

全国高等农林专科统编教材

# 有机化学

农林各专业通用

朱凤岗 主编

高等教育出版社

·北京·

## 《有机化学》编委会

- |     |     |                 |
|-----|-----|-----------------|
| 主 编 | 朱凤岗 | (山东农业大学)        |
| 副主编 | 毛翰梅 | (河北张家口农业高等专科学校) |
|     | 李再峰 | (湛江师范学院)        |
| 编 者 | 江坤荣 | (苏州大学)          |
|     | 尹增禄 | (云南农业大学)        |
|     | 杨清芹 | (河北邯郸农业高等专科学校)  |
|     | 赵永金 | (新疆石河子大学)       |
|     | 苏 彬 | (江西宜春农业高等专科学校)  |
|     | 赵 堂 | (宁夏农学院)         |
|     | 付 蕾 | (山东农业大学)        |
|     | 周永国 | (河北农业技术师范学院)    |
|     | 黄丽莎 | (佛山科学技术学院)      |
|     | 张穗娟 | (佛山科学技术学院)      |
| 主 审 | 冀政勤 | (河北张家口农业高等专科学校) |

(京)112号

## 内容提要

本书为全国高等农林专科统编基础课教材,书中含有机化学讲授和有机化学实验两部分内容。该书在保证有机化学的系统性和完整性上结合农林科学特点和需要进行阐述,并介绍一些生物体的次生物质,充实与农林生产密切相关的最新科研成果和应用技术。含19个基础实验。选材精炼,可作农林专科学校各专业基础课教材,也可供相关学校选用。

## 图书在版编目(CIP)数据

有机化学/朱凤岗主编.毛翰梅等编.—北京:高等教育出版社,1999.8

ISBN 7 - 04 - 007541 - 5

. 有... . 朱... 毛... . 有机化学 - 高等学校 - 教材 . 062

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 17046 号

有机化学  
朱凤岗 主编

---

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街55号

邮政编码 100009

电 话 010 - 64054588

传 真 010 - 64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷

开 本 787×1092 1/16

版 次 年 月 第 版

印 张 20.25

印 次 年 月 第 次印刷

字 数 490 000

定 价 16.30 元

---

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

责任编辑	岳延陆
封面设计	赵之公
责任绘图	李维平
版式设计	马静如
责任校对	王效珍
责任印制	

# 出版说明

为了适应我国高等农林专科教育发展的需要,建立面向 21 世纪的农林专科教育特色的教学内容和课程体系,加强高等农林专科课程建设工作,原国家教委于 1994 年 12 月组织成立了全国普通高等农林专科课程建设委员会(以下简称“课委会”),并以发挥研究、规划、指导、评估等职能来推动全国高等农林专科课程建设工作的全面开展。

“课委会”成立以来,经过广大委员的共同努力,对全国高等农林专科课程建设的现状进行了全面调查,在此基础上,制定了《全国普通高等农林专科“九五”教材建设工作计划》、《指导性专业目录》,并以 25 个基本专业为重点,制定了一系列教学文件及一批主要课程的教学基本要求,本批(42 种)教材就是在上述工作基础上,组织 56 所农林高校的 408 位教师参加编写的,也是继原全国普通高等农林专科基础课程教材委员会组织的首批统编教材之后的第二批农林专科统编教材。

本批教材是按照原国家教委《关于“九五”期间普通高等教育教材建设与改革意见》的精神,“应把专科教材建设置于重要位置”,本着以“满足需要、力争配套、突出特色、提高质量”,主要解决基本专业主要课程教材的原则编写的。

本批教材是根据面向 21 世纪农林专科人才素质要求和专业培养模式改革的需要编写的。进一步突出了高等农林专科教育的“四性”特色,充分体现了行业特点,注重学生实践技能培养。强调基础理论以应用为目的,以必须够用为度,以掌握概念、强化应用为重点,专业课强调针对性和应用性,扩大实践活动的领域。

为了保证质量,本批教材实行主编负责制和主审制。整个编写过程从选定课程、主编、主审到组织编写人员学习有关文件精神,传达教育部及课委会的有关教材编写的要求,都由课委会严格按照有关程序进行组织协调和指导。

