

GAODENG ZHIYEJIAOYU
TONGYONGJIAOCAI

高等职业教育通用教材

有机化学

农林各专业适用

主编 刘尧 副主编 夏红 刘艳



高等教育出版社



高等职业教育通用教材

有机化学

(农林各专业适用)

主 编 刘 尧
副主编 夏 红
刘 艳

高等教育出版社

内容提要

本教材为高等职业教育通用教材,是根据教育部面向 21 世纪教育发展规划的有关精神,在认真研讨农林类化学学科高等职业教育发展要求和适用对象的基础上编写的。

本教材突出职业教育特点,注重选择最基本的化学理论知识及与农林业密切相关的化学应用技术,以初中后学生的整体水平为起点,强调化学概念和所使用技术的规范性;以农林业生产实践所需理论、实验操作及练习为度,注重培养学生的实际应用与实际操作能力。主要包括:有机化学概述;烃、烃的衍生物;杂环化合物和生物碱;脂类;糖类;蛋白质和核酸。

本教材适用于农林类高等职业学校各专业的学生,也可供成人文化学校使用及相关人员自学。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学/刘尧主编. —北京:高等教育出版社,
2003.12 (2004 重印)

农林各专业适用

ISBN 7-04-013145-5

I. 有... II. 刘... III. 有机化学-高等学校:
技术学校-教材 IV. O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 103655 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京市联华印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 11.5
字 数 270 000

版 次 2003 年 12 月第 1 版
印 次 2004 年 4 月第 2 次印刷
定 价 14.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

近年来,由于我国国民经济持续、稳定地发展,高等职业教育出现了蓬勃发展的态势,高职农林类各专业的课程体系也在不断完善。化学学科是学生掌握农林科技知识与技能的重要基础,因此,高等教育出版社组织有关专家、教师,根据教育部面向21世纪教育发展规划的有关精神,在认真研讨农林类化学学科高等职业教育发展要求和适用对象的基础上,编写了适用于高职农林类各专业使用的《无机及分析化学》和《有机化学》。

这套教材力求体现以下特点:

(1) 内容适度。本套教材在编写中注重农林类各专业对化学知识与技能的需求,主张在引导学生用化学知识解释生产和生活中的各种常见现象的同时,更强调将化学知识与技能运用于农林生产中。本套教材以农林类各专业实际所需的化学理论够用为度,同时重视化学实验操作及练习,注重培养学生的实际应用与实际操作能力。因此,在知识的深度、广度及技能的运用上都作了适当的增删,使之更符合农林类各专业教学的需要。例如,《无机及分析化学》以基本的化学理论知识作铺垫,重点讲解了与农林业密切相关的化学应用技术,如溶液的性质、定量分析、滴定分析等;《有机化学》则偏重于与生命代谢现象有关的有机物结构与性质,以及与农林业生产有关的有机物,如烃的衍生物、糖类、脂类、氨基酸、核苷酸等。

由于各高职院校的招生范围、师资力量、教学设施有所差异,因此对教材要求略有不同。为此,本系列教材增加了少量选学内容,在书中标题右上角用星号表示,以供教师根据教学情况选用。

(2) 表达规范。近年来,化学计量单位的标准化工作进展较快,而国家法定的计量标准是学生今后工作和继续学习的基础。本系列教材在编写过程中,采用了国家最新颁布的标准来表达其中的物理量及计量单位。化学概念也注意使用规范、标准的表述,使学生树立准确的化学概念及计量。

(3) 便于教学。在本系列教材的编写过程中,努力贯彻以人为本、自主学习、培养创新精神的教育理念,编写了部分设计性实验。在有些内容的讲述中,提出了一些问题,试图创设探究学习的情境,引导学生积极主动地投入到教学活动中来。同时,也为教师在教学过程中实行以人为本的教学理念提供一些帮助。对于一些难度较低的内容,教师也可结合学生情况,采用以自学为主的教学方式。

总之,我们希望本系列教材能为广大农林院校师生带来更实用的知识、技能和更便利的学习环境。

前 言

近年来,我国的高等职业教育不断发展,各专业的课程体系也在不断完善。农林类高职专业除了传统的种植、养殖专业外,农产品贮藏加工、农产品质量检验等新专业对化学课程的教学都有一定的要求。在几年的探索过程中,各院校对高职类相关专业化学课程的内容要求有了更明确的认识。在此基础上,高等教育出版社组织编写了相关教材。

