

 **21**世纪高等院校教材

医学有机化学

(第二版)

张普庆 主编



科学出版社
www.sciencep.com

21 世纪高等院校教材

供五年制临床、预防、口腔、护理等医学专业用

医学有机化学

(第二版)

张普庆 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是全国高等学校教学研究中心“21 世纪中国高等学校农林/医药类专业数理化基础课程的创新与实践”课题研究成果之一。

全书共十五章,前十一章系统介绍各类基本有机化合物的结构、命名和主要化学性质,同时讲述有机化学的基础知识和基本理论;后四章分别介绍与医学、生命科学关系密切的生物分子,糖类、脂类、氨基酸、肽、蛋白质及核酸的化学结构和主要的物理、化学性质。每章均附有一篇小资料,内容涉及有机化学的进展,有机化学与医学、药学、生命科学、环境科学的联系等,内容丰富,可读性强,有利于开阅读者视野,激发学习兴趣,培养创新意识。

本书可作为高等院校医学类各专业本科生教材,也可供生命科学及医学检验等专业的师生使用或参考。

图书在版编目(CIP)数据

医学有机化学/张普庆主编. —2 版. —北京: 科学出版社, 2009

21 世纪高等院校教材

ISBN 978-7-03-023438-4

I. 医… II. 张… III. 医用化学:有机化学-高等学校-教材 IV. R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 182982 号

责任编辑:赵晓霞 杨向萍 陈雅娴 魏晓焱 / 责任校对:张 琪

责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

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>

装 订 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 2 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2009 年 3 月第 二 版 印张: 22 3/4

2009 年 3 月第四次印刷 字数: 430 000

印数: 14 001—18 000

定价: 32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

《医学有机化学》(第二版)

编 委 会

主 编 张普庆

副主编 鲁建江 顾生玖 姚 丽

编 委(按姓氏拼音排序)

顾生玖(桂林医学院)

李耀辉(潍坊医学院)

庞 华(山东大学)

王学东(潍坊医学院)

夏淑贞(华中科技大学)

姚 丽(青岛大学)

张丽平(潍坊医学院)

李纪红(天津医科大学)

鲁建江(石河子大学)

盛继文(潍坊医学院)

王雪耘(潍坊医学院)

闫豫君(石河子大学)

张建伟(首都医科大学)

张普庆(潍坊医学院)

第二版前言

自本书第一版于2006年出版以来,经过了数所医学院校的教学实践,收到了预期的教学效果。第一版精练的教材内容,生动鲜活、内容丰富的“小资料”,受到了同行师生、读者的普遍欢迎和肯定。为了进一步满足教学需要,我们总结、归纳了第一版在使用过程中部分师生反馈的意见和建议,结合学科的发展,参考当前国内外新出版的有机化学教材和相关学科的文献资料,对第一版进行了修订。通过八所院校,十多位教学经验丰富的教师的辛勤工作,本书终于和读者见面了。

此次修订与编写仍然将教材定位在普通医学院校、五年制医学类专业本科生,强化其针对性和适用性。在坚持教材内容的科学性、先进性、系统性的前提下,力争做到内容精练,注重基础,突出重点,分散难点,便于讲授,利于自学。尽量使学生在较少的学时内,能掌握有机化学的基础理论、基本知识、基本技能,着重培养学生的自学能力、创新意识,并注重人文素质的培养。

在第一版的基础上,我们对教材内容主要做了以下调整:

将第一版中的第二章链烃、第三章环烃、第九章立体异构、第十一章芳香杂环化合物等内容进行了重新编排。把烷烃和脂环烃列为第二章,烯烃和炔烃整合为第三章。原立体异构一章中的构象异构一节并入第二章,顺反异构并入第三章,旋光异构则单独编写,成为第四章。芳香烃和芳香杂环化合物合并为第五章芳香化合物。

针对书中的内容,我们进行了精心选材、调整、修改,对练习题也进行了补充、修改,附在每章后的阅读材料绝大部分进行了更新,全书最后增加了主题词汉英对照。

本书的编写、出版得到潍坊医学院教务处领导的关心和大力支持,各参编院校和科学出版社给予了全力支持和无私帮助,使本书得以顺利完成,在此一并表示衷心感谢。

由于编者学识、水平有限,书中难免有不当之处,诚请读者不吝批评指正。

张普庆

2008年12月于潍坊医学院

第一版前言

本书是全国高等学校教学研究中心组织实施的教学研究课题“21 世纪中国高等学校农林/医药类专业数理化基础课程的创新与实践”(项目编号: BIA010092-E03)研究成果之一。

根据课题立项会议精神,重点大学、一般大学要有自己相应的课程体系与特色,应存在不同层次的精品课程序列。目前,我国高等医学教育课程主要开设在一般大学。因此本书定位在一般院校,普通五年制医学类各专业,有较强的针对性和适用性。在坚持教材科学性、先进性、系统性的前提下,力争做到内容精练,注重基础,突出重点,分散难点,便于讲授,利于自学。具体特点体现在以下几方面:

1. 根据目前各校理论课时普遍压缩的现实情况,精选教材内容,删除了与中学化学、基础化学、生物化学重复的内容。波谱及其在结构分析中的应用亦未列入,建议设选修课,供学有余力或有兴趣的学生选修。

2. 电子效应、反应机理是有机化学的重要基础理论,也是教学的重点、难点。针对医学生结构化学基础薄弱的现实情况,力避单纯罗列抽象概念,注意采用深入浅出、通俗易懂的叙述方法,给出清晰明确的概念,简明易懂的实例,重在应用,在反复应用中加深理解。对此部分内容的处理,本教材有独到之处。

3. 立体异构亦作为教材的重点、难点,为突出立体异构的重要性、系统性,在教材中单列一章,在课堂讲授时,先后顺序可灵活掌握。

4. 每章后附有一篇“小资料”,是本教材的又一特色。所选内容从本章所学知识展开,有些是综述本章某一知识点在医学上的应用,使学生了解不同学科之间的联系、交叉,有些文章介绍某一重大科学发现的研究历程,或当前科学研究的前沿发展动向,目的在于开阔学生视野,激发学习兴趣,培养创新人才。

5. 为适应现代教学手段的需要,同时编写制作教师用多媒体电子课件*。

纵观教材整体内容,教师讲授、学生必修的内容少而精,但全书蕴涵的内容丰富,信息量大,所列参考文献多,有利于培养学生的创新意识和自主获取知识的能力,有利于培养适应 21 世纪科技迅速发展的高素质人才。

* 如有需要,请直接与本书主编联系: hx@wfm.c. edu. cn。

在本书编写过程中,潍坊医学院的各级领导极为关心、重视,并予以大力支持,各参编院校也给予了无私协助,使本书得以顺利完成,在此一并表示衷心感谢。

由于编者学识、水平有限,教材中难免有不当之处,诚请同行专家、师生不吝批评指正。

张普庆

2005 年 12 月

目 录

第二版前言

第一版前言

第一章 绪论	(1)
第一节 有机化合物与有机化学	(1)
一、有机化学的产生与发展	(1)
二、有机化学与医学的关系	(3)
第二节 有机化合物的结构特点	(3)
一、碳原子的结构与共价键	(3)
二、碳原子的轨道杂化	(5)
三、有机化合物的同分异构现象	(8)
第三节 有机化学反应的类型	(8)
一、共价键均裂与自由基型反应	(8)
二、共价键的异裂与离子型反应	(9)
第四节 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	(10)
第五节 研究有机化合物的一般方法	(11)
一、分离提纯	(11)
二、元素定性、定量分析	(12)
三、确定实验式和分子式	(12)
四、结构式的测定	(12)
【小资料】 化学——打开生命奥秘之门的钥匙	(13)
参考文献	(15)
习题	(16)
第二章 烷烃和脂环烃	(17)
第一节 烷烃	(17)
一、烷烃的结构	(17)
二、烷烃的同系列和通式	(18)
三、烷烃的同分异构现象	(19)
四、烷烃的命名	(20)

五、烷烃的物理性质	(22)
六、烷烃的化学性质	(22)
第二节 脂环烃	(24)
一、脂环烃的分类和命名	(24)
二、环烷烃的结构	(26)
三、环烷烃的化学性质	(27)
第三节 构象异构	(28)
一、烷烃的构象	(28)
二、脂环烃的构象	(31)
【小资料】 浅谈自由基	(34)
参考文献	(37)
习题	(37)
第三章 烯烃和炔烃	(39)
第一节 烯烃	(39)
一、烯烃的结构和命名	(39)
二、烯烃的同分异构	(40)
三、烯烃的物理性质	(41)
四、电子效应	(41)
五、烯烃的化学性质	(44)
六、烯烃的加成反应机理	(47)
七、二烯烃	(47)
第二节 顺反异构	(49)
一、产生顺反异构的条件	(49)
二、顺反异构体的命名	(50)
第三节 炔烃	(52)
一、乙炔的结构	(53)
二、炔烃的命名	(53)
三、炔烃的物理性质	(53)
四、炔烃的化学性质	(53)
【小资料】 番茄红素的保健作用	(55)
参考文献	(58)
习题	(58)
第四章 旋光异构	(60)
第一节 物质的旋光性	(60)
一、偏振光与旋光性物质	(60)

二、旋光度的测定与比旋光度	(60)
第二节 旋光活性与分子结构的关系	(61)
一、分子的手性与旋光性	(61)
二、分子中常见对称因素	(63)
三、分子中的手性因素	(64)
第三节 含一个手性碳原子化合物的旋光异构	(64)
一、对映体和外消旋体	(64)
二、费歇尔投影式	(65)
三、旋光异构体构型的命名	(66)
第四节 含两个手性碳原子化合物的旋光异构	(68)
一、含两个不同手性碳原子化合物的旋光异构	(68)
二、含两个相同手性碳原子化合物的旋光异构	(68)
第五节 不含手性碳化合物的旋光异构	(69)
一、丙二烯型化合物	(69)
二、联苯型化合物	(69)
【小资料】 手性药物	(70)
习题	(72)
第五章 芳香化合物	(74)
第一节 单环芳香烃	(75)
一、苯衍生物的异构和命名	(75)
二、苯的结构	(76)
三、芳香烃的物理性质	(77)
四、单环芳香烃的化学性质	(78)
第二节 稠环芳香烃	(85)
一、萘	(85)
二、蒽和菲	(87)
三、稠环芳香烃与致癌烃	(88)
第三节 非苯芳香烃	(88)
一、休克尔规则	(88)
二、环丙烯正离子	(89)
三、环戊二烯负离子	(89)
四、环辛四烯二负离子	(89)
五、轮烯	(90)
第四节 芳香杂环化合物	(90)
一、芳香杂环化合物的分类和命名	(91)

二、五元杂环化合物	(92)
三、六元杂环化合物	(95)
【小资料】 现代有机化学大师——伍德沃德	(97)
参考文献	(99)
习题	(99)
第六章 卤代烃	(102)
第一节 卤代烃的分类和命名	(102)
一、卤代烃的分类	(102)
二、卤代烃的命名	(102)
第二节 卤代烃的物理性质	(103)
第三节 卤代烃的化学性质	(104)
一、取代反应(substitution reaction)	(104)
二、消除反应(elimination reaction)	(109)
三、与金属的作用	(111)
第四节 不同类型卤代烯烃的活泼性	(112)
一、烯丙型卤代烃	(112)
二、乙烯型卤代烃	(113)
三、孤立型卤代烃	(113)
【小资料】 二噁英与食品安全	(114)
参考文献	(116)
习题	(116)
第七章 醇、酚和醚	(119)
第一节 醇	(119)
一、醇的分类和命名	(119)
二、醇的结构	(121)
三、醇的物理性质	(121)
四、醇的化学性质	(123)
第二节 酚	(128)
一、酚的分类和命名	(128)
二、酚的结构	(129)
三、酚的物理性质	(129)
四、酚的化学性质	(131)
第三节 醚	(134)
一、醚的分类与命名	(134)
二、醚的物理性质	(135)

