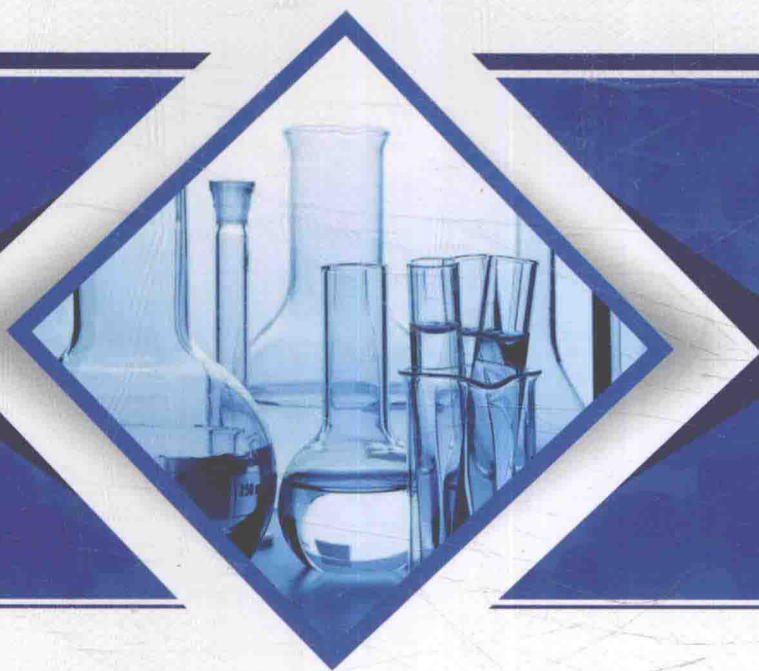


YOUJI HUAXUE
LILUN JI FAZHAN YANJIU

有机化学

理论及发展研究

主编 贾志坚 武宇芳 李文娟



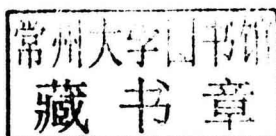
中国原子能出版社

有机化学

理论及发展研究

主 编 贾志坚 武宇芳 李文娟

副主编 袁廷香 段希焱 赵 艳



中国原子能出版社

图书在版编目(CIP)数据

有机化学理论及发展研究 / 贾志坚, 武宇芳, 李文娟主编. -- 北京: 中国原子能出版社, 2018. 1

ISBN 978-7-5022-8827-3

I. ①有… II. ①贾… ②武… ③李… III. ①有机化学 IV. ①O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 023770 号

内 容 简 介

本书在阐述有机化合物性质时,将最基本的和应用性比较广的反应作为重点,并适时与生产实际结合。另外,在此基础上还介绍了有机化学在材料、生命科学等领域的应用和发展。本书主要包括:立体化学,链烃,环烃,卤代烃,醇、酚和醚,醛、酮和醌,羧酸及其衍生物,含氮有机化合物,杂环化合物和生物碱,类脂化合物,碳水化合物,氨基酸、蛋白质和核酸,有机化合物的波谱分析,有机化学发展选论等。本书论述严谨,结构合理,条理清晰,内容丰富新颖,是一本值得学习研究的著作。

有机化学理论及发展研究

出版发行 中国原子能出版社(北京市海淀区阜成路 43 号 100048)

责任编辑 张 琳

责任校对 冯莲凤

印 刷 三河市铭浩彩色印装有限公司

经 销 全国新华书店

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 26.25

字 数 672 千字

版 次 2018 年 4 月第 1 版 2018 年 4 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5022-8827-3 定 价 98.00 元

网址: <http://www.aep.com.cn> E-mail: atomep123@126.com

发行电话: 010-68452845

版权所有 侵权必究

前 言

有机化学又称为碳化合物的化学,是研究有机化合物的结构、性质、制备的学科,是化学中极其重要的一个分支。有机化合物与人类的日常生活密切相关,是化工、环境、轻工、生物、制药等学科的重要基础。有机化学工业作为支柱产业,在国民经济的发展中发挥着重要作用。因此,对有机化合物的了解和研究具有非常重要的意义。

