



普通高等教育“十二五”规划教材

医用有机化学

彭彩云 黄珍 彭东明 主编

YIYONG YOUJI
HUAXUE



化学工业出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

医用有机化学

彭彩云 黄 珍 彭东明 主编



化学工业出版社

·北京·

本书共十五章，主要内容包括有机化学概论，饱和烃，不饱和烃，芳香烃，立体化学基础，卤代烃，醇、酚、醚，醛和酮，羧酸及取代羧酸，羧酸衍生物及碳酸衍生物，含氮有机化合物，杂环化合物，糖类化合物，油脂、磷脂、甾体与萜类化合物，氨基酸、蛋白质和核酸等内容。主要讨论了有机小分子的结构与性质，为医药专业学生理解生命科学中的分子过程、药物的构效关系及药理作用等奠定必要的基础；还讨论了化学结构与性质及与生理功能之间的关系，力争拓宽学生的知识视野，以适应 21 世纪对高等学校人才培养的要求。

本书可供普通高等教育中医学、临床医学、口腔医学、医学检验、医学贸易等医学类专业使用，也可供高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

医用有机化学/彭彩云，黄珍，彭东明主编. —北京：化学工业出版社，2014.1

普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-122-19206-6

I. ①医… II. ①彭…②黄…③彭… III. ①医用化学-有机化学-高等学校-教材 IV. ①R313

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 290619 号

责任编辑：旷英姿 朱 理
责任校对：边 涛

文字编辑：向 东
装帧设计：王晓宇

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 刷：北京市振南印刷有限责任公司

装 订：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{1}{4}$ 字数 350 千字 2014 年 3 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：29.00 元

版权所有 违者必究

编写人员

主 编 彭彩云 黄 珍 彭东明
副 主 编 汪美芳 牛丽颖 李 玲
盛文兵 王福东 傅榕赓

编写人员 (以姓氏笔画为序)

王福东 湖南中医药大学
牛丽颖 河北中医学院
方 方 安徽中医药大学
卢茂芳 湖南中医药大学
任艳青 河北中医学院
李 玲 湖南中医药大学
李云耀 湖南中医药大学
汪美芳 皖南医学院
张京玉 河南中医学院
赵晓娟 甘肃中医学院
高 颖 长春中医药大学
谈春霞 甘肃中医学院
黄 珍 成都中医药大学
黄 培 湖南中医药大学
盛文兵 湖南中医药大学
崔力剑 河北中医学院
彭东明 湖南中医药大学
彭彩云 湖南中医药大学
傅榕赓 湖南中医药大学
谢箐琛 湖南中医药大学

前 言

为了更好地适应新形势下高等中医药教育的发展与改革的需要，培养高等中医药创新型、复合型人才目标，结合高等学校医学专业本科医用有机化学课程以及课程改革的要求，本书按教学计划讲授 48 学时而编写的，其中理论课讲授 40 学时。

医用化学是医学类专业的重要基础课程，力求根据教学时数，精选教学内容，使学生在有限的课时内理解并掌握医用有机化学的基本理论和基本知识。

科学技术日益进步，导致学科之间的相互交叉和相互渗透。在医药学方面，有机化学与相关学科的关系起了深刻变化，为此，本书增添了一些医药方面与有机化学相关的新内容。生命过程本身就是化学变化的表现，有机化学是主要研究有机化合物的组成、结构和性质（物理性质、化学性质、生物活性等），在分子、原子水平上研究有机化合物的变化和反应规律，以及结构与性质的相互关系的一门学科。如今分子生物学在解释生命过程中取得了巨大的进展，分子生物学与分子药理学阐明了许多生物大分子与疾病的关系，这一切要求有机化学等学科在分子水平上进一步加以阐述，因此医药工作者对有机化学的主要内容、现状和发展趋势应给予充分重视。