三、醚的化学性质	(136)
第四节 硫醇与硫醚	(137)
一、硫醇、硫醚的结构	(137)
二、硫醇、硫醚的物理性质	(138)
三、硫醇、硫醚的化学性质	(138)
【小资料】 白藜芦醇	(139)
参考文献	(141)
习题	(142)
第八章 醛、酮和醌	(145)
第一节 醛和酮	(145)
一、醛、酮的结构和分类	(145)
二、醛、酮的命名	(146)
三、醛、酮的制备	(146)
四、醛、酮的物理性质	(147)
五、醛、酮的化学性质	(148)
第二节 醌	(158)
一、醌的结构、分类与命名	(158)
二、醌的物理性质	(159)
三、醌的化学性质	(159)
【小资料】 视黄醛与视觉	(160)
参考文献	(162)
习题	(162)
第九章 羧酸及其衍生物	(164)
第一节 羧酸	(164)
一、羧酸的分类和命名	(164)
二、羧酸的制备	(167)
三、羧酸的物理性质	(167)
四、羧酸的化学性质	(168)
五、羧酸的代表化合物	(175)
第二节 羧酸衍生物	(177)
一、羧酸衍生物的命名	(177)
二、羧酸衍生物的物理性质	(178)
三、羧酸衍生物的化学性质	(179)
四、羧酸衍生物的代表化合物	(182)
【小资料】 抗高血压药——血管紧张素转化酶抑制剂	(184)

参考文献	(186)
习题	(187)
第十章 羧基酸和酮酸	(190)
第一节 羧基酸	(190)
一、羧基酸的结构和分类	(190)
二、羧基酸的命名	(191)
三、羧基酸的物理性质	(191)
四、羧基酸的化学性质	(191)
五、羧基酸的代表化合物	(195)
第二节 酮酸	(196)
一、酮酸的结构、分类和命名	(196)
二、酮酸的化学性质	(197)
三、酮式-烯醇式互变异构现象	(198)
四、酮酸的代表化合物	(200)
【小资料】 水杨酸、乙酰水杨酸和乳酸的应用简介	(201)
参考文献	(203)
习题	(204)
第十一章 含氮有机化合物	(207)
第一节 胺	(207)
一、胺的分类和命名	(207)
二、胺的制备	(209)
三、胺的结构	(210)
四、胺的物理性质	(211)
五、胺的化学性质	(211)
第二节 重氮化合物和偶氮化合物	(216)
一、重氮化反应	(217)
二、重氮盐的化学性质	(217)
第三节 酰胺	(219)
一、酰胺的结构、分类和命名	(219)
二、酰胺的物理性质	(219)
三、酰胺的化学性质	(220)
四、磺胺类药物	(221)
第四节 生物碱	(221)
一、生物碱的概念	(221)
二、生物碱的一般性质	(222)

三、常见重要生物碱的结构特点	(222)
【小资料】 苯丙胺类药物	(223)
习题	(225)
第十二章 糖类	(228)
第一节 单糖	(228)
一、单糖的开链结构和构型	(229)
二、葡萄糖的环状结构和变旋光现象	(230)
三、葡萄糖环状结构的哈沃斯式和构象	(231)
四、果糖、核糖的结构	(233)
五、单糖的物理性质	(234)
六、单糖的化学性质	(235)
第二节 双糖	(241)
一、还原性双糖	(241)
二、非还原性双糖	(243)
第三节 多糖	(244)
一、淀粉	(244)
二、纤维素	(247)
三、糖原	(248)
四、黏多糖	(248)
【小资料】 糖类物质与人体健康	(250)
参考文献	(251)
习题	(251)
第十三章 脂类	(254)
第一节 油脂	(254)
一、油脂的结构、组成和命名	(254)
二、脂类中的脂肪酸	(255)
三、油脂的物理性质	(257)
四、油脂的化学性质	(258)
第二节 磷脂和糖脂	(260)
一、磷脂	(260)
二、糖脂	(264)
三、磷脂与细胞膜	(264)
第三节 甾族化合物	(265)
一、甾族化合物的基本结构和命名	(265)

