

 普通高等专科学校教育药学类规划教材

供药学专业用

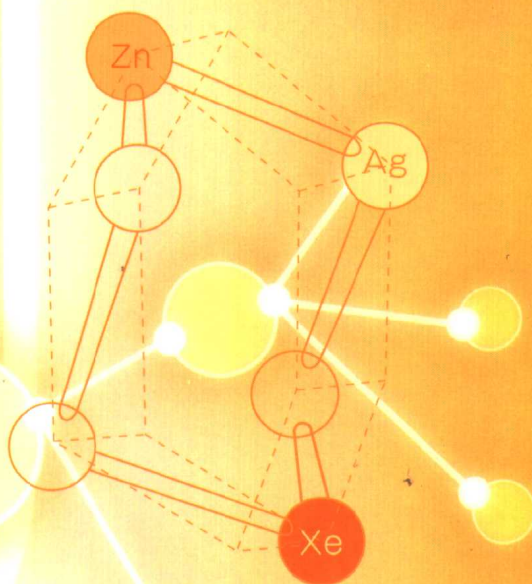
有机化学

ORGANIC

(第二版)

CHEMISTRY

主编 马祥志 副主编 何彬生



中国医药科技出版社

普通高等专科教育药学类规划教材

有机化学

第二版

(供药学专业用)

主 编 马祥志

副主编 何彬生

编 委 (按所编章节先后为序)

马祥志 (湘南医学高等专科学校)

何彬生 (湘南医学高等专科学校)

伍焜贤 (广东药学院)

李敏谊 (广东药学院)

王 莉 (新疆石河子大学)

金恒启 (石家庄医学高等专科学校)

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本教材共分18章。第一章为绪论,主要介绍了有机化合物的特性、研究有机化合物的方法及有机化学的一些基本理论等。从第二章开始,按官能团体系讲授各类有机化合物的结构、性质及其与医药有关的重要代表物,强化各类有机化合物的结构特征及结构与性质的关系。同时对于有机化合物的对映异构也进行了专门阐述。第18章介绍了波谱基础知识。

本书为普通高校大药学专业教材,也可供其他有关专业和药学工作者选用。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学/马祥志主编. —2版. —北京:中国医药科技出版社,
2003. 11

普通高等教育药学类规划教材

ISBN 7-5067-2835-4

I. 有... II. 马... III. 有机化学—医学院校—教材
IV. 062

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第106013号

中国医药科技出版社 出版
(北京市海淀区文慧园北路甲22号)
(邮政编码 100088)

北京市平谷区早立印刷厂 印刷
全国各地新华书店 经销

*

开本 787×1092mm $1/_{16}$ 印张 25 $\frac{1}{2}$

字数 592千字 印数 1—5000

2004年1月第2版 2004年1月第1次印刷

定价: 40.00元

本社图书如存在印装质量问题,请与本社联系调换(电话:010-62244206)

普通高等专科学校教育药学类
规划教材建设委员会

名誉主任委员：郑筱萸

主任委员：姚文兵

副主任委员：尹 舫 宋丽丽

委 员：（按姓氏笔画为序）

丁 红 毛季琨 王树春

王桂生 刘志华 朱家勇

宋智敏 陈天平 林 宁

罗向红

秘 书：浩云涛 高鹏来

序 言

1993年,原国家医药管理局科技教育司鉴于我国药学高等专科学校教育一直没有进行全国性的教材建设,根据国家教委(1991)25号文的要求负责组织、规划高等药学专科教材的编审出版工作。在国家教委的指导下,在对全国高等药学专科教育情况调查的基础上,普通高等专科学校教育药学类教材建设委员会于1993年底正式成立,并立即制订了“八五”教材编审出版规划。1995年,经100多位专家组、编写组教师和中国医药科技出版社的团结协作、共同努力,建国以来第一套普通高等专科学校教育药学类规划教材终于面世了。其后,又根据高等药学专科教育的主要任务是为医药行业生产、流通、服务、管理第一线培养应用型技术人才的需要,立即组织编审、出版了相关的配套教材(实验指导、习题集),以加强对学生的实验教学,培养学生的实际操作能力。

