

全国 **食品药品** 职业教育教学指导委员会推荐教材

全国医药中等职业教育药学类规划教材

药学类
规划教材

YIYAO ZHONGDENG ZHIYE JIAOYU YAOXUELEI GUIHUA JIAOCAI

药用化学基础(二) ——有机化学

Yao Yong Hua Xue Ji Chu You Ji Hua Xue

主编 张雪昀

中国医药科技出版社

全国食品药品职业教育教学指导委员会推荐教材
全国医药中等职业教育药学类规划教材

药用化学基础 (二)

——有机化学

主 编◎张雪昀

图书馆章

中国医药科技出版社

内 容 提 要

本教材是“全国医药中等职业教育药学类规划教材”之一,内容为有机化学。本书分为理论知识和实验两大部分,理论知识部分分为七个单元,分别为开启有机化合物之窗、感知种类繁多的含氧有机物、知晓与医药联系紧密的含氮有机物、探索有机物的立体结构、解密维系生命的有机物、认识一些天然有生理活性的有机物、浏览功能多样的高分子化合物等。教材内容紧密联系医药行业实际,穿插了一些内容精致并与药学或日常生活联系紧密的知识链接,旨在拓展学生的视野,增强趣味性。全书叙述浅显明了,图文并茂。本教材主要供医药中等职业学校药学专业使用,亦可作为药品行业职工继续教育和培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

药用化学基础.2, 有机化学/张雪昀主编. —北京:中国医药科技出版社, 2011.5
全国医药中等职业教育药学类规划教材
ISBN 978-7-5067-4993-0

I. ①药… II. ①张… III. 药物化学:有机化学-中等专业学校-教材 IV. ①R914

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第060957号

美术编辑 陈君杞

版式设计 郭小平

出版 中国医药科技出版社

地址 北京市海淀区文慧园北路甲22号

邮编 100082

电话 发行:010-62227427 邮购:010-62236938

网址 www.cmstp.com

规格 787×1092mm $\frac{1}{16}$

印张 12

字数 242千字

版次 2011年5月第1版

印次 2014年8月第4次印刷

印刷 廊坊市广阳区九洲印刷厂

经销 全国各地新华书店

书号 ISBN 978-7-5067-4993-0

定价 26.00元

本社图书如存在印装质量问题请与本社联系调换

全国医药中等职业教育药学类规划教材建设委员会

主任委员 张耀华 (国家食品药品监督管理局)

副主任委员 (按姓氏笔画排序)

王书林 (四川省食品药品学校)

石洪林 (江苏省常州技师学院)

左淑芬 (河南省医药学校)

阳 欢 (江西省医药学校)

陈铭奋 (广州市医药职业学校)

陆国民 (上海市医药学校)

唐国立 (北京市宣武区第二职业学校)

胡 斌 (湖南食品药品职业学院)

程一波 (广西卫生职业技术学院)

温博栋 (广东省食品药品职业技术学校)

缪立德 (湖北省医药学校)

臧文武 (安徽省医药技工学校)

秘 书 长 吴少祯 (中国医药科技出版社)

委 员 (按姓氏笔画排序)

于艳艳 (山东药品食品职业学院)

王建新 (河南省医药学校)

石 磊 (江西省医药学校)

甘湘宁 (湖南食品药品职业学院)

卢秀萍 (北京市宣武区第二职业学校)

孙永霞 (江苏省常州技师学院)

李德武 (湖北省医药学校)

劳影秀 (广州市医药职业学校)

虎松艳 (广东省食品药品职业技术学校)

周小雅 (广西卫生职业技术学院)

侯 波 (安徽省医药技工学校)

徐学泉 (上海市医药学校)

程 敏 (四川省食品药品学校)

办 公 室 浩云涛 赵燕宜

编委会

主 编 张雪昀（湖南食品药品职业学院）

副主编 胡冬梅（山东药品食品职业学院）

编 委 （以姓氏笔画为序）

申扬帆（湖南食品药品职业学院）

许秋香（广东省食品药品职业技术学校）

李招群（江西省医药学校）

张 萍（北京市宣武区第二职业学校）

张雪昀（湖南食品药品职业学院）

胡冬梅（山东药品食品职业学院）

倪 汀（江苏省常州技师学院）

郭 琳（北京市宣武区第二职业学校）

揭建明（湖北省医药学校）

出版说明

《全国医药中等职业教育药学类规划教材》是由“全国医药中等职业教育药学类规划教材建设委员会”统一组织规划并实施的全国唯一的中职类行业规划教材。“全国医药中等职业教育药学类规划教材建设委员会”由国家食品药品监督管理局组织全国十几所中等医药学校的校长、副校长和中等职业教育专家组建而成；本套规划教材就是在该委员会的直接指导下建设的。

