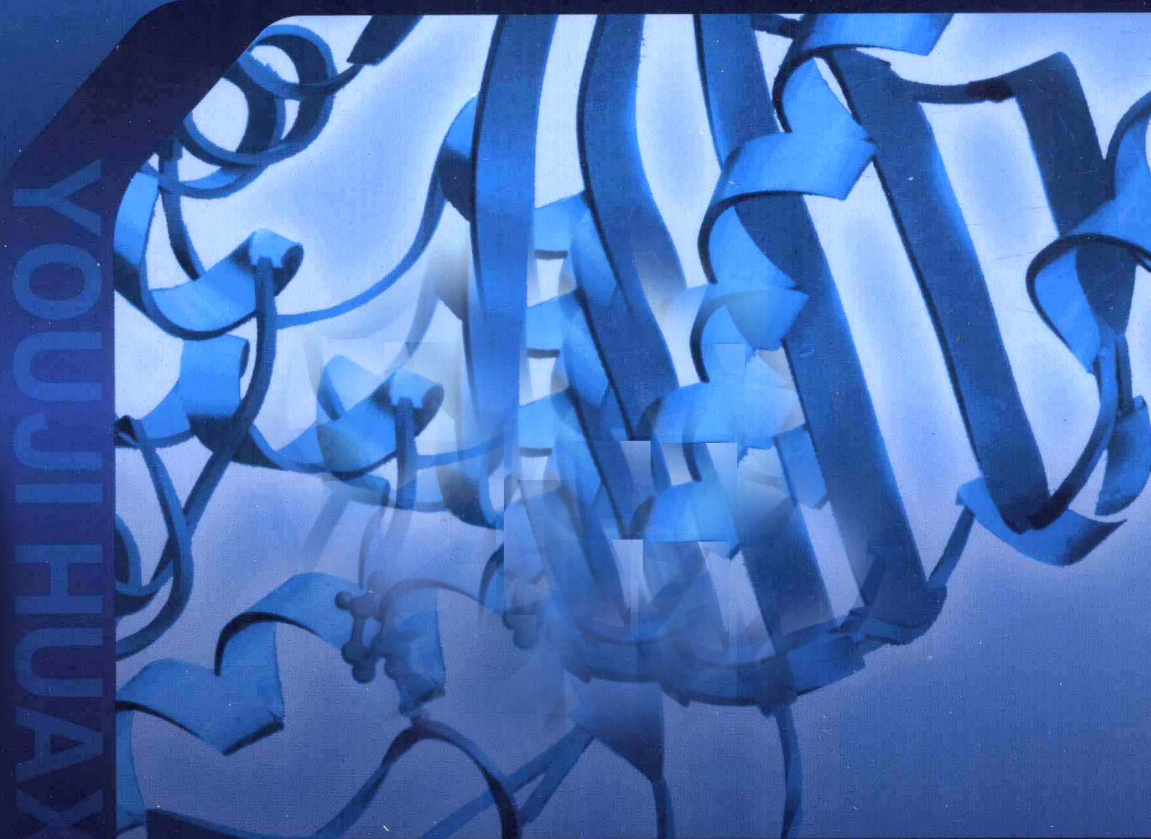


普通高等教育“十一五”规划教材

有机化学...

李良学 ◎ 主编

郭生金 陈正平 ◎ 副主编



化学工业出版社

本书是为高等院校生物类专业编写的有机化学教材。全书以官能团的结构和有机化学反应特征为两条主线,系统讲授开链化合物、碳环化合物、脂环族化合物、芳香族化合物、杂环化合物和生物大分子等。介绍饱和脂肪烃、不饱和脂肪烃、芳烃及其各类衍生物和糖类、氨基酸、蛋白质、核酸的结构、性质和反应规律。根据目前有机化学和生物等学科的发展,对光谱分析方法以及研究有机化学的实验方法等也作了介绍。

本书可作为高等学校生物、食品、环境、制药、化工等各类专业的有机化学课程教材,亦可供相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学/李良学主编. —北京:化学工业出版社,
2010.12
普通高等教育“十一五”规划教材
ISBN 978-7-122-09618-0

I. 有… II. 李… III. 有机化学-高等学校-教材
IV. O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 193490 号

责任编辑:刘 畅 赵玉清 洪 强
责任校对:洪雅姝

装帧设计:关 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装:化学工业出版社印刷厂

710mm×1000mm 1/16 印张 20 字数 416 千字 2010 年 12 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 35.00 元

