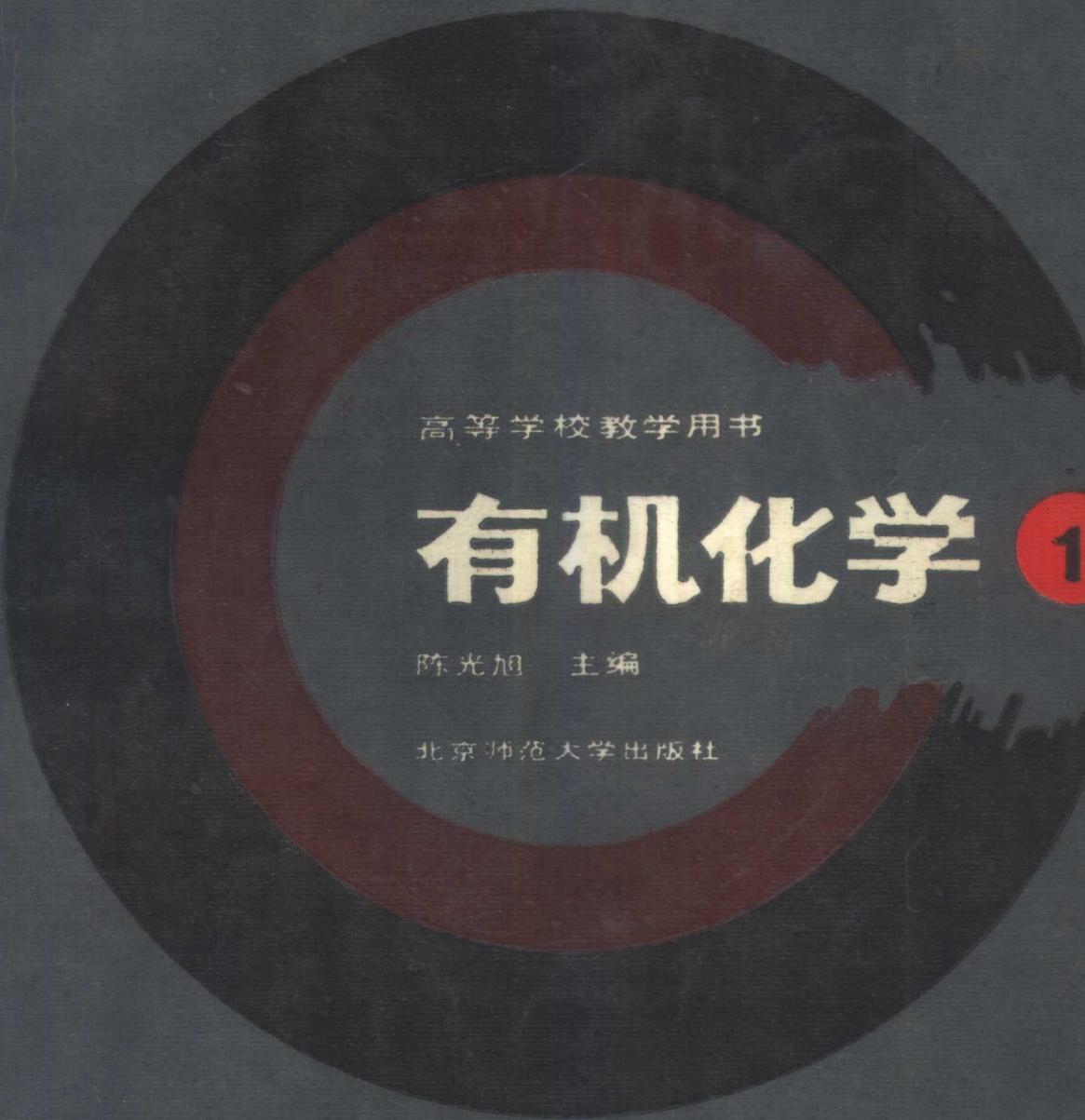




高等学校教学用书

有机化学

1

陈光旭 主编

北京师范大学出版社

高等学校教学用书

有机化学

(一)

陈光旭 主编

北京师范大学出版社

高等学校教学用书

有机化学

(一)

陈光旭 主编

*

北京师范大学出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

河北大厂县印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 23.625 字数: 555千

1990年4月第1版 1990年4月第1次印刷

印数: 1—3 000

ISBN7-303-00859-4/O·121

定 价: 5.10元

内 容 简 介

本书是北京师范大学化学系现用教材。本教材是在我国著名的有机化学家陈光旭教授亲自主持下编写的。为探索教学内容与形式的优化与统一，将基础有机化学的教材分为有机化学（一）与有机化学（二），采取二段制，螺旋上升的方法。本书为有机化学（一），主要是基础知识部分，讲述了含各类官能团的有机化合物的基本性质，基本反应，基本制备方法等内容。同时也讲述了基本的有机化学原理及重要反应的历程。本书可作高等师范院校化学系教材或教参。

前 言

在教学改革中, 为了加强基础课教学, 适应“四化”建设对学生知识结构的需要, 我们系制定了一个新的教学计划。这个教学计划采取二段制、螺旋上升的办法, 将无机化学与有机化学都分成(一)及(二)两部分。无机化学(一)与有机化学(一)都安排在普通化学之后, 于一年级下学期学习。有机化学(二)是在学习分析化学、物理化学之后, 于三年级上学期进行。在物理化学之后学习有机化学(二), 有利于从理论上加深有机化学(二)的学习内容。这种教学安排, 我们已对四届学生进行了试验, 取得了较好的经验, 是可行的。

有机化学(一)的主要内容为烃类及烃类的单官能团衍生物, 将它们按官能团体系进行编排。此外, 在烃类之后还插入光学异构(一)、测定有机化合物结构的物理方法等内容。目的是让学生掌握各类有机化合物的命名、结构及反应性能, 确立分子的立体概念, 以便积累感性知识, 对有机化学有初步了解。有机化学(二)的内容以反应类型为主, 它包括取代反应、消除反应、加成反应、重排反应、周环反应等, 在总结归纳各类反应的基础上, 从反应机理、反应规律及反应条件等方面加以深入探讨与提高。此外, 还包括光学异构(二)、有机合成、杂环化合物、萜与甾类、糖类、氨基酸、蛋白质与核酸, 以及合成高分子等内容, 这些专论对师范院校的学生是十分重要的。就有机化学(一)、(二)的内容编排而言, 国内已有少数院校先行, 但他们是作为一门课程讲授的。因此, 教学计划不同于我系的院校, 如采用本教材, 想必也是可行的。

本书是由陈光旭教授主编的, 书稿即将发稿之时, 陈老不幸去世。我们深切地怀念他对本书所作的巨大贡献。参加有机化学(一)编写工作的有陈光旭、吴永仁、陈子康、王佩珍、杜宝山。由吴永仁整理、修改、定稿。参加有机化学(二)编写工作的有俞凌璐、王传淑、陈子康、杜宝山、郭建权。由郭建权整理、修改、定稿。

本书部分习题选自国内外各教科书; 我系历届的学生在试用本教材时, 提出了许多宝贵的意见, 在此一并致谢。本书有错误与不妥之处, 我们衷心地欢迎读者批评指正。

编者

于北京师范大学

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 有机化学	(1)
一、有机化学的起源与发展	(1)
二、有机化学研究的对象	(2)
三、有机化学与其他学科及工农业生产的关系	(3)
第二节 研究有机化学的目的与任务	(4)
第三节 共价键的属性	(10)
习题	(13)
第二章 烷烃	(14)
第一节 烷烃的来源	(14)
第二节 烷烃的通式、同系列和同分异构现象	(15)
第三节 烷烃的命名法	(17)
一、普通命名法	(17)
二、系统命名法	(18)
第四节 烷烃的制备	(20)
一、武慈反应	(20)
二、科瑞-郝思反应	(21)
三、烯烃的氢化	(21)
四、卤代烷的还原	(21)
第五节 烷烃的结构	(22)
一、甲烷的结构与 sp^3 杂化	(22)
二、乙烷及其它烷烃的结构	(23)
第六节 烷烃的构象	(24)
一、乙烷的构象	(24)
二、丁烷的构象	(25)
第七节 烷烃的性质	(26)
一、烷烃的物理性质	(26)
二、烷烃的化学性质	(28)
习题	(36)
第三章 烯烃	(39)
I. 单烯烃	(39)
第一节 通式、同系列、异构现象	(39)
第二节 烯烃的命名法	(41)
第三节 烯烃的实验室制法	(43)
一、醇脱水	(43)

二、卤代烷脱卤化氢	(45)
三、邻二卤代烷脱卤素	(45)
第四节 乙烯的结构	(45)
第五节 烯烃的性质	(47)
一、物理性质	(47)
二、化学性质	(48)
II. 二烯烃	(64)
第六节 二烯烃的分类与命名	(64)
第七节 1,3-丁二烯的结构	(65)
第八节 1,3-丁二烯的性质	(66)
第九节 1,3-丁二烯的工业制法	(69)
一、丁烯脱氢法	(69)
二、正丁烷脱氢法	(69)
第十节 天然橡胶与合成橡胶	(69)
一、天然橡胶	(69)
二、合成橡胶	(70)
习题	(71)
第四章 炔烃	(74)
第一节 乙炔的来源与特性	(74)
第二节 乙炔的结构	(74)
第三节 炔烃的异构现象和命名	(75)
第四节 炔烃的制备	(76)
一、二卤代烷脱卤化氢	(76)
二、炔钠和伯卤代烷的反应	(77)
第五节 炔烃的性质	(77)
一、物理性质	(77)
二、化学性质	(77)
习题	(86)
第五章 脂环烃	(89)
第一节 脂环烃概貌	(89)
第二节 环烷烃的化学性质	(91)
一、取代反应	(91)
二、氧化反应	(92)
三、加成反应	(92)
四、脱氢反应	(93)
第三节 环烷烃的结构与稳定性	(93)
第四节 环烷烃的立体化学	(95)
一、环烷烃的顺反异构	(95)
二、环己烷的构象	(95)
三、一元取代环己烷的构象	(97)

四、二元取代环己烷的构象	(98)
五、其它环烷烃的构象	(99)
习题	(100)
第六章 芳香烃	(102)
第一节 芳香烃的概貌	(102)
第二节 苯的结构	(103)
第三节 单环芳烃的性质	(107)
一、物理性质	(107)
二、化学性质	(107)
第四节 苯环上取代基的定位规则	(114)
一、两类定位基	(114)
二、二元取代苯的定位规则	(115)
三、定位规律的应用	(115)
第五节 定位规律的解释	(116)
一、邻对位定位基对苯环的影响	(116)
二、间位定位基对苯环的影响	(117)
三、共振论对定位规律的解释	(118)
第六节 多环芳烃	(119)
一、联苯	(120)
二、萘	(120)
三、蒽	(123)
第七节 芳香性与休克尔规则	(124)
一、休克尔规则	(124)
二、非苯芳烃	(125)
习题	(126)
第七章 光学异构 (一)	(129)
第一节 立体异构现象	(129)
一、构造异构和立体异构	(129)
二、光学异构	(129)
第二节 物质的旋光性	(130)
一、物质旋光性的发现	(130)
二、平面偏振光	(130)
三、旋光仪	(131)
四、比旋光度	(132)
第三节 旋光性和分子结构的关系	(132)
一、范特荷夫和勒别尔碳四面体学说的提出	(132)
二、对称因素和手性	(133)
第四节 含一个手性碳原子的化合物	(135)
一、对映体和外消旋体	(135)
二、投影式	(137)
三、构型的命名方法	(138)

习 题	(143)
第八章 测定有机化合物结构的物理方法	(145)
第一节 电磁波谱的一般概念	(145)
一、光的二像性	(145)
二、电磁波谱的分类及光谱的产生	(146)
第二节 紫外光谱	(148)
一、紫外光谱的一般特征	(148)
二、紫外光谱的基本原理——有机化合物的分子结构与紫外光谱的关系	(149)
三、紫外光谱在有机化合物结构分析上的应用	(152)
第三节 红外光谱	(153)
一、红外光谱的基本原理	(154)
二、各类烃类化合物的典型红外图谱	(159)
第四节 核磁共振	(161)
一、核的自旋和磁矩	(161)
二、核磁共振的基本原理及核磁共振仪	(162)
三、屏蔽效应和化学位移	(164)
四、等性和不等性质子	(168)
五、峰面积和质子的计算	(169)
六、自旋-自旋偶合和自旋-自旋裂分	(170)
七、烷、烯、炔、芳烃的PMR谱	(172)
第四节 质谱简介	(174)
一、质谱的基本原理	(174)
二、质谱图的应用	(176)
习 题	(178)
第九章 卤代烃	(182)
第一节 卤代烃的概貌	(182)
第二节 卤代烷	(184)
一、物理性质	(184)
二、化学性质	(185)
三、亲核取代反应历程	(190)
四、消除反应历程	(192)
第三节 卤代烯烃与卤代芳烃	(195)
一、卤代烯烃与卤代芳烃的制法	(195)
二、化学性质	(198)
第四节 几种常见的卤代烃	(199)
习 题	(200)
第十章 醇、酚、醚	(203)
I. 醇	(203)
第一节 分类与命名	(203)
一、醇的分类	(203)
二、醇的命名	(204)

第二节 醇的制备	(204)
第三节 饱和一元醇的性质	(207)
一、物理性质	(207)
二、化学性质	(209)
第四节 常见的醇	(217)
II. 酚	(217)
第五节 酚的来源与制法	(218)
第六节 酚的性质	(219)
第七节 重要的酚	(222)
III. 醚	(223)
第八节 醚的性质	(224)
第九节 环醚	(226)
IV. 硫醇、硫酚、硫醚	(228)
第十节 硫醇与硫酚	(228)
第十一节 硫醚	(231)
习题	(232)
第十一章 醛、酮	(234)
第一节 概述	(234)
第二节 醛、酮的制法	(236)
一、醇或烃类的氧化	(236)
二、羧酸盐的热解	(237)
三、芳烃的酰化	(237)
第三节 醛、酮的性质	(238)
一、物理性质	(238)
二、化学性质	(240)
第四节 不饱和羰基化合物	(259)
一、 α 、 β -不饱和醛酮	(259)
二、乙烯酮	(261)
三、醌	(262)
第五节 几种常见的醛酮	(266)
习题	(267)
第十二章 羧酸	(272)
第一节 羧酸的分类与命名	(272)
一、羧酸的分类	(272)
二、羧酸的命名	(272)
第二节 羧酸的来源和制备	(273)
第三节 羧酸的性质	(275)
一、物理性质	(275)
二、化学性质	(277)
第四节 重要的一元、二元羧酸	(285)

一、甲酸	(285)
二、乙酸	(285)
三、苯甲酸	(286)
四、乙二酸	(286)
五、己二酸	(286)
六、丁烯二酸	(286)
七、苯二甲酸	(287)
习 题	(288)
第十三章 取代酸	(291)
第一节 取代酸	(291)
一、卤代酸	(291)
二、羟基酸	(291)
第二节 诱导效应和共轭效应	(294)
一、诱导效应	(295)
二、共轭效应	(296)
习 题	(301)
第十四章 羧酸衍生物	(302)
第一节 分类和命名	(302)
第二节 羧酸衍生物的红外光谱及核磁共振谱	(303)
第三节 酰卤	(306)
第四节 酸酐	(308)
第五节 羧酸酯	(309)
第六节 酰胺	(311)
第七节 羧酸衍生物水解、醇解、氨解反应小结	(314)
第八节 碳酸衍生物	(315)
一、光气	(316)
二、尿素	(316)
三、氨基甲酸酯	(317)
第九节 乙酰乙酸乙酯和丙二酸二乙酯	(318)
一、乙酰乙酸乙酯的制法	(318)
二、乙酰乙酸乙酯的结构和性质——互变异构现象	(319)
三、乙酰乙酸乙酯在合成上的应用	(320)
四、丙二酸二乙酯在合成上的应用	(321)
第十节 油脂、蜡	(323)
习 题	(324)
第十五章 含氮化合物	(327)
I. 硝基化合物	(327)
第一节 脂肪族硝基化合物的性质	(328)
第二节 芳香族硝基化合物的性质	(329)
第三节 硝基化合物的制备	(331)

第四节 个别硝基化合物	(333)
II. 胺	(334)
第五节 胺的合成	(335)
第六节 胺的性质	(340)
一、物理性质	(340)
二、化学性质	(343)
III. 重氮和偶氮化合物	(352)
第七节 重氮化反应与重氮盐	(352)
一、重氮化反应	(352)
二、重氮盐的化学反应	(354)
第八节 偶氮染料	(359)
一、偶氮染料	(359)
二、颜色与结构的关系	(361)
习 题	(362)

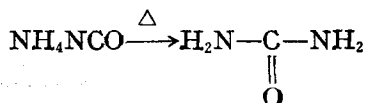
第一章 绪 论

第一节 有机化学

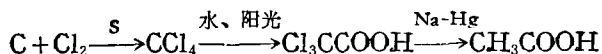
一、有机化学的起源与发展

人类在很早时期就已经学会利用从生物体取得的物质。他们对这些物质进行简单加工,例如酿酒、做醋、以满足生活需要。因而古代人类对这类物质的认识已积累了一定的经验。但把这些认识发展成为化学学科领域的一个极其重要的部门——有机化学,则开始于19世纪初期。它在无机化学的土壤上萌芽生长,迄今不足200年,已长成一株繁花似锦的大树。当时化学所研究的主要对象是矿物,因而把从生物体中所取得的化合物区别为有机化合物。这种观点早已被证明是不正确的,因为化学家们不仅已经在实验室内,用化学方法制成原先依赖生物体为来源的有机化合物,而且还制成了成千上万生物体并不产生的有机化合物,但“有机”这个名词还是一直保留下来了。

在科学还不发达,而神权观念又很浓重的时代,有机化学也被上了上帝权威这件“法衣”,认为生物体内存在所谓的“生命力”^{*}是这种“生命力”产生出有机化合物。这种观念的一个直接引伸自然就是人们不能在实验室内用人工方法制出有机化合物,因为“生命力”非人类所能掌握。虽然在1828年,德国化学家武勒(F. Wöhler)由氰酸铵(典型无机化合物)制成了尿素(典型有机化合物):



但这一成就未能立即给“生命力”以致命的打击,把有机化学与无机化学之间的“鸿沟”填平。由于武勒当时所用的氰酸铵是依赖有机物制成的,“生命力”的维护者争辩说:“生命力”即在武勒所用的氰酸铵中。直到1845年,又一化学家高尔伯(H. Kolbe)从无可争辩的无机物制成了公认为有机物的醋酸:



以及继此之后,化学家们陆续成功地制成了许多典型有机化合物,“生命力”这个幽灵才被彻底赶出化学领域。

有机化学自19世纪初诞生之后,至该世纪末,发展是缓慢的。进入20世纪后,由于自然科学各领域的进步,以及工业生产的发达,有机化学才大步前进,取得惊人的成就。现在已被确认的有机化合物以百万计(这个数目很难确定,从100万到500万这样巨大数目都被提出过)。远远超过无机化合物的总和。化学家们不仅能人工合成象醋酸那样的简单有机化合物,而且甚至于制成了由千百个原子组成的化合物,如牛胰岛素与维生素B₁₂。现代研究手段的出现,不仅使有机分子的微观结构获得揭示,也使化学家对有机化合物的物

^{*}英文为vital force,也译作“生活力”。

理特征与化学行为能深入理解。当代有机化学的面貌已大为改观，成为内容丰富、规律严整、在工业生产、国民生计各方面发生巨大作用的一门科学。有机化学的成就也大大促进了其他学科的发展。

二、有机化学研究的对象

1. 有机化合物的定义：有机化学所研究的对象即是称作有机化合物的物质。但是要给有机化合物下个恰当的定义则颇为困难。

一种观点认为有机化合物是*碳的化合物。由此得出有机化学是研究碳化合物的化学。但紧接着就得声明， CO_2 、 CO 以及大量碳酸盐类不在此列。

另一种观点则认为有机化学是研究共价键化合物的化学。诚然，共价键在有机化合物中占有重要地位。但在无机化合物中，共价结合的也很多，如水和氯化氢。汞也有形成共价键的能力。而且，许多有机化合物分子内的化学键，并非典型的共价键，甚至是应看作离子键的。

第三种观点则认为有机化学是**烃及其衍生物的化学。这种提法也很易引人误解，以为所有其他有机化合物都可直接从烃制成。实际上并非如此。

当然，定义是人为的，它反映人们对某一客观存在的事物的认识深度。随着人们对事物认识的深化，定义也在不断改变。人们已经摒弃了有机化合物是只有生物体才能产生的化合物这一错误观念。科学的发展是不会受一个定义的束缚的。有机化学的发展必然要冲破旧定义的框框，逐步扩大其研究范围，发出灿烂的光辉。

2. 有机化合物的特点：把有机化学作为化学学科的一个分支，不仅出于历史原因，也是由于有机化合物确有许多与无机化合物不同的特点。

(1) 有机化合物虽由不多几种元素构成，但数目庞大，结构复杂而精巧。即使在对待较简单的有机化合物时，也有各式各样的同分异构问题，诸如构造异构（例如氰酸铵与尿素）、立体异构等。与此对照，无机化合物的构成虽涉及的元素种类很多，但无机化合物不仅数目远远不及有机物之多，结构的复杂性也远不能与有机物相比。

(2) 绝大多数有机化合物的熔点较低。很少超过 400°C 的。他们的热稳定性远不如无机化合物。氯化钠这个简单无机化合物，熔点为 801°C 。最简单的有机化合物甲烷 CH_4 ，虽由五个原子组成，而在常温常压下却为气体（沸点， -161.5°C ；熔点， -183°C ）。绝大多数有机化合物都能燃烧，生成物中有水和二氧化碳。

(3) 大多数有机化合物不溶于水，而大多数无机化合物，由于极性较强而易溶于水。某些有机化合物，由于分子内有较强的极性基团，也可在水中溶解，如乙醇、醋酸等。但他们都能溶于有机溶剂中，而典型无机化合物能溶于有机溶剂者则为数不多。

(4) 一般无机化合物间的反应，是离子反应，往往瞬间即能完成。一般的有机化合物发生反应时，多是分子间的反应，所以速度较慢。而且往往由于有可能在分子的几个部位发生反应，结果就较为复杂。因此，预期得到的产物很少能达到100%的产率。

3. 有机化合物的天然资源：大自然为我们提供了丰富的有机化合物资源。

(1) 石油。全世界许多地方都出产石油。我国宋代人沈括在其所著《梦溪笔谈》中即已经记载了我国古代对石油的利用。“石油”这个名词也是他首先提出的。新中国成立之后，

* 碳的化合物——由克库勒 (Kekule) 提出。

** 烃及其衍生物——由肖莱马 (Schorlemmer) 提出。

在全国各地发现并开采了大量石油，不仅能满足国内需要，还可向国外出口。石油的重要性，一是作为能源，二是作为许多重要化工原料的来源。我国的石油化学工业的迅速发展，为其它化学工业提供了多种原料，成为国民经济的一支重要支柱。

(2) 煤。作为能源煤炭占有重要地位。我国早在元代即已利用煤炭作为燃料。意大利人马可波罗 (Marco polo) 于元初来到我国，见到我国人用“黑石头”作燃烧，甚表惊奇。但煤的宝贵之处还在于炼制焦炭时所产生的挥发物——煤焦油。这是一座有机化合物宝库。卡端 (P. Karrer) 在其所著有机化学教科书的1954年版中记载，从煤焦油中确认有机化合物已在100种以上，此后可能又有所增加。

(3) 生物体。生物体可以认为是非常精巧有效的有机化学实验室。他们在生命过程中制造出各式各样的化合物，种类之多，数不胜数，式样之奇、令人惊异，构造之巧，令人叹服。这些化合物对人类生产与生活起着重要作用。我们的祖先早已利用某些植物作染料或医治疾病，利用天然漆制造精美漆器，利用桐油作为涂料。人类的衣、食也主要依赖这些生物提供的材料。从有机化学学科来看，这些天然有机化合物也是很了不起的。它们往往可以作为模板，给人类以启示，使我们在新化合物的合成上突飞猛进。例如合成橡胶就是我们受了天然橡胶结构的启示的成果。人工合成的麻醉剂、奴弗卡因，则是受古柯碱的启发。其它许多高效能的医疗药品，也是模仿天然药物而制成的。但还有大量天然有机化合物迄今尚不能人工制造。许多在生物体内进行的有机化学过程迄今尚未探究清楚。凡此种种都是有待于研究的命题。研究这类化合物，无论从理论上或实践上都能获得极为有益的启发。

三、有机化学与其他学科及工农业生产的关系

有机化学在将近 200 年的萌芽、成长、发展、壮大过程中，随时都与其他科学技术以及工农业生产的新成就有着密切的关系。有机化学从这些新成就吸取营养、逐渐趋于成熟、成为一门重要的学科。而有机化学的新进展也为其他学科输送营养，为工农业生产发展新技术提供科学依据，促进他们的发展。这种事例不胜枚举。我们仅从几个方面来说明这种互相渗透、互相促进的关系。

在初期，为了解释有机化合物分子中，原子是如何结合起来的问题，化学家借助于当时流行于无机化学中的“二元论”，认为有机分子也是由带正电的部分与带负电的部分靠静电吸引力结合在一起的。但不久就遇到了困难。因为发现了被认为是带正电的H能被认为是带负电的氯换下来。后来虽有人提出过其他一些学说，如“类型论”等，但都未能满意地解决这个问题。

在 1858 年，苏格兰化学家库佩尔 (A.S. Couper) 和德国化学家克库勒 (F.A. Kekule) 分别独立地提出“价键”的概念，并用一直沿用至今的短横“—”表示，选定H为一价作为标准，但“价键”这个概念，只是化学家从实践经验提出的一种设想，并未能说明原子结合的本质。只是到了汤姆森 (J.J. Thomson) 发现了电子之后，刘易斯 (G.N. Lewis) 和郭塞尔 (W. Kossel) 于 1916 年提出了价键的电子理论。“价键”这个概念才有了明确的物理意义。用以表示“价键”的短横，实际上是两个原子共享的一对电子。

在1927年以后，海特勒 (W. Heitler)、伦敦 (F. London) 等人，又用量子力学处理分子结构问题，取得了极大成功。树立起量子化学的旗帜，显示了量子力学的威力。

在有机化学研究中，采用物理方面的技术也是很多的。各种层析技术的应用，大大改

变了分离、分析的面貌。各种光谱、能谱技术的使用,不仅简化了鉴定手续,而且使有机化学家能够洞察分子内部的运动,促进了有机化学进一步的发展。

有机化学是在无机化学成就的土壤中萌芽生长的。当其处在幼年时期,主要从其周围吸取营养成长壮大。当其成年之后,则就要对其周围发生影响。例如,维尔纳(A. Werner)把在有机化学中发展起来的立体化学概念,应用于无机化学,确立了配位理论,大大丰富了无机化学的内容。有机化学的成就,渗入到无机化学中,二者结合出现了元素有机化学这一富有生命力的化学分支,在现代理论及实用方面都起着重要作用。分析化学的特效试剂,绝大多数是有机化合物。

许多有机化学基础理论,为新的生产技术提供了理论依据,使工农业生产突飞猛进。高效农药、合成纤维、各类染料、医用药物、感光材料等等现今已是家喻户晓了。石油加工产物的利用,使许多过去难以得到的化合物成为价廉易得的原料,为科学研究提供了方便。现今石油化学已成为具有特色的一个化学分支,在国民经济中起着重要作用。

运用化学原理和方法对生命现象进行研究的生物化学,也是在有机化学的基础上建立起来的。它要研究细胞基本组分或者生物活性物质的化学结构和功能,还要研究物质的代谢和调节。生物化学已迅速发展为一门欣欣向荣的边缘科学。它的发展又为有机化学开辟了广阔的研究园地,促进有机化学的进步。

总之,无论是在基础学科队伍里,还是在生产技术的新发展中,有机化学都居于重要的地位。学习有机化学不仅要掌握他的基本理论,还要时时注意这些原理在生产技术方面的应用。理论与实践的统一,就会给有机化学带来旺盛的生命力,不断放出异彩。

第二节 研究有机化学的目的与任务

研究有机化学的目的与任务,总的来说,不外乎认识与改造有机化合物这类客观实体,并创造性地合成自然界所没有的新品种,使他们能更好地满足人类生产与生活的需要。如果没有对某一事物的一定认识,哪怕最初步、最肤浅的,也无从着手进行对它的改造。但认识是不能“一步登天”的,必然有正确的,也会有错误的,有完善的,也会有不足的,有深入的,也会有肤浅的。这些情况,只能在改造的实践中得到检验。符合实际的认识能导致成功的改造。不能获得预期的改造结果,就说明我们认识上有缺点,促使我们进行研究、补充其不足,纠正其谬误,把认识水平提高一步,更有效地进行改造。新有机化合物的合成,绝不仅仅是一种技术工作,它需要坚实的理论基础。合成工作的经验又反过来提出可供探索的理论问题。这二者是相辅相成的。有机化学就是在认识与改造互相制约、互相促进中得到发展的。没有一定的认识,不可能进行自觉的、有效的改造,不进行改造工作,认识不可能深化,科学水平就不会提高。所以学习有机化学,一方面要在理论上下功夫,另一方面要进行大量实验工作,二者不可偏废。

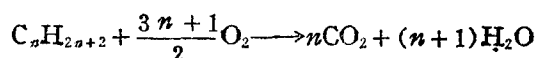
仅就认识来说,有这些内容:组成有机物分子的元素种类;原子数目;这些原子在分子中互相结合的情况;分子的物理特征与化学特性。这几方面综合起来,使我们对这种分子的结构有一个全面的清楚的印象。

1. 有机化合物的组成。就组成有机化合物的元素种类来说,是不太多的,最常见的只是C、H、N、O、S、X等几种。但这些元素的原子在有机分子中的结合情况则是千变万

化的。由C、H这两种元素形成的有机化合物就成千上万。对于一种有机分子的认识，首先要弄清楚它含有哪几种元素，以及每种元素的原子的数目。就必须进行定性的与定量的分析工作。自不待言，在开始进行分析之前，必须把一切可能存在的杂质除去，就是说要进行分离纯化工作，以得到能真实代表被分析的化合物的试样。这项工作有时要费很多时间和精力。但这是必要的值得的，因为假如试样不纯，则分析结果即不能真正表明所研究的化合物的实际情况。循此前进，就会被引入歧途，得出错误的结论。

分离纯化的方法很多，在此不能详细讨论。经常使用的有重结晶法与分馏法，前者用于固体化合物，后者用于液体化合物。固体化合物一般有固定的熔点，液体化合物在一定压力下有一定的沸点。检查熔点、沸点可以初步判断化合物的纯度。重结晶法是利用化合物在某一溶剂中不同的溶解性。分馏法则是利用液体的不同沸点，总之都是利用化合物的物理性质差异而达到分离目的的。其他物理性质差异当然也可利用。现在已有许多新的分离纯化方法，可供选择，但此处不能一一介绍。

测定有机化合物的元素定量组成的工作，称作元素分析。从原则上讲，这种工作甚为简单，即是把有机化合物彻底氧化（或者说燃烧）。以饱和碳氢化合物为例：



把生成的CO₂和H₂O分别吸收到适当的吸收剂中，并求出生成的CO₂与H₂O的重量。从水中氢的比率和二氧化碳的比率，就可以计算出化合物中C与H的百分组成（使用原子量H=1.008和C=12.01）。

$$\text{氢的重量} = \text{水的重量} \times \frac{2.016(H_2)}{18.016(H_2O)}$$

$$\%H = \frac{\text{氢的重量}}{\text{试样的重量}} \times 100$$

$$\text{碳的重量} = \text{二氧化碳的重量} \times \frac{12.01(C)}{44.01(CO_2)}$$

$$\%C = \frac{\text{碳的重量}}{\text{试样的重量}} \times 100$$

对于其它有机化合物，如果碳和氢的百分数相加小于100，又没有试出有其他元素存在，其差数就是氧的百分组成。求出元素的百分组成，实际上这只反映组成该有机物的各种元素的重量比。必须进一步处理，即第一步是用各元素的原子量来除它的百分数；其次是用一组中最小的数值来除所得的各数值，这样就得到了原子个数比，才能为该化合物写出一个实验式。以乙醇为例（C，52.14%和H，13.13%）计算如下：

	百分数	原子量	原子个数比
C	52.14	÷ 12.01 = 4.3	$\left. \begin{array}{l} 4.3 \\ 13.03 \\ 2.17 \end{array} \right\} \times \frac{1}{2.71} \left\{ \begin{array}{l} 2 \\ 6 \\ 1 \end{array} \right.$
H	13.13	÷ 1.008 = 13.03	
O	34.73	÷ 16 = 2.17	

所以乙醇的实验式是C₂H₆O。

实验式只表明组成分子各原子的最小比例，而不表明他们的绝对值。为了确定他们的绝对值，即求分子式，必须用适当方法测出他们的分子量。如通过实验测得乙醇分子量