该套规划教材是国家教委“八五”教材建设的一个组成部分。从当时高等药学专科教育的现实情况考虑,统筹规划、全面组织教材建设活动,为优化教材编审队伍,确保教材质量,规范教材规格,起到了至关重要的作用。也正因为如此,这套规划教材受到了药学专科教育的大多数院校的追崇及广大师生的喜爱,其使用情况一直作为全国高等药学专科教育教学质量评估的基本依据之一,可见这套教材的影响之大。

由于我国的高等教育近年进行了一系列改革,我国药学高等专科学校变化也较大,加之教学大纲的不断调整,这套教材已不能满足现在的教学需要,亟需进行修订。但是,因为原主管部门已不再管理我国药学高等专科学校教育,加之一些高等药学专科学校已经合并到其他院校,原普通高等专科学校教育药学类教材建设委员会已不能履行修订计划。因此,全国高等医药院校药学类教材编辑委员会接管了这项工作,组成了新的普通高等专科学校教育药学类教材建设委员会,组织了这套规划教材的修订,希望修订后的这套规划教材能够适应当前高等药学专科教育发展的需求。学术是有继承性的,虽然第一版的一些作者已经退休或因为其他原因离开了药学高等专科学校教育岗位,不能继续参加这套教材的修订工作,但是他们对这套教材做出了非常重大的贡献,在此,我们谨对他们表示衷心的感谢。

这套规划教材修订出版后,竭诚欢迎使用本教材的广大读者提出宝贵意见,以便我们进行教材评优工作,不足之处我们将在以后修订时改正。

普通高等专科学校教育
药学类规划教材建设委员会
2003年12月

前 言

普通高等专科学校教育药学类规划教材《有机化学》，自1996年第一版出版至今，已重印十次，教学效果较好。

为了进一步提高教材质量，根据使用该书师生的反馈意见，以原班编者为主在第一版的基础上进行了修订再版。此次修改的主要方面有：①将原书中分散在多个章节的立体异构内容全部归纳到一起，原书中的第十章对映异构改为立体异构。这有利于对比，加深印象，让学生形成立体异构的整体概念。将难点集中，有利于集中力量突破；②精简了一些繁杂的内容；③压缩了篇幅。

参加第二版编写工作的有：湘南医学高等专科学校马祥志（编写第一、二、八、十、十四章），何彬生（编写第三、四、十一章），广东药学院伍焜贤（编写第五、十七章），李敏谊（编写第六、七章），新疆石河子大学王莉（编写第九、十五、十六章），石家庄医学高等专科学校金恒启（编写第十二、十三、十八章）。

虽然编者经过了努力，希望能将教材质量提高一步，但限于水平，肯定还有不足之处，再次肯请同行指正。

编 者

2003年11月于长沙

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 有机化合物和有机化学	(1)
一、有机化合物和有机化学	(1)
二、有机化合物的特性	(1)
三、有机化合物的分类	(2)
四、研究有机化合物的一般步骤和方法	(4)
五、有机化合物结构的表示方法	(5)
六、有机化学与药学的关系	(5)
第二节 有机化合物的结构和共价键理论	(6)
一、有机化合物的结构	(6)
二、共价键理论	(6)
三、共价键的键参数	(9)
第三节 有机化合物分子中的电子效应	(11)
一、诱导效应	(11)
二、共轭效应	(12)
第四节 共价键的断裂方式与有机化学反应类型	(12)
一、共价键的断裂方式	(12)
二、有机化学反应类型	(13)
习题	(14)
第二章 链烃	(15)
第一节 烷烃	(15)
一、烷烃的定义、同系列和同分异构现象	(15)
二、烷烃的命名	(16)
三、烷烃的结构	(18)
四、烷烃的物理性质	(20)
五、烷烃的化学性质	(22)
六、烷烃卤代反应的反应机理	(23)
七、重要的烷烃	(24)
第二节 烯烃	(25)
一、烯烃的结构和命名	(25)
二、烯烃的物理性质	(27)
三、烯烃的化学性质	(27)