这批教材的编审出版是在国家教育部高等教育司直接领导下进行的,并得到各有关出版社的通力合作与大力支持,在此深致谢意。

全国普通高等农林专科课程建设委员会

1998 年 11 月

# 目 录

绪论 .....	(1)	三、共轭体系的类型 .....	(44)
一、有机化合物与有机化学 .....	(1)	四、共轭二烯烃的化学性质 .....	(46)
二、有机化合物的特点 .....	(2)	习题 .....	(47)
三、有机化合物的分类 .....	(3)	<b>第三章 芳香烃</b> .....	(49)
四、有机化学与农业科学的关系 .....	(4)	<b>第一节 单环芳烃</b> .....	(50)
<b>第一章 饱和烃</b> .....	(6)	一、苯分子的结构 .....	(50)
<b>第一节 烷烃</b> .....	(6)	二、单环芳烃的异构现象与命名 .....	(51)
一、烷烃的同系列和同分异构现象 .....	(6)	三、单环芳烃的物理性质 .....	(52)
二、烷烃的命名 .....	(7)	四、单环芳烃的化学性质 .....	(53)
三、烷烃的分子结构 .....	(10)	五、苯环上取代基的定位规律和理论解释 .....	(56)
四、烷烃的物理性质 .....	(14)	六、几种重要的芳香烃 .....	(59)
五、烷烃的化学性质 .....	(15)	<b>第二节 稠环芳烃</b> .....	(59)
六、重要的天然烷烃 .....	(17)	一、稠环芳烃的结构 .....	(60)
<b>第二节 环烷烃</b> .....	(18)	二、萘的化学性质 .....	(60)
一、环烷烃的异构现象和命名 .....	(19)	<b>第三节 休克尔规则和非苯芳烃</b> .....	(62)
二、环烷烃的物理性质 .....	(19)	一、休克尔规则 .....	(62)
三、环烷烃的化学性质 .....	(20)	二、非苯芳烃 .....	(62)
四、环己烷的构象 .....	(21)	习题 .....	(63)
习题 .....	(22)	<b>第四章 对映异构</b> .....	(65)
<b>第二章 不饱和烃</b> .....	(24)	一、物质的旋光性 .....	(65)
<b>第一节 烯烃</b> .....	(24)	二、旋光性与分子结构的关系 .....	(67)
一、烯烃的结构 .....	(24)	三、含有一个手性碳原子的化合物的对映异构 ...	(69)
二、烯烃的同分异构现象和命名 .....	(25)	四、含有两个手性碳原子的化合物的对映异构 ...	(73)
三、烯烃的物理性质 .....	(28)	五、环状化合物的立体异构 .....	(75)
四、烯烃的化学性质 .....	(29)	六、不含手性碳原子的对映异构 .....	(75)
五、重要的烯烃代表物——乙烯 .....	(37)	七、外消旋体的拆分 .....	(76)
<b>第二节 炔烃</b> .....	(37)	习题 .....	(76)
一、炔烃的结构 .....	(37)	<b>第五章 卤代烃</b> .....	(78)
二、炔烃的同分异构现象和命名 .....	(38)	一、卤代烃的分类和命名 .....	(78)
三、炔烃的物理性质 .....	(39)	二、卤代烃的物理性质 .....	(79)
四、炔烃的化学性质 .....	(39)	三、卤代烃的化学性质 .....	(80)
五、重要的炔烃代表物——乙炔 .....	(41)	四、亲核取代反应历程 .....	(84)
<b>第三节 二烯烃</b> .....	(41)	五、消除反应历程 .....	(86)
一、二烯烃的分类和命名 .....	(42)	六、不同类型卤代烃的化学活性 .....	(88)
二、共轭二烯烃的结构和共轭效应 .....	(42)	七、几种重要的卤代烃 .....	(89)

