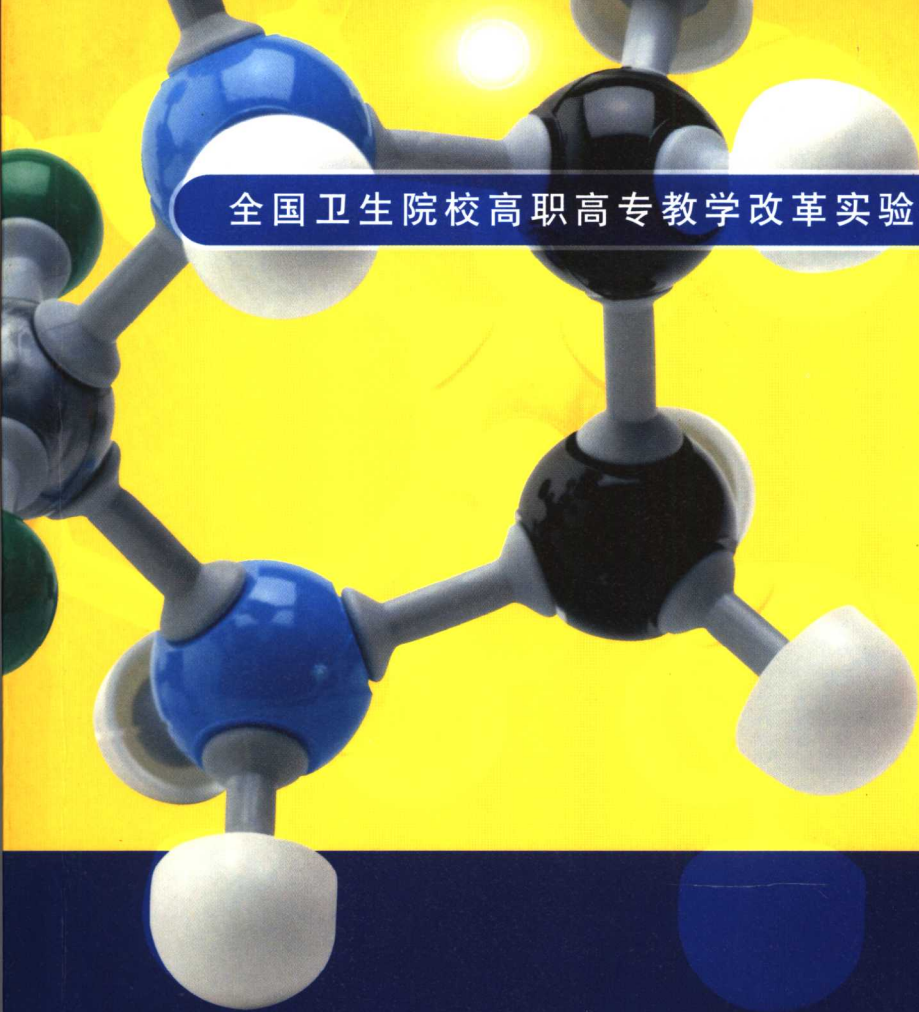




全国卫生院校高职高专教学改革实验教材

有机化学

(药学类各专业用)

□ 主编 王 宁



高等教育出版社

全国卫生院校高职高专教学改革实验教材

有机化学

(药学类各专业用)

主 编 王 宁

副主编 刘志红

编 者 (以姓氏拼音为序)

陈 钩 盐城卫生职业技术学院

刘志红 长春医学高等专科学校

石晓霞 邢台医学高等专科学校

田永峰 定西卫生学校

童珊珊 盐城卫生职业技术学院

王 宁 盐城卫生职业技术学院

张建平 临汾职业技术学院

张启明 安庆卫生学校

郑国金 楚雄卫生学校

高等教育出版社

内容简介

本书是全国卫生院校高职高专教学改革实验教材,是在编者多年教学实践的基础上编写的。

本书旨在建立以有机化合物结构与性质为基础的教学体系,力求从结构的角度阐明各类基本反应。全书共分2个部分,第一部分为理论知识,共有15章,按官能团体系,从结构与性质之间的关系入手,阐述有机化合物基本知识和基本反应,并注意联系医药实际。第二部分为有机化学实验,共有20个实验,由基本操作、性质实验和有机合成组成。在编写过程中力求体现高等职业教育的特点,严格贯彻专业培养目标,强调基本理论知识和实践技能。

本书供药学、药剂学、中药学、中药制剂、医药市场营销等专业学生使用,也可作相关专业函授学生的自修用书。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学 / 王宁主编. —北京: 高等教育出版社,
2005.12