进入 21 世纪,有机化学发展已呈现出新的发展趋势。现代生命科学和生物技术的崛起给有机化学注入了新的活力。为了更新知识、与时俱进,特编写了《有机化学理论及发展研究》一书。本书研究和吸纳了国内外经典著作的优点,并结合编者多年来的教学经验和取得的科研成果编写而成,是集体智慧的结晶。

本书在编写时的指导思想为:以有机化学的基础理论和知识为主,并结合有机化学的新发展,内容以“基本知识和新成果、新内容和新技术”为原则,力争做到理论与实践并举,力求达到基础性、新颖性和科学性的统一。本书编写时由易到难、深入浅出,由基础知识到综合应用,文字力求简明扼要,通俗易懂,并注重把握内容的深度、广度和实用性。

全书共分 15 章:第 1 章论述了有机化学的基础知识,包括有机化合物和有机化学、有机化合物的特点、有机化合物中的共价键、有机化学中的酸碱理论、有机化合物的分类等;第 2 章重点介绍了分子模型的平面表示方法和化合物分子的立体异构(如顺反异构、对映异构和构象异构等);第 3~13 章以官能团为主线,系统介绍了链烃、环烃、卤代烃、醇、酚、醚、醛、酮、醌、羧酸及其衍生物、含氮有机化合物、杂环化合物、生物碱、类脂化合物、碳水化合物、氨基酸、蛋白质、核酸的结构、性质和反应规律等,对有机物的结构及官能团决定性质这一规律进行了很好的阐述,有利于掌握有机物性质变化及其应用;第 14 章对有机化合物的波谱进行了分析;第 15 章对有机化学的发展进行了研究,包括组合化学、材料化学、能源化学等。

本书在编写过程中,参考了大量有价值的文献与资料,吸取了许多人的宝贵经验,在此向这些文献的作者表示敬意。此外,本书的编写还得到了出版社领导和编辑的鼎力支持和帮助,同时也得到了学校领导的支持和鼓励,在此一并表示感谢。由于编者自身水平及时间有限,书中难免有错误和疏漏之处,敬请广大读者和专家给予批评指正。

编 者

2017 年 9 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 有机化合物与有机化学	1
1.2 有机化合物的特点	2
1.3 有机化合物中的共价键	4
1.4 有机化学中的酸碱理论	6
1.5 有机化合物的分类	7
第 2 章 立体化学	10
2.1 分子模型的平面表示方法	10
2.2 顺反异构	13
2.3 对映异构	17
2.4 构象异构	28
第 3 章 链烃	33
3.1 烷烃	33
3.2 烯烃	47
3.3 共轭二烯烃	63
3.4 炔烃	69
第 4 章 环烃	78
4.1 脂环烃	78
4.2 芳香烃	85
第 5 章 卤代烃	118
5.1 卤代烃的分类和命名	118
5.2 卤代烃的物理性质	120
5.3 卤代烃的化学性质	121
5.4 卤代烯烃和卤代芳烃	129
5.5 重要的卤代烃	134
第 6 章 醇、酚和醚	138
6.1 醇	138

6.2	酚	149
6.3	醚	158
第 7 章	醛、酮和醌	165
7.1	醛和酮	165
7.2	醌	184
第 8 章	羧酸及其衍生物	189
8.1	羧酸	189
8.2	羟基酸	200
8.3	羧酸衍生物	208
第 9 章	含氮有机化合物	219
9.1	硝基化合物	219
9.2	胺	225
9.3	重氮和偶氮化合物	238
第 10 章	杂环化合物和生物碱	246
10.1	杂环化合物的分类和命名	246
10.2	五元杂环化合物	249
10.3	六元杂环化合物	254
10.4	重要的杂环化合物及其衍生物	256
10.5	生物碱	263
第 11 章	类脂化合物	269
11.1	油脂	269
11.2	蜡	272
11.3	磷脂	273
11.4	萜类化合物	274
11.5	甾族化合物	284
第 12 章	碳水化合物	295
12.1	单糖	295
12.2	二糖	306
12.3	多糖	308
第 13 章	氨基酸、蛋白质和核酸	312
13.1	氨基酸	312
13.2	蛋白质	319