版权所有 违者必究

前 言

根据《教育部关于进一步深化本科教学改革全面提高教学质量的若干意见》（教高[2007] 2号）经过近两年的调研与筹备，2009年5月在武汉召开了“全国高校应用型本科生物类专业教学研讨与教材建设会”。会议结合目前中国高等教育改革和发展的实际，针对当前应用型本科生物专业的发展现状，就如何推动生物类专业教学改革的实践和促进教学质量的提高，对该专业人才培养目标及培养方案、课程体系等进行了研讨，并对应用型本科生物类教材的建设问题进行了深入的交流和讨论。会议结合普通高等学校应用型本科院校培养应用型、复合型人才的办学特点，确定应用型本科生物类专业系列教材的编写计划，并成立了普通高等教育应用型本科规划教材编委会。《有机化学》是系列教材中启动最早的教材之一。在全国多所院校共同努力下，终于完成了本书的编写。

本书以官能团的结构和有机化学反应特征为两条主线，系统讲授开链化合物、碳环化合物、脂环族化合物、芳香族化合物、杂环化合物和生物大分子等。介绍饱和脂肪烃、不饱和脂肪烃、芳烃及其各类衍生物和糖类、氨基酸、蛋白质、核酸的结构、性质和反应规律以及研究的实验方法。

本书包含两个核心内容：一是分离、提取自然界存在的各种有机物，测定它们的结构和性质，以便加以利用；并掌握分离、提纯及光谱分析和结构测定技术；二是研究有机物结构与性质间的关系、反应经历的途径、影响反应的因素等，以便控制反应向我们需要的方向发展。

本书突出应用性、实践性。在理论主线清晰的基础上，多增加与生物等学科相关的内容，如分离技术，检测技术等。将科学性、实用性、前瞻性统一起来，以区别于以往教材重基础，轻实践的特点，体现素质教育特色。

本书在各章的前面列出学习要求，对各章的重点、难点，要求掌握、熟悉和了解的内容进行了明晰的说明。每章都有实际应用或例证内容的介绍。

参加编写的有武汉科技大学中南分校李良学（主编）、汤秉遵；山西晋中学院郭生金（副主编）；南昌大学科学技术学院陈正平（副主编）、颜自喜、刘停；荆楚理工学院孙爱红；浙江大学宁波理工学院陈珏、张华星、骆成才；江西科技师范学院吴光杰；中南民族大学工商学院蔡丽华；电子科技大学中山学院王毅。具体分工为：李良学（一、二、七章）；郭生金（三、四章）；刘停（五、十七章）；陈珏（六章）；蔡丽华（八章）；陈正平（九章）；孙爱红（十、十一章）；王毅（十二章）；汤秉遵（十三章）；吴光杰（十四章）；张华星（十五章）；骆成才（十六章）；颜自喜（十八章）。最后由李良学统一整理定稿。

本书承武汉大学叶林柏教授审阅，并提出许多宝贵意见，在此致以衷心感谢。化工工

目 录

第一章 绪论	1
第一节 有机化学的研究对象与任务	1
一、有机化合物的通性	1
二、有机化学发展简史	2
三、有机化学的重要性	4
四、有机化学的任务	5
第二节 共价键	5
一、价键理论	5
二、杂化轨道	6
三、分子轨道理论	8
四、共价键的属性	9
第三节 分子间的力	11
一、分子的极性	11
二、诱导效应	11
三、分子间的作用力	11
第四节 有机反应的基本类型	12
一、官能团	12
二、有机化合物的反应类型	13
第五节 有机酸碱概念	13
一、勃朗斯德酸碱理论	14
二、Lewis 酸碱理论	14
第六节 研究有机化学的方法	14
一、分离纯化	14
二、结构的确定	15
习题	15
第二章 饱和脂肪烃（烷烃）	16
第一节 烷烃的结构	16
一、碳原子的四面体概念	16
二、碳原子的 sp^3 杂化	17
三、烷烃分子的形成	17
第二节 同分异构体及其命名	18
一、烷烃的碳链异构	18
二、烷烃的命名	19