四、烯烃加成反应的反应机理	(31)
五、重要的烯烃	(33)
第三节 炔烃	(34)
一、乙炔的分子结构	(34)
二、炔烃的异构现象和命名	(35)
三、炔烃的物理性质	(35)
四、炔烃的化学性质	(36)
五、重要的炔烃——乙炔	(40)
第四节 二烯烃	(41)
一、二烯烃的分类	(41)
二、二烯烃的命名	(41)
三、共轭二烯烃的结构	(42)
四、1,3 - 丁二烯的性质	(43)
习题	(46)
第三章 脂环烃	(49)
第一节 脂环烃的分类和命名	(49)
一、单环脂烃	(49)
二、多环脂烃	(50)
第二节 脂环烃的性质	(51)
一、脂环烃的物理性质	(51)
二、脂环烃的化学性质	(51)
第三节 脂环烃的稳定性	(53)
习题	(54)
第四章 芳香烃	(56)
第一节 苯的结构	(57)
第二节 苯的同系物的异构现象和命名	(58)
第三节 苯及其同系物的性质	(59)
一、物理性质	(59)
二、化学性质	(60)
第四节 苯环上亲电取代反应历程	(62)
一、正离子的形成	(62)
二、苯环上亲电取代反应历程	(63)
第五节 苯环上亲电取代反应的定位规律	(64)
一、两类定位基及苯环上亲电取代反应的定位规律	(64)
二、苯环上亲电取代反应定位规律的理论解释	(65)
三、苯环上亲电取代反应定位规律的应用	(66)
第六节 重要的单环芳烃	(68)
一、苯	(68)

二、甲苯	(68)
三、二甲苯	(69)
四、苯乙烯	(69)
第七节 多环芳烃、稠环芳烃和非苯芳烃	(69)
一、多环芳烃	(69)
二、稠环芳烃	(70)
三、休克尔规则与非苯芳烃	(75)
习题	(77)
第五章 卤代烃	(79)
第一节 卤代烃的分类和命名	(79)
第二节 卤代烃的性质	(80)
一、卤代烃的物理性质	(80)
二、卤代烃的化学性质	(80)
第三节 亲核取代反应和消除反应机理	(83)
一、亲核取代反应机理	(83)
二、消除反应机理	(86)
第四节 常见卤代烃	(88)
一、三氯甲烷	(88)
二、四氯化碳	(88)
三、二氟二氯甲烷	(88)
四、四氯乙烯	(88)
五、氟烷	(89)
六、敌敌畏 (DDVP)	(89)
七、血防 846	(89)
习题	(90)
第六章 醇、酚、醚	(92)
第一节 醇	(92)
一、醇的结构、分类、命名和同分异构	(92)
二、醇的制法	(94)
三、醇的物理性质	(96)
四、醇的化学性质	(98)
五、重要的醇	(102)
第二节 酚	(104)
一、酚的分类、命名和结构	(104)
二、酚的制法	(105)
三、酚的物理性质	(106)
四、酚的化学性质	(106)
五、重要的酚	(111)

第三节 醚	(112)
一、醚的分类和命名	(112)
二、醚的制法	(113)
三、醚的性质	(113)
四、重要的醚	(114)
五、冠醚	(116)
第四节 硫醇和硫醚	(116)
一、硫醇	(116)
二、硫醚	(117)
习题	(118)
第七章 醛、酮、醌	(120)
第一节 醛和酮	(120)
一、醛和酮的结构、分类及命名	(120)
二、醛和酮的制法	(122)
三、醛和酮的物理性质	(123)
四、醛和酮的化学性质	(124)
五、不饱和的醛和酮	(135)
六、重要的醛和酮	(138)
第二节 醌	(140)
一、醌的结构和命名	(140)
二、醌的物理性质	(141)
三、醌的化学性质	(141)
四、重要的醌	(142)
习题	(143)
第八章 羧酸及其衍生物	(146)
第一节 羧酸	(146)
一、羧酸的分类和命名	(146)
二、羧酸的结构	(147)
三、羧酸的制法	(148)
四、羧酸的物理性质	(148)
五、羧酸的化学性质	(149)
六、重要的羧酸	(154)
第二节 羧酸衍生物	(156)
一、羧酸衍生物的分类和命名	(156)
二、羧酸衍生物的物理性质	(157)
三、羧酸衍生物的化学性质	(158)
四、重要的羧酸衍生物	(160)
习题	(162)