13.3	核酸	325
第 14 章	有机化合物的波谱分析	333
14.1	紫外-可见吸收光谱	333
14.2	红外吸收光谱	343
14.3	核磁共振波谱	355
14.4	质谱	365
第 15 章	有机化学发展选论	378
15.1	组合化学	378
15.2	材料化学	381
15.3	能源化学	390
15.4	绿色化学	396
15.5	相转移催化反应	401
参考文献		409

第1章 绪 论

1.1 有机化合物与有机化学

有机化合物,简称“有机物”,最初是从有生机之物——动植物有机体中得到的物质,故命名为“有机物”。随着科学的发展,越来越多的由生物体中取得的有机物,可以用人工的方法来合成,而无须借助生命体,但“有机”这个名称仍被保留了下来。由于有机化合物数目繁多,且在性质和结构上又有许多共同特点,使其逐渐发展成为一门独立的学科。

有机化合物在结构上的共同点是:它们都含有碳原子,因此,有机化合物被定义为“碳化合物”,有机化学即是研究碳化合物的化学。但有机化合物中,除了碳,绝大多数还含有氢,且许多有机物分子中还常含有氧、氮、硫、卤素等其他元素,因此,更确切地说,有机化合物是碳氢化合物及其衍生物,有机化学是研究碳氢化合物及其衍生物的化学。

随着社会的不断发展,有机化学已呈现出新的发展趋势,具体如下所示。

①建立在现代物理学和物理化学基础上的物理有机化学,可定量地研究有机化合物的结构、反应活性和反应机理,这不仅指导了有机合成化学,而且对生命科学的发展也有重大意义。

②有机合成化学在高选择性反应方面的研究,特别是对称催化方法的发展,使得更多具有高生理活性、结构新颖分子的合成成为可能。

③金属有机化学和元素有机化学的丰富,为有机合成化学提供了高选择性的反应试剂和催化剂及各种特殊材料和加工方法。

④近年来,计算机技术的引入,使有机化学在结构测定、分子设计和合成设计上如虎添翼,发展更为迅速。

此外,组合化学的发展不仅为有机化学提出了一个新的研究内容,也使高能量的自动化合成成为现实。

有机化学从它的诞生之日起就是为人类合成新物质服务的,如今由化学家们合成并设计的数百万种有机化合物,已渗透到了人类生活的各个领域。在对重要的天然产物和生命基础物质的研究中,有机化学取得了丰硕的成果。

①维生素、抗生素、甾体和萜类化合物、生物碱、糖类、肽、核苷等的发现、结构测定和合成,为医药卫生事业提供了有效的武器。

②高效低毒农药、动植物生长调节剂和昆虫信息物质的研究和开发,为农业的发展提供了重要的保证。

③自由基化学和金属有机化学的发展,促使了高分子材料特别是新的功能材料的出现。

④有机化学在蛋白质和核酸的组成与结构的研究、序列测定方法的建立、合成方法的创建等方面的成就为生物学的发展奠定了基础。

有机化合物的天然来源有石油、天然气、煤和农副产品,其中最重要的是石油。

①石油。石油是从地底下开采出来的深褐色黏稠液体,也称原油。其主要成分是烃类,包括烷烃、环烷烃、芳烃等,此外还含有少量烃的氧、氮、硫等衍生物。原油的组成复杂,因产地不同或油层不同而有所差别。

石油是工业的血液,是现代工业文明的基础,是人类赖以生存与发展的重要能源之一。原油通常不能直接使用,经过常压或减压分馏,可以得到不同沸点范围的多种产品,由这些产品经进一步加工,可制备一系列重要的化工原料,以满足橡胶、塑料、纤维、染料、医药、农药等不同行业的需要。