第三节 烷烃的构象异构	20
一、乙烷的构象	21
二、正丁烷的构象	21
第四节 烷烃的物理性质	22
第五节 烷烃的化学性质	24
一、氧化和燃烧	24
二、卤代反应	24
第六节 自由基反应机理	25
一、卤代反应机理	25
二、自由基反应	25
第七节 自然界的烷烃	26
习题	27
 第三章 不饱和脂肪烃	 29
第一节 烯烃	29
一、烯烃的结构	29
二、烯烃的异构和命名	31
三、烯烃的物理性质	33
四、烯烃的化学性质	34
第二节 炔烃	41
一、炔烃的结构	41
二、炔烃的异构和命名	42
三、炔烃的物理性质	43
四、炔烃的化学性质	43
第三节 共轭烯烃	45
一、1,3-丁二烯的结构	46
二、1,3-丁二烯的化学性质	48
三、1,4-加成作用	48
四、双烯合成反应	49
第四节 自然界的饱和脂肪烃	49
习题	50
 第四章 环烃	 53
第一节 脂环烃	53
一、环烃的分类和命名	53
二、环烷烃的结构	55
三、环己烷及其衍生物的构象	55
四、环烷烃的性质	57
第二节 芳香烃	58

一、单环芳烃	59
二、稠环芳烃	71
第三节 自然界的环烃	74
习题	76
第五章 旋光异构	79
第一节 物质的旋光性	79
一、偏振光和旋光活性	79
二、旋光度和比旋光度	80
第二节 手性分子和对映体	81
一、分子的对称性、手性与旋光性	81
二、含一个手性碳原子的化合物	82
三、构型的表示方法	83
四、含有两个手性碳原子的化合物	83
五、不含手性碳原子的化合物的旋光异构现象	84
第三节 外消旋体的拆分	85
第四节 亲电加成反应的立体化学	86
第五节 不对称合成、立体选择性反应和立体专一性反应	87
习题	88
第六章 卤代烃	90
第一节 卤代烃的分类和命名	90
第二节 卤代烃的物理性质	91
第三节 卤代烃的化学性质	92
一、亲核取代反应	92
二、消除反应	93
三、与金属的反应	93
第四节 脂肪族亲核取代反应的历程	95
一、单分子 (S_N1) 历程	95
二、双分子 (S_N2) 历程	95
三、影响亲核取代反应的因素	96
第五节 不同卤代烃对亲核取代反应的活性	97
第六节 亲核取代反应的立体化学	98
第七节 亲核取代反应与消除反应的关系	99
一、单分子消除 ($E1$) 机理	99
二、双分子消除 ($E2$) 机理	100
三、消除反应和取代反应的竞争	100
第八节 多卤代烃的性质	100
第九节 卤代烃的重要代表物	101

习题	102
第七章 光谱法在有机化学中的应用	105
第一节 电磁波的一般概念	105
一、光的频率与波长	105
二、光的能量及分子吸收光谱	105
第二节 紫外光谱 (UV)	106
一、朗伯-比尔定律	106
二、紫外光谱	108
三、紫外光谱的应用	108
第三节 红外光谱 (IR)	109
一、红外光谱的产生原理	110
二、红外光谱	110
三、红外光谱图解析	113
第四节 核磁共振谱 (NMR)	114
一、核磁共振现象	114
二、屏蔽效应和化学位移	116
三、峰的裂分和自旋偶合	118
四、核磁共振谱的解析及应用	120
第五节 质谱简介	122
习题	123
第八章 醇、酚、醚	125
第一节 醇	125
一、醇的结构、分类和命名	125
二、醇的物理性质	126
三、醇的化学性质	128
四、醇的重要代表物	133
第二节 酚	134
一、酚的结构、分类和命名	134
二、酚的物理性质	135
三、酚的化学性质	136
四、酚的重要代表物	139
第三节 醚	140
一、醚的结构、分类和命名	140
二、醚的物理性质	141
三、醚的化学性质	141
四、环醚	143
习题	144