第九章 取代羧酸	(165)
第一节 羟基酸.....	(165)
一、羟基酸的分类和命名.....	(165)
二、醇酸的性质.....	(166)
三、酚酸的性质.....	(168)
四、羟基酸的制法.....	(169)
五、重要的羟基酸及其衍生物.....	(171)
第二节 羧基酸.....	(173)
一、羧基酸的分类和命名.....	(173)
二、酮酸的化学性质.....	(174)
三、乙酰乙酸乙酯及酮式—烯醇式互变异构现象.....	(175)
四、重要的羧基酸.....	(179)
习题.....	(181)
第十章 立体异构	(184)
第一节 构象异构.....	(185)
一、乙烷的构象和构象异构.....	(185)
二、丁烷的构象.....	(186)
三、环己烷的构象.....	(187)
四、十氢萘的构象.....	(189)
第二节 顺反异构.....	(190)
一、碳碳双键化合物的顺反异构.....	(190)
二、脂环烃及其衍生物的顺反异构.....	(192)
第三节 对映异构.....	(193)
一、物质的旋光性.....	(193)
二、旋光性与分子结构的关系.....	(194)
三、含一个手性碳原子的化合物.....	(196)
四、含两个手性碳原子的化合物.....	(203)
五、外消旋体的拆分.....	(206)
习题.....	(207)
第十一章 有机含氮、含磷化合物	(210)
第一节 硝基化合物.....	(210)
一、硝基化合物的结构和命名.....	(210)
二、硝基化合物的物理性质.....	(211)
三、硝基化合物的化学性质.....	(211)
四、重要的硝基化合物.....	(212)
第二节 胺.....	(213)
一、胺的分类和命名.....	(213)

二、胺的制法	(214)
三、胺的化学性质	(215)
四、重要的胺	(217)
第三节 酰胺	(218)
一、酰胺的化学性质	(218)
二、重要的酰胺及其衍生物	(219)
第四节 重氮化合物与偶氮化合物	(221)
一、重氮化反应	(221)
二、重氮盐的性质	(222)
三、偶氮化合物	(223)
第五节 有机含磷化合物	(224)
一、有机含磷化合物的分类和命名	(224)
二、有机含磷化合物的结构	(225)
三、有机含磷化合物的性质	(225)
四、有机磷农药	(225)
习题	(227)
第十二章 有机金属化合物	(229)
第一节 有机金属化合物的基本概念	(229)
一、有机金属化合物的定义及分类	(229)
二、有机金属化合物的命名	(230)
三、有机金属化合物的制备	(231)
第二节 常见的有机金属化合物	(231)
一、有机锂化合物	(231)
二、有机锌化合物	(233)
三、有机铝化合物	(235)
四、有机镉化合物	(236)
五、有机镁、钙、锶、钡化合物	(237)
六、有机铅化合物	(239)
七、二茂铁	(239)
第三节 有机金属配合物	(241)
习题	(241)
第十三章 糖类	(243)
第一节 单糖	(243)
一、单糖的组成及结构	(245)
二、单糖的化学性质	(249)
三、重要的单糖	(253)
第二节 低聚糖	(255)
一、蔗糖	(255)

麦芽糖·····	(256)
二、乳糖·····	(256)
第三节 多糖·····	(257)
一、淀粉·····	(257)
二、糖原·····	(259)
三、右旋糖酐·····	(259)
四、纤维素及其衍生物·····	(260)
五、菊糖·····	(262)
习题·····	(263)
第十四章 氨基酸 蛋白质 核酸 ·····	(265)
第一节 氨基酸·····	(265)
一、氨基酸的分类、命名和构型·····	(265)
二、氨基酸的性质·····	(268)
三、常见的氨基酸·····	(271)
第二节 多肽·····	(272)
一、多肽的结构·····	(272)
二、多肽的命名·····	(272)
三、多肽结构的测定·····	(273)
四、多肽的生理作用·····	(274)
第三节 蛋白质·····	(274)
一、蛋白质的组成和分类·····	(274)
二、蛋白质的结构·····	(275)
三、蛋白质的性质·····	(277)
四、酶·····	(278)
第四节 核酸·····	(279)
一、核酸的水解·····	(279)
二、核酸的化学组成·····	(279)
三、核酸分子的空间结构·····	(281)
习题·····	(281)
第十五章 杂环化合物与生物碱 ·····	(283)
第一节 杂环化合物·····	(283)
一、杂环化合物的分类·····	(283)
二、杂环化合物的命名·····	(283)
三、五元杂环化合物·····	(288)
四、六元杂环化合物·····	(298)
五、稠杂环化合物·····	(306)
第二节 生物碱·····	(313)
一、生物碱的分类和命名·····	(314)