习题 .....	(91)	三、羧酸衍生物的化学性质 .....	(143)
<b>第六章 醇酚醚</b> .....	(93)	习题 .....	(145)
<b>第一节 醇</b> .....	(93)	<b>第九章 取代酸</b> .....	(148)
一、醇的分类和命名 .....	(93)	<b>第一节 羧酸</b> .....	(148)
二、醇的物理性质 .....	(95)	一、羧酸的分类和命名 .....	(148)
三、醇的化学性质 .....	(96)	二、羧酸的物理性质 .....	(149)
四、几种重要的醇 .....	(100)	三、羧酸的化学性质 .....	(149)
<b>第二节 酚</b> .....	(101)	四、几种重要的羧酸 .....	(151)
一、酚的分类和命名 .....	(101)	<b>第二节 羧基酸</b> .....	(154)
二、酚的物理性质 .....	(102)	一、羧基酸的分类和命名 .....	(154)
三、酚的化学性质 .....	(103)	二、羧基酸的化学性质 .....	(155)
四、几种重要的酚 .....	(105)	三、互变异构现象 .....	(156)
<b>第三节 醚</b> .....	(106)	四、几种重要的羧基酸 .....	(157)
一、醚的分类和命名 .....	(106)	<b>第三节 氨基酸</b> .....	(158)
二、醚的物理性质 .....	(107)	一、 $\alpha$ -氨基酸的分类和命名 .....	(158)
三、醚的化学性质 .....	(107)	二、 $\alpha$ -氨基酸的物理性质 .....	(160)
四、几种重要的醚 .....	(109)	三、 $\alpha$ -氨基酸的化学性质 .....	(161)
<b>第四节 硫醇和硫醚</b> .....	(110)	习题 .....	(166)
一、硫醇和硫醚的命名 .....	(110)	<b>第十章 含氮和含磷有机化合物</b> .....	(168)
二、硫醇和硫醚的性质 .....	(110)	<b>第一节 胺</b> .....	(168)
习题 .....	(112)	一、胺的分类和命名 .....	(168)
<b>第七章 醛酮醌</b> .....	(114)	二、胺的物理性质 .....	(169)
<b>第一节 醛和酮</b> .....	(114)	三、胺的化学性质 .....	(170)
一、醛、酮的分类和命名 .....	(114)	四、几种重要的胺 .....	(175)
二、醛、酮的物理性质 .....	(115)	<b>第二节 酰胺</b> .....	(176)
三、醛、酮的化学性质 .....	(116)	一、酰胺的命名 .....	(176)
四、几种重要的醛和酮 .....	(126)	二、酰胺的物理性质 .....	(177)
<b>第二节 醌</b> .....	(127)	三、酰胺的化学性质 .....	(177)
一、醌的结构和命名 .....	(127)	四、碳酸酰胺 .....	(178)
二、醌的性质 .....	(128)	五、苯磺酰胺 .....	(180)
三、自然界的醌 .....	(128)	<b>第三节 含磷有机化合物</b> .....	(181)
习题 .....	(130)	一、有机磷化合物的主要类型 .....	(181)
<b>第八章 羧酸及其衍生物</b> .....	(132)	二、有机磷农药 .....	(181)
<b>第一节 羧酸</b> .....	(132)	习题 .....	(183)
一、羧酸的分类和命名 .....	(132)	<b>第十一章 杂环化合物</b> .....	(185)
二、羧酸的物理性质 .....	(133)	一、杂环化合物的分类和命名 .....	(185)
三、羧酸的化学性质 .....	(135)	二、杂环化合物的结构 .....	(187)
四、几种重要的羧酸 .....	(140)	三、杂环化合物的化学性质 .....	(188)
<b>第二节 羧酸衍生物</b> .....	(142)	四、重要的杂环化合物 .....	(191)
一、羧酸衍生物的命名 .....	(142)	习题 .....	(194)
二、羧酸衍生物的物理性质 .....	(143)	<b>第十二章 脂类</b> .....	(196)

第一节 油脂 .....	(196)	第四节 多糖 .....	(222)
一、油脂的存在和用途 .....	(196)	一、淀粉 .....	(222)
二、油脂的化学组成和结构 .....	(196)	二、糖元 .....	(224)
三、油脂的性质 .....	(199)	三、纤维素 .....	(225)
第二节 类脂 .....	(202)	四、半纤维素 .....	(226)
一、磷脂 .....	(202)	五、果胶物质 .....	(226)
二、蜡 .....	(204)	习题 .....	(227)
第三节 乳化作用与表面活性剂 .....	(204)	第十四章 生物次生物质 .....	(229)
一、乳化作用 .....	(204)	第一节 萜类化合物 .....	(229)
二、表面活性剂 .....	(204)	一、单萜 .....	(230)
习题 .....	(206)	二、倍半萜 .....	(232)
第十三章 糖类化合物 .....	(207)	三、二萜 .....	(232)
第一节 糖类化合物的概述 .....	(207)	四、四萜 .....	(233)
一、单糖 .....	(207)	第二节 生物色素 .....	(235)
二、低聚糖 .....	(207)	一、叶绿素和血红素 .....	(235)
三、多糖 .....	(208)	二、花色素 .....	(236)
第二节 单糖 .....	(208)	第三节 甾体化合物 .....	(237)
一、单糖的开链式结构及构型 .....	(208)	一、甾体化合物概述 .....	(237)
二、单糖的环状结构 .....	(210)	二、甾体化合物选述 .....	(238)
三、单糖的性质 .....	(213)	第四节 生物碱 .....	(240)
四、重要的单糖及其衍生物 .....	(217)	一、生物碱的一般性质 .....	(240)
第三节 二糖 .....	(219)	二、生物碱的提取方法 .....	(240)
一、还原性二糖 .....	(219)	三、几种重要的生物碱 .....	(241)
二、非还原性二糖 .....	(220)	习题 .....	(244)

## 有机化学实验

第一部分 有机化学实验的一般知识 .....	(245)
一、有机化学实验规则 .....	(245)
二、有机化学实验室的安全知识 .....	(245)
三、有机化学实验常用的仪器 .....	(248)
四、有机化学实验基本要求 .....	(250)
第二部分 有机化学基本操作实验 .....	(252)
实验一 重结晶及过滤 .....	(252)
实验二 蒸馏与分馏 .....	(255)
实验三 水蒸气蒸馏 .....	(259)
实验四 熔点、沸点测定 .....	(261)
实验五 柱色谱 .....	(266)
实验六 纸色谱 .....	(270)
实验七 薄层色谱 .....	(272)
实验八 旋光度的测定 .....	(275)

实验九 折光率的测定 .....	(277)
<b>第三部分 有机化合物的合成实验 .....</b>	<b>(281)</b>
实验十 乙酸乙酯的制备 .....	(281)
实验十一 乙酰苯胺的制备 .....	(283)
实验十二 乙酰水杨酸(阿司匹林)的制备 .....	(284)
实验十三 4 - 氯苯氧乙酸的制备 .....	(285)
<b>第四部分 天然有机化合物的提取实验 .....</b>	<b>(287)</b>
实验十四 从茶叶中提取咖啡因 .....	(287)
实验十五 粗油脂的提取 .....	(289)
实验十六 从肉桂树皮中提取肉桂醛 .....	(290)
实验十七 从烟草中提取烟碱 .....	(292)
<b>第五部分 有机化合物性质实验 .....</b>	<b>(295)</b>
实验十八 烃的含氧衍生物的性质 .....	(295)
实验十九 糖类化合物的性质 .....	(298)
<b>附录 化学试剂的配制与实验用表 .....</b>	<b>(302)</b>
附录一 常见元素的相对原子质量 .....	(302)
附录二 试剂的配制 .....	(303)
附录三 水的蒸气压表.....	(304)
附录四 乙醇水溶液密度及组成表 .....	(304)
附录五 酸碱溶液的配制 .....	(305)
附录六 指示剂的配制.....	(306)
附录七 常用试纸的制备 .....	(306)
附录八 常用酸碱溶液密度及组成表.....	(307)
附录九 常用化学物质毒性和易燃性.....	(309)
附录十 常见的共沸混合物 .....	(312)
附录十一 试剂的规格和贮藏 .....	(312)

# 前 言

为适应高等农林专科教育和农业科学的发展,我们根据全国高等农林专科课程建设委员会召开的两次教材编写工作会议(苏州,1996年11月;杭州,1998年6月)新制定的教材编写大纲及面向21世纪化学系列课程教学内容改革的精神,按照农林院校专科生培养目标,学生应具备的基础理论知识和掌握基本实验技能的要求,结合编者多年理论、实验教学经验和科研成果,在原全国高等农林专科统编教材及编者多次编写有机化学教材经验的基础上撰写而成。全书可用70~80学时完成教学任务。可作为农、林、牧、渔、生物、食品等专科及函授、成人教育等各专业学生教材,也可作为农业技术人员自学,农技、职业中学教师的参考用书。

本书力求体现高等农林专科教育的特色,精选教材内容。体现由浅入深、循序渐进、通俗易懂、便于自学的特点。在突出应用性、加强实践性、具有针对性和先进性的同时,注意充实与农林生产密切相关最新科研成果和应用技术内容。为便于自学,每章开始先提出基本要求,便于学生了解学习重点。各章除附有综合练习的习题外,还插有适量针对性强、富于思考性的问题,以便学生及时复习和巩固所学知识。

本书内容包括有机化学理论和有机化学实验两大部分。有机化学理论部分共十四章,重点介绍有机化学的基础知识和基本理论,阐明各类有机化合物结构和性质之间的关系,从官能团的相互转化出发,说明有机合成的途径和有机反应的条件在有机反应中的重要性,从而加深对有机反应的形式和机理的理解。前十章包括电子结构、立体化学和反应机理三个方面近代有机化学理论的基本内容和基本有机反应,为学习提供了必要的基础理论知识。后四章把生物体的重要成分作为主体内容,并联系农林科学的特点,介绍一些生物体的次生物质,使之成为本书的特色。与中学化学、无机化学、生物化学相重复的内容,如共价键理论、蛋白质和核酸等此书不再叙述。有机化学实验部分包括有机化学实验的一般知识介绍,有机化学基本操作实验,有机化合物的合成实验,天然有机化合物的提取实验,有机化合物的性质实验,并附有化学试剂的配制与实验用表等内容,共编入19个实验,每个实验目的明确、原理简要、操作步骤切实可行。在实验内容的选编上,以学习和掌握实验的基本操作技能为主,验证理论为辅,插有附注及思考题,以利学生对实验原理和操作技术的全面理解。附录部分对实验准备及科研工作均有参考价值。本书全部采用法定计量单位,并将所有量和单位的符号按国家标准进行了规范化。