第九章 醛、酮、醌	148
第一节 醛和酮	148
一、醛、酮的结构、分类和命名	148
二、醛、酮的物理性质	150
三、醛、酮的化学性质	151
四、 α, β -不饱和羰基化合物的亲核加成	168
第二节 醌	170
一、醌的结构与命名	170
二、对苯醌的化学性质	171
第三节 醛、酮、醌的重要代表物	172
习题	176
第十章 羧酸及其衍生物	178
第一节 羧酸	178
一、羧酸的结构、分类和命名	178
二、羧酸的物理性质	180
三、羧酸的化学性质	181
四、羧酸的结构对酸性的影响	186
第二节 羧酸的衍生物	187
一、羧酸衍生物的命名	187
二、羧酸衍生物的物理性质	189
三、羧酸衍生物的化学性质	189
第三节 碳酸的衍生物	193
第四节 羧酸的几种代表物质	196
一、重要的羧酸	196
二、重要的羧酸衍生物	196
习题	197
第十一章 取代酸	200
第一节 羟基酸	200
一、醇酸	200
二、酚酸	202
第二节 羧基酸	203
一、羧基酸的命名	203
二、羧基酸的化学性质	203
三、乙酰乙酸及其酯	204
第三节 人体中的羟基酸和羧基酸	206
习题	207

第十二章 有机含氮化合物	209
第一节 硝基化合物	209
一、硝基化合物的物理性质	210
二、硝基化合物的化学性质	210
第二节 胺	212
一、胺的结构、分类与命名	212
二、胺的物理性质	213
三、胺的化学性质	214
四、季铵盐与季铵碱	218
第三节 重氮盐和偶氮化合物	219
一、重氮化反应和重氮盐	219
二、重氮盐的性质	220
三、偶氮化合物和偶氮染料	223
习题	224
第十三章 含硫和含磷有机化合物	227
第一节 硫、磷原子的成键特征	227
第二节 含硫有机化合物	228
一、硫醇和硫酚	229
二、硫醚	230
三、亚砷和砷	231
第三节 磺酸	232
一、磺酸的物理性质	232
二、磺酸的化学性质	232
三、磺酸的衍生物	232
第四节 含磷有机化合物	234
一、含磷有机化合物的分类	234
二、含磷有机化合物的命名	235
三、膦及季磷盐	236
四、有机磷农药	237
习题	239
第十四章 碳水化合物	240
第一节 单糖	241
一、单糖的构型和开链结构	241
二、单糖的变旋光现象和环状结构	242
三、单糖的物理性质	244
四、单糖的化学性质	245

五、重要的单糖及其衍生物	248
第二节 糖苷	250
第三节 双糖	251
一、还原性双糖	251
二、非还原性双糖	252
第四节 多糖	253
一、淀粉	254
二、糖原	257
三、纤维素	257
四、半纤维素	258
第五节 氨基糖与血型	258
习题	259
第十五章 氨基酸，多肽与蛋白质	261
第一节 氨基酸	261
一、氨基酸的结构，分类和命名	261
二、氨基酸的性质	263
第二节 肽	265
一、肽的结构与命名	265
二、肽结构的测定	266
第三节 蛋白质	267
第四节 几种氨基酸和生物活性肽	269
一、重要的氨基酸	269
二、生物活性肽	269
习题	270
第十六章 类脂化合物	272
第一节 油脂	272
一、油脂的组成、结构和命名	273
二、油脂的物理性质	273
三、油脂的化学性质	275
第二节 肥皂及表面活性剂	276
一、肥皂的组成及乳化作用	276
二、表面活性剂	276
第三节 蜡	277
第四节 磷脂	277
第五节 萜类化合物	278
第六节 甾族化合物	279
一、甾族化合物的结构	280

二、甾族化合物举例·····	280
第七节 萜类与甾体化合物的生物合成·····	281
习题·····	283
第十七章 杂环化合物 ·····	284
第一节 杂环化合物的分类与命名·····	284
第二节 杂环化合物的结构·····	285
一、杂环化合物的物理性质·····	286
二、杂环化合物的化学性质·····	287
三、嘧啶及其衍生物·····	289
第三节 稠杂环化合物·····	289
一、吡啶·····	290
二、喹啉·····	290
三、嘌呤·····	291
第四节 与生物相关的杂环及其衍生物·····	292
一、嘧啶衍生物·····	292
二、吡啶衍生物·····	292
第五节 生物碱·····	293
习题·····	293
第十八章 核酸 ·····	295
第一节 核酸的化学组成和分类·····	295
一、核酸的分类·····	295
二、核酸的化学组成·····	296
第二节 核苷和核苷酸·····	297
一、核苷·····	297
二、核苷酸·····	298
三、ATP 的结构和功能·····	299
第三节 核酸的结构·····	300
一、核酸的一级结构·····	300
二、DNA 的二级结构·····	301
第四节 核酸的理化性质·····	303
一、核酸的物理性质·····	303
二、核酸的酸碱性·····	304
习题·····	304
参考文献 ·····	305

第一章 绪 论

学习要求

1. 了解有机化学的发展简史，掌握有机化学的基本概念；
2. 掌握共价键理论基本知识及其在有机化学上的应用；
3. 了解有机酸碱理论及其应用；
4. 了解研究有机物的一般方法及分类。

第一节 有机化学的研究对象与任务

有机化学是研究有机化合物的组成、结构、性质、合成及其变化规律的一门科学。它与生命科学及人们的生活密切相关，是化学中最大的一个分支学科。

自从发现有机化合物以后，通过大量科学研究，在总结前人工作的基础上提出了有机化学和有机化合物的概念。有机化合物是指含碳的化合物。因此，有机化学是研究碳化合物的化学，也可以说是研究碳氢化合物及其衍生物的化学。

虽然 CO 、 CO_2 及碳酸盐，氰化物等也含碳，因为它们的性质和无机盐相似，却归属于无机化合物而不属于有机物。

一、有机化合物的通性

有机化合物种类繁多、数目庞大但组成元素较少（C、H、O、N、P、S 卤素等）。由于碳原子自身相互结合能力强，碳原子与碳原子之间结合的方式多种多样：单键、双键、三键、链状、环状等，所以有机化合物中同分异构现象普遍。例如， $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 就可以代表乙醇和甲醚两种不同的化合物。

有机化合物在物理性质方面有很多共同点。有机化合物一般熔点、沸点较低，挥发性大。很多典型的无机物是离子化合物，它们的结晶是由离子排列而成的，晶格能较大，若要破坏这个有规则的排列，则需要较多的能量，故熔点、沸点一般较高。而有机物多以共价键结合，它的结构单元往往是分子，其分子间的作用力较弱。因此，熔点、沸点一般较低。纯的有机物，一般都有固定的熔点、沸点，所以常常用测量有机物的熔点、沸点的方法来鉴定、鉴别有机物。有机物的熔点一般小于 300°C 。有机物水溶性差（大多不溶或难溶于水，易溶于有机溶剂）。水是一种极性很强、介电常数很大的液体，故极性较强的无机物就易溶于水中，而有机物一般为非极性或极性较弱的化合物，所以有机物多数都不溶于极性溶剂中，然而糖、乙醇、乙酸等含有极性强的基团，在水中的溶解度也较大。

有机化合物在化学性质方面也有很多共同的特点：

- (1) 易燃烧 碳氢化合物，燃烧的最终产物是二氧化碳和水。除少数外，一

般的有机物都易燃。大多数无机物不能着火，也不能烧尽。我们日常食用的糖和盐可以看成是有机物和无机物的两个典型代表。糖加热发烟、变黑、烧焦，而盐烧不焦。大多数有机物都易燃，例如酒精、棉花、石油等，在实验室中可采用灼烧来区别有机物和无机物。

(2) 热稳定性差，易受热分解 由于有机物多以共价键结合，它的结构单元往往是分子，其分子间的作用力较弱。许多化合物在 $200\sim 300^{\circ}\text{C}$ 就分解。

(3) 反应速度慢 无机反应一般都是离子反应，往往瞬间可完成。例如氯离子和银离子相遇时即刻形成氯化银沉淀。有机反应一般是非离子反应，速度较慢，但也有例外，如有机炸药的爆炸等。为了加速有机反应常采用加热，加催化剂或用光照射等手段。

(4) 反应复杂，副反应多 有机反应常伴有副反应发生。有机物分子比较复杂，能起反应的部位比较多。因此，反应时常产生复杂的混合物使主要的反应产物大大降低。一个有机反应若能达到 $60\%\sim 70\%$ 的产率，就比较令人满意了。但科学研究中为了提取某种需要的物质，往往产率只有 1% 也认为是可行的。由于产物复杂，所以有机物的分离技术是很重要的。

二、有机化学发展简史

回顾发展史，有助于我们今天的学习。我们可以借鉴前人提出问题和解决问题的思路与方法。实际上，有机化学作为一门科学，只有二百多年的历史。有机化学和其他学科一样，在其发展的历史长河中，有着许多耐人寻味，发人深省，令人鼓舞的事例。科学研究者在推进科学前进奋斗中的思想和方法，特别是学术思想能带给我们许多关于创造性思维的火花。

1. 有机物的利用

人类应用有机物的开端，可以追溯到非常久远的年代，在有历史记载之前，我国在夏、商时代人们就会酿酒而满足生活的需要。以后逐渐地使用染料，香料、草药等，在这个时期已经积累了比较丰富的实践经验，但由于生产力的落后，人类对有机物的认识仍然停留在初级阶段，还没有发展成为一门学科。

人类使用有机物的历史很长，世界上几个文明古国很早就掌握了酿酒、造醋和制饴糖的技术。据记载，中国古代曾制取到一些较纯的有机物质，如没食子酸（982~992年）、乌头碱（1522年以前）、甘露醇（1037~1101年）等；16世纪后期，西欧制得了乙醚、硝酸乙酯、氯乙烷等。由于这些有机物都是直接或间接来自动植物体，因此，1777年，瑞典化学家 Bergman 将从动植物体内得到的物质称为有机物，以示区别于有关矿物质的无机物。

有机化学的发展是在18世纪，随着资产阶级在欧洲兴起，以使用机器为特点的大工业迅速发展起来，这样就需要大量的化学材料，有机化学正是在这样的社会需要的推动下产生和发展起来的。

2. “生命力”的禁区

18世纪末，人们发现有些物质在动物和植物中都能存在，于是把存在于生物体的物质统称为“有机物”，矿物质称为“无机物”。

限于当时科学水平,还不能在实验室里从“无机物”制取“有机物”,主要是从动植物中提取有机物。于是便错误地认为有机物只能从动植物有机体中得到,无形中在无机物和有机物之间划了一条不可逾越的鸿沟。

19世纪初,瑞典化学家贝齐里斯(J. Berzelius)提出“生命力”论,严重的阻碍了有机化学的发展,使人们放弃了人工合成有机物的设想。当时瑞典化学家J. Berzelius在研究有机物工作中,遇到许多的困难后,提出只有生物才能制造有机物。因为生物具有一种“生命力”,依靠这种“生命力”,便可以进行那些在实验室内所不能进行的各种化学反应,而且还对有机化学下了一个定义:“有机化学是动植物在存在生命影响下所生成的物质的化学”。这个“生命力”论曾阻碍过有机化学的发展,有机物需要靠神秘的“生命力”在活体内才能制造,决不能在实验室中用化学方法从无机物制备。这种思想曾一度牢固地统治着有机化学界。于是有机化学中的“有机”二字便由此产生。

3. 冲破“生命力”论

1828年,德国化学家维勒(F. Wöhler),冲破了“生命力”论的束缚,在实验室将无机物氰酸铵溶液蒸发得到有机物尿素。



维勒的这一成果并没有立即得到同行们的承认,但合成尿素的成功,直接地冲击了“生命力”论,从而敲响了“生命力”论的丧钟,在有机物和无机物之间的界限上打开了一个缺口。尿素的合成,启发了许多化学家,继维勒工作之后,更多的有机物合成成功。1845年,德国的柯尔柏(H. Kolnbe)合成了醋酸。1854年,法国的柏塞罗(M. Bevthlot)合成了油脂。

事实证明人工合成有机物是完全可能的,从而流行一时的“生命力”论,终于被击溃了。恩格斯在《自然辩证法》导言中写道:“由于用无机的方法制造出过去一直只能在活的机体中产生的化合物,它就证明了化学定律对有机物和无机物同样适用,而且把康德还认为无机界和有机界之间的永远不可逾越的鸿沟大部分填起来了。”

这样,有机化学进入了合成的时代。随着有机合成的迅速发展,积累了大量的实验资料,人们愈来愈清楚地知道,在有机物与无机物之间并没有一个绝对的界限,它们遵循着共同的变化规律,但在组成上和性质上这两类物质的确存在着某些不同之处。

4. 碳的立体化学

有机化学进入了合成时代后,发展很快,积累了很多有机物。为了深入研究有机化合物,就需要进行分子结构的研究。

1858年,德国化学家凯库勒(A. Kekulé)和英国化学家库帕,提出了有机化合物分子中碳原子是四价的概念。有机化学从19世纪前的无维概念经过了19世纪早期的一维概念而发展到了二维概念。这一概念构成了有机物经典结构理论的核心。