本套教材的主要编写依据是：①《国家中长期教育改革和发展规划纲要》相关精神。②《中等职业教育改革创新行动计划（2010～2012）》中关于大力发展职业教育的指示精神。③教育部《中等职业学校专业目录（2010年修订）》的要求。④医药行业技能型人才的需求情况。

教材建设是深化中等职业教育改革的重要内容之一，也是学校全面建设的一项核心内容。国家教育部在《中等职业教育改革创新行动计划（2010～2012）》的总体思路中明确指出，当前要“全面推动中等职业教育随着经济增长方式转变“动”，跟着产业结构调整升级“走”，围绕企业人才需要“转”，适应社会 and 市场需求“变”；着力推进教育与产业、学校与企业、专业设置与职业岗位、教材内容与职业标准的深度对接”。鉴于此，本套教材的具体编写原则为：①科学的反映专业知识的系统性，涵盖教学大纲所强调的知识点，观点要明确、简练、具体、实用、够用。②根据中职教育特点，教材内容包括基本知识、实训实践、趣味学习、职业对接、知识链接等。③根据中职学生年龄轻，青春期思想活跃等特点，多使用图表的形式直接表述，以提高学生的学习兴趣和加强学生的主动参与意识，从而达到学习掌握知识的目的。本套教材首批建设科目按文化基础模块群（5个科目）、技能基础模块群（16个科目）、职业技能模块群（9个科目）分类，共计30个科目（附表）。

教材建设是一项长期而艰巨的系统工程，它还需要接受教学实践的检验。为此，恳请各学校专家、一线教师和学生关注本套教材，及时提出宝贵意见，以便我们进一步的修订。

附表

1	医药应用文读写	16	中药化学基础
2	数学	17	中药学基础
3	医药数理统计	18	中成药商品学
4	医药计算机基础及应用	19	医药商品学
5	医药英语	20	仪器分析概论
6	药事法规概论	21	制药设备概论
7	药用化学基础（一）——无机化学	22	药物制剂技术
8	药用化学基础（二）——有机化学	23	药物分析技术
9	分析化学基础	24	医药市场营销技术
10	生物化学基础	25	药品储存与养护技术
11	应用药理基础	26	中药鉴定技术
12	医学基础	27	中药炮制技术
13	微生物与寄生虫基础	28	中药制剂技术
14	药用植物学基础	29	中药材 GAP 实用技术
15	中医基础	30	中药调剂技术

全国医药中等职业教育药学类规划教材建设委员会
2011 年 4 月 26 日

本教材按照全国医药中等职业教育药学类规划教材建设方案的要求,结合中等职业教育药学类专业的特点和医药行业对从业人员的知识、技能结构的要求,考虑现阶段中等职业教育学生的认知水平和理解能力,吸收近年来药学类中等职业教育化学教学改革的新成果编写而成。教材重点讲述基础理论、基本知识和基本技能。在内容的选取和编排上努力提高教材的“思想性、科学性、启发性、先进性和实用性”。

本教材是在原有的有机化学课程体系基础上,按现阶段中等职业教育学生的认知规律和药学类专业学习的需要重新整合编排教学内容。在与初中化学衔接的基础上,教材内容紧密联系医药行业实际,穿插了一些内容精致并与药学或日常生活联系紧密的知识链接,旨在拓展学生的视野,增强趣味性,诱发和提高学生的学习兴趣。教学内容设计方面,每节都以“学习目标”为开始,“目标检验”为结尾,适当配以“趣味学习”或“知识链接”。

本教材体现以下特点。

1. 以认知规律为主线,将相关内容进行了模块整合。
2. 充分体现“药用”二字,药学类专业特色鲜明。各单元中都尽量选用与医药行业有关的案例、例题或知识链接。
3. 充分体现“基础”二字,中等职业教育和服务药学类专业的特色鲜明。以必需、够用为宗旨,适当减少了纯理论性的内容,增加了实践操作技能和理论应用性方面的知识,突出职业技能特点,以满足学生后续专业知识学习和技能训练的需要。