本书主要讨论了有机小分子的结构与性质，为医药专业学生理解生命科学中的分子过程、药物的构效关系及药理作用等奠定必要的基础；还讨论了化学结构与性质及与生理功能之间的关系，力争拓宽学生的知识视野，以适应 21 世纪对高等学校人才培养的要求。

本书分别讲述有机化学基本概念、链烃、环烃、立体化学基础、卤代烃、醇酚醚、羰基化合物、羧酸与取代羧酸、羧酸衍生物与碳酸衍生物、含氮化合物、杂环化合物、糖类化合物、脂类、氨基酸、蛋白质和核酸等内容。为方便教学，本书配套有电子课件。

湖南中医药大学方渡老师对本书的编写和出版给予了宝贵的帮助与指导，黄巧玲、毛芳萍老师对本书出版提供了帮助，提出了许多宝贵的建议，在此一并表示感谢。

虽然编者对本书的出版做了大量工作，但由于水平有限，书中难免有疏漏和不当之处，敬请读者不吝指正。

编者

2013 年 9 月

目 录

第一章 有机化学概论	1
第一节 有机化合物的特性和分类	1
一、有机化合物的特性	1
二、有机化合物的分类	2
第二节 有机化合物的结构	3
一、共价键结构理论	3
二、杂化轨道理论	4
第三节 共价键的性质	5
一、键长	5
二、键角	5
三、键能	5
四、键的极性和极化性	6
【知识链接】 有机化学的奠基人——卡尔·肖莱马	7
习题	7
第二章 饱和烃	9
第一节 烷烃	9
一、烷烃的分子结构和异构现象	9
二、烷烃的命名	12
三、烷烃的物理性质	15
四、烷烃的化学性质	16
五、常见代表化合物	18
第二节 脂环烃	19
一、脂环烃的分类	19
二、脂环烃的命名	19
三、脂环烃的性质	19
四、环己烷及其衍生物的构象	21
【知识链接】 在脂环族化合物研究中做出杰出贡献的 chemist——奥托·瓦拉赫	23
习题	23
第三章 不饱和烃	25
第一节 烯烃	25
一、烯烃的结构	25
二、烯烃的异构现象	26
三、烯烃的命名	27

四、诱导效应·····	28
五、烯烃的物理性质·····	29
六、烯烃的化学性质·····	29
七、常见代表化合物·····	33
第二节 炔烃·····	34
一、炔烃的分子结构与命名·····	34
二、炔烃的物理性质·····	36
三、炔烃的化学性质·····	36
四、常见代表化合物·····	38
第三节 二烯烃·····	38
一、二烯烃的分类和命名·····	38
二、二烯烃的结构·····	39
三、共轭体系和共轭效应·····	40
四、共轭二烯烃的化学性质·····	41
五、常见代表化合物·····	43
【知识链接】 马尔科夫尼科夫·····	44
习题·····	44
第四章 芳香烃 ·····	48
第一节 单环芳烃·····	49
一、苯的结构·····	49
二、苯的同分异构和命名·····	49
三、苯的物理性质·····	50
四、苯的化学性质·····	50
五、苯环上取代反应的定位规律·····	54
六、常见代表化合物·····	58
第二节 稠环芳烃·····	58
【知识链接】 有机化学结构理论发展的里程碑式化学家——凯库勒·····	61
习题·····	61
第五章 立体化学基础 ·····	63
第一节 手性异构的基本概念·····	63
一、平面偏振光和旋光性物质·····	63
二、旋光度和比旋光度·····	64
三、手性和手性异构·····	65
四、对称因素和手性因素·····	67
第二节 手性异构体构型的表示式与标记·····	68
一、手性异构体的构型表示式·····	68
二、手性异构体构型的标记·····	70
第三节 非对映手性异构体及内消旋体·····	72
一、含两个不同手性碳的手性异构·····	72
二、含有构造对称点化合物的手性异构·····	72