本书的编写考虑了教学对象、专业及职业教育的特点,理论知识以够用、实用为度,实验内容以应用为主。通过学习,使学生掌握有机化学的基本理论和基本技能,为后继课程提供必要的基础。

本书由北京教育学院刘尧教授担任主编,苏州农业职业技术学院夏红、黑龙江畜牧兽医职业技术学院刘艳担任副主编。参加本书编写的有夏红(绪论、第五章、有机化学实验部分上篇有机化学实验基本知识、实验八、实验十)、刘艳(第一章、第二章的第四节、第六章、实验一、实验五、实验六、附录)、陕西省宝鸡农业学校严铁宁(第二章的第一、二、三节)、黑龙江农业职业技术学院吴发远(第三章的第一、二节、第四章、实验二)、山东省畜牧兽医职业学院马寿欣(第三章的第三、四、五节、实验三、实验四)、河南省农业学校段晓琴(第七章、实验七、实验九)。我们有幸聘请了北京师范大学化学系杜宝山教授任主审。杜教授认真细致地审阅了本书,使书稿质量有了进一步提高,在此谨表诚挚的谢意。本书编写过程中得到了高等教育出版社及各编者所在单位的大力支持,在此一并表示感谢。

由于水平所限,本书的缺点、不足在所难免,恳请广大师生、读者提出意见和建议,以便修正、提高。

编 者

2003.7

策划编辑	薛 尧
责任编辑	应丽贞
封面设计	于文燕
责任绘图	尹 莉
版式设计	王艳红
责任校对	尤 静
责任印制	杨 明

目 录

绪言	1	第四节 芳香烃	34
一、有机化学的产生与发展	1	一、苯的分子结构	34
二、有机化学的作用	1	二、苯的性质	35
三、学习有机化学的方法	2	三、芳香烃的分类与命名	37
第1章 有机化合物概述	3	四、单环芳香烃的性质	38
本章目标	3	五、苯环上取代基的定位规律	40
第一节 有机化合物及其性质特点	3	六、稠环芳香烃	42
一、有机化合物	3	本章小结	43
二、有机化合物的性质特点	4	复习思考题	44
第二节 有机化合物的分子结构	5	第3章 烃的衍生物	48
一、有机化合物结构特点	5	本章目标	48
二、有机结构的基本要点	7	第一节 醇、酚、醚	49
三、杂化轨道基本要点	7	一、醇	49
第三节 有机化合物的分类	11	二、酚	55
一、按碳架分类	11	三、醚	60
二、按官能团分类	12	第二节 醛、酮、醌	62
本章小结	13	一、醛、酮	62
复习思考题	15	二、醌	67
第2章 烃	17	第三节 羧酸及其衍生物	68
本章目标	17	一、羧酸	68
第一节 烷烃	18	二、取代酸	71
一、烷烃的结构和命名	18	第四节 胺和酰胺	74
二、烷烃的性质	22	一、胺	74
第二节 烯烃和炔烃	23	二、酰胺	77
一、烯烃的结构和命名	24	第五节 旋光异构	79
二、炔烃的结构和命名	26	一、物质的旋光性	79
三、烯烃和炔烃的性质	26	二、手性碳原子和物质的旋光性	82
第三节 二烯烃	32	本章小结	83
一、二烯烃的分类和命名	32	复习思考题	86
二、共轭二烯烃的结构特点	32	第4章 杂环化合物和生物碱	88
三、共轭二烯烃的1,4-加成反应	33	本章目标	88
		第一节 杂环化合物	88