本教材编写过程中,参考了大量的文献资料,可以说是在前人基础上的再创作。在此,对本书所引用文献资料的原作者表示衷心的感谢。

在编写过程中,还得到了山东药品食品职业学院、广东省食品药品职业技术学校、江西省医药学校、北京市宣武区第二职业学校、江苏省常州技师学院、湖北省医药学校、湖南食品药品职业学院等学校领导的支持和帮助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,加上时间仓促,不足之处在所难免,恳请广大师生批评指正。

编者

2011年3月

第一单元 开启有机化合物之窗 / 1

第一节 有机化合物概述	(1)
一、有机化合物的概念	(1)
二、有机化合物的特性	(2)
三、有机化合物的结构	(3)
四、有机化合物的分类	(6)
五、有机化学与药学的关系	(7)
第二节 烷烃	(9)
一、烷烃的同系列和组成通式	(9)
二、烷烃的结构	(10)
三、烷烃的同分异构	(11)
四、烷烃的命名	(12)
五、烷烃的物理性质	(14)
六、烷烃的化学性质	(14)
七、重要烷烃的来源及用途	(16)
第三节 烯烃	(19)
一、乙烯的分子结构	(20)
二、烯烃的同分异构	(20)
三、烯烃的命名	(21)
四、烯烃的物理性质	(21)
五、烯烃的化学性质	(21)
六、乙烯	(25)
第四节 炔烃	(27)
一、乙炔	(28)
二、炔烃的同分异构和命名	(28)
三、炔烃的物理性质	(29)
四、炔烃的化学性质	(29)
第五节 脂环烃	(33)
一、脂环烃的分类和命名	(33)
二、环烷烃的结构和稳定性	(34)
第六节 芳香烃	(35)



一、苯的结构	(35)
二、苯的同系物的命名	(37)
三、苯及其同系物的性质	(38)
四、稠环芳香烃	(41)

第二单元 感知种类繁多的含氧有机物 / 45

第一节 醇	(45)
一、醇的分类和命名	(45)
二、醇的物理性质	(48)
三、醇的化学性质	(48)
四、邻二醇的特性	(50)
五、重要的醇	(50)
第二节 酚	(53)
一、酚的分类和命名	(53)
二、酚的物理性质	(55)
三、酚的化学性质	(55)
四、重要的酚	(57)
第三节 醚	(60)
一、醚的分类和命名	(60)
二、醚的物理性质	(61)
三、醚的化学性质	(61)
第四节 醛和酮	(63)
一、醛、酮的分类和命名	(63)
二、醛、酮的物理性质	(65)
三、醛、酮的化学性质	(65)
四、重要的醛、酮	(67)
第五节 羧酸	(69)
一、羧酸的分类和命名	(70)
二、羧酸的物理性质	(71)
三、羧酸的化学性质	(71)
四、重要的羧酸	(72)
第六节 取代羧酸	(75)
一、羟基酸	(75)
二、羧基酸	(78)

第三单元 知晓与医药联系紧密的含氮有机物 / 81

第一节 胺和季铵化合物	(81)
-------------	------

一、胺的结构、分类和命名	(81)
二、胺的性质	(82)
三、重要的胺及其衍生物	(85)
四、季铵盐和季铵碱	(85)
第二节 酰胺	(87)
一、酰胺的结构和命名	(87)
二、酰胺的性质	(88)
三、重要的酰胺及其衍生物	(89)

第四单元 探索有机物的立体结构 / 93

第一节 顺反异构	(93)
一、碳碳双键化合物的顺反异构	(94)
二、顺反异构体的命名	(95)
三、脂环烃的顺反异构	(96)
第二节 对映异构	(98)
一、对映异构现象	(99)
二、对映异构体的旋光性	(100)
三、对映异构体的构型表示法	(103)

第五单元 解密维系生命的有机物 / 108

第一节 酯和脂类	(108)
一、酯	(109)
二、油脂	(109)
三、类脂	(112)
第二节 糖类	(115)
一、单糖	(116)
二、双糖	(120)
三、多糖	(121)
第三节 氨基酸	(123)
一、氨基酸的结构、分类和命名	(123)
二、氨基酸的性质	(125)

第六单元 认识一些天然有生理活性的有机物 / 129

第一节 杂环化合物	(129)
一、杂环化合物的分类、结构和命名	(130)
二、常见的杂环化合物	(131)



第二节 生物碱	(137)
一、生物碱的一般通性	(137)
二、药物中常见的生物碱	(138)
第三节 萜类化合物	(141)
一、萜类的概念和分类	(141)
二、重要的萜类化合物	(142)
第四节 甾族化合物	(144)
一、甾族化合物的基本结构和分类	(144)
二、重要的甾族化合物	(144)

第七单元 浏览功能多样的高分子化合物 / 147

第一节 高分子化合物概述	(147)
一、高分子化合物	(148)
二、高分子化合物的特性	(150)
三、三大合成材料简介	(150)
第二节 合成高分子药物	(153)
一、具有药理活性的高分子药物	(153)
二、高分子载体药物	(154)
三、高分子配合物药物	(155)
四、高分子包埋的小分子药物	(155)

实验部分 / 157

实验室规则	(157)
实验一 熔点的测定	(159)
实验二 蒸馏及沸点测定	(161)
实验三 重结晶	(164)
实验四 萃取	(166)
实验五 醇和酚的性质	(168)
实验六 醛和酮的性质	(170)
实验七 羧酸的性质	(171)
实验八 胺和酰胺的性质	(172)
实验九 糖的性质及旋光度的测定	(175)
实验十 油脂的性质及乙酸乙酯的合成	(177)
实验十一 实验技能测试	(179)



第一单元 开启有机化合物之窗

有机化合物与人类生命活动息息相关。为了人类的生存和发展，化学家们不断地对有机化合物进行研究，逐步揭开了包括生命之谜在内的许多科学奥秘，也使我们的物质世界变得更加丰富多彩。当前，有机化学已经发展得比较成熟，但它仍然是一门充满机遇和挑战、富有活力的学科。

第一节 有机化合物概述

学习目标

1. 知道有机化合物的概念和特性。
2. 掌握有机化合物的结构特点和分类。
3. 了解有机化合物在医药中的应用。

一、有机化合物的概念

趣味学习

2008年9月，国内某大型乳制品企业所生产的奶粉添加了三聚氰胺，以提高蛋白质检测数值，造成全国数千名儿童患肾结石的“毒奶粉事件”。此事件一出，各种食品添加剂的安全性也引起专家们的关注，接着媒体又报道了“苏丹红事件”和氢化植物油中的“反式不饱和脂肪酸”等一系列食品安全问题。这些事件的曝光，大大加重了人们对食品安全性的担忧。

观察与思考：

1. 上述事件中涉及的物质都是有机物，查阅资料，了解它们属于哪类有机物。吃了含有这些物质的食品对人体有哪些危害？
2. 想一想：你所熟悉的有机物有哪些？



18 世纪末期, 人们将自然界中的物质分为无机化合物和有机化合物两大类。通常把来源于地壳的矿物质 (如金属和非金属单质、氧化物、酸、碱、盐等) 称为无机化合物, 简称无机物; 而把来源于有机体 (即动物和植物体) 内的物质 (如糖、脂肪、蛋白质、酶、核酸、维生素、激素等) 称为有机化合物, 简称有机物。



知识链接

有机物与“生命力”

瑞典化学大师贝采里乌斯在 1827 年出版的教科书中提出了“生命力”学说, 并把有机物定义为“从有生命的动植物体内得到的化合物”, 认为有机物只能借助于一种“生命力”才能合成和变化, 而“生命力”是神秘不可知的东西。

1828 年, 德国 28 岁化学家维勒加热无机化合物氰酸铵水溶液, 在实验室得到了有机物尿素, 而在此之前, 人们一直认为尿素只能靠人或动物的肾才能得到。维勒的发现得到了贝采里乌斯及其他化学家的肯定。人们开始怀疑“生命力”学说。后来, 更多的有机物相继从实验室中合成, 从而彻底否定了“生命力”学说。

人们对有机化合物的认识是一个由表及里、由浅入深的过程。从最初的制糖、酿酒、染色到对有机化合物概念的理性思考, 再到有机化合物的合成, 逐渐形成了一门研究有机化合物的重要学科——有机化学。有机化学是研究有机化合物的组成、结构、性质、变化规律及合成的一门学科。

有机化合物中往往只有几种元素, 如碳、氢、氧、氮等, 有些有机化合物中还含有卤素、磷和某些金属元素。含“碳”是有机化合物的组成特点, 所以, 有机化合物是含碳的化合物。绝大多数的有机化合物中除了含碳之外, 还含有氢元素, 称为碳氢化合物, 其他有机化合物可以看成是由碳氢化合物中的氢原子被其他原子或原子团所取代而衍变过来的。所以, 把碳氢化合物及其衍生物称为有机化合物, 简称有机物。