②天然气。天然气是蕴藏在地层内的可燃性气体,其主要成分是甲烷。根据甲烷含量的不同,可分为干气和湿气两类。干气甲烷的含量为86%~99%(体积分数);湿气除含60%~70%(体积分数)的甲烷外,还含有乙烷、丙烷和丁烷等低级烷烃以及少量氮、氢、硫化氢、二氧化碳等杂质。

③煤。煤是埋藏在地底下的可燃性固体。通过对煤的干馏,即将煤在隔绝空气的条件下加热到950~1050℃,就可得到焦炭、煤焦油和焦炉气。由煤焦油可以制得苯、二甲苯、联苯、酚类、萘、蒽等多种芳香族化合物及沥青。焦炉气的主要成分是甲烷、一氧化碳和氢气,还含有少量苯、甲苯和二甲苯。焦炭可用于钢铁冶炼和金属铸造及生产电石。

④农副产品。许多农副产品是制备有机化合物的原料。如淀粉发酵可制乙醇;玉米芯、谷糠可制糠醛;从植物中可提取天然色素和香精;由天然植物经过加工可制得中成药;从动物内脏可提取激素;用动物的毛发可制取胱氨酸等。

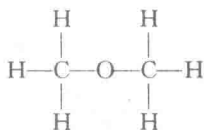
从长远来看,农副产品是取之不尽的资源。我国农产品极其丰富,因地制宜综合利用农副产品,必将使天然有机化合物的提取大有可为。

1.2 有机化合物的特点

1.2.1 有机化合物的结构特点

有机化合物都含有碳元素。碳原子的最外层有四个电子,碳原子既不容易得到电子也不容易失去电子,在结合成键时,往往和其他原子通过共用电子对的方式形成共价键,同时碳原子相互结合的能力很强,结合的方式很多,碳原子与碳原子既可连成链状,也可连成环状;两个碳原子既可形成一个共价键,也可以形成两个或三个共价键。这是有机化合物数量如此之多的原因之一。

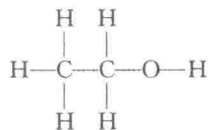
此外,有些有机化合物,虽然分子组成相同,但分子结构不同,其性质不同,就形成了不同物质。例如,分子式同为 C_2H_6O ,就会有甲醚和乙醇两种物质,它们有不同的结构,具有完全不同的物理及化学性质。



甲醚

气体, 沸点 -25°C ,

不与金属钠反应



乙醇

液体, 沸点 78.5°C

与金属钠激烈反应并放出氢气

这种分子组成相同而结构不同的现象,称为同分异构现象。有机化合物中普遍存在着同分异构现象。同分异构现象是有机化合物数目众多的主要原因之一。

1.2.2 有机化合物的性质特点

有机化合物在性质上和无机化合物有一定的差别,主要表现在以下几个方面。

1. 难溶于水

有机化合物一般难溶于水而易溶于有机溶剂。这是因为有机化合物大多是非极性或弱极性分子,根据“相似相溶”原则,有机化合物易溶于非极性或弱极性的有机溶剂,如四氯化碳、苯、乙醚等,而难溶于极性溶剂水中。

2. 易燃性

除少数有机化合物外,一般的有机化合物都容易燃烧。有机化合物燃烧时生成二氧化碳、水和分子中所含碳氢元素以外的其他元素的氧化物。可根据生成物的组成和数量来进行元素的定性和定量分析。无机化合物一般不燃烧,可以利用这一性质来区别无机物和有机物。

3. 熔点、沸点较低

有机化合物的熔点一般在 400°C 以下,沸点也较低,这是因为有机化合物分子是共价分子,分子间是以范德华力结合而成的,破坏这种晶体所需的能量较少。也正因为如此,许多有机化合物在常温下是气体、液体。而无机化合物通常是由离子键形成的离子晶体,破坏这种静电引力所需的能量较高,所以无机化合物的熔点、沸点一般也较高。例如,苯酚的熔点为 43°C ,沸点为 182°C ;氯化钠的熔点为 801°C ,沸点为 1413°C 。

4. 反应速率慢,反应复杂,常伴有副反应发生

有机化合物分子中的共价键,在进行反应时不像无机化合物分子中的离子键那样容易解离成离子,因此反应速率比无机化合物慢。有机化合物进行反应时,通常需要用加热、搅拌或使用催化剂等方法来加快反应速率。有机化合物进行反应时,由于键的断裂可以发生在不同的部位,因而有机化合物的反应可能不只是一个部位参加反应,而是多部位参加反应,常伴有副反应发生,反应产物为多种生成物的混合物。

1.3 有机化合物中的共价键

物质的性质取决于物质的结构,在有机化合物的结构中,普遍存在着共价键。

1.3.1 共价键的本质

现代价键理论认为:共价键是由成键的两个原子间自旋方向相反的未成对电子所处的原子轨道的重叠或电子云的交盖而形成的。即当两个含有自旋相反的未成对原子相互接近到一定距离时,不仅受自身原子核的吸引,同时也受另一原子核的吸引,使得相互配对的电子均可出现在两个原子轨道上,同时这两个原子轨道相互重叠,重叠的程度越大,核间排斥力越小,系统能量越低,形成的共价键越稳定。

一般来说,原子核外未成对的电子数就是该原子可能形成的共价键的数目。例如,氢原子外层只有1个未成对电子,所以它只能与另1个氢原子或其他一价的原子结合形成双原子分子,而不能与第2个原子结合,这就是共价键的饱和性。

而共价键又是由参与成键原子的原子轨道的最大重叠而形成的,根据这一原理,共价键形成时将尽可能采取轨道最大重叠方向,这就是共价键的方向性。

共价键的饱和性和方向性决定了每一个有机分子都是由一定数目的某几种元素的原子按特定的方式结合而成的,这使得每个有机物分子都有特定的大小及立体形状。

1.3.2 共价键的基本属性

共价键的属性可通过键长、键角、键能以及键的极性等物理量表示。

1. 键长

形成共价键的两个原子,其原子核之间的距离称为键长。不同的共价键具有不同的键长,同一共价键由于所在的分子不同,受其他共价键的影响不同,键长也有所不同。通常键长越短,共价键越牢固。一些常见共价键的键长见表1-1。

表 1-1 常见共价键的键长

键型	键长/nm	键型	键长/nm
C—C	0.154	C—F	0.142
C—H	0.110	C—Cl	0.178
C—O	0.143	C—Br	0.101
C—N	0.147	C—I	0.213
C=C	0.134	C≡C	0.120

2. 键角

共价键有方向性,故任何一个二价以上的原子,与其他原子所形成的两个共价键之间都有一个夹角,这个夹角就叫作键角。例如,甲烷分子 $\text{H}-\text{C}-\text{H}$ 键之间的夹角为 $109^{\circ}28'$ 。键长和键角决定着分子的立体形状。

3. 键能

共价键的形成或断裂都伴随着能量的变化。原子成键时需释放能量使体系的能量降低,断键时则必须从外界吸收能量。气态原子 A 和气态原子 B 结合成气态 A—B 分子所放出的能量,也就是 A—B 分子(气态)离解为 A 和 B 两个原子(气态)时所需吸收的能量,这个能量叫作键能。1 个共价键离解所需的能量也叫离解能。但应注意,对多原子分子来说,即使是一个分子中同一类型的共价键,这些键的离解能也是不同的。

所谓离解能指的是离解特定共价键的键能,而键能则泛指多原子分子中几个同类型键的离解能的平均值。键能是化学强度的主要标志之一,在一定程度上反映了键的稳定性,在相同类型的键中,键能越大,键越稳定。

4. 键的极性

两个相同的原子形成共价键时(如 $\text{H}-\text{H}$ 、 $\text{Cl}-\text{Cl}$),成键的共用电子对对称地分布在两个原子核的中间,这样的共价键是没有极性的,称为非极性共价键。

两个不同的原子形成的共价键,由于成键原子的电负性不同,它们对共用电子对的吸引力就不同,共用电子对偏向电负性较大的原子,这就使分子的一端带正电荷多些,另一端带负电荷多些,这样的键具有极性,称为极性共价键。例如,



δ^- 表示带有部分负电荷; δ^+ 表示带有部分正电荷。

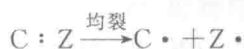
共价键的极性大小是由原子电负性大小和键长决定的。两个原子电负性差值越大,键越长,共价键的极性就越大。

共价键的极性是共价键的很重要的性质,它和化学键的反应性能有着密切的关系。

1.3.3 共价键的断裂方式和有机反应类型

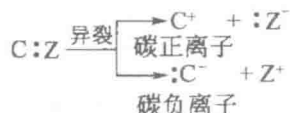
有机反应总是伴随着旧键的断裂和新键的生成,按照共价键断裂的方式可将有机反应分为相应的类型。共价键的断裂主要有两种方式,下面以碳与另一非碳原子之间共价键的断裂说明这一问题。

一种方式称为共价键的均裂,是成键的一对电子平均分给两个原子或基团。



均裂生成的带单电子的原子或基团称为自由基或游离基,如 $\cdot\text{CH}_3$ 叫作甲基自由基。常用 $\text{R} \cdot$ 表示烷基自由基。

共价键经均裂而发生的反应叫自由基反应。这类反应一般在光和热的作用下进行。另一种方式称为共价键的异裂,是共用的一对电子完全转移到其中的一个原子上。



异裂生成了正离子或负离子,如 CH_3^+ 叫作甲基碳正离子, CH_3^- 叫作甲基碳负离子。常用 R^+ 表示碳正离子, R^- 表示碳负离子。

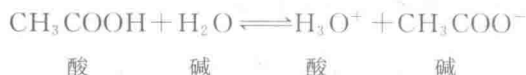
共价键经异裂而发生的反应叫作离子型反应。这类反应一般在酸、碱或极性物质(包括极性溶剂)催化下进行。

1.4 有机化学中的酸碱理论

随着科学的发展,酸碱的含义和范围在不断扩大,很多化学物质都包含其中,因而对它们的认识尤为重要。

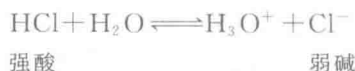
1.4.1 酸碱质子理论

酸碱质子理论又称为布朗斯特酸碱理论,该理论认为:凡是能给出质子的物质(分子或离子)都是酸,凡是能与质子结合的物质都是碱。酸失去质子后生成的物质就是它的共轭碱;碱得到质子生成的物质就是它的共轭酸。例如,乙酸溶于水的反应。



在有机化合物中常含有与电负性较大的原子相连的氢原子,如乙酸、苯磺酸等,容易给出质子得到共轭碱;还有一些含有 O、N 等原子的分子或带负电荷的离子,如乙醚、甲氧负离子等。能够接受质子得到共轭酸;另外,有些化合物既能给出质子又能接受质子,它们既是酸又是碱,如水、乙醇、乙胺等。

酸的强度取决于给出质子能力的强弱,给出质子能力强的是强酸,反之为弱酸。同样,接受质子能力强的碱是强碱,反之为弱碱。此外,在共轭酸碱中,酸的酸性越强,其共轭碱的碱性就越弱。例如, HCl 是强酸,而 Cl^- 则是弱碱。



酸碱反应是可逆反应,可用平衡常数 K_{eq} 来描述反应的进行。例如,

$$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-$$

$$K_{\text{a}} = K_{\text{eq}} [\text{H}_2\text{O}] = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$\text{p}K_{\text{a}} = -\lg K_{\text{a}}$$

酸的强度通常用解离平衡常数 K_{a} 或解离平衡常数的负对数 $\text{p}K_{\text{a}}$ 表示。强酸具有低的 $\text{p}K_{\text{a}}$ 值,弱酸具有高的 $\text{p}K_{\text{a}}$ 值。

1.4.2 酸碱电子理论

酸碱电子理论又称为路易斯酸碱理论,该理论认为:能够接受未共用电子对者为路易斯酸,即酸是电子对的接受体;能够给出电子对者为路易斯碱,即碱是电子对的给予体。酸和碱的反应是通过配位键生成酸碱络合物。



路易斯酸的结构特征是具有空轨道原子的分子或正离子。例如, H^+ 的空轨道,可以接受一对电子,故 H^+ 是酸。由此可见,路易斯酸包括全部布朗斯特酸。又如, BF_3 中的硼原子,价电子层有六个电子,可以接受一对电子,所以 BF_3 也是酸。路易斯碱的结构特征是具有未共用电子对原子的分子或负离子。例如, :NH_3 和 :OH^- 能够提供未共用电子对,它们是碱。常见的路易斯酸碱如下所示:

路易斯酸: BF_3 、 AlCl_3 、 SnCl_4 、 LiCl 、 ZnCl_2 、 H^+ 、 R^+ 、 Ag^+ 等。

路易斯碱: H_2O 、 NH_3 、 CH_3NH_2 、 CH_3OH 、 CH_3OCH_3 、 X^- 、 OH^- 、 CN^- 、 NH_2^- 、 RO^- 、 R^- 等。

路易斯碱就是布朗斯特碱,但路易斯酸则比布朗斯特酸范围广泛。布朗斯特酸碱理论和路易斯酸碱理论在有机化学中均有重要用途。

1.5 有机化合物的分类

有机化合物的数量非常庞大,但结构相似的化合物很多,其性质也相似。为便于系统地研究,现将有机化合物按结构特征进行分类。常用的分类方法有两种:一种是根据分子中碳原子的连接方式(即按碳架)分类;另一种是按官能团分类。

1.5.1 按碳架分类

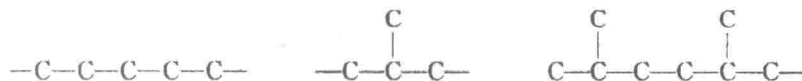
目前所涉及的有机化合物均是以碳元素为主体,因此按碳架分类是十分重要的。分子中的碳原子可以通过碳碳、碳氮、碳氧之间的连接来形成碳架。当然,在连接的过程中将按照它们各自的化合价进行。碳架可以根据其不同的连接方式所构成的形状分为如下两大类。

1. 链状碳架

由于有机分子是以碳原子为主体,因而碳碳间的连接就成为分子的骨架,它们又可以分为饱和碳链和不饱和碳链。

(1) 饱和碳链

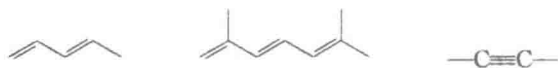
分子中各个碳原子均以单键相连,所剩下的价键则与氢原子或其他元素结合,由此形成一系列的饱和碳氢化合物及其衍生物。例如,



当碳原子数超过四个时,就可形成叉链或支链,见上式。

(2) 不饱和碳链

如果两个碳原子以两个价键或三个价键相结合,则将形成双键和三键。例如,



2. 环状碳架

分子两端的碳原子再各以一个价键相连接,此时就形成了各种形状 of 环,它可以分成三大类。

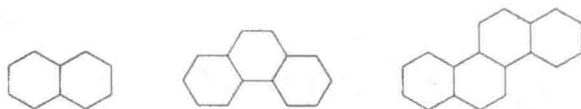
(1) 单环碳架

单环碳架包括三角形、四边形、五边形以及由七个以上碳原子所形成的大环化合物。当然,它们可以是饱和的或不饱和的,见下列各式。



(2) 稠环碳架

两个以上的环耦合在一起所形成的碳架,它们可以由四元环与五元环,也可以由四元环与六元环,六元环与六元环之间耦合,还可以是三个以上环之间的耦合。耦合碳架也存在饱和的与不饱和的化合物。具体例子见下列各式。