1861年,俄国化学家布特列洛夫,运用了碳四价的概念,首次提出了化学结构的观念。认为结构是原子在分子中结合的序列,绝大多数有机物具有固定的

结构,而结构决定了化合物的物理特征和反应行为。

1865年,凯库勒提出了苯的结构。1874年,荷兰化学家范荷夫和法国化学家勒贝,建立了分子的立体概念,说明了对映体和几何异构现象。

5. 20世纪的发展

20世纪化学基础研究中的重大突破性成果可从历届诺贝尔化学奖获得者的重大贡献中获悉。从1901年开始在世界范围评选诺贝尔化学奖以来到2009年颁奖,已有106届了。应当说这些诺贝尔化学奖得主在当时均在化学的某一领域中有了重大发现并做出了杰出贡献。在106届的诺贝尔化学奖中以二级学科区分,有机化学有32项。

20世纪初,在物理学一系列新发现的推动下,提出了电子成对的化学键的价键观点。20世纪30年代,量子力学原理和方法引入化学领域后,建立了量子化学,使化学键的观点获得了理论基础,阐明了化学键的微观本质,从而出现了电子效应、立体效应等理论。20世纪60年代起,由于各波段各种分子光谱的应用,对分子结构的测定提供了有力的手段,对共轭体系总结出了分子轨道对称守恒原理,使有机化学发展到了一个重要的阶段。

1965年,中国科学院上海生物化学研究所在王应睐所长的组织领导下,与北京大学和中国科学院上海有机化学研究所的科学家通力合作,历时七年多,于1965年9月,在世界上第一次用人工的方法合成出具有生物活性的蛋白质——结晶牛胰岛素。这标志着人类在认识生命、探索生命奥秘的征途上迈出了重要的一步。同年,由美国科学家测定了由76个核苷酸组成的酵母丙氨酸转移核糖核酸的一级结构。

1981年,我国科学家终于完成了酵母丙氨酸转移核糖核酸的人工全合成,这标志着我国在该领域进入了世界领先行列。

近些年每年出现的新化合物在十五万种以上,这个数字是惊人的。结构的测定、分析、合成等使有机化学的复杂性上升到了一个新的高度。经过最近200年的发展过程,有机化学犹如从脆弱的婴儿成长为成熟而健壮的巨人。这里只是摘取成长中的几个片断,更多的东西有待于同学们自己去学习、充实。

三、有机化学的重要性

学习一门科学,首先要了解这门科学会给人类带来一个什么样的远景,才能领悟到这门科学的真正使命。

有机化学是一门基础理论课程,也是一门实验科学。随着有机化学的发展,有机化学已延伸到国民经济的各个领域,与衣食住行密切相关,它已渗透到了我们生活的每一个角落,使我们的物质世界发生了一场大革命。可以毫不夸张地说,在我们生存的这个地球上,凡是有生命的东西,不论它属于动物还是植物,都是由含有碳的化合物作为“材料”构成的。关于有机化学的重要性我们还可以简单地举几个例子。

(1) 地球原是一个无生命的死寂世界,是谁点燃了生命之火,使之充满了蓬

勃生机？是碳元素。众所周知，动物以植物为食，而植物的主要“粮食”则是碳。是碳投身到植物中，才使大地万紫千红。

(2) 20 世纪 40 年代新兴的高分子技术，使人类进入了材料应用的新时代。20 世纪初由于高分子化学的成就而发展形成了三大合成材料工业：合成纤维、合成塑料、合成橡胶。以酚醛塑料、尼龙-66 和氯丁橡胶为开端的三大合成材料，开始了它们蓬勃发展的起点。合成纤维（如涤纶、锦纶、腈纶等）已超过羊毛和棉花成为纺织业的主要原料，合成橡胶（如氯丁橡胶、丁腈橡胶、顺丁橡胶、丁苯橡胶、异戊橡胶等）的性能和产量亦已超过天然橡胶。以塑料、纤维、橡胶为一体的三大合成材料，其体积总产量已超过世界全部金属的产量。所以 20 世纪被称为是聚合物时代。