二、有机化合物的特性

有机物的组成、结构与无机物有较大差异, 因此, 大多数的有机物具有一些不同于无机物的特性。但两者之间又无绝对界限。其性质对比如表 1-1 所示。

表 1-1 无机物和有机物的性质对比

性质	无机物	有机物	备注
可燃性	一般不能燃烧	大多数可以燃烧	如汽油、煤油、乙醇、衣物、纸张、木材都可以燃烧
熔点	多数熔点高	多数熔点较低, 一般不超过 400℃	如液化气、燃料油、苯、丙酮、乙醇等熔点都较低

续表

性质	无机物	有机物	备注
溶解性	多数易溶于水，难溶于有机溶剂	大多数易溶于弱极性或非极性的有机溶剂，难溶于水	中草药中的有效成分一般为有机物，通常用乙醇、丙酮、乙酸乙酯、乙醚、三氯甲烷等有机溶剂来提取
稳定性	一般比较稳定，受热不易分解	多数稳定性差，受热易分解，有些在常温下也不稳定	许多药物及食品属于有机物，不够稳定，容易变质，需注明其有效期
反应速度	绝大多数反应速率快	大多数反应速率缓慢	酿酒、制醋、木材腐烂等反应都需要较长时间
反应生成物	一般无副反应	多数反应生成物复杂，时常伴随着副反应、副产物	在书写有机反应方程时，往往只要求写出主要产物，用“ $\longrightarrow$ ”代替“ $=$ ”，也不严格要求配平



知识链接

脂溶性和水溶性维生素

随着人们生活水平的提高，维生素的功能越来越受到人们的重视。维生素按其溶解性的不同，可分为脂溶性和水溶性两大类。脂溶性维生素能溶于脂肪（有机溶剂），不易被排泄，可储存于体内。故不需每日供给，给予过量时，容易引起中毒，缺乏时症状发展缓慢。水溶性维生素顾名思义能溶于水，多余的从尿中排泄，不储存于体内。故需每日供给，过量时一般不引起中毒，缺乏时症状发展迅速。

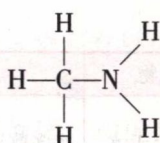
脂溶性维生素有：维生素 A（视黄醇）、维生素 D（钙化醇）、维生素 E（生育酚）、维生素 K（凝血维生素）等。水溶性维生素有：维生素 B₁（硫胺素）、维生素 B₂（核黄素）、维生素 B₆（吡哆醇及其醛、胺衍生物）、维生素 B₁₂（钴胺素）、维生素 C（抗坏血酸）、维生素 P（通透性维生素）、维生素 PP（尼克酸及尼克酰胺）等。

三、有机化合物的结构

有机物以碳原子为核心，碳原子最外层有 4 个电子，既不容易得电子也不容易失电子。因此，碳原子与碳原子或碳原子与其他原子之间主要是通过共价键相结合的。

1. 有机物中的共价键

(1) 共价键的价数 碳原子的最外层有 4 个电子，可以与其他碳原子或其他原子共用 4 对电子形成 4 个共价键。因此，在有机物中，碳原子总是四价。H、O、N 等原子的最外层的电子数分别为 1、6、5 个，分别可以与其他原子形成 1 个、2 个、3 个共价键，因此，在有机物中，氢、氧、氮原子的化合价分别为一价、二价、三价。



(2) 共价键的类型

①单键、双键和叁键 在有机物中，碳原子与碳原子之间，碳原子与其他原子之间可以共用一对电子形成单键，也可以共用两对电子形成双键，还可以共用三对电子形成叁键。



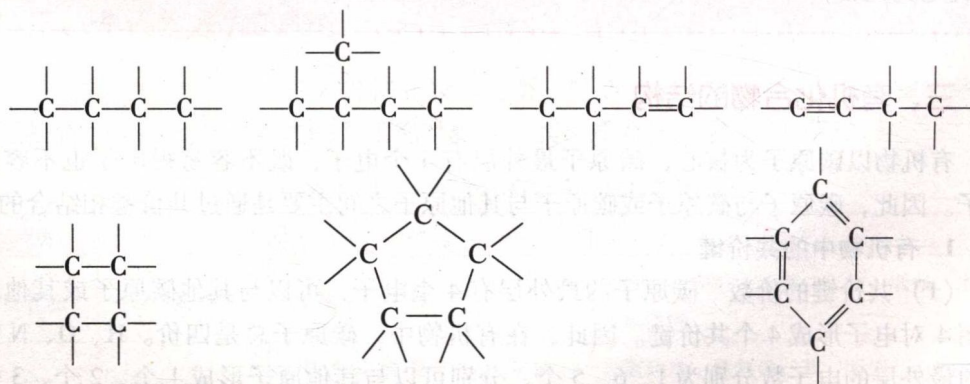
② σ 键和 π 键 共价键的形成既可以用共用电子对来说明,也可以用电子云的重叠来说明。根据电子云的重叠情况及键的稳定性,可将共价键分为 σ 键和 π 键。 σ 键和 π 键的比较如表1-2所示。

表 1-2 σ 键和 π 键的比较

	σ 键	π 键
重叠	电子云重叠较多	电子云重叠较少
性质	键能大, 较稳定 不易极化 成键原子可沿键轴自由旋转	键能小, 不够稳定 易被极化 不能自由旋转
存在	单键、双键或叁键中都有	仅存在于双键或叁键中

在有机物分子中,单键都是 σ 键,双键和叁键中只有一个是 σ 键,其余均为 π 键。如碳碳双键($\text{C}=\text{C}$)中含有一个 σ 键和一个 π 键,碳碳叁键($\text{C}\equiv\text{C}$)中含有一个 σ 键和两个 π 键。

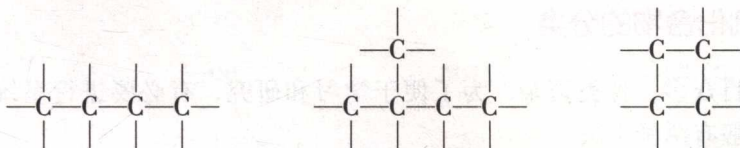
(3) 碳原子的连接方式 在有机物中, 碳原子与碳原子除以碳碳单键、碳碳双键、碳碳叁键连接外, 还可以在此基础上与不同数目的碳原子连接成链状结构或环状结构。如:



碳原子多种成键方式和复杂的连接方式,是有机化合物种类繁多的一个重要原因。

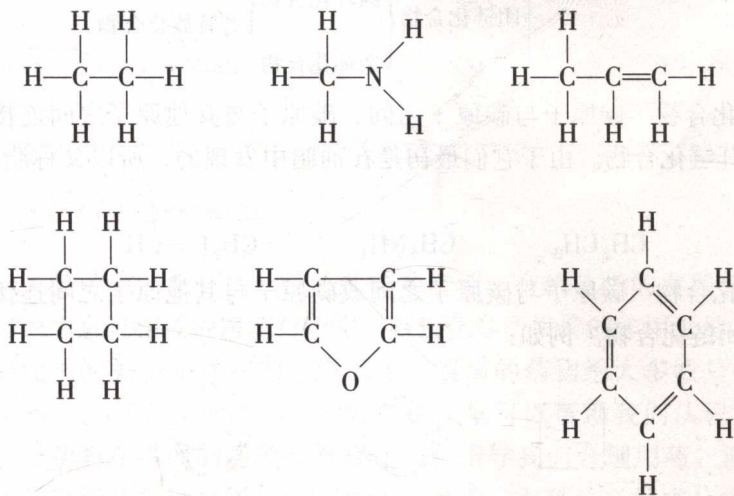
2. 有机物的结构式

(1) 碳骨架 碳原子是有机物中最基本的元素,碳原子与碳原子之间相互连接,形成开放的链状或闭合的环状,构成了有机化合物的基本骨架。如:

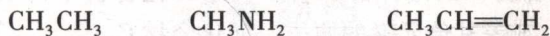


碳骨架是有机物分子的基本结构,又称碳骼、碳架或碳干。

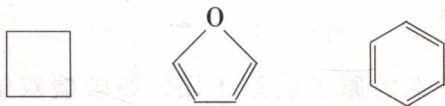
(2) 有机物的结构表示式 用短线表示共价键,将有机物中各原子按一定次序和一定方式连接起来所形成的表示有机物结构的式子称为结构式。例如:



将上述结构式中的碳碳单键、碳氢键的短线略去,得到一种较简单的表示有机物结构的式子称为结构简式。上述开链结构的有机物结构简式可表示为:



在表示环状有机物的结构时,常将分子中的碳原子和与碳原子相连的氢原子略去,而用线段的折点或端点来代表碳原子的式子称为键线式。上述环状结构物质的键线式可表示为:



3. 有机物的同分异构现象

分子式为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的化合物可以有两种不同的结构式,它们分别是两种性质不同的物质。



像乙醇和甲醚这样,分子组成相同而结构不同的化合物,互称为同分异构体,这