目 录

一、杂环化合物的分类和命名	89	二、氨基酸的理化性质	130
二、重要的杂环化合物	90	第二节 蛋白质	133
第二节 生物碱	96	一、蛋白质的元素组成	134
一、生物碱概述	96	二、蛋白质的结构	134
二、生物碱的一般性质	97	三、蛋白质的性质	136
三、重要的生物碱	97	四、蛋白质的分类	140
本章小结	99	第三节 核酸*	141
复习思考题	99	一、核酸的组成	141
第5章 脂类	100	二、核酸的基本组成单位	142
本章目标	100	三、核酸的结构	144
第一节 油脂	100	四、RNA 的功能	146
一、油脂的存在和组成	101	五、核酸的性质	147
二、油脂的性质	102	本章小结	147
三、乳化作用与乳化剂	105	复习思考题	148
第二节 类脂	106	有机化学实验部分	150
一、磷脂	106	上篇 有机化学实验基本知识	150
二、蜡酯	108	一、有机化学实验的目的	150
本章小结	108	二、有机化学实验室规则	150
复习思考题	109	三、实验室安全规则	150
第6章 糖类	110	四、意外事故的处理和急救	151
本章目标	110	五、有机化学实验常用仪器	152
第一节 单糖	111	六、实验预习工作	152
一、单糖的分类和结构	111	七、实验记录	153
二、单糖的性质	115	八、实验报告的书写	153
第二节 二糖	118	下篇 有机化学实验项目	154
一、还原性二糖	118	实验一 烃的性质	154
二、非还原性二糖	119	实验二 醇、酚、醛、酮的性质	155
第三节 多糖	120	实验三 羧酸及其衍生物的性质	157
一、淀粉	120	实验四 胺和酰胺的性质	158
二、纤维素	122	实验五 设计性实验 烃及烃的衍生物的 定性检验	159
三、其他多糖	123	实验六 糖类的性质	160
本章小结	124	实验七 氨基酸和蛋白质的性质	161
复习思考题	126	实验八 分馏技术——烧酒分馏	163
第7章 蛋白质与核酸	127	实验九 茶叶中咖啡碱的提取	165
本章目标	127	实验十 设计性实验 油脂氧化酸败的定 性检验	167
第一节 蛋白质的基本组成单位—— α -氨 基酸	128	附录	168
一、氨基酸的结构、分类和命名	128	一、重要元素的符号、相对原子质量和常见	

化合价简表	168	四、常用有机溶剂的纯化	169
二、常用有机溶剂的沸点及相对密度	168	五、特种有机试剂的配制	170
三、常用酸碱溶液的相对密度、浓度及配制 方法	169	主要参考文献	172

绪 言

一、有机化学的产生与发展

有机化学是研究有机化合物(有机物)的学科。人类对有机物的应用可以追溯到非常久远的年代,酿酒、制醋都是人类当时利用有机物、制造有机物的历史实录,此外染料、香料和草药的使用也表明了人类在远古时代积累的关于有机物的实践经验。但由于当时生产力的限制,人类对有机物的认识仍停留在初级阶段。

18 世纪后半期,分离提纯有机物的工作发展得很快。酒石酸、柠檬酸、乳酸和草酸被相继分离提纯,并逐渐形成了分离提纯一些有机物的方法,从而从自然界中分离得到了不少有机物纯品,如从尿中分离出尿素,从类脂化合物中分离出胆固醇,从植物中分离出生物碱等。这一时期,有机物的分析工作也相应得到了发展并证明了碳氢元素为有机化合物的基本组成元素。尽管如此,但当时有机物的来源仍只限于动植物有机体,所以对有机物的形成问题就形成了“生命力”学说,认为有机物是由有机体内的一种生命力综合而成的。这种学说把有机物本质神秘化,从而阻碍了有机化学的发展。

现代有机化学形成于 19 世纪。1828 年德国化学家维勒(Wöhler, F.)用无机物首次在实验室合成了有机物脲,冲破了“生命力”学说的束缚,消除了有机物和无机物之间的界限,这一有机化学史上的重大突破将有机物和有机化学的发展带入了全新的天地。在 200 年不到的时间里,有机化学的发展为人类提供了必需的染料、农药、塑料、合成药物和人造纤维等化学品,与人类的衣食住行密切相关。与此同时,有机结构理论和有机化学反应历程的研究充实了有机化学理论的基础,使之与有机合成并驾齐驱,成为有机化学学科的两大支撑。

近年来,生物大分子的研究成为有机化学发展的一个新台阶。

二、有机化学的作用

生命活动与化学息息相关,人类从探究矿石开始建筑化学的宫殿,而将生命与化学相连才使这座宫殿丰满而富丽。谁也不能否认化学在探索生命奥妙中的作用,尤其是有机化学。人们对有机化学的认识起于生命,而有机化学的发展巅峰又与生命相关。从起点到巅峰的旅途中,有机化学又派生出了林林总总与人类活动密切相关的外延。