三、脂环化合物的立体异构	73
四、手性异构与生物医学的关系	73
【知识链接】 首届诺贝尔化学奖获得者——范特霍夫	74
习题	74
第六章 卤代烃	76
第一节 卤代烃的分类和命名	76
一、卤代烃的分类	76
二、卤代烃的命名	76
第二节 卤代烃的性质	77
一、卤代烃物理性质	77
二、卤代烃的化学性质	78
第三节 常见的卤代烃	82
【知识链接】 格氏试剂的发现者——格利雅	84
习题	84
第七章 醇、酚、醚	86
第一节 醇	86
一、醇的分类	86
二、醇的命名	87
三、醇的物理性质	88
四、醇的化学性质	89
五、常见代表化合物	93
第二节 酚	94
一、酚的分类和命名	94
二、酚的物理性质	95
三、酚的化学性质	95
四、常见的代表化合物	97
第三节 醚	98
一、醚的分类与命名	98
二、醚的物理性质	99
三、醚的化学性质	99
四、常见的代表化合物	100
【知识链接】 提出亲核取代反应和消除反应机制的 chemist——英果尔德	101
习题	101
第八章 醛和酮	103
第一节 醛、酮的分类和命名	103
一、醛、酮的分类	103
二、醛、酮的命名	104
第二节 醛、酮的物理性质	105
第三节 醛、酮的化学性质	105
一、亲核加成反应	106

二、 α -氢原子的反应	110
三、氧化和还原反应	112
四、醛的显色反应	115
五、醌	115
六、常见代表化合物	116
【知识链接】 维生素 A 与视黄醛	117
习题	118
第九章 羧酸及取代羧酸	120
第一节 羧酸	120
一、羧酸的分类和命名	120
二、羧酸的物理性质	122
三、羧酸的化学性质	123
四、常见代表化合物	127
第二节 取代羧酸	128
一、取代羧酸的分类和命名	128
二、羟基酸	129
三、羧基酸	133
【知识链接】 天然果酸化合物在医疗美容上的应用	134
习题	135
第十章 羧酸衍生物及碳酸衍生物	137
第一节 羧酸衍生物	137
一、羧酸衍生物的分类和命名	137
二、羧酸衍生物的物理性质	138
三、羧酸衍生物的化学性质	139
第二节 碳酸衍生物	142
【知识链接】 研究羧酸酯类的有机化学家——缅舒特金	144
习题	144
第十一章 含氮有机化合物	146
第一节 硝基化合物	146
一、硝基化合物的分类与命名	146
二、硝基化合物的理化性质	146
第二节 胺类	147
一、胺的分类和命名	147
二、胺的结构	148
三、胺的物理性质	149
四、胺的化学性质	149
五、重氮化合物	152
六、季铵盐与季铵碱	154
七、常见的胺类化合物及其衍生物	154
第三节 生物碱	156

一、生物碱的一般性质	156
二、几种重要的生物碱	156
【知识链接】 研究胺化合物的有机化学家——奥格斯特·威廉·冯·霍夫曼	158
习题	158
第十二章 杂环化合物	160
第一节 杂环化合物的分类和命名	160
一、杂环化合物的分类	160
二、杂环化合物的命名	161
第二节 六元杂环化合物	163
一、吡啶的结构	163
二、吡啶的化学性质	163
三、吡啶衍生物	165
四、嘧啶及其衍生物	165
第三节 五元杂环化合物	166
一、呋喃、吡咯和噻吩的结构	166
二、呋喃、吡咯和噻吩的理化性质	166
三、嘌呤及其衍生物	168
【知识链接】 “现代有机合成之父”——罗伯特·伯恩斯·伍德沃德	169
习题	170
第十三章 糖类化合物	171
第一节 单糖	171
一、单糖的结构	171
二、单糖的物理性质	175
三、单糖的化学性质	175
四、重要的单糖及其衍生物	179
第二节 低聚糖	181
一、还原性二糖	181
二、非还原性二糖	182
三、环糊精	183
第三节 多糖	184
一、均多糖	184
二、杂多糖	187
【知识链接】 糖化学之父——费歇尔	188
习题	188
第十四章 油脂、磷脂、甾体与萜类化合物	190
第一节 油脂	190
一、油脂的组成	190
二、油脂的性质	191
第二节 磷脂	193