二、生物碱的一般性质·····	
三、几种常见的生物碱·····	
习题·····	(316)
第十六章 脂类、萜类和甾族化合物 ·····	(320)
第一节 脂类·····	(320)
一、油脂·····	(320)
二、类脂·····	(323)
第二节 萜类·····	(326)
一、萜类的结构·····	(326)
二、萜类的分类·····	(327)
第三节 甾族化合物·····	(332)
一、甾族化合物的基本结构·····	(332)
二、甾族化合物的立体结构·····	(332)
三、甾族化合物的命名·····	(333)
四、重要的甾族化合物·····	(338)
习题·····	(344)
第十七章 医药用合成高分子化合物 ·····	(345)
第一节 高分子化合物概述·····	(345)
一、高分子化合物的一般概念·····	(345)
二、高分子化合物的命名和分类·····	(346)
三、高分子化合物的合成方法·····	(349)
第二节 高分子化合物的性质·····	(351)
一、高分子化合物的物理性质·····	(351)
二、高分子化合物的化学性质·····	(352)
第三节 合成医用高分子材料·····	(355)
一、聚氯乙烯 (PVC) ·····	(355)
二、聚乙烯 (PE) ·····	(355)
三、聚四氟乙烯 (PTFE) ·····	(356)
四、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) ·····	(356)
五、聚对苯二甲酸乙二酯 (PET) ·····	(356)
六、环氧树脂·····	(356)
七、有机硅·····	(357)
第四节 合成药用高分子材料·····	(358)
一、聚丙烯酸和聚丙烯酸钠 (PAA, PAA - Na) ·····	(358)
二、卡波沫 (Carbomer) ·····	(359)
三、丙烯酸树脂·····	(360)
四、聚乙烯醇 (PVA) ·····	(360)
五、聚乙烯吡咯烷酮 (PVP) ·····	(361)

六、聚乙二醇 (PEG)	(362)
七、泊洛沙姆 (Poloxamer)	(362)
八、聚乳酸 (PLA)	(363)
第五节 合成高分子药物	(363)
一、具药理活性的高分子药物	(364)
二、高分子载体药物	(364)
习题	(365)
第十八章 波谱基础知识	(367)
第一节 电磁辐射与吸收光谱	(367)
一、电磁波谱	(367)
二、分子光谱学	(368)
第二节 红外光谱 (IR)	(369)
一、分子振动与红外光谱	(369)
二、红外光谱的主要区段和特征吸收峰	(370)
三、红外光谱的应用	(371)
第三节 紫外光谱 (UV)	(374)
一、电子跃迁与紫外光谱	(375)
二、紫外光谱和有机化合物分子结构的关系	(376)
三、紫外光谱的应用	(377)
第四节 核磁共振谱 (NMR)	(378)
一、核磁共振的基本原理	(378)
二、化学位移	(380)
三、相对峰面积与质子数	(382)
四、自旋偶合与吸收峰的裂分	(382)
第五节 质谱 (MS)	(383)
一、质谱的基本原理	(383)
二、质谱图	(384)
三、离子的主要类型及其形成	(385)
四、质谱的应用	(386)
习题	(387)

第一章 绪 论

化学是研究物质本性及其变化规律的科学，化学作为一门认识自然和改造自然的基本学科，发展异常迅速，为促进其他学科的发展作出了较大的贡献。现代物理学、数学、生物学、计算机等的发展，又为化学的发展创造了大量的条件和机遇，这种学科的交叉与渗透，使自然科学的发展日新月异。90年代初， C_{60} 的发现使人们找到了碳的第三种同素异形体，其结构特点引起人们重视。其应用前景十分乐观，也将丰富有机化学的研究内容。

化学在发展经济、增强国力和提高人民生活用品质量方面起到了决定性的作用，化学学科、化学工业的创新和发展，与新材料、新能源、清洁环境、资源高值化、信息科学、健康与长寿、生命科学等直接相关。因此，人们把化学称之为21世纪的中心科学。根据研究内容的不同，化学又分为无机化学、有机化学、分析化学、物理化学、生物化学等等，它们各自独立，又相互关联，相互渗透。