从 19 世纪,有机化学挣脱“生命力”学说的束缚之后,它的发展日益显示出化学是一门使人类生活得更美好的学科。因为有机化学的发展,人类的衣食住行变得丰富多彩。合成纤维的诞生,衣着面料的更新换代,无不是以有机化学为基础的;人类的饮食是生命活动的基础,六大基本营养素中四类就是有机化合物,随着生活质量的提高,人们的保健意识也日益增强,许多保健品的有效成分也都是有机化合物,有机化学为人类的延年益寿作出的贡献远不止这些;食品添加剂使人们更多地领略了食品色、香、味的同时,更为食品的保质保鲜充当卫士的角色;现代建筑所用

的油漆、涂料、胶粘剂、塑料和工程材料都与有机化学有着千丝万缕的联系;各种现代化交通工具所需的能源及其相关的汽油添加剂、防冻剂和润滑剂几乎都是有机化合物。

工业、农业和国防军事,各行各业都能看到有机化学的作用。农业的高效、优质离不开农药和化肥。从1942年开始发展的第二代农药,即指有机合成农药,到目前为止,仍是农药使用的主体;即便是以激素类为主的第三代的生物农药,又何尝不是有机物质呢!同样是有机物质的植物生长调节剂和除草剂,为农业的丰产丰收提供了重要的保障;尽管人们对转基因农产品持有不同的看法,但离开了有机化学却无从谈基因,更毋需说转基因、克隆和生物工程了。

没有有机化学,人们的生活不会像今天这样多姿多彩,科学的殿堂不会像今天这么富丽堂皇。走近这块基石才能走近农业科学。

三、学习有机化学的方法

现在的有机化合物是一个庞大的家族。作为农业类高职高专学院,有机化学是许多专业不可或缺的基础必修内容。动植物生理变化、农产品贮藏加工及食品安全检测都以有机化学为基础。

有机化学课程的内容以物质性质和有机理论基础为主,内涵比较丰富。学习时要注意规律的掌握、反应条件的对比以及物质结构对其性质的影响。在无机化学中,元素性质与原子结构有密切的关系,而有机化合物的化学性质往往由分子结构决定,因此,注重有机物分子结构特点的把握,尤其是官能团结构特点的掌握,对理解同类有机物的主要化学性质大有裨益,在学习过程中一定要注意这一点。具有同类官能团的有机物,性质相似,因此学习过程中要善于归纳、注意分析类推;对具有不同官能团的有机物采用比较的方法可以加深理解其化学性质。有机化学是“活生生”的化学,许多有机物的性质在实际生活中都有体现或应用,因此,注意联系实际,学会应用相关知识分析实际问题,也能提高学习有机化学的效果。总之,善于总结、不断反刍,才能温故知新。同时将理论与实践结合,才能加深理解,完整、立体地学好有机化学。

第1章

有机化合物概述

本章目标

1. 理解有机化合物、有机化学的概念；
2. 理解有机分子结构的基本知识、基本理论；
3. 了解有机化合物的特点、分类方法及其发展过程。

第一节 有机化合物及其性质特点

一、有机化合物

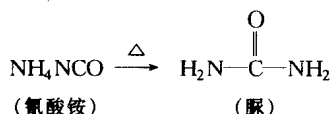
有机化合物遍布自然界,人们的衣食住行都和有机化合物有关。在我们日常生活中经常遇到的一些物质如汽油、酒精、尿素、塑料、食醋、食糖、淀粉、油脂和蛋白质等都是有机化合物。

根据对这些物质的元素分析,发现组成这些物质的主要元素都是碳,一般还含有氢,有的还含有氧、氮、硫、磷和卤素等。因此,有机化合物是指含碳元素的化合物。研究有机化合物的化学叫有机化学。

为什么把含碳化合物叫有机化合物呢?

“有机”的涵义就是“有生机”即“有生命力”。这类化合物最初来源于有机体。17世纪中叶,人们把自然界中的物质,按其来源分为三大类:矿物物质、动物物质和植物物质。18世纪,瑞典化学家柏齐利乌斯(Berzelius, J. J.)把动物物质和植物物质统称为有机物,把矿物物质称为无机物。当时,由于科学技术水平的限制,他错误地认为有机物只能在有生机的活细胞中“生命力”的作用下形成,无机物可以在实验室中无需“生命力”的作用即可形成;生物是具有生命力的,生命力的存在是制造或合成有机物的必要条件。于是他提出了“研究在生命力影响下所形成的物质的化学叫有机化学。”这种“生命力学说”曾一度影响着有机化学的发展。

1828年德国化学家维勒首先发现蒸发氰酸铵水溶液得到脲:



当时公认脲是存在于动物尿中的有机物,而氰酸铵是无机物。以无机物为原料在没有“生命力”的作用下制得了有机物,这对于“生命力”学说是有力的打击。此后,人们又相继用人工方法成功地合成了醋酸、甲烷、油脂和糖类等一系列有机物,“生命力”学说才彻底被否定,有机物的研究才摆脱了唯心主义的“生命力”学说的束缚,开始得到迅速的发展,并确立了有机化合物现在的定义。

现在,人们不但能够合成自然界里已有的许多有机化合物,而且能够合成自然界里原来没有的多种有机化合物,如合成纤维、合成橡胶、许多药物、染料和功能材料等。20世纪60年代,一些结构相当复杂的有机化合物,如维生素B₁₂等被陆续合成。特别是1965年我国首次用化学方法合成了具有生物活性的牛胰岛素,1981年我国科学家又合成了酵母丙氨酸转移核糖核酸,这标志着我国有机化学的研究已达到了世界领先水平,为探索生命奥秘展示了前景。因此,“有机化合物”这个名称已失去历史上原来的意义,只是因为习用已久,所以一直沿用着。当然这也反映有机化合物确实与生物体有很密切的联系。

有机化合物的主要特征是它们都含有碳元素,绝大多数的有机化合物也都含有氢,从结构上看,有机化合物还可称作碳氢化合物及其衍生物,有机化学也就是研究碳氢化合物及其衍生物的化学。

应当指出,有些简单的含碳化合物,如:一氧化碳、二氧化碳和碳酸盐等,它们虽然含有碳,但在结构性质上都和典型的无机物相似,通常视其为无机化合物。

二、有机化合物的性质特点

有机化合物分子中,原子之间主要以共价键结合,分子聚集时又是分子晶体。而无机化合物多是以离子键结合并形成离子晶体。由于它们在结构上的不同,在性质上也就表现出了差异。尽管它们在性质上的区别并不是绝对的,但是多数有机化合物具有如下性质特点:

(1) 易燃烧。这与有机物一般都含有碳和氢有关,燃烧的结果生成二氧化碳和水,而绝大多数无机物是不易燃烧的。

(2) 难溶于水,易溶于汽油、酒精等有机溶剂。这是由于有机化合物一般极性较弱或无极性,他们的分子结构和有机溶剂更为相似。而无机化合物多为离子键结合的离子化合物,极性较强,多数易溶于水,不易溶于有机溶剂。

(3) 熔点及沸点较低。有机化合物多为共价化合物。分子间只存在着范德华(van der Waals)力(分子间力),由于分子间的范德华力远比离子间的静电作用弱得多,所以有机物的熔点和沸点都比较低。

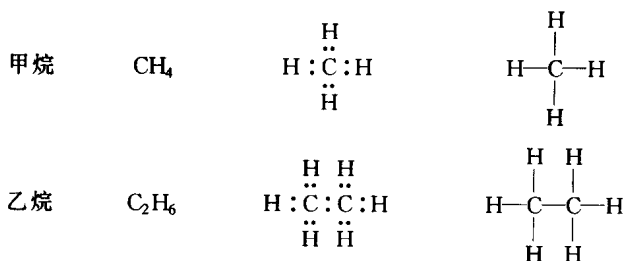
(4) 有机化学反应速率慢而且常有副反应发生。有机化合物的化学反应多是在分子间进行的。涉及共价键的断裂,需要较高的能量,而且同一条件下,共价键断裂的部位可能不同,所以与无机物相比,它的反应速率慢。如有的需要几小时甚至几天或更长时间才能完成,所以通常需要加热或应用催化剂以促进反应的进行。而且反应又常常不局限于分子的某一部位,往往可在几个部位同时发生,所以除主要反应外,还伴随有副反应,生成物除主要产物外,通常还有副产物的

出现。为此有机反应需要注意选择最佳反应条件,尽量减少副反应。

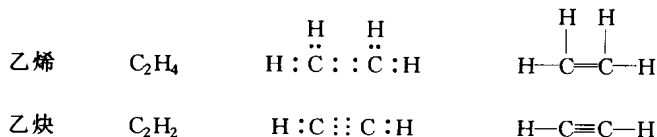
第二节 有机化合物的分子结构

一、有机化合物结构特点

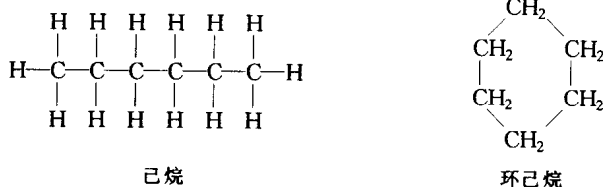
有机化合物最重要的组成元素是碳,其次还有氢、氧、氮、硫、磷和卤素等几种。而有机化合物的总数到 20 世纪末,从自然界发现的和人工合成的已超过三千万种,而且还在迅速地增加和发展。为什么碳及其他少数几种元素可以组成如此众多而又具有各种性能的有机化合物呢?这与有机化合物的结构密切相关。有机物的结构特征又是由其中的碳原子决定的。碳在元素周期表中占有一个独特的位置,它是第二周期第Ⅳ主族元素,位于典型金属和典型非金属间。碳原子的最外电子层有 4 个电子,即有 4 个价电子,这就使它既难以失去其 4 个价电子,又难以从外界获得 4 个电子以形成惰性气体的稳定电子层结构,因而常以一对或一对以上的共用电子对即共价键与其他元素的原子相结合形成共价化合物。例如在甲烷分子中,碳通过共用电子对分别和 4 个氢原子相结合,形成碳氢共价键。在乙烷分子中,碳除了通过共用电子对和氢原子形成碳氢共价键外,还可在碳碳之间形成碳碳共价键,这种由共用一对电子构成的共价键叫做单键。



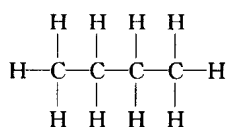
碳原子相互间或和其他原子间还可通过共用二对或三对电子相结合,形成双键和叁键。例如在乙烯和乙炔分子中,碳原子间就是通过双键和叁键相结合的。



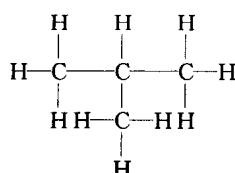
在第Ⅳ主族中,由于碳的原子半径最小,碳原子的成键能力特别强,同族中,原子半径愈小形成的共价键亦愈稳定。因此,碳原子间可以通过单键、双键或叁键自身相互结合或与其他原子相互结合成很长的碳链或碳环,构成有机化合物分子的“骨架”。



碳原子成键形式的多样化使化学组成相同、结构不同的现象成为有机化合物中的一种极其普遍的现象。化学组成相同,但是结构不同,因而形成了不同化合物的现象称为同分异构现象,这些化合物互称为同分异构体。例如:分子式 C_4H_{10} 可代表丁烷和异丁烷两种不同结构而性质不同的化合物,它们互为同分异构体。

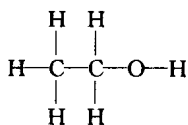


丁烷

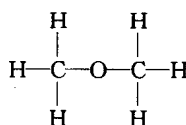


异丁烷

又如分子式 C_2H_6O 可代表乙醇和二甲醚两种不同结构的同分异构体。



乙醇



二甲醚

同分异构现象是有机化合物数目众多的主要原因。另外碳原子还可与其他元素结合形成各类衍生物。所以有机化合物一般元素组成比较简单,但结构复杂,因而有机化合物的总数已超过三千万种,而无机化合物不过十几万种。

综上所述,有机化合物结构的基本特点可概括为:以碳为基础的共价化合物;碳原子间可通过不同的共价键组成不同的碳架,又可通过不同共价键与其他原子相连接形成多种多样的具有不同性质的化合物。

为了便于书写和表达有机化合物的分子组成和结构,常用结构式、结构简式表示。结构式对于我们认识有机化合物的结构和性质都很重要。但是结构式书写繁琐,所以通常用结构简式,见表1-1。