(药学类各专业用)

ISBN 7-04-018062-6

I. 有... II. 王... III. 有机化学-高等学校:
技术学校-教材 IV. O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 132980 号

策划编辑 席 雁 责任编辑 耿承延 封面设计 张 楠 责任绘图 尹 莉
版式设计 王 莹 责任校对 金 辉 责任印制 韩 刚

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京原创阳光印业有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 18.75
字 数 450 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2005 年 12 月第 1 版
印 次 2005 年 12 月第 1 次印刷
定 价 29.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18062-00

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

前 言

为积极推进高职高专课程和教材改革,开发和编写反映新知识、新技术、新工艺、新方法,具有职业教育特色的课程和教材,针对高职高专培养应用型人才的目标,结合教学实际,高等教育出版社组织有关专家、教师及临床一线人员编写了本教材。

有机化学是高等职业教育药学专业的基础课,其主要任务是使学生能掌握有机化学的基本理论、基本知识和基本反应,为后续课程打下坚实的基础,培养学生运用有机化学知识分析问题和解决问题的能力,并为今后的进一步发展提供必要的知识准备。

本着药学专业对有机化学知识、能力和素质的要求为指导思想,按官能团体系对化合物分类,以官能团为纲,以结构和反应为主线,阐明各类有机化合物的结构和性质之间的关系。在内容上力求保持有机化学学科的系统性,同时体现简明、实用的特色,为了便于学生理解,难点分散在各章节,循序渐进。例如,有关碳原子的几种杂化类型,分散在烷、烯、炔的各个章节之中。针对高等职业教育的特定对象,将立体的概念分散在各个章节之中,而将立体化学的系统理论集中在第十章。部分重点内容适当重复,突出了结论和应用,删减了较繁琐的描述和中间推导过程,这部分内容可根据学生的理解能力在课堂上完成,为教师因材施教、发挥教学特色提供空间,以利于教师形成不同教学风格。

在本教材的编写过程中,得到各编写学校的大力支持,受到上海师范大学薛永佳教授的帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平的限制,教材中如有不当与疏漏,敬请专家、学者和广大师生批评指正。

编 者

2005年8月

目 录

第一章 绪论	1	五、烯烃的亲电加成反应历程	33
第一节 有机化合物和有机化学	1	六、烯烃的制备	35
一、有机化合物和有机化学	1	第二节 炔烃	35
二、有机化合物的特性	1	一、炔烃的结构	35
三、有机化合物结构特征	2	二、炔烃的同分异构现象和命名	37
四、有机化合物构造式表示法	3	三、炔烃的物理性质	38
第二节 共价键简介	4	四、炔烃的化学性质	38
一、共价键的形成	4	五、乙炔	41
二、共价键的性质	5	第三节 二烯烃	41
三、共价键的断裂和有机化学反应类型	7	一、二烯烃的分类和命名	41
第三节 有机化合物的分类	8	二、共轭二烯烃的结构和共轭效应	42
一、根据碳的骨架分类	8	三、共轭二烯烃的性质	43
二、按官能团不同分类	9	习题	44
第四节 有机化学中的酸碱概念	10	第四章 芳香烃	47
一、酸碱质子理论	10	第一节 苯及同系物	47
二、酸碱电子理论	10	一、苯的结构	47
习题	11	二、苯及同系物的命名	48
第二章 饱和烃	12	三、苯及同系物的物理性质	50
第一节 烷烃	12	四、苯及同系物的化学性质	50
一、烷烃的通式与同分异构现象	12	第二节 稠环芳香烃	53
二、烷烃的结构	14	一、稠环芳香烃的结构和命名	53
三、烷烃的命名	16	二、稠环芳香烃的理化性质	54
四、烷烃的物理性质	18	第三节 苯环取代的定位效应	55
五、烷烃的化学性质	18	一、亲电取代反应历程	55
六、烷烃的来源	21	二、取代苯的定位规律	56
第二节 环烷烃	21	习题	60
一、环烷烃的分类和命名	22	第五章 卤代烃	63
二、环烷烃的性质	23	第一节 卤代烃的分类和命名	63
三、环烷烃的结构与稳定性	24	一、卤代烃的分类	63
习题	25	二、卤代烃的命名	64
第三章 不饱和烃	27	第二节 卤代烃的性质	65
第一节 烯烃	27	一、卤代烃的物理性质	65
一、烯烃的结构	27	二、卤代烃的化学性质	65
二、烯烃的异构现象和命名	29	第三节 卤代烃的制备	69
三、烯烃的物理性质	30	一、以脂肪烃为原料制备卤代烃	69
四、烯烃的化学性质	30	二、以醇为原料制备卤代烃	69