第一节 有机化合物和有机化学

一、有机化合物和有机化学

人们对物质的认识是逐步发展的。两百多年前，当化学作为一门学科刚刚问世的时候，人们把矿石、金属、盐类、水和空气的各种组分，称为无机物；而把从生物体中获得的物质及生物的排泄物称为有机物。有机物被认为是“有生命机能的物质”，只能在“生命力”作用下生成，是神秘的物质。这就是唯心论者在自然科学领域的理论基础——上帝创造生命。随着科学的发展，科学家们在实验室里由无机化合物氰酸铵水溶液加热蒸发得到了有机化合物尿素，又由一些简单的无机化合物合成了醋酸、糖和油脂等许多有机化合物。生命力学说才被彻底否定。

对有机化合物的广泛研究证明，有机化合物组成中都含有碳元素，绝大多数还含有氢元素，有的还含有氧、氮、卤素、硫、磷等元素。根据有机化合物的组成，有机化合物通常是指“含碳化合物”，又因多数有机化合物除含碳外还含有氢元素，所以也可以说有机化合物是“碳氢化合物及其衍生物”。

研究碳化合物的化学，也就是研究碳氢化合物及其衍生物的化学称为有机化学。它研究有机化合物的结构、性质、合成方法、应用以及它们之间的相互转变和内在联系，从而归纳出一般的规律并上升为理论，再运用这些理论去指导实践。

二、有机化合物的特性

碳元素位于元素周期表的第二周期第四主族，碳原子的最外层有四个电子，正好处于

金属元素与非金属元素的交界线上,它作为有机化合物的主要元素,使有机化合物的结构和性质具有很多特殊性。与无机化合物比较,有机化合物具有以下特性:

(1) 有机化合物结构复杂、种类繁多 由于碳原子之间相互结合力很强,结合的方式很多,碳原子与碳原子既可连成链状,也可连成环状;两个碳原子既可形成一个共价键,也可形成两个甚至三个共价键。因此,有些有机化合物,虽然分子组成相同,但分子结构不同,性质也就不同,则不是同一种物质。如分子式为 C_4H_8 的,就可以形成 5 种异构体,也就是 5 种不同的化合物。分子中含碳原子数目愈多,产生异构体的数目也就愈多。而无机化合物往往分子式与其分子结构是一一对应的,即一个分子式只代表一种物质。另外,无机化合物的分子,一般由两个或几原子组成,结构简单;而有机化合物有的由几个原子组成,有的由几十、几百甚至成千上万个原子组成,对于某一有机物,又必须有特定的结构。因此,参与形成有机化合物的元素种类比形成无机化合物的元素种类少得多,但有机化合物的数目却比无机化合物的数目多得多。

(2) 有机化合物大都容易燃烧 有机化合物燃烧时生成二氧化碳、水和分子中所含氢元素以外的其他元素的氧化物。可根据生成物的组成和数量来进行元素定性及定量分析。而无机化合物一般是难燃的。

(3) 有机化合物的熔点一般较低 因为固态有机化合物是靠范德华力结合而成的分子晶体,破坏这种晶体所需的能量较少。而无机化合物分子中的化学键多为离子键,形成靠离子间的静电引力结合的离子晶体,要破坏离子晶体的晶格,所需的能量较高。

(4) 有机化合物一般难溶于水而易溶于有机溶剂 因有机化合物大多是非极性分子或者极性很弱,根据相似相溶原则,有机化合物难溶于极性溶剂水,而易溶于非极性的有机溶剂。

(5) 有机化合物一般是非电解质,溶解或熔化状态下不导电 因有机化合物中的化学键基本上是共价键,且极性很小或无极性,难以电离成离子,所以有机化合物一般为非电解质。

(6) 有机化合物的反应速度慢,反应复杂,常常有副反应发生 因有机化合物分子中的共价键,在进行反应时不像无机化合物分子中的离子键那样容易离解成离子,因此反应速度比无机化合物慢,一般有机化合物进行反应时,都需加热或使用催化剂来加速。进行反应时,有机化合物又有可能不止一个部位参加反应,因此,有机化合物的反应复杂,常常伴有副反应发生,反应产物为多种生成物的混合物。

三、有机化合物的分类

有机化合物虽然数目繁多,但结构相似的化合物其性质也相近似。为便于系统研究,必须将有机化合物按结构特征进行分类。常用的分类方法有两种:一种是根据分子中碳原子连接方式(碳架)分类,另一种是按官能团来分类。

(一) 按碳架分类

1. 链状化合物

这类化合物分子中的碳原子相互连结成链状,或在长链上连有支链。由于脂肪中以这类化合物为主,所以又把链状化合物称为脂肪族化合物。例如: