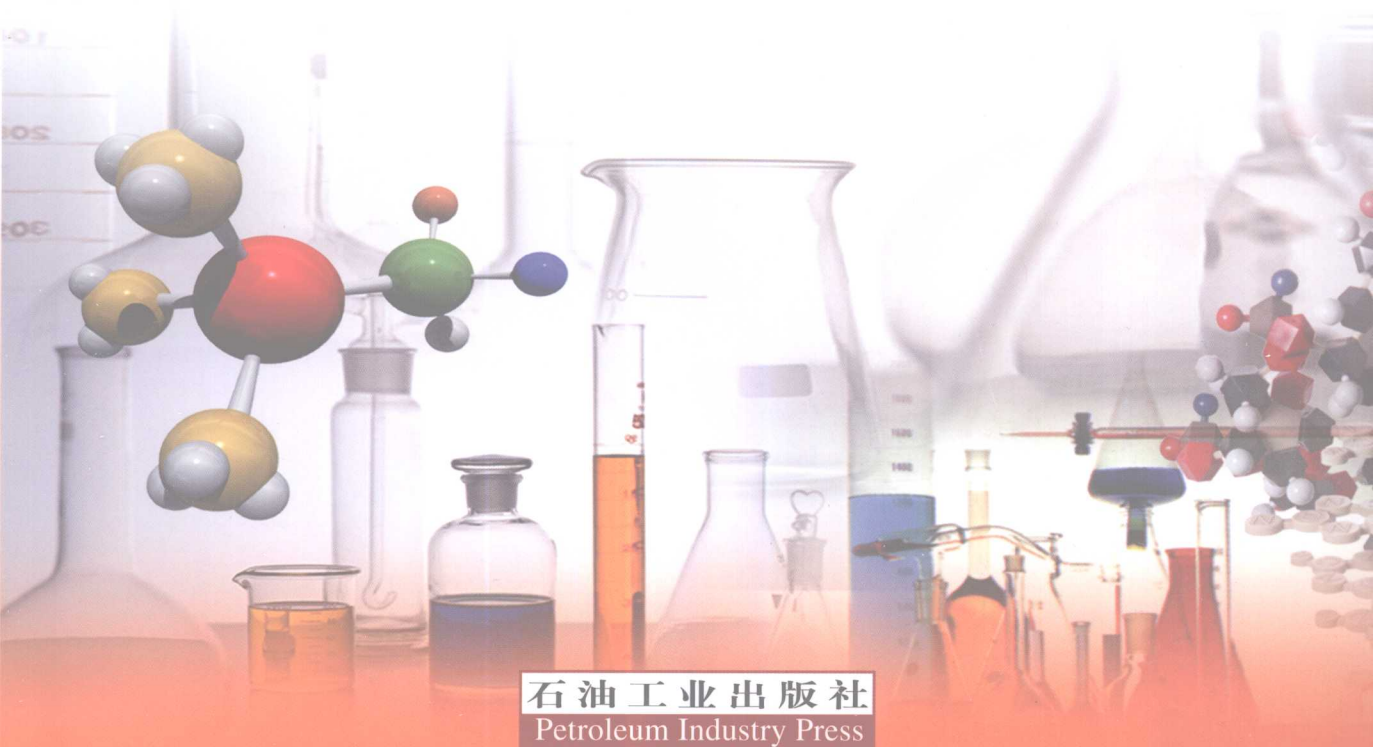




石油高职高专规划教材

有机化学

池秀梅 主编



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

石油高职高专规划教材

有机化学

池秀梅 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书是为适应 21 世纪高等职业教育的需求而编写的有机化学教材, 内容包括绪论、烃类、烃的卤素衍生物、烃的含氧衍生物、烃的含氮衍生物、杂环化合物等内容。另外, 还编入了与教材内容密切相关的阅读材料, 介绍一些新知识、新技术。为方便学生自学, 每章后均有“本章小结”。

本教材符合高等职业教育的特点, 从培养应用型技术人才目的出发, 强调内容“必需”和“够用”为度, 在基本概念、基本理论够用的前提下, 加强应用性和实践性, 联系生产、生活实际比较紧密, 有利于职业能力的培养。

本书适用于高职化工类专业, 也可供高职、高专其他专业选用及有关人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学/池秀梅主编.

北京: 石油工业出版社, 2008. 9

石油高职高专规划教材

ISBN 978-7-5021-6623-6

I. 有…

II. 池…

III. 有机化学-高等学校: 技术学校-教材

IV. 062

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 109760 号

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

编辑部: (010) 64523585 发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 中国石油报社印刷厂

2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 14

字数: 355 千字

定价: 20.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

前 言

随着高等职业教育的迅猛发展,需要一些与之相适应的教材或教学参考书。根据高等职业教育培养高等技术应用型专门人才的目标,按照全国高职化工类教材的基本要求,编写了《有机化学》这本书。本书既可作为高职院校化学化工类各专业的教材,也可供其他专业人员学习或参考。

本书是以高等职业教育化工类专业对有机化学知识、能力和素质的要求为指导思想,按照官能团体系对化合物分类,采用脂肪族和芳香族混合编写而成。在编写中,体现了高职教材“实用为主、够用为度、应用为本”的特色,适当淡化和删减了理论性偏深或实用性不强的内容,降低了起点和难度,以利于高职学生对知识的理解和掌握;强化了与后续专业课程的衔接以及与生产、生活实际联系较为密切的内容;突出了重要化学反应及反应产物的应用性能,对复杂的反应机理和推导进行简化处理,并以注释的形式编排。本书还将与有机化合物化学性质重复的制备方法删除,在第十三章对各类有机化合物的制备方法统一总结,避免了许多反应在教材中重复出现。另外,删去了与后续课程联系不大、应用性不强的烷烃和环烷烃的构象、对映异构、光谱学的内容,并结合石化行业的特点,删去了碳水化合物、氨基酸和蛋白质等内容,摒弃了已经或正在逐步被淘汰的旧工艺、旧方法,而侧重介绍符合环保要求的绿色化工新工艺、新技术及新型催化剂等,力求少而精,加强实用性。本书注重基本概念、基本知识的阐述,把知识的传授与启发和培养思维能力结合起来,力图把本书编写成为高等职业教育特色的教材。本书中每章内容包括学习要求、基本知识、本章小结、习题;并结合每章内容选录了反映有机化学及相关学科发展的新知识作为阅读材料,以帮助学生了解有机化学的前沿知识和信息,适应知识经济时代科技飞速发展的需要,激励学生学习科学、热爱科学的志向,培养他们用科学知识服务社会、造福人类的良好品德。

本教材由大庆职业学院池秀梅担任主编,克拉玛依职业技术学院李玉荣、辽河石油职业技术学院卢宝文担任副主编,大庆职业学院张克军、天津工程职业技术学院程玉红、天津石油职业技术学院冯智、辽河石油职业技术学院解世伟参与编写。全书共分十三章,池秀梅编写第一、第八、第九、第十章,李玉荣编写第三、第四、第五章,卢宝文编写第六、第七章,程玉红编写第二章,解世伟编写第十一章,冯智编写第十二章,张克军编写第十三章。

限于编者水平,衷心希望使用本书的各校师生和读者,发现书中的不妥和错误之处,请批评指正,在此我们预先致以最诚挚的谢意。

编者

2008年4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 有机化合物的结构和特点	2
第三节 有机化合物中的共价键	3
第四节 有机化合物的分类	5
阅读材料 21 世纪的有机化学	7
本章小结	8
习题	8
第二章 烷烃	9
第一节 烷烃的通式、同系列和构造异构	9
第二节 烷烃的结构	10
第三节 烷烃的命名法	12
第四节 烷烃的物理性质	14
第五节 烷烃的化学性质	15
第六节 烷烃的天然来源	18
阅读材料 高效新能源——可燃冰	20
本章小结	21
习题	22
第三章 烯烃和二烯烃	23
第一节 烯烃	23
第二节 二烯烃	37
阅读材料 橡胶	42
本章小结	43
习题	44
第四章 炔烃	46
第一节 炔烃的结构	46
第二节 炔烃的同分异构和命名	47
第三节 炔烃的物理性质	48
第四节 炔烃的化学性质	49
第五节 乙炔的工业生产	53
阅读材料 绿色化学	55
本章小结	56
习题	57
第五章 脂环烃	59
第一节 脂环烃的分类	59

第二节 单环脂环烃的构造异构和命名	60
第三节 环烷烃的结构与稳定性	61
第四节 环烷烃的物理性质	62
第五节 环烷烃的化学性质	62
第六节 重要的脂环烃及其衍生物	64
阅读材料 天上人间碳六十 (C_{60})	65
本章小结	67
习题	67
第六章 芳香烃	69
第一节 苯的结构	70
第二节 单环芳烃及其衍生物的命名	71
第三节 单环芳烃的物理性质	74
第四节 单环芳烃的化学性质	74
第五节 苯环上取代反应的定位规律	81
第六节 稠环芳烃	84
第七节 芳烃的工业来源	88
第八节 重要的单环芳烃	89
阅读材料 致癌芳烃	91
本章小结	92
习题	92
第七章 卤代烃	95
第一节 卤代烃的分类和命名	95
第二节 卤代烷的物理性质	97
第三节 卤代烷的化学性质	97
第四节 卤代烯烃和卤代芳烃	101
第五节 重要的卤代烃	102
阅读材料 氟里昂与环境保护	105
本章小结	106
习题	106
第八章 醇、酚和醚	109
第一节 醇	109
第二节 酚	118
第三节 醚	124
阅读材料 诺贝尔与炸药	128
本章小结	129
习题	130
第九章 醛和酮	132
第一节 醛和酮的分类和命名	132
第二节 醛和酮的物理性质	134
第三节 醛和酮的化学性质	134

第四节 重要的醛和酮·····	142
阅读材料 著名有机化学家——黄鸣龙·····	145
本章小结·····	147
习题·····	147
第十章 羧酸及其衍生物 ·····	149
第一节 羧酸·····	149
第二节 羧酸衍生物·····	158
第三节 丙二酸二乙酯和乙酰乙酸乙酯·····	166
阅读材料 化学工业与纳米技术·····	171
本章小结·····	173
习题·····	173
第十一章 含氮化合物 ·····	176
第一节 硝基化合物·····	176
第二节 胺·····	180
第三节 重氮化合物和偶氮化合物·····	188
第四节 腈·····	191
阅读材料 合成染料·····	192
本章小结·····	193
习题·····	194
第十二章 杂环化合物 ·····	196
第一节 杂环化合物的分类和命名·····	196
第二节 五元杂环化合物·····	197
第三节 六元杂环化合物·····	201
阅读材料 杂环化合物的应用和发展·····	203
本章小结·····	204
习题·····	205
第十三章 各类有机化合物的制备方法 ·····	207
第一节 烃的制备方法·····	207
第二节 烃的衍生物的制备方法·····	208
阅读材料 催化技术新发展·····	214
本章小结·····	215
习题·····	215
参考文献 ·····	216

第一章 绪 论

学习要求:

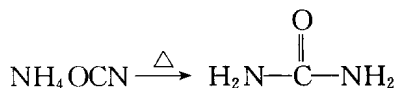
1. 了解有机化合物的含义, 掌握有机化合物的特性;
2. 掌握有机化合物共价键理论的基本内容;
3. 了解有机化合物的分类方法, 掌握有机化合物结构式的书写方法;
4. 掌握常见有机反应的类型;
5. 了解有机化学在国民经济中的地位 and 作用。

石油和化工生产过程中的各种原料、中间体及产品几乎都是有机化合物, 同时有机化合物是人类日常生活中一刻也离不开的必需品, 如脂肪、蛋白质和碳水化合物三大类重要食物; 木材、煤、天然气和石油, 橡胶、纸张、棉花、羊毛、蚕丝, 合成纤维、合成塑料、合成橡胶、各种药物、添加剂、染料、化妆品等几乎都是有机化合物。那么什么是有机化合物呢?

第一节 有机化合物和有机化学

100 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、食盐和水等物质称为无机物, 因为它们是从非生物或无生命的矿物中得到的; 而把来源于动植物有机体的物质, 如酒精、醋、蔗糖、油脂、尿素、柠檬酸、吗啡等称为有机物, 因为它们是从有生命的动植物中获得的物质。有机 (organic) 一词来源于有机体 (organism), 即“有生命的物质”, 以区别于非生物或矿物质等无机物。这是由于当时人们缺乏对化合物的认识而赋予有机化合物的神秘色彩, 认为有机物不能通过人工方法合成, 而只能从有“生命力”的动植物有机体中得到, 这就是“生命力说”。

1828 年, 德国化学家乌勒 (F. Wohler) 首次人工用氰酸铵合成了尿素。在这之前, 尿素只能从哺乳类动物的尿中分离得到。



这一发现, 说明了有机化合物可以在实验室中由无机物合成。随后, 化学家们又陆续合成了一系列有机化合物, 如醋酸、油脂、染料、炸药等, 从而彻底否定了生命力学说。但是由于有机化合物同当时知道的无机化合物在性质和研究方法上都有所不同, 因此有机化合物这个名称仍然保留下来。

科学家们通过大量的研究发现, 所有的有机化合物中都含有碳元素, 绝大多数有机化合物都含有氢元素, 有时还含有氧、氮、硫及卤素等元素。因此, 有机化合物定义为碳氢化合

物及其衍生物。有些简单的含碳化合物，如二氧化碳、碳酸、碳酸盐等，它们的结构和性质与一般无机物相似，习惯上将它们放在无机化合物中。

有机化学是化学的一个重要分支，是研究有机化合物的组成、结构、性质、制法、用途及其变化规律的科学。它是有机化学工业（生产有机化合物的工业）的理论基础，与化工、纺织、食品、医药、农药、材料、机械、建筑及现代高新技术等各行业都有着密切的关系。有机化学和有机化学工业在国民经济和现代科学技术发展过程中具有极为重要的地位，已经为造福人类发挥了重要作用。同时，有机化学的基本原理对于掌握和发展其他学科也是必不可少的。尤其是生物学已发展到分子生物学、遗传工程学的领域，作为生命现象的物质基础的蛋白质就是天然高分子有机化合物。有机化学的研究和发展，对于人们认识复杂的生命现象、控制遗传、征服顽症有着重要的意义。

第二节 有机化合物的结构和特点

结构决定性质是有机化合物的一大特点。有机化合物的结构特殊性，导致有机化合物具有同无机化合物截然不同的一些特殊性质。

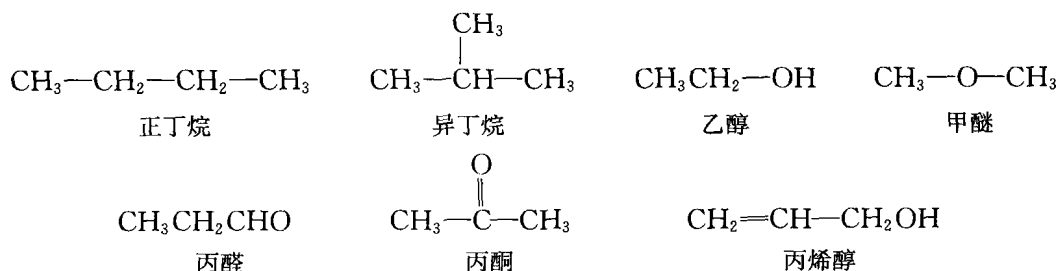
一、有机化合物的结构

组成有机化合物的元素只有少数几种，但目前有机化合物种类却已超过 1000 多万种，并以每年几万到几十万种的速度递增，这和组成有机化合物最基本的碳原子的特殊结构性质有着密切的关系。

有机化合物是以碳原子为骨架的化合物。碳原子位于元素周期表的第二周期第四主族，最外层有四个价电子，可与其他原子形成四个化学键，碳原子是四价的。

碳原子在元素周期表中的特殊位置，决定了它与其他原子互相结合成键时，既不容易得到电子也不容易失去电子，而是通过共用电子对形成共价化合物。

碳原子与碳原子之间也能够形成稳定的共价键，可以通过单键、双键和三键连接成链状或环状化合物，且参与的碳原子数可多可少，同时，即使组成相同也可因碳原子的排列次序和方式不同产生不同的化合物。例如：



正丁烷和异丁烷分子式都是 C_4H_{10} ，但有两种不同的排列方式，且具有不同的性质；分子式同为 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 的乙醇和甲醚是两种不同的化合物；分子式同为 $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ 的丙醛、丙酮和丙烯醇是三种不同的化合物。这种分子式相同而构造式不同的化合物称为同分异构体，这种现象称为同分异构现象。有机化合物含有的碳原子数和原子种类越多，它的同分异构体也越多。

在有机化合物中，同分异构现象是普遍存在的，这也是有机化合物数目繁多的一个主要原因。

二、有机化合物的一般特点

有机化合物与无机化合物在结构上不同，在性质上也有明显的差异。有机化合物一般有以下特性。

(1) 有机化合物大多数都容易燃烧。

有机化合物大多数都容易燃烧，燃烧后生成二氧化碳和水。若含有其他元素，则生成这些元素的氧化物。同时有机化合物对热的稳定性较差。人类常用的燃料大多是有机化合物，如气体燃料（天然气、液化石油气等）、液体燃料（酒精、汽油等）、固体燃料（煤、木柴等）等。

(2) 有机化合物大多数熔点和沸点较低。

有机化合物的熔点较低，一般不超过 400°C ，如冰醋酸的熔点为 16.6°C ，沸点 118°C ；而无机物的熔点一般都较高，如氯化钠的熔点为 801°C ，沸点 1413°C 。

纯的有机化合物大多有固定的熔点，含有杂质时，熔点一般会降低。因此，可利用测定熔点来鉴别固体有机物或检验其纯度。

(3) 有机化合物一般难溶于水而易溶于有机溶剂。

绝大多数有机化合物都难溶于水，而易溶于有机溶剂，无机物大多易溶于水，如油脂不溶于水，而能溶解在乙醚、汽油等有机溶剂中。利用这一性质可将混在有机物中的无机盐类杂质用水洗去。

(4) 有机化合物的反应速率一般都比较慢。

由于有机化合物中的共价键，在反应时不像无机物分子中的离子键容易解离，因此反应速率比较慢。例如，酯化反应常需几个小时才能完成，煤与石油则是动植物在地层下经历了几百万年的变化才形成的。为了提高有机化合物的反应速率，往往采取加热、搅拌以及加入催化剂、光照等措施来加速反应。

(5) 有机化合物的反应副反应多。

有机化合物的结构比较复杂，发生反应时，分子中各部位的共价键都可能断裂，从而导致产物多样化，副反应多，产率较低。产物通常是复杂的混合物，为得到所需要的产物，还需要分离和提纯。

需要说明的是，有机化合物的这些特性不是绝对的，只是一般情况，例外也不少。例如，四氯化碳不但不能燃烧，而且可以灭火，是常用的灭火剂；“特氟隆”是一种超级耐高温润滑剂（约 700°C ）；酒精和醋酸都能以任意比例与水混溶；“TNT”可在瞬间发生爆炸反应，是一种烈性炸药等。这说明了共性与个性之间的关系。

第三节 有机化合物中的共价键

分子中相邻的两个或多个原子之间强烈的相互作用，称为化学键。有机化合物分子中的化学键主要是共价键。所谓共价键是指原子之间通过共用电子对而产生的化学结合作用，如甲烷分子中包括四个 $\text{C}-\text{H}$ 共价键。

一、共价键的属性

共价键的性质包括键长、键角、键能以及键的极性，这些表征化学键性质的物理量，统

称做共价键的属性或共价键参数。它们对讨论有机化合物的性质有着重要意义。

1. 键长

形成共价键的两原子间存在着一定的吸引力和排斥力,当两力平衡时,两原子核之间的距离称为键长。键长的单位用 nm 表示。不同的共价键有不同的键长,即使是同一类型的共价键,在不同化合物分子中受其他部分的影响,键长也是不同的。

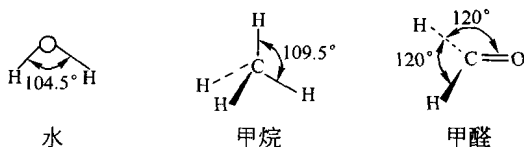
一般情况下,共价键的键长越短,表示键能越强,结合越牢固。一些常见共价键的键长见表 1-1。

表 1-1 一些常见共价键的键长和键能

键 型	键长/nm	键能/ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	键 型	键长/nm	键能/ $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$
C—H	0.109	414.2	C—N	0.147	304.6
C—C	0.154	345.6	C—F	0.142	485
C=C	0.134	610	C—Cl	0.176	338.9
C—O	0.143	357.7	C—Br	0.194	284.5
C=O	0.122	748.9	O—H	0.097	462.8

2. 键角

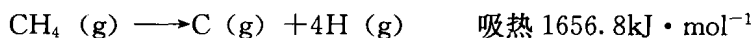
一个 2 价或 2 价以上的原子在与其他原子形成共价键时,两个共价键间的夹角称键角。例如:



3. 键能

双原子分子中,1mol 气态分子解离为气态原子时所吸收的能量,称为键能。

多原子分子中,1mol 气态分子解离为气态原子时所吸收的能量等于多原子分子中所有共价键键能的总和。例如:



CH_4 分子中有四个 C—H 键,所以 C—H 键的键能就是 $1656.8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} / 4 = 414.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

一般情况下,键能越大,表示键的强度越大,该键断裂所需要的能量越多,因此键结合也越牢固。一些常见共价键的键能见表 1-1。

4. 键的极性

两个相同原子形成的共价键,成键电子云对称地分布于两个原子核周围,这样的共价键没有极性,称非极性共价键,如氢分子中的 H—H 键,氯分子中的 Cl—Cl 键等。当成键的原子不同时,电子云则靠近其中电负性较强的原子,使它带微量负电荷,用符号 δ^- 表示。而电负性较弱的原子则带微量正电荷,用 δ^+ 表示。由于正、负电荷中心不重合,这种键有极性,称极性共价键。例如:

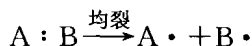


二、共价键的断裂和有机反应类型

有机化学反应的实质是旧的共价键断裂和新的共价键形成过程。共价键的断裂最常见的有均裂和异裂两种方式。

1. 均裂

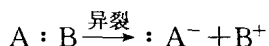
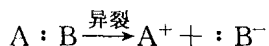
共价键断裂时，组成该键的两个原子各保留一个电子。



按这种方式断裂产生的带单电子的原子（原子团）叫做自由基。有机反应中生成的自由基，通常是很活泼的中间体（称为活性中间体），一旦生成会立刻引发一系列反应。按这种方式由自由基引发的反应，称为自由基型反应。

2. 异裂

共价键断裂时，组成该键的一对电子完全转移到一个原子上。



在有机反应中，异裂产生的碳正离子或碳负离子是很活泼的中间体，它们进一步反应生成产物。按这种方式进行的反应，称为离子型反应。

自由基型反应和离子型反应是有机反应中最常见的两种反应类型。除此之外，还有一类反应是旧键的断裂和新键的形成同时进行，经环状过渡态生成产物，这类反应称为协同反应。

第四节 有机化合物的分类

由于有机化合物数目庞大，为了研究和学习方便，把有机化合物按照结构进行分类。一般分类方法有两种。

一、按碳架（碳连接方式）分类

1. 开链化合物

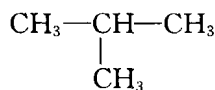
化合物中碳原子相互结合成链状，没有环状结构存在，但在开链结构中可以有支链存在。开链化合物分为饱和、不饱和两种。例如：



丙烷



丙烯



异丁烷

由于开链化合物最初是在油脂中发现的，所以开链化合物也叫脂肪族化合物。

2. 脂环族化合物

分子中的碳原子互相链接成环状结构，其性质与脂肪族化合物相似，因此叫做脂环族化

合物。脂环化合物也分为饱和、不饱和两种。例如：



环戊烷



环己烷



环戊二烯



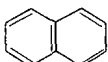
环己烯

3. 芳香族化合物

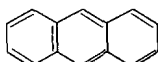
分子中都含有一个或多个苯环的化合物。例如：



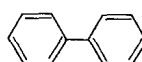
苯



萘



蒽



联苯

4. 杂环化合物

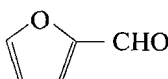
杂环化合物是由碳原子和其他原子（如 N、O、S 等）所组成的环状化合物。例如：



吡咯



噻吩



糠醛



吡啶

二、按官能团分类

官能团是指有机化合物分子中比较活泼、容易发生化学反应的原子或原子团。官能团决定化合物的主要性质。具有相同官能团的化合物，其性质也相似，因此将它们归为一类。一些常见有机化合物的官能团见表 1-2。

表 1-2 一些常见的重要的官能团

化合物类别	官能团结构	官能团名称	通式或表达式	化合物实例
烯烃		碳碳双键	C_nH_{2n}	乙烯
炔烃		碳碳三键	C_nH_{2n-2}	乙炔
卤代烃	$-X$	卤素（卤原子）	$R-X$	氯乙烷
醇	$-OH$	醇羟基	$R-OH$	乙醇
酚	$-OH$	酚羟基	$Ar-OH$	苯酚
醚	$-O-$	醚键	$R-O-R$	乙醚
醛	$-CHO$	醛基	$RCHO$	乙醛
酮		酮基	$RCOR$	丙酮
羧酸	$-COOH$	羧基	$RCOOH$	乙酸
硝基化合物	$-NO_2$	硝基	RNO_2	硝基苯
胺	$-NH_2$	氨基	RNH_2	乙胺
腈	$-CN$	氰基	RCN	乙腈
磺酸	$-SO_3H$	磺基	$ArSO_3H$	苯磺酸

一般常把上述两种分类方法结合起来使用。

阅读材料

21 世纪的有机化学

从 1828 年德国化学家乌勒 (F. Wohler) 首次发现尿素以来, 迄今有机化学从实验方法到基础理论都有了巨大的进展。大量的有机化合物因其所具有的特殊功能而用于材料、能源、医药、农业、石油化工、环境科学、生命科学、国防等与人类生活密切相关的各行各业中。有机化学的迅速发展产生了不少分支学科, 如有机合成、元素有机化学、天然有机化学、物理有机化学、生物有机化学、有机分析、有机催化、有机立体化学等。展望 21 世纪, 人们面对有机物对生态、环境和人体的影响, 将不断改进有机化学反应的方法 and 手段。

有机合成化学是有机化学最重要的基础学科之一, 是创造新有机化合物的主要手段。它关注的是化学区域选择性、立体选择性、对映选择性等有机合成的高选择性, 选择反应速率快、反应时间短、产率高、工艺简便的合成路线, 减少合成步骤, 使用物美价廉的原料、平和的反应条件, 从而提高生产效率, 减少对环境的影响。对于复杂天然有机化合物的合成, 不对称合成也将备受关注。

各种结构材料和功能材料同样是人类赖以生存和发展的物质基础。为提高人类生存质量和生存安全, 保证可持续发展, 人们对新功能材料会不断提出新的需求。任何功能材料都是以功能分子为基础合成的。有机化学研究主要是用合成—筛选模式寻找功能分子, 由功能分子组装成具有特定功能的新型材料。纳米技术的应用将使功能材料的研制向纳米化迈进。21 世纪将进入智能材料的时代。智能材料就是材料的作用和功能可随外界条件的变化和需要有意识地调节、修饰和修复。

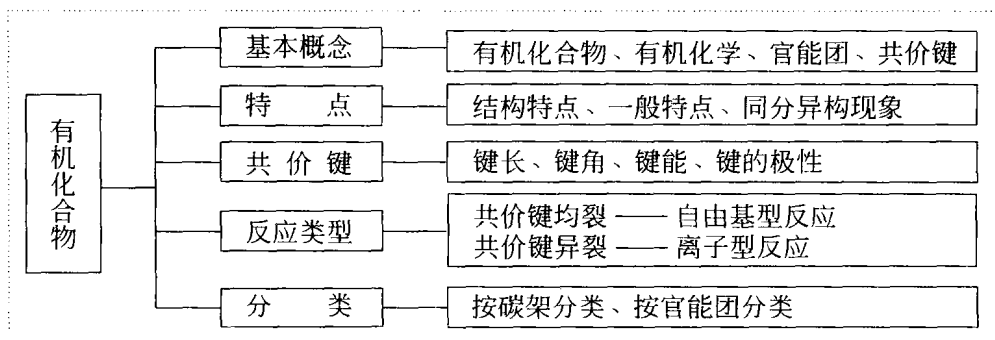
天然有机化学是研究来自动植物体内有机化合物的化学。发掘自然界的这一丰富资源, 是人类生存和发展的需要, 是有机化学的主要研究任务之一。在 21 世纪天然有机化学将是一项会得到国家大力资助和投入的研究领域。它关注的是天然产物的快速分离和结构鉴定, 传统中草药的药效、药理及有效成分与药效、药理的关系, 天然产物及衍生物的药物合成, 基因工程、细胞工程、酶工程等生物技术的利用。

生物有机化学的主要研究对象是核酸、蛋白质和多糖三种主要生物大分子及参与生命过程的其他大分子。近期的发展动向是生物大分子的序列分析方法的研究, 多种构象分析方法的研究, 生物大分子的合成及应用, 生物膜化学和生物催化体系, 光合作用中的化学问题。

有机催化是有机化学研究中永久的课题。通过物理和化学的方法, 如加热、加催化剂、光照等, 促进有机反应, 提高反应速率。近年来对电催化、光催化、酶催化和模拟酶催化也有了深入的研究。

总之, 展望 21 世纪有机化学研究和有机化学工业的发展前景, 可以看到一个绚丽多姿、以智能材料和生命材料为文明特征的时代正在到来。

本章小结



习 题

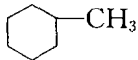
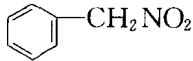
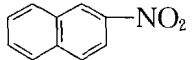
1. 解释下列名词：

- | | | | |
|-----------|------------|------------|------------|
| (1) 有机化合物 | (2) 共价键 | (3) 键能 | (4) 同分异构现象 |
| (5) 官能团 | (6) 脂肪族化合物 | (7) 芳香族化合物 | (8) 异裂 |

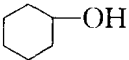
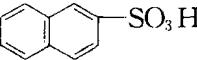
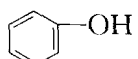
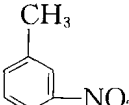
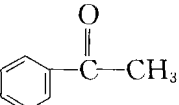
2. 下列化合物中哪一种是有有机化合物？

- | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| (1) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ | (2) NaCN | (3) CH_3COOH | (4) NaHCO_3 |
| (5) KCNS | (6) H_2NCONH_2 | (7) $\text{CH}_3\text{—O—CH}_3$ | (8) CCl_4 |

3. 将下列化合物按碳架进行分类：

- | | |
|--|---|
| (1) $\text{CH}_2=\text{CH—CH}_2\text{—CH}_3$ | (2) $\text{CH}\equiv\text{C—CH}_2\text{—CH}_3$ |
| (3) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCH}_3 \end{array}$ | (4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ |
| (5)  | (6)  |
| (7)  | (8)  |
| (9)  | |

4. 将下列化合物按官能团分类：

- | | | |
|---|---|--|
| (1) $\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$ | (2) $\text{CH}\equiv\text{CH}$ | (3) $\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCH}_3 \end{array}$ |
| (4) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ | (5)  | (6)  |
| (7)  | (8)  | (9)  |

第二章 烷 烃

学习要求:

1. 掌握烷烃的通式、同系列、构造异构和系统命名法;
2. 了解甲烷的分子结构、 sp^3 杂化及 σ 键的特点;
3. 了解烷烃的物理性质及其变化规律;
4. 掌握烷烃的化学性质及其在生产、生活中的实际应用;
5. 了解一些重要烷烃的来源和用途。

分子中只含有碳、氢两种元素的有机化合物称为碳氢化合物，简称为烃。在烃分子中，碳原子之间以单键相连，其余的价键被氢原子所饱和，这种烃称为饱和烃。其中，碳原子成链状结构的饱和烃，称为开链饱和烃或饱和脂肪烃，也称为烷烃或石蜡烃；碳原子成环状结构的饱和烃，称为饱和脂环烃，也称为环烷烃。

第一节 烷烃的通式、同系列和构造异构

一、烷烃的通式和同系列

烷烃广泛存在于自然界。从天然气和石油中分离出来的烷烃主要有下列烷烃等：

	CH_4	CH_3-CH_3	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
	甲烷	乙烷	丙烷	丁烷
碳原子数	1	2	3	4
氢原子数	4	6	8	10

从以上烷烃的结构式和数字就可以看出：

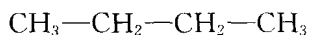
从甲烷开始，每增加一个碳原子，就相应增加两个氢原子，碳原子与氢原子之间的数量关系为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ，这就是烷烃的通式。

相邻的两个烷烃组成上相差一个 CH_2 ， CH_2 称为系差，不相邻的两个烷烃组成上相差 CH_2 的整数倍。这种具有同一通式、在组成上相差一个或几个 CH_2 的一系列化合物称为同系列。同系列中的各个化合物互为同系物。

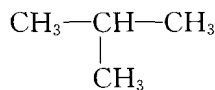
同系物具有相似的结构和相似的化学性质，其物理性质随相对分子质量的增加而呈现规律性的变化。只要掌握了同系物中某几个典型化合物的性质，就可推测其他同系物的化学性质。

二、烷烃的构造异构

分子中原子间互相连接的顺序和方式叫做分子构造。表示分子构造的化学式叫做构造式。在甲烷、乙烷、丙烷分子中，碳原子之间只有一种连接方式，从丁烷开始，碳原子有不同的连接方式，例如：



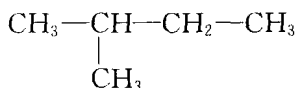
正丁烷



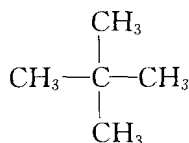
异丁烷



正戊烷



异戊烷



新戊烷

从上述结构式可以看出，分子式相同，分子构造不同，这样的同分异构体称为构造异构体，这种同分异构现象称为构造异构现象。构造异构体仅是同分异构体的一种。除构造异构体外，同分异构体还包括构型异构体、构象异构体。

因碳架不同而形成的构造异构体称为碳架异构或碳链异构。烷烃分子中随着碳原子数目的增多，构造异构体数目迅速增加，表 2-1 列出了部分烷烃的可能构造异构体数目。

表 2-1 部分烷烃的可能构造异构体数目

碳原子数	分子式	名 称	可能的构造异构体数目	碳原子数	分子式	名 称	可能的构造异构体数目
4	C ₄ H ₁₀	丁 烷	2	9	C ₉ H ₂₀	壬 烷	35
5	C ₅ H ₁₂	戊 烷	3	10	C ₁₀ H ₂₂	癸 烷	75
6	C ₆ H ₁₄	己 烷	5	11	C ₁₁ H ₂₄	十一烷	159
7	C ₇ H ₁₆	庚 烷	9	12	C ₁₂ H ₂₆	十二烷	355
8	C ₈ H ₁₈	辛 烷	18	20	C ₂₀ H ₄₂	二十烷	366319

第二节 烷烃的结构

一、甲烷的结构

实验测定，甲烷(CH₄)分子是正四面体结构，碳原子位于正四面体的中心，它的四个价键从正四面体中心指向四个顶点，四个 C—H 键是完全等同的，键角是 109.5°，键长是 0.110nm，如图 2-1 所示。

二、碳原子的 sp³ 杂化

碳原子基态时的电子层结构为 1s²2s²2p_x¹2p_y¹2p_z⁰，此碳原子应为两价，但在烷烃中碳原子为四价，且四价完全相同。如何解释这一矛盾呢？

杂化轨道理论解释了 CH₄ 分子的正四面体结构。C 原子的外层价电子分布式为 2s²2p_x¹2p_y¹。形成分子的过程，一个电子从 2s 轨道上激发到空的 2p_z 轨道上，然后一个 2s 轨