二、甾醇	(267)
三、胆甾酸	(268)
四、甾体激素	(269)
【小资料】 中国甾体激素药物奠基人——黄鸣龙	(271)
参考文献	(273)
习题	(273)
第十四章 氨基酸、肽和蛋白质	(276)
第一节 氨基酸	(276)
一、氨基酸的结构	(276)
二、氨基酸的分类和命名	(278)
三、氨基酸的物理性质	(278)
四、氨基酸的化学性质	(279)
第二节 肽	(280)
一、肽的结构和命名	(280)
二、多肽中氨基酸顺序的测定	(281)
三、多肽的合成	(283)
第三节 蛋白质	(285)
一、蛋白质的元素组成和分类	(285)
二、蛋白质的结构	(286)
三、蛋白质的性质	(289)
【小资料】 “降血压”肽	(291)
参考文献	(293)
习题	(294)
第十五章 核酸	(295)
第一节 核酸的分类和化学组成	(295)
一、核酸的分类	(295)
二、核酸的化学组成	(296)
第二节 核酸的结构	(298)
一、核苷和核苷酸	(298)
二、核酸的一级结构	(300)
三、DNA 的双螺旋结构	(302)
四、RNA 的二级结构	(304)
第三节 核酸的性质	(305)
一、核酸的物理性质	(305)

二、核酸的变性与复性	(306)
三、核酸的电泳	(308)
四、核酸的水解	(308)
【小资料】 生命科学的里程碑——DNA 双螺旋结构的确定	(308)
参考文献	(312)
习题	(312)
习题参考答案	(314)
主题词汉英对照	(338)

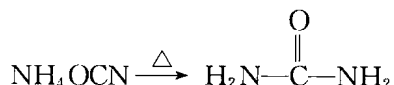
第一章 绪 论

第一节 有机化合物与有机化学

一、有机化学的产生与发展

有机化学是一门重要的自然科学,它与我们生活的方方面面都有着密切的关系。从地球上有了人类开始,人类就本能地与各种有机化合物打交道,因为我们在生活中一刻也离不开有机化合物。早在有文字记载的历史以前,我们的先人已经会酿酒、制醋,并逐步发展到使用染料、中草药及香料等有机化合物。当然,那时一般使用的还不是纯净的有机化合物,而仅限于从动物、植物体中提取制备得到的混合物。18世纪欧洲工业革命之后,科学技术的进步,社会发展的需要,使得分离提纯有机化合物的技术迅速发展。例如,1769年分离提纯了酒石酸,1776年分离提纯了乙二酸,1780年分离提纯了乳酸等。但在相当长的历史时期内,人们认为只有具有“生命力”的动物、植物体才能制造有机化合物。直到19世纪初,许多著名的科学家仍然认为,有机化合物只能在活细胞中,在固有的“生命力”的作用下由活细胞产生,人工的化学合成对此是无能为力的。有机化合物的性质明显不同于当时已知的许多矿物质,于是化学家开始把物质分为两大类。把从矿物质中获得的分为一类,从有生命的动物、植物体中获得的物质分为另一类。1807年,瑞典化学家柏则里(Berzelius)首次把从动物、植物体中获得的化合物命名为“有机化合物”,意为“有生机之物”。

1828年,德国化学家韦勒(Wöhler)在研究氰酸盐的过程中,意外得到了有机化合物尿素。



这是世界上第一次在实验室的玻璃器皿中从无机物制得有机物,是化学史上一项革命性的重大发现。韦勒的发现否定了关于“生命力”的假说,解放了化学家的思想。不久,越来越多的有机化合物被人工合成出来。1831年,从氰酸成功制备了甲酸;1844年,用无机元素合成出了乙酸;1854年,人工合成了油脂类的物质;1861年,合成了糖类物质。

1965年,我国化学家在世界上首次成功合成了具有生物活性的蛋白质——牛