一、甘油磷脂	193
二、鞘磷脂	194
第三节 甾体化合物	195
一、甾体化合物的结构	195
二、各类甾体化合物简介	196
第四节 萜类化合物	199
一、链状单萜类化合物	199
二、单环单萜类化合物	200
三、双环单萜类化合物	200
四、其他萜类化合物	201
【知识链接】 人工雌激素炔雌醇和炔诺酮	203
习题	204
第十五章 氨基酸、蛋白质和核酸	205
第一节 氨基酸与多肽	205
一、氨基酸的结构、分类、命名	205
二、氨基酸的理化性质	206
三、多肽	209
第二节 蛋白质	209
一、蛋白质的元素组成及含量	209
二、蛋白质的分类	209
三、蛋白质的分子结构	210
四、蛋白质的性质	211
第三节 核酸	213
一、核酸的组成和分类	213
二、核苷	214
三、核苷酸	214
四、核酸的性质	216
【知识链接】 核酸疫苗	217
习题	217
参考文献	218

热、加压、搅拌或使用催化剂等方法来加快反应速率。

(5) 反应产物复杂 在主要反应发生的同时还常伴有副反应发生。

(6) 普遍存在同分异构现象 有机化合物中普遍存在多种同分异构现象，可分为构造异构、顺反异构、对映异构（又称旋光异构）等，这是有机化合物的重要特点，也是有机化合物数目众多的主要原因之一。

以上这些特点都是相对的，例如有的有机化合物并不燃烧，有机酸的盐类在灼烧时可能炭化变黑，但不能烧尽，并留有残渣，含有强极性基团的一些有机化合物在水中也有较大的溶解度，有些有机化合物的反应速率极快。