本书由山东农业大学朱凤岗教授任主编,张家口农业高等专科学校毛翰梅副教授、湛江师范学院李再峰副教授任副主编组成编写组,由原全国农林专科统编《有机化学》教材副主编、张家口农业高等专科学校冀政勤教授担任主审。为保证教材编写、出版质量,编写组于1998年9月20~27日在山东农业大学召开了统稿会,并邀请全国农林专科课程建设委员会副主任山东农业大学王汉忠教授、主审冀政勤教授、高等教育出版社化学编辑室岳延陆主任到会进行指导。在编写过程中得到了全国农林专科课程建设委员会基础学科组负责人杨正辉教授、朱江教授、山东农业大学、张家口农业专科学校、宁夏农学院、苏州大学、云南农业大学、石河子大学、邯郸农业高等

专科学校、江西宜春农业专科学校、河北农业技术师范学院、佛山科学技术学院十院校领导的关心和支持及山东农业大学化学系的同志们的大力帮助,谨此表示衷心的感谢。

由于时间仓促,编者水平有限,书中缺漏和不当之处恳请广大读者批评指正。

编 者

1998年12月30日

# 绪 论

## 基本要求

1. 掌握有机化合物、有机化学的涵义；掌握有机化合物的特性及分类方法。
2. 了解有机化学与农业的关系。

## 一、有机化合物与有机化学

有机化学的研究对象是有机化合物,简称有机物。它是研究有机化合物组成、结构、性质及其变化规律和应用的化学。有机物大量存在于自然界,它不但和人类的衣、食、住、行有着密切的联系,而且直接关系到生命的存在和繁衍。例如,人们赖以生存的粮、油、棉、麻、毛、丝、中草药等的成分主要是有机物。两千多年以前,人们就知道利用和加工自然界取得的有机物。如酿酒、制醋、造纸等。随着生产的发展和科学技术的进步,人们对有机物的认识由浅入深,由片面到多方面,逐步有了比较正确、全面的认识,并发展成为一门重要的学科。

1675年法国化学家勒穆(Lemery)把由动植物中得到的化合物称为有机物,而把来自矿物中的物质称为无机物。在对有机物研究的过程中,瑞典化学家伯奇里厄斯(Berzelius L)发现不论是在元素组成还是性质上,有机物都有明显不同于无机物的特点。由于当时有机物只来源于动植物体中,于是在1806年他提出了“有机化学是动植物的或在生命力影响下所形成的物质的化学”(称“生命力学说”)。这一学说显然是唯心的,它阻碍了化学的发展。1828年德国化学家韦勒(Wöhler F)在实验室中加热无机物氰酸铵,制得有机物尿素。



这一事实是对“生命力”学说的有力冲击,是有机化学发展中的重大突破,并揭示出无机物和有机物之间没有明显的绝对界限,它启发化学家用人工方法由无机物制取有机物。到19世纪中叶,醋酸、柠檬酸、油脂、糖等相继合成。这样,在许多生动的事实面前,“生命力”学说彻底被摈弃了,有机化学才得以蓬勃发展。但是“有机物”这个名词仍被沿用,然而它的涵义已发生了根本的变化。在1854年凯库勒(Kekulé)根据拉瓦锡(Lavoisier A)在1781年对许多有机物进行元素分析所得的结论,提出了有机物就是“含碳的化合物”这一新的定义。但是,把CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>及其盐类和HCN及其盐类等明显具有无机物性质的物质作为有机物是不恰当的。随着科学技术的发展,人们从化学分析得知绝大多数有机化合物含有碳、氢两种元素,有些还含有氮、氧、硫、磷、卤素等。根据上述事实,1874年肖莱马(Schlemmer K)等人提出,可把有机物看作是“碳氢化合物及其衍生物”,因此有机化学就是研究碳氢化合物及其衍生物的化学。

值得一提的是人类对碳元素的研究现在更加深入,除熟知碳有两种同素异形体——石墨和金刚石——外,20世纪80年代中期又发现了富勒烯碳原子簇。它是由美国科学家在飞行时间质谱仪上发现的,以C<sub>60</sub>与C<sub>70</sub>为代表的团簇(cluster)化合物,俗称“巴基球”。由于C<sub>60</sub>类的结构

特点和独特的物理化学性质,引起了各国科学家的普遍关注,使它的应用前景十分光明与广泛。它有希望在超导、半导、催化、润滑、蓄电池、药物、人体免疫缺乏病毒酶的抑制等许多领域得到应用。如果说碳的四面体结构和凯库勒苯结构的发现,是碳化学的两个重要阶段,那么  $C_{60}$  类球形结构的发现及其应用,将开辟碳化学的新里程。

随着科学水平的发展,人们对有机物的研究和认识越来越深入,并逐步建立了有机结构理论、有机分析方法等。近年来,由于生命科学的发展,对于复杂生命现象的研究已进入分子水平。在探索生命奥秘的工作中,我国科学家做出了卓越的贡献。1965年9月,我国在世界上首次人工合成了具有生理活性的结晶蛋白质——牛胰岛素。1981年又完成了酵母丙氨酸转移核糖核酸的人工合成。这使我国在有机化学和生物化学研究领域达到世界最先进水平,并为人工合成生命物质迈开了新的一步。有机化学的飞速发展,将为生命科学和农业科学的发展开拓广阔的前景。

然而,来自天然或人工合成的有机物往往都是混合物,特别是农业上研究的有机物多数来自生物体,成分较为复杂,因此首先需要将待研究的有机物提取出来,再通过分离提纯达到一定纯度后,才能进行研究。

分离提纯常用的方法有:重结晶、蒸馏、升华、色层分离、电泳、离子交换等。现在采用的高效液相制备色谱法,则具有分离效能高、速度快等特点。

经过提纯的有机物具有一定的物理性质,可以通过熔点、沸点、相对密度、折光率、比旋光度测定等方法以确定其纯度。上述分离提纯及物理常数测定方法将在有机化学实验课中详细介绍和练习。

对于纯未知有机物样品则还需要通过定性和定量分析确定其元素组成,然后通过相对分子质量的测定确定分子式,最后确定其结构式。在过去测定化合物的元素组成和结构时,基本上是采用经典的化学方法,研究工作难度很大。近些年来可以用有机化合物元素自动分析仪,快速测定出化合物的元素组成及各元素原子的质量比;可以用紫外光谱法、红外光谱法、核磁共振法、质谱法等现代物理方法,准确、快速确定有机化合物的结构。这些近代测试分析方法应用到有机化学的研究以后,使有机化合物与有机化学的研究工作进入一个崭新的阶段。

## 二、有机化合物的特点

有机化学之所以逐渐成为一门独立的学科,原因在于有机物与无机物相比,在组成、结构和性质方面有着一些不同的特点。

### 1. 组成和结构上的特点

组成有机化合物的元素种类较少。除碳和氢两种主要元素外,还有氧、氮、硫、磷、卤素及某些金属元素(如 Fe, Mg, Co, Cu, Ag)。尽管如此,有机物的数目却远远超过无机物,前者已达1000万种以上,而后者仅10余万种。

从结构上看,有机物多为共价化合物,而无机物则以离子化合物为主。造成上述差别的根本原因是碳原子的结构引起的,碳元素位于周期表第二周期第四主族,它与其它元素化合时,既不易获得又不易失去电子,而是以共价的方式结合,所以有机物结构上的基本特点,可概括为:以碳为基础的共价化合物。碳元素的另一个特点是自身结合能力极强,碳原子之间可以以单键、双键或叁键的方式结合成链状或环状化合物,因而有机化合物的同分异构现象相当普遍。碳元素的

上述特点是导致有机物数目众多、结构复杂的根本原因。

## 2 性质上的特点

(1) 物理性质 由于有机物多为共价化合物,分子呈弱极性或非极性。有机物分子间主要靠范德华力结合,这种力远小于无机物中离子间的静电引力,所以有机物在物理性质方面表现出挥发性较大,熔点、沸点一般较低。因为水是极性分子,故有机物大都难溶或不溶于水而易溶于有机溶剂。有机物的这种性质符合物质的“相似相溶”规律。

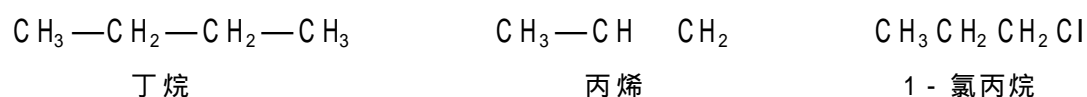
(2) 化学性质 有机物热稳定性差,受热易分解,甚至炭化而析出黑色的炭。绝大多数有机物易燃烧,同时放出大量热。有机物不像无机离子化合物那样易起反应,往往需经过共价键断裂和形成的过程。所以多数有机反应速率缓慢,常需要加热、加压、使用催化剂等条件加快反应速率。由于有机物分子结构复杂,反应并不限定在分子的某一部位发生,除主反应外常伴有副反应,从而得到的产物往往是混合物。因此,在写有机化学反应式时,经常只列出主要产物,而且无需配平。

## 三、有机化合物的分类

为了学习和研究方便,对数以百万计的有机物可按照它们的结构进行分类。分类方法主要有两种。

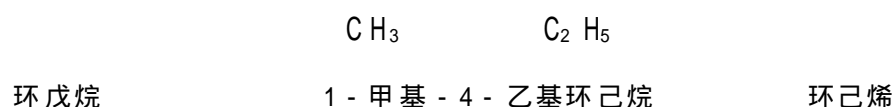
### 1. 根据碳架不同分类

(1) 开链化合物 分子中碳原子间结合成直链状或带支链状的结构。此类化合物也称脂肪族化合物。如:

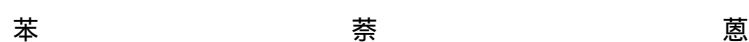


(2) 碳环化合物 分子中碳原子间结合成环状结构的化合物。根据碳环的结构特点不同又可分为两类:

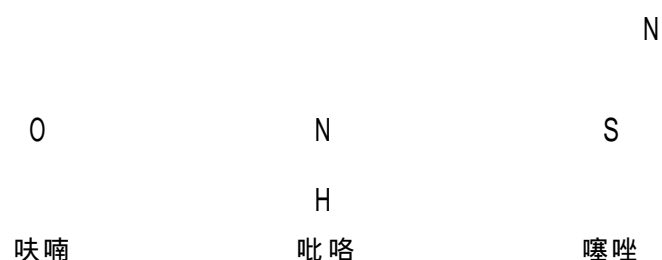
脂环族化合物。不含苯环且性质与脂链化合物相似的碳环化合物。如:



芳香族化合物。分子中含有苯环结构的化合物。如:



(3) 杂环化合物 分子中的环是由碳原子和其它原子组成的化合物。如:



### 2 根据官能团不同分类

能反映某类化合物特性的原子或原子团称官能团。根据分子中所含官能团不同,有机物可分成若干类。现将常见的官能团及其相应代表物列于表 0 - 1。

表 0 - 1 常见的官能团及其相应代表物

化合物类别	官能团结构	官能团名称	实 例
烯 烃	$C=C$	双 键	$CH_2=CH_2$
炔 烃	$-C\equiv C-$	叁 键	$CH\equiv CH$
卤代烃	$-X$	卤 素	$C_2H_5Cl$ $C_6H_5-Cl$
醇 酚	$-OH$	羟 基	$C_2H_5-OH$ $C_6H_5-OH$
醚	$(R)-O-(R)$	醚 键	$C_2H_5-O-C_2H_5$
醛 酮	$\begin{array}{c} O \\    \\ C \end{array}$	羰 基	$\begin{array}{c} O \\    \\ CH_3C \end{array} H$ $\begin{array}{c} O \\    \\ C \end{array} CH_3$
羧 酸	$\begin{array}{c} C \\    \\ O \end{array} OH$	羧 基	$CH_3C \begin{array}{c} O \\    \\ H \end{array}$
胺	$-NH_2$	氨 基	$C_6H_5-NH_2$
硝基化合物	$-NO_2$	硝 基	$C_6H_5-NO_2$
硫醇 硫酚	$-SH$	巯 基	$C_2H_5-SH$ $C_6H_5-SH$
二硫化物	$-S-S-$	二硫键	$C_2H_5-S-S-C_2H_5$
磺 酸	$-SO_3H$	磺酸基	$C_6H_5-SO_3H$

#### 四、有机化学与农业科学的关系

农业是国民经济的基础,实现农业现代化的关键在于科学技术的现代化。有机化学在实现农业现代化的进程中起着重要的作用。

农业科学研究的对象是动植物,而动植物体主要是有机化合物构成的。人们要想使动植物能优质高产,除了必要的外界条件外,必须了解组成动植物的那些有机化合物的结构、性质,以及它们在生物体内合成、分解和转化的情况。人们只有对这些物质的结构、性能和变化规律认识以后,才有可能深入研究动植物体在各个阶段的生理生化状态和生长变化规律,进而掌握和控制它们的生长发育动向,达到农、林、牧、渔高产优质之目的。