(3) 染料是人类不可缺少的物质，现在染料专家们几乎可以随心所欲地按照需要，从分子结构出发，合成人们所需要的品种，现在合成染料几乎全部代替了天然染料。

(4) 三类重要的食物：脂肪、蛋白质和碳水化合物，在本质上都是有机物。人造食物的合成对有机化学工作者是一个挑战。

(5) 农药，向高效低毒的方向发展。近年来，人们着手研究新的高效低毒，不污染环境的有机杀虫剂。

(6) 医药在有机化学和生物学、物理学等科学密切配合下，预计不久的将来征服一些目前还束手无策的疾病，如癌症、精神病等，以及在控制遗传、延长生命等方面起到巨大的作用。

四、有机化学的任务

(1) 发现新现象。新的有机物，有机物的新的来源、新的合成方法、合成技巧，新的有机反应等；

(2) 研究新的规律。有机物结构与性质的关系，反应机理等；

(3) 提供新材料。新的高科技材料能推动国民经济和科学技术的发展；

(4) 探索生命的奥秘。生命与有机化学的结合。

第二节 共 价 键

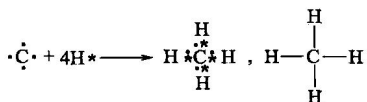
有机化合物中的原子一般是以共价键结合起来的，因此，要研究有机化学应先了解有机化合物中普遍存在的共价键。对共价键本质的解释，最常用的是价键理论和分子轨道理论。

一、价键理论

1. 共价键的形成

价键理论认为，共价键的形成是原子轨道的重叠或电子配对的结果。如果两个原子都有未成对的电子，并且自旋方向相反，就能配对形成共价键。

例如：碳原子可与四个氢原子形成四个 C—H 键而生成甲烷。



由一对电子形成的共价键叫做单键，用一条短直线表示。如果两个原子各用两个或三个未成对电子构成共价键，则构成的共价键为双键或三键。如：



2. 共价键形成的基本要点

(1) 假定形成分子的原子具有未成对电子且自旋反平行时，就可偶合配对，每一对电子成为一个共价键。如果原子 A 和原子 B 均各有一个未成对电子，它们即可形成共价单键。例 HF，H 的一个 1s 电子和 F 的一个 2p 电子，形成一个共价单键 H—F。如果原子各有两个或三个未成对电子，那么它们可以形成双键或三键。例 N₂ 中 N 原子的三个 2p 轨道中各有一个未成对电子可以形成共价三键。He 没有未成对电子，因此 He 原子接近时，不能形成共价键。

(2) 共价键具有饱和性。如果一个原子的未成对电子已经配对，它就不会再与其他原子的未成对电子配对。这就是饱和性。例 H—F，不可能形成 F—H—F。

(3) 共价键具有方向性。电子云重叠愈多，形成的键愈强。因此要尽可能在电子云密度最大的方向重叠。如图 1-1 所示。

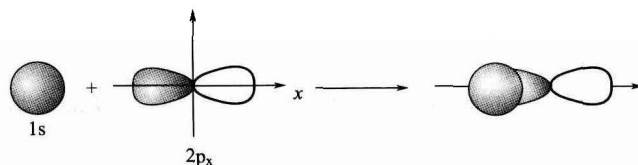


图 1-1 1s 和 2p_x 轨道沿 x 轴的最大重叠

(4) 杂化轨道。在形成分子的过程中，原子自身的能量相近的原子轨道可进行重新混杂，组成能量简并的新的原子轨道，即杂化轨道。杂化轨道可使成键能力更强，体系能量降低，成键后可达到最稳定的分子状态。

二、杂化轨道

鲍林 (Pauling) 提出了原子轨道杂化理论。在有机化合物中，碳原子的杂化方式主要有三种：sp、sp²、sp³ 杂化。

1. sp³ 杂化轨道

碳原子在基态时的电子构型为 1s²2s²2p_x¹2p_y¹2p_z⁰，在成键过程中，碳的 2s 轨道有一个电子被激发到 2p_z 轨道，成为 1s²2s¹2p_x¹2p_y¹2p_z¹ 激发态。价层的 3 个 2p 轨道与 1 个 2s 轨道重新混杂，组成 4 个能量、状态完全相同的 sp³ 杂化轨道，这 4 个 sp³ 杂化轨道之间的夹角为 109°28′，形成正四面体构型。如图 1-2 和图 1-5。