表1-1 有机物的分子式、结构式、结构简式

物质名称	分子式	结构式	结构简式
乙 烷	C_2H_6	$ \begin{array}{ccc} H & H & \\ & & \\ H-C & -C & -H \\ & & \\ H & H & \end{array} $	CH_3CH_3
乙 烯	C_2H_4	$ \begin{array}{ccc} H & H & \\ & & \\ H-C & =C & -H \end{array} $	$CH_2=CH_2$
乙 炔	C_2H_2	$H-C \equiv C-H$	$CH \equiv CH$
乙 醇	C_2H_6O	$ \begin{array}{ccccccc} & H & H & & & & \\ & & & & & & \\ H & -C & -C & -O & -H \\ & & & & & & \\ & H & H & & & & \end{array} $	CH_3CH_2OH 或 C_2H_5OH
二甲醚	C_2H_6O	$ \begin{array}{ccccccc} & H & & H & & & \\ & & & & & & \\ H & -C & -O & -C & -H \\ & & & & & & \\ & H & & H & & & \end{array} $	CH_3OCH_3

结构式的缺陷,就是它还不能说明分子里各原子在空间分布的相对位置,即不能反映分子的立体结构。表示分子立体结构的方法,我们将在以后各有关章节逐步加以介绍。

二、有机结构的基本要点

18 世纪中叶,随着人们对有机化合物的不断认识,不断探讨,化学家对有机化合物的结构在理论方面,提出了一些最基本的概念,为有机结构理论奠定了基础。其要点可归纳为:

(1) 组成分子的各原子按照一定的顺序、一定的方式互相结合。分子中原子间的这种化学关系叫化学结构。一种物质的分子具有其特定的、不同于其他化合物的化学结构。

(2) 分子中各个原子都有一定的化合价,并且各原子的化合价都达饱和。化合价表示原子的结合能力,碳为 4 价、氧为 2 价、氢为 1 价等等。有机化合物分子中原子的化合价即指共用电子对的数目。例如在甲烷、乙烯、乙炔、乙醇和苯等有机化合物中,每一个碳原子都是 4 价、氧为 2 价、氢为 1 价。

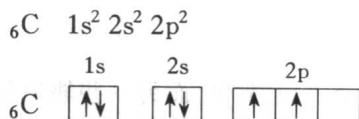
(3) 化学结构决定分子的性质,分子的性质反映其化学结构。由分子的结构可以了解其性质,反之,由其性质也可以推断其结构。同分异构现象的存在,就是因为组成相同的分子,其结构不同的缘故。

(4) 分子是一个整体,不是各组成原子的机械总和。分子中各原子间及基团间都是互相影响的。

结构理论的这些概念,一直指导着人们对有机化学的学习和研究,是近代有机结构理论的基础。

三、杂化轨道基本要点

碳原子序数为 6,核外有 6 个电子,最外层有 4 个电子。碳原子的核外电子排布式、轨道表示式为:



碳原子价电子层有 4 个电子,但只有 2 个单电子,应该只能与其他原子共用 2 对电子,形成 2 个共价键,也就是碳的化合价只能是 2 价。但是在一般有机化合物中碳都为 4 价。如 CH_4 甲烷分子,1 个碳原子和 4 个氢原子结合,形成 4 个共价键,并且科学实验证明,甲烷分子是一个正四面体结构,碳原子位于正四面体的中心,4 个氢原子分别位于正四面体的四个顶点。碳原子的 4 个价键之间的夹角(键角)彼此相等,均为 $109^\circ 28'$ 。4 个碳氢键是等同的,键长是 $1.09 \times 10^{-10} \text{ m}$,键能是 $414 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$,见图 1-1、图 1-2。

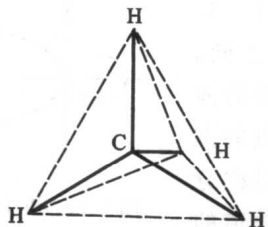


图 1-1 甲烷分子结构示意图

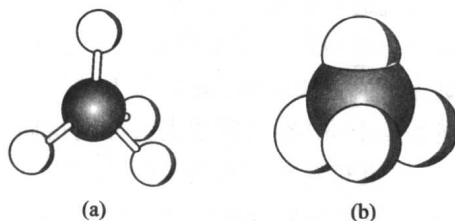


图 1-2 甲烷分子的模型

(a) 球棍模型; (b) 比例模型