280)
第二节 核酸的结构	(283)
一、核酸的一级结构	(283)
二、核酸的空间结构	(285)
第三节 核酸的性质	(287)
一、核酸的物理性质	(287)
二、核酸的酸碱性	(287)
三、核酸的电泳	(287)
四、核酸的水解	(287)
习题参考答案	(291)

第一章 绪论

第一节 有机化合物和有机化学

在化学发展的早期阶段,人们把从自然界中得到的物质,按其来源不同分为两大类,一类是从无生命的矿物中得到的物质,称为无机化合物(简称无机物 inorganic compound);另一类是从有生命的动植物体中得到的物质,称为有机化合物(简称有机物 organic compound)。曾经有过一段时期,有些化学家认为有机化合物只能来源于有生命的机体,不可能由无机化合物合成。然而,1828年德国的一位年轻化学家——武勒(F. Wöhler),他用典型的无机化合物氰酸钾与氯化铵成功地合成了有机化合物尿素,从此打破了只能从有生命的机体中得到有机化合物的禁锢,开辟了人工合成有机化合物的新时期。



随后,人们又陆续合成出成千上万的有机化合物,包括那些结构十分复杂的蛋白质、核酸和激素等也都被成功地合成出来。从历史上遗留下来的“有机化合物”和“有机化学”这些名词,现在人们仍然沿用,不过“有机”两字已失去了原有的“有生机”的含义。

大量研究证明,有机化合物都含有碳元素,绝大多数还含有氢元素,有的还含有氧、硫、氮、磷和卤素等元素。尽管组成有机化合物的元素种类为数不多,但有机化合物的数目却十分惊人,已达到上千万种,而无机化合物却只有几十万种。有机化合物数目种类繁多的主要原因之一是分子中的氢原子往往可以被其他原子或原子团所取代,而衍生出来许许多多的其他有机化合物。因此,“有机化合物”和“有机化学”的现代定义是:把碳氢化合物及其衍生物称为有机化合物;研究碳氢化合物及其衍生物的化学称为有机化学(organic chemistry)。有机化学主要研究有机化合物的组成、结构、性质、制备、应用及其变化规律。

有机化合物与人类的生活及生命息息相关。日常生活中所接触到的淀粉、纤维素、塑料、蛋白质、药物、染料及炸药都属于有机化合物。人体的组成成分大部分是有机化合

物,而且它们在人体内进行着一系列的化学变化,以维持体内新陈代谢的各种平衡,保证人体的健康,如糖、脂肪和蛋白质等的代谢。又如生物有机高分子化合物的核糖核酸(RNA)、脱氧核糖核酸(DNA)和蛋白质均与生命有着密切的关系。

有机化学是医学各专业的一门重要基础课程。如生物化学、药理学、生理学、免疫学、遗传学、卫生学、微生物学以及临床诊断学等都需要一定的有机化学知识。揭露生命的本质以及病因的探索等方面无不和有机化学有着密切联系。

第二节 有机化合物的性质

与无机化合物在性质上进行比较,有机化合物一般具有以下特点:

1. 大多数有机化合物都可以燃烧,如汽油、棉花、酒精等。而无机化合物一般不燃烧。利用这一性质可以初步区别有机化合物和无机化合物。

2. 有机化合物的熔点较低,一般不超过 300°C ,超过 300°C 的有机化合物很少。而无机化合物的熔点较高。这是因为有机化合物晶体一般是由较弱的分子间引力维持,破坏这样的引力所需的能量少;无机化合物晶体一般是由较强的正、负离子间静电引力维持,破坏这样的引力所需的能量多。

3. 有机化合物一般不导电,如蔗糖、油脂、苯等。因为有机化合物中的化学键基本上共是共价键,极性很小或无极性,难以电离成离子。而大多数无机化合物在熔化或溶液状态下是以离子状态存在,所以具有导电性。

4. 有机化合物一般难溶于水或不溶于水。因为有机化合物一般极性较弱或没有极性,而水是一种极性很强的溶剂,所以有机化合物一般难溶于水或不溶于水,易溶于非极性或极性弱的有机溶剂。无机化合物则相反。

5. 有机化合物的反应一般比较缓慢。有机化合物的反应主要是分子间的反应,所以反应速率较慢,常常采用加热、加催化剂或光照等手段以增加分子动能、降低活化能来缩短反应时间。而无机化合物的反应是离子间进行的反应,所以反应速率很快。

6. 有机化合物的反应往往不是单一的反应,反应物之间同时发生若干不同的反应,可以得到多种产物。一般把在某一特定反应条件下主要进行的一个反应称为主反应,其他的反应称为副反应。选择最有利的反应条件以减少副反应来提高主要产品的数量(得率)也是有机化学家的一项重要任务。

第三节 有机化合物的结构

一、共价键

有机化合物的性质取决于其结构,要说明有机化合物的结构,必须首先讨论有机化合物中普遍存在的共价键。

1. 共价键的概念

1916年,德国化学家柯塞尔(W. Kossel)和美国化学家路易斯(G. N. Lewis)分别提出了离子键和共价键的概念。柯塞尔认为:离子键(ionic bonds)是原子间通过电子转移产生的正负离子相互结合而形成的。无机化合物中的化学键主要是离子键。路易斯认为:共价键(covalent bonds)是原子间通过共用电子对相互结合而形成的。碳原子与其他原子结合时,不易获得或失去电子,而以共价键相互结合。因此,有机化合物中的化学键主要是共价键。

2. 共价键的形成及特点

路易斯的共价键理论虽然揭示了共价键与离子键的区别,但未能说明共价键是怎样形成的,也不能解释共价键为什么具有饱和性和方向性等诸多问题。

现代共价键理论指出:当两个原子接近时,只有自旋方向相反的单电子可以相互配对(即两原子轨道重叠),形成稳定的共价键。共价键有以下特点:

(1)自旋方向相反的单电子配对形成共价键后,就不能再和其他原子中的单电子配对。所以,每个原子所形成共价键的数目取决于该原子中的单电子数目。这就是共价键的饱和性。

(2)成键原子的原子轨道相互重叠得越多,形成的共价键就越稳定。这称为原子轨道最大重叠原理。

(3)共价键的形成必须尽可能沿着原子轨道最大程度重叠的方向进行,这就是共价键具有方向性。

3. 共价键的类型

在有机化合物分子中,由于成键时原子轨道重叠方式不同,共价键一般分为 σ 键和 π 键两类。 σ 键是由两个相同或不不同的原子轨道沿着键轴“头碰头”重叠形成的,成键电子云围绕键轴呈圆柱形对称分布,成键的两个原子可沿着键轴自由旋转; π 键是由两个平行的p轨道“肩并肩”重叠形成的,成键电子云对称地分布在键轴的上方和下方,成键的两个原子不能沿着键轴自由旋转。

由于形成 π 键的原子轨道重叠的程度相对较小, π 电子云受原子核的引力也较小,因而 π 键不如 σ 键稳定。一般来说, π 键容易断开,化学活泼性较强; π 键不能单独存在,只