第四节 常见的卤代烃	70	第二节 羧酸衍生物	121
习题	71	一、羧酸衍生物的命名	121
第六章 醇、酚、醚	73	二、羧酸衍生物的性质	122
第一节 醇	73	三、常见的羧酸衍生物	127
一、醇的结构、分类和命名	73	习题	127
二、醇的物理性质	76	第九章 取代酸	131
三、醇的化学性质	77	第一节 羟基酸	131
四、醇的制备	80	一、羟基酸的分类和命名	131
五、常见的醇	81	二、羟基酸的物理性质	132
第二节 酚	81	三、羟基酸的化学性质	132
一、酚的结构、分类和命名	82	四、常见的羟基酸	135
二、酚的物理性质	83	第二节 羧基酸	136
三、酚的化学性质	84	一、羧基酸的分类和命名	136
四、常见的酚	86	二、酮酸的性质	136
第三节 醚	87	三、酮式-烯醇式互变异构现象	137
一、醚的分类和命名	87	四、常见的酮酸	139
二、醚的物理性质	88	习题	140
三、醚的化学性质	88	第十章 立体化学基础	143
四、常见的醚	89	第一节 顺反异构	143
第四节 硫醇和硫醚	89	一、顺式和反式	143
一、硫醇	89	二、Z型和E型	144
二、硫醚	90	三、顺反异构体的性质	146
习题	90	第二节 对映异构	146
第七章 醛、酮、醌	93	一、偏振光和旋光性	146
第一节 醛和酮	93	二、分子的对称性、手性与旋光性	148
一、醛、酮的结构、分类和命名	93	三、含两个手性碳原子化合物的旋光 异构	149
二、醛、酮的制备	96	四、旋光异构体的性质	153
三、醛、酮的物理性质	97	五、外消旋体的拆分	153
四、醛、酮的化学性质	98	第三节 构象异构	154
五、常见的醛、酮	105	一、乙烷的构象	154
第二节 醌	106	二、丁烷的构象	155
一、醌的结构和命名	106	三、环己烷的构象	155
二、醌的性质	106	四、十氢化萘的构象异构	157
三、常见的醌	108	习题	157
习题	109	第十一章 含氮有机化合物	160
第八章 羧酸及羧酸衍生物	112	第一节 硝基化合物	160
第一节 羧酸	112	一、硝基化合物的结构、分类和命名	160
一、羧酸的结构、分类和命名	112	二、硝基化合物的物理性质	161
二、羧酸的物理性质	114	三、硝基化合物的化学性质	162
三、羧酸的化学性质	115	四、常见的硝基化合物	163
四、常见的羧酸	120		

第二节 胺	164	习题	219
一、胺的结构、分类和命名	164	第十四章 氨基酸与蛋白质	221
二、胺的物理性质	167	第一节 氨基酸	221
三、胺的化学性质	168	一、氨基酸的分类和命名	221
四、胺的制备	173	二、氨基酸的物理性质	223
五、常见的胺	173	三、氨基酸的化学性质	223
第三节 酰胺和腈	175	第二节 蛋白质	225
一、酰胺的结构和命名	175	一、蛋白质的组成和分类	226
二、酰胺的性质	176	二、蛋白质的结构	227
三、尿素	176	三、蛋白质的性质	229
四、腈	177	习题	231
五、胍	178	第十五章 油脂和类脂化合物	233
第四节 重氮化合物和偶氮化合物	178	第一节 油脂	233
一、重氮化合物	179	一、油脂的组成与结构	233
二、偶氮化合物	180	二、油脂的物理性质	234
习题	181	三、油脂的化学性质	234
第十二章 杂环化合物和生物碱	184	第二节 磷脂	235
第一节 杂环化合物	184	一、甘油磷脂	235
一、杂环化合物的分类和命名	184	二、表面活性剂	237
二、杂环化合物的结构	187	第三节 萜类化合物	238
三、五元杂环化合物	188	一、萜的含义和分类	239
四、六元杂环化合物	194	二、单萜类化合物	240
五、稠杂环化合物	197	三、其他萜类化合物	242
第二节 生物碱	200	第四节 甾体化合物	242
一、生物碱概述	200	一、甾体化合物的基本结构	242
二、生物碱的一般性质	201	二、甾体化合物的命名	243
三、重要的生物碱	202	三、重要的甾体化合物	245
习题	203	习题	247
第十三章 糖类化合物	206	有机化学实验	249
第一节 单糖	206	实验一 测定熔点	253
一、单糖的结构	206	实验二 蒸馏和测定沸点	255
二、单糖的性质	210	实验三 分馏	258
三、常见的单糖	213	实验四 水蒸气蒸馏	259
第二节 双糖	214	实验五 减压蒸馏	261
一、麦芽糖	214	实验六 萃取	264
二、乳糖	215	实验七 重结晶	265
三、蔗糖	215	实验八 烃	268
第三节 多糖	216	实验九 醇、酚、醚的性质	270
一、淀粉	216	实验十 醛、酮的性质	271
二、纤维素	218	实验十一 羧酸及取代羧酸的性质	273
三、右旋糖酐	219	实验十二 含氮化合物的性质	274