有机化学工业可以为农、林、牧、副、渔业生产提供充足的物质条件。例如,可以提供土壤结构改良剂和化学肥料;农用塑料薄膜;植物生长调节剂;作物育种的化学杀雄剂和化学诱变剂;蔬菜和果品的防腐保鲜剂、催熟剂;化学除草剂;高效低毒的杀虫剂和杀菌剂;昆虫的引诱剂和不育剂;家畜繁殖育种上用的各种前列腺素等。

农产品加工及副产品的综合利用,是有机化学为农业服务的重要方面。如利用米糠、玉米芯、棉秆皮、甘蔗渣、野生植物等,可制造糠醛、乙醇、丙酮、丁醇、人造纤维等有价值的工业产品。这不仅提高了农业经济效益,也为有机化学工业提供了原料。

农业科学是生命科学的一个重要组成部分,现代生物科学正在向分子水平上发展。毫无疑问,现代农业也必将向分子农业的方向发展。所谓分子农业,就是从分子的水平上去研究农业科学,把农业科学上的问题归结为动植物在各个发育阶段中分子结构与变化的问题:分子的大小和形状;分子间和分子内的作用力;官能团化学;酸碱度;生物氧化;各种分子间的转化、反应速率和各种能量变化;以及核酸的组成、结构及其在遗传中的功能和变化等。分子农业科学的发展必将

促进农业发生根本性的变化。这里所说的分子,实际上就是有机化合物分子。可见,有机化学与未来农业科学的发展关系非常紧密。

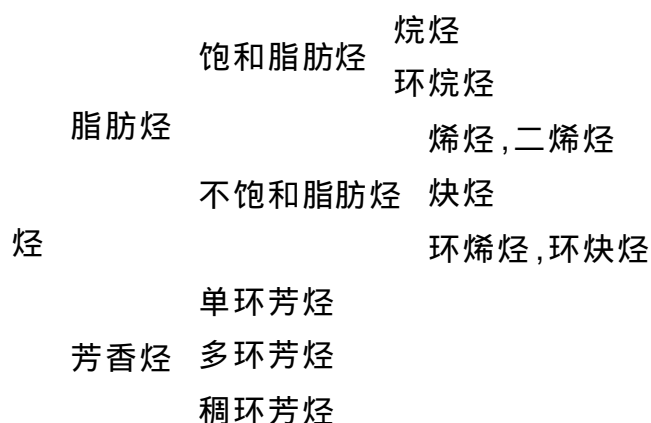
有机化学是高等农业院校的一门重要基础课,掌握有机化学的基础知识、基本理论和基本实验技能,对学好专业基础课和专业课是十分必要的。

# 第一章 饱和 烃

## 基本要求

1. 掌握烷烃的分子结构特点、命名方法及化学性质。
2. 深刻理解构象的概念、构象式的写法及一元取代环己烷的构象。
3. 理解环烷烃的稳定性与结构的关系。
4. 了解自由基的概念和自由基反应历程。

仅由碳和氢两种元素组成的化合物称为碳氢化合物,简称烃。烃分子中的氢原子被其它原子或原子团取代所生成的化合物,称为烃的衍生物。因此,烃是最基本的一类有机物,可看作有机物的母体。根据烃分子中碳原子的连接方式不同,可分类如下:



本章介绍饱和烃,并着重介绍烷烃。

## 第一节 烷 烃

烷烃是分子中碳原子间仅以单键相连,碳原子的其余价键皆为氢原子所饱和的链烃。

### 一、烷烃的同系列和同分异构现象

#### 1. 烷烃的同系列

H

最简单的烷烃是甲烷,其构造式为  $\text{H} \begin{array}{c} \text{C} \\ \text{H} \end{array} \text{H}$ 。由它开始,每增加一个  $\text{CH}_2$  就是一个新的

H

烷烃。因此,可用通式  $\text{C}_n \text{H}_{2n+2}$  表示烷烃的组成。像这种构造相似,组成上相差一个或几个  $\text{CH}_2$ , 并具有同一通式的一系列化合物称作同系列。同系列中各化合物间互称同系物, $\text{CH}_2$  为系差。

一般来说,同系物的物理性质呈一定规律性变化,且化学性质存有共性。因此,只要研究其