二、有机化合物的分类

有机化合物的结构与其性质密切相关，因此有机化合物按其结构通常采取两种分类方法，一种是按碳架分类，另一种是按官能团分类。

(一) 按碳架分类

根据分子中碳原子结合而成的基本骨架不同，有机化合物可分为链状化合物、碳环化合物和杂环化合物三种类型。

1. 链状化合物

也称为开链化合物，分子中的碳原子连接成链状。又因链状化合物首先是在油脂中发现的，所以又称为脂肪族化合物。如：



2. 碳环化合物

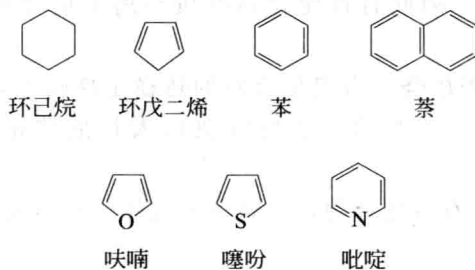
分子中含有由碳原子组成的环状结构，故称碳环化合物。它又可分为两类。

(1) 脂环族化合物 分子中的碳原子连接成环状，其性质与脂肪族化合物相似，称为脂环族化合物。如环己烷、环戊二烯等。

(2) 芳香族化合物 分子中含有苯环结构的化合物，称为芳香族化合物。如苯、萘等。

3. 杂环化合物

分子中含有由碳原子和氧、硫或氮等杂原子组成的杂环。如呋喃、噻吩、吡啶等。



(二) 按官能团分类

有机化合物中一些常见的官能团及其有关化合物的分类情况见表 1-1。

表 1-1 常见官能团及其相应化合物

官能团		化合物类别	化合物举例	
名称	结构			
双键		烯烃	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	乙烯
三键	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	炔烃	$\text{CH}\equiv\text{CH}$	乙炔
羟基	$-\text{OH}$	醇	CH_3OH	甲醇
		酚		苯酚
羰基		醛	CH_3CHO	乙醛
		酮		丙酮
羧基		羧酸	CH_3COOH	乙酸
氨基	$-\text{NH}_2$	胺	CH_3NH_2	甲胺
硝基	$-\text{NO}_2$	硝基化合物		硝基苯
卤素	$-\text{X}(\text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I})$	卤代烃	CH_3Cl	氯甲烷
巯基	$-\text{SH}$	硫醇	$\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$	乙硫醇
		硫酚		苯硫酚
磺酸基	$-\text{SO}_3\text{H}$	磺酸		苯磺酸
氰基	$-\text{C}\equiv\text{N}$	腈	CH_3CN	乙腈
醚键		醚	$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$	二甲醚

第二节 有机化合物的结构

一、共价键结构理论

相邻两个或多个原子间强烈吸引的相互作用叫化学键 (chemical bond)，现代量子力学的价键理论认为，共价键 (covalent bond) 的形成是原子轨道重叠或电子配对的结果。具有单个自旋反平行电子的两个原子相互接近到一定距离时，它们之间的作用为相互吸引，电子配对的结果导致两个原子轨道发生交盖，交盖区域内自旋反平行的两个电子为两个原子所共有，这种电子配对和原子轨道的交盖增强了对成键两原子核间的吸引力，减少了两原子核之间的排斥力，故降低了体系的能量而成键。例如，氢分子的形成如图 1-1 所示。

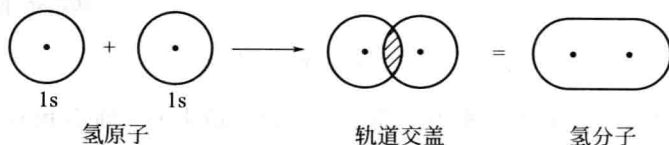


图 1-1 氢原子的 s 轨道交盖形成氢分子

由于除 s 轨道外，其它成键的原子轨道都不是球形对称的，所以共价键具有明显的方向性。另外，成键电子必须是自旋反平行的未成对电子，才能相互接近而结合成键，如果一个原子的未成对电子与另一个原子的未成对电子结合（配对），就不能再与第三个电子配对，这就是共价键的饱和性。上述以自旋反平行的单电子偶合配对而形成共价键的处理方法一般称为价键法（Valence bond method，简称 VB 法）也称电子配对法。

根据价键理论的观点，成键电子处于以共价键相连原子的区域内，即成键电子处于成键原子之间，是定域的。

二、杂化轨道理论

按照经典价键理论（电子配对法），碳原子似乎只有两个成单的 p 电子，只可能形成两个共价键。但实际上有机化合物中的碳原子一般都是四价，而且所成键的键角随碳原子的结合情况不同而异。因此价键理论提出了原子轨道杂化的设想。杂化轨道理论是经典价键理论的延伸和发展，杂化轨道理论认为碳原子在成键时，受外界能量和结构环境的影响，其 s 轨道和 p 轨道将通过激发和重组形成新的轨道。这种经过激发和重组后的新的原子轨道称做杂化轨道。P 区元素的原子轨道的杂化最常见的有三种类型，现以碳原子为例说明，如图 1-2 所示。

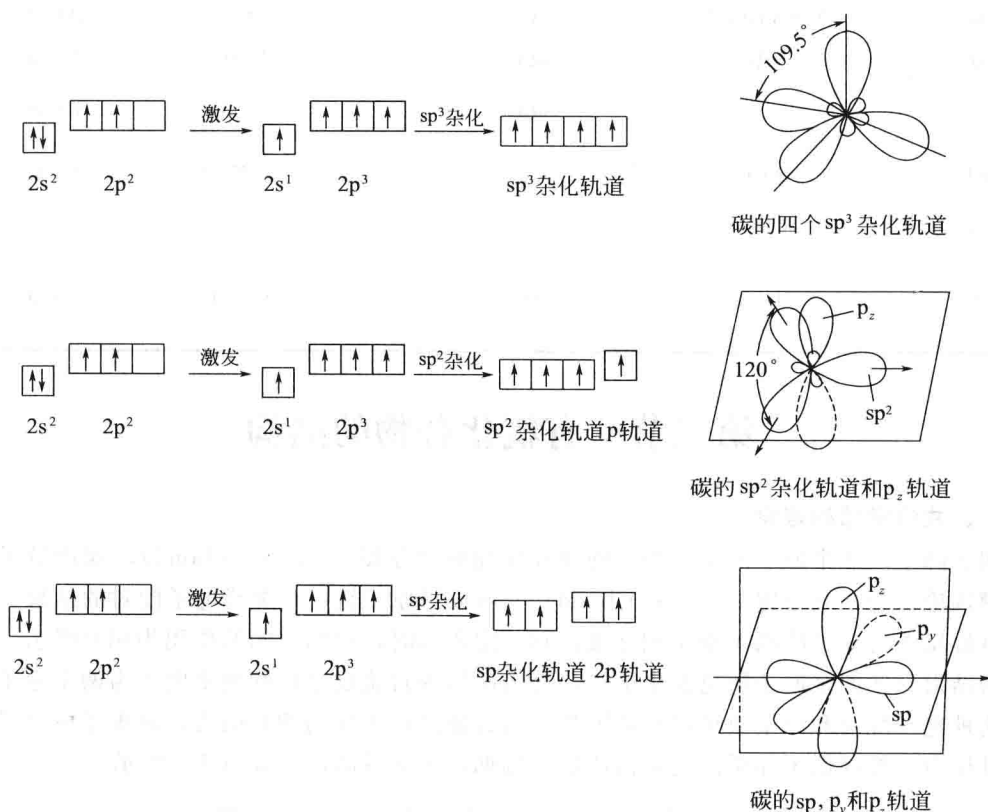







图 1-2 碳原子的三种基本杂化方式

这种杂化轨道形状呈一头大一头小的葫芦形，它比原来的 s 轨道和 p 轨道具有更大的方向性和伸展半径，其成键能力也比 s 和 p 轨道大。因此，碳原子杂化后形成四价化合物的过程是一个能量降低、趋于稳定的有利过程。碳原子中各种原子轨道的主要特点可归纳如表

1-2 所示。

表 1-2 碳原子中各种原子轨道形状及相对伸展半径

原子轨道	s	p	sp	sp ²	sp ³
轨道形状					
轨道夹角	0°	90°	180°	120°	109.5°
轨道形状	球形	哑铃形	葫芦形	葫芦形	葫芦形
轨道分布形状	—	x、y、z 轴垂直	直线形	平面三角形	四面体

碳原子及其它 P 区元素的 spⁿ 杂化, 是为了适应分子结构环境, 降低分子内能的一种行为。原子轨道经过杂化后再与其它原子或基团形成共价键, 能使原子以最佳的空间夹角与成键原子相结合, 尽可能形成最多的共价键, 成键原子轨道间实现最大重叠, 从而使分子的热力学稳定性提高。

第三节 共价键的性质

在各类化合物中, 共价键有键长、键角、键能和键的极性等基本特性。这些特征的物理量可通过测试仪器获得相应的数据, 是了解分析有机物性质和立体结构的基本物理参数。

一、键长

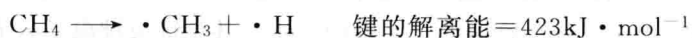
成键的两个原子核之间的距离称为键长 (bond length)。用 X 射线衍射法、电子衍射法及光谱分析法等近代物理方法, 可以测定各种键的键长。键长的单位可用 nm 表示, 也可用 Å 表示 (1Å = 10⁻¹⁰ m = 10⁻¹ nm)。在不同的化合物中, 由于化学结构不同, 分子中原子间的相互影响不同, 共价键的键长也存在一些差异。键长取决于成键原子的性质和它们的结合方式, 例如, C—C、C=C、C≡C 的, 结合方式不同, 它们的键长也不同。如 C—C 最长 (0.154nm), C=C 次之 (0.134nm), 而 C≡C (0.120nm) 最短。

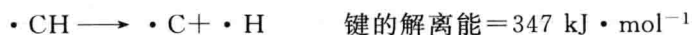
二、键角

两价以上的原子在与其它原子成键时, 键与键之间的夹角称为键角 (bond angle)。碳原子的键角与杂化方式有关, 如乙烯的 C—H 键角是 120°, 乙炔中的 C—H 键角是 180°。在不同分子中同类元素的原子由于周边结构环境的不同所形成的键角不尽相同, 如甲烷分子中 ∠H—C—H 为 109°28', 而丙烷分子中 ∠C—CH₂—C 为 112°, 水分子中 ∠H—O—H 为 105°, 而二甲醚中 ∠C—O—C 则为 111.7°。这是由于分子中各原子或基团体积和非键斥力的差异所致。

三、键能

形成共价键的过程中体系放出的能量, 或共价键断裂过程中体系所吸收的能量, 称为键能 (bond energy)。一个共价键均裂为相应的两个基团时所需的能量, 称为共价键的解离能 (bond dissociation energy)。对于双原子分子, 共价键的键能也就是它的键解离能。但对多原子分子来说, 键能则是断裂分子中相同类型共价键所需能量的均值。以甲烷为例, 其各键的解离能为:





四个 C—H 键分解时所吸收的总热量为 $1657 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，一般认为分解一个 C—H 键所吸收的热量为 $1657/4 = 414.2 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，这是一个平均值，一般称为 C—H 键的键能。因此，键的解离能的数据指解离某个特定共价键的键能。可见在多原子分子中，键能与键的解离能是有差别的。

键能是表示共价键稳定性的一种物理量，一般说来，键能越大，表示两个原子间的结合越牢固，强度越大。

四、键的极性和极化性

当两个相同原子成键时，其电子云对称地分布于两个原子核之间，这种键是无极性的。这种共价键叫做非极性共价键，这种分子称为非极性分子，如 H_2 、 Cl_2 等。但当两个不同原子成键时，由于两种元素的电负性 (χ) 不同，成键电子云偏向电负性较大的原子一端，使它具有部分负电荷性质，用 δ^- 表示；另一端原子具有部分正电荷性质，用 δ^+ 表示。这种共价键是有极性的，叫做极性共价键或简称极性键 (polar bond)。例如：



共价键的极性大小取决于成键两原子的电负性值之差 $\Delta\chi$ ，与外界条件无关，是永久的性质。同一元素的电负性随杂化状态的不同而有显著差异。键的极性大小一般用偶极矩 (dipole moment) 表示。偶极矩 (μ) 定义为：

$$\mu = qd$$

式中， q 为正、负电荷中心上的荷电量，C； d 为正负电荷中心间距离 (偶极长)，m； μ 为偶极矩， $\text{C} \cdot \text{m}$ 。偶极矩是用以衡量键极性大小的物理量。

偶极矩是一个向量，具有方向性，一般用 “ \rightarrow ” 表示，箭头由 δ^+ 到 δ^- 。

偶极矩值越大，键的极性也越大。双原子分子中键的偶极矩即是分子的偶极矩，但多原子分子的极性则不然，它不仅决定于键的极性，而且还决定于各键在空间分布的方向。它是分子中各个共价键偶极矩的向量和。例如四氯化碳的分子中虽含极性键，但由于分子中呈正四面体分布的各键偶极矩的向量和等于零，故四氯化碳都是非极性分子。

极性是由于成键原子的电负性不同引起的，是键的内在性质，这种极性是永久性的。

当极性或非极性分子处于外界电场时，电场对分子中的共价键即产生影响，引起电子云密度的重新分布，从而改变了键的极性。非极性分子也会变为瞬时极性分子。这种由于外界电场作用而引起键的极性变化的现象称为键的极化 (Polarization)。因为分子中成键原子或键的类型，以及分子中原子的连接方式等不同，所以受外界电场的影响也不同，从而导致键的极化程度难易不同。

分子和共价键产生暂时极性的能力一般称为极化度 (Polarizability)。键的极化度大小主要决定于成键原子电子云流动性和原子半径的大小，共价键成键电子云流动性越大，成键

原子的原子半径越大, 键的极化度也越大; 反之键的极化度也就越小。例如, $C-X$ (X 代表卤素) 键的极化度按如下顺序递增: $C-F < C-Cl < C-Br < C-I$ 。又如 π 键比 σ 键的极化度大, 如非极性的乙烯 ($CH_2=CH_2$) 分子若与试剂作用时, 则一般易发生加成反应, 这是因为乙烯分子中具有流动性较大的 π 电子云, 易受试剂的影响, 分子中的 π 键起着决定性作用。

键的极化是在外界电场作用下产生的, 是一种动态的暂时现象, 如果消除外界电场的影响时, 它即恢复原来状态。

共价键是有机化合物分子中的主要键型, 共价键的键能和键长反映了键的强度, 即分子的热力学稳定性; 键角反映了分子的空间形象; 偶极矩和键的极化性反映了分子的化学反应活性。实际上共价键的各种属性都在不同程度上影响着分子的理化性质。

【知识链接】

有机化学的奠基人——卡尔·肖莱马

肖莱马于 1834 年 9 月 30 日诞生于德国黑森林州达姆斯塔德城的一个手工业工人家庭。1850 年, 卡尔到本城一所职业学校受教育, 1853 年, 他因家境困难而辍学。1856 年, 他来到海德堡一家药店当配药助手。在海德堡大学, 肖莱马想方设法去旁听化学家本生的讲课。

1859 年, 他仅靠自己谋生所积蓄的钱, 投考著名化学家李比希主持的吉森大学化学系。又因学费不足, 肖莱马只读了一个学期便离开了学校。此时恰逢英国曼彻斯特的欧文斯学院化学教授罗斯科招聘一名私人的实验助手, 肖莱马闻讯立即赶赴英国, 经过努力终于成为罗斯科的实验助手。他一面自学, 一面研究, 很快取得了许多成果, 1871 年, 被破格选为英国皇家学会会员, 1874 年, 他成为欧文斯学院的第一个有机化学教授。

肖莱马对有机化学发展最主要的贡献是对脂肪烃的系统研究。肖莱马把简单的烷烃看成是可以衍生一切有机物的细胞。18 世纪 60 年代初, 他从煤焦油和石油中分离出戊烷、己烷、庚烷和辛烷, 对其沸点、分子量及元素组成进行了测定, 并发表了论文《论烛煤干馏产物中所含的醇基氢化物》。肖莱马通过多次实验, 在 1864 年证明了二甲基 (CH_3-CH_3) 与氢化乙基 (C_2H_5-H) 属同一物质并指出碳原子四个化合价的等同性, 这一结论为结构化学奠定了重要基础。他发现了一条定律, 该定律指出烷烃分子随着碳原子的增加, 沸点逐步升高, 直链烷烃与具有同样碳原子数的支链烷烃相比, 具有更高的沸点。这一定律清楚地说明有机物性质与其结构之间存在内在的联系, 即有机物的性质是由其化学结构决定的。他最先通过化学结构理论这一观点编写了《有机化学教程》。

1892 年 6 月, 肖莱马因病在曼彻斯特逝世。为纪念他, 欧文斯学院创建“卡尔·肖莱马化学实验室”。

习 题

1. 指出下列化合物中各原子的轨道杂化状态 (氢原子除外)。