(3) 杂环碳架

如果有其他元素的原子参与成环,则此类环就称为杂环。它们也同样存在单环和稠环,也有饱和的和不饱和的化合物。具体例子见下列各式。



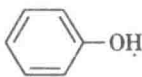
1.5.2 按官能团分类

有机化合物的化学性质主要取决于官能团。由于含有相同官能团的化合物的化学性质基本相似,所以可将含有同样官能团的化合物归为一类。表 1-2 列出了一些常见有机化合物的类别及其官能团。

表 1-2 常见有机化合物的类别及其官能团

有机化合物类别	官能团	官能团名称	化合物举例
烯烃	>C=C<	碳碳双键	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ 乙烯

续表

有机化合物类别	官能团	官能团名称	化合物举例
炔烃	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	碳碳三键	$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$ 乙炔
卤代烃	$-\text{X}(\text{Cl}, \text{Br}, \text{I})$	卤素	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{Cl}$ 氯乙烷
醇、酚	$-\text{OH}$	羟基	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{OH}$ 乙醇  苯酚
醚	$\begin{array}{c} \quad \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}- \\ \quad \end{array}$	醚键	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ 乙醚
醛、酮	$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{O} \end{array}$	羰基	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{H} \end{array}$ 乙醛 $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$ 丙酮
羧酸	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ -\text{C}=\text{O} \end{array}$	羧基	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ 乙酸
硝基化合物	$-\text{NO}_2$	硝基	 硝基苯
胺	$-\text{NH}_2$	氨基	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{NH}_2$ 乙胺
偶氮化合物	$-\text{N}=\text{N}-$	偶氮基	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{N}=\text{N}-\text{C}_6\text{H}_5$ 偶氮苯
腈	$-\text{C}\equiv\text{N}$	氰基	$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{N}$ 乙腈
硫醇	$-\text{SH}$	巯基	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{SH}$ 乙硫醇
磺酸	$-\text{SO}_3\text{H}$	磺酸基	 苯磺酸

第2章 立体化学

2.1 分子模型的平面表示方法

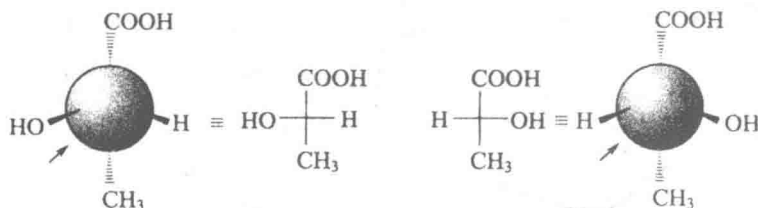
由于分子是以一定的空间形象存在的,很多情况下,特别是在研究分子的立体化学行为时,分子结构必须用立体形式来表达。虽然可以借助分子模型来描述分子的立体形象,但是不可能在任何情况下总用分子模型来讨论立体化学问题。因此必须学会用平面结构来表达分子的立体形象,并且能从平面结构中辨认出分子中原子或基团的相对位置和空间关系。下面讨论几种常用的分子模型的平面表示方法。

2.1.1 费歇尔投影式

费歇尔投影式也称为十字式,是德国化学家费歇尔(E. Fischer)1891年提出的一种平面表达式。

1. 投影规则

下面以乳酸分子模型为例介绍投影规则。



①把球棒模型所代表的分子碳链竖立放置,将命名时编号最小的碳原子放在上面,编号最大的碳原子放在下方。

②中心碳原子在纸平面上,竖键指向纸平面的后方,横键指向纸平面的前方,由前向后投影。投影式中的 OH 与 H 在横键上,表示向前,COOH 与 CH₃ 竖键上,表示朝后。“+”交叉处为中心碳原子。

2. 使用规则

在不需要强调命名顺序时,分子模型可以改变位置,按其他方式放置(但左右指向的原子或基团必须朝前,上下指向的朝后)和投影。如乳酸的分子模型可有多种放置方法,每种放置都会