目录

实验十三	糖的性质	276	实验十八	乙酰水杨酸的制备	284
实验十四	氨基酸和蛋白质的性质	277	实验十九	制备无水乙醇	285
实验十五	糖的旋光度测定	279	实验二十	茶叶中咖啡因的提取	286
实验十六	乙酸乙酯的制备	280	附录	常用试剂及其配制	288
实验十七	乙酰苯胺的制备	282	主要参考文献		290

第一章

绪 论

第一节 有机化合物和有机化学

自然界的化合物一般可分为两类：无机化合物(inorganic compound)和有机化合物(organic compound)。早期人们从无生命的矿物中得到的化合物称为无机化合物，简称无机物；从动、植物有机体中得到的化合物称为有机化合物，简称有机物。

一、有机化合物和有机化学

远古时期，人们就能对自然界物质进行利用，如酿酒、制醋、造纸、使用中草药等，但都是粗品。18世纪末，人们才从动、植物中取得一系列较纯的有机物质，如从哺乳动物的尿中取得尿素，从葡萄汁中取得酒石酸，从酸牛奶中取得乳酸，从鸦片中取得吗啡等等。

人们对有机物的认识也是逐步形成的，其中对有机化学发展有重大影响的有：一是法国的化学家拉瓦锡(Lavoisier A L)用燃烧分析法证明了有机化合物的基本组成是碳和氢；二是维勒(Wöhler F)首次用无机物直接制备尿素：



从而动摇了一直认为有机物只能在生物体中受“生命力”的影响才能制造的思想。至此有机化学进入了一个新的发展时期，成千上万的有机物开始被合成，如染料、药品等有机产品。现在，绝大多数有机化合物都不是从天然有机体获得，“有机”已失去了原来的含义，仅仅由于历史和习惯，才沿用至今。

现代的观点认为，有机化合物是碳的化合物，有机化学是研究碳化合物的化学。但是一氧化碳、二氧化碳和碳酸盐等含碳的化合物仍属于无机化合物。有机化合物除了含碳以外还含有氢元素，因而有机化合物也可以说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。

二、有机化合物的特性

与无机化合物相比，有机化合物一般具有以下特性：

1. 易燃烧 有机化合物含有碳、氢等可燃元素，故大多数有机化合物都可以燃烧，例如酒

精、汽油、甲烷等很容易燃烧。

2. 熔点低 许多有机化合物常温下是气体或液体。常温下为固体的有机化合物其熔点较低,很少超过 300°C 。而无机化合物的熔点一般很高,如氯化钠的熔点为 801°C 。这是因为有机化合物分子间引力较弱。

3. 难溶于水 有机化合物的极性很小,甚至没有极性,水是极性较强的液体,因此大多数有机化合物难溶于或不溶于水。有机化合物往往可溶于某些有机溶剂,如苯、乙醚、乙醇、氯仿等。

4. 反应速率慢 有机化合物的化学反应是经过分子中共价键的断裂和形成的过程。除个别反应外,大多数有机化学反应要在长时间内才能完成,往往通过加热、加压或使用催化剂等方法来加快反应。

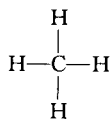
5. 有机化学反应的副产物多 有机化学的反应复杂,在一个反应体系中可能有多个不同的反应途径,得到多种产物。通过选择特定的反应条件,控制反应方向。

上述的有机化合物的特性是相对的,而不是绝对的。例如,四氯化碳不但不易燃烧,而且还可用作灭火剂;酒精和葡萄糖易溶于水;有的有机反应速率极快,甚至以爆炸方式进行,瞬间完成。

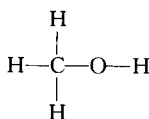
三、有机化合物结构特征

有机化合物的结构决定了有机化合物的性质,性质则反映了结构,结构与性质的关系是有机化学的精髓。有机化合物的结构是指分子的组成、分子中各原子的连接方式和顺序以及原子在空间的伸展方向,而构成一定的分子结构。有机化合物分子结构的基本特征如下:

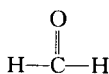
1. 碳原子是四价 在有机化合物分子中,碳原子的化合价保持四价,氧为二价,氢、卤素是一价。



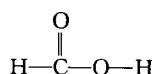
甲烷



甲醇

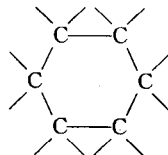
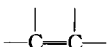
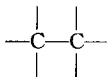


甲醛

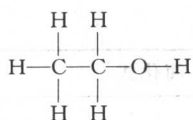


甲酸

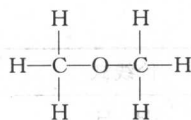
2. 碳原子可以通过单键、双键、三键互相连接成链状和环状。



3. 同分异构现象 同分异构体(isomers)是指分子式相同而构造与性质不同的化合物。例如乙醇和甲醚,它们具有相同的分子式 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$,但它们是理化性质完全不同的两类化合物,乙醇是液体,甲醚是气体,则称乙醇和甲醚互为同分异构体。这种现象叫做同分异构现象。同分异构现象是导致有机化合物数目众多的原因之一。



乙醇



甲醚

4. 四面体结构 范德霍夫(van't Hoff)提出了碳原子的四面体结构(图 1-1):在甲烷分子中,四个氢原子并不在同一平面中,而是在空间排布成四面体,碳原子位于四面体的中心,四个相等的价键伸向四面体的四个顶点,各个键之间的夹角为 109.5° 。

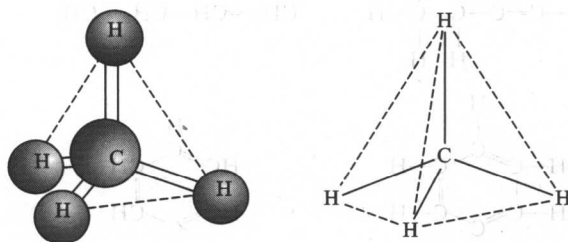


图 1-1 甲烷分子四面体结构

四、有机化合物构造式表示法

分子式无法表达出有机化合物的结构,必须通过化学结构式的方式来反映分子中原子间相互连接的顺序。化学构造式的常见写法有价线式、简化式、缩简式(如表 1-1 所示)。

表 1-1 构造式的各种表示方法

化合物	价线式	简化式	缩简式
丁烷	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$
2-溴丁烷	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{Br} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{Br} \end{array} $	$\text{CH}_3\text{CHBrCH}_2\text{CH}_3$
2-甲基丙醇	$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} $	$ \begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{OH}$

续表

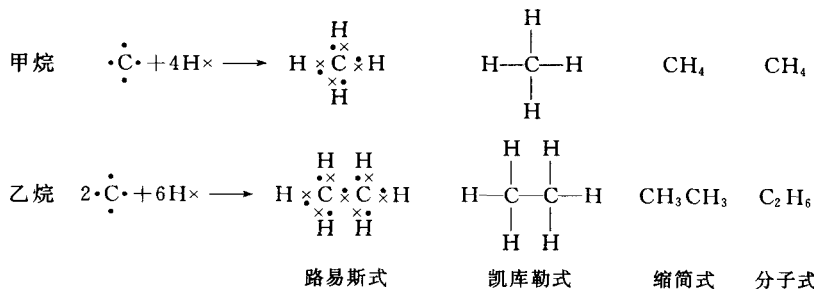
化合物	价线式	简化式	缩简式
环丁烷	<pre> H H H-C---C-H H-C---C-H H H </pre>	<pre> CH₂-CH₂ CH₂-CH₂ </pre>	
1-丁烯	<pre> H H H H H-C=C---C---C-H H H </pre>	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{CH}_2=\text{CHCH}_2\text{CH}_3$
苯	<pre> H H-C=C-C-H H-C=C-C-H H H H </pre>	<pre> H HC=C-CH HC=C-CH H H </pre>	

第二节 共价键简介

化学键主要分为离子键、金属键和共价键三种类型,有机化合物分子中原子主要是靠共价键相结合的,所以下面只讨论与共价键有关的内容。

一、共价键的形成

有机化合物的基本元素是碳,其最外层有 4 个电子,要完全失去或得到 4 个电子都是很困难的,所以,在有机化合物分子中,碳原子采用共用电子的方式成键,这种通过共用电子对形成的化学键称为共价键(covalent bond)。例如:



现代共价键理论认为,当两个原子相互接近到一定距离时,自旋方向相反的未成对电子相互配对,形成原子轨道相互重叠,使得核间产生电子云密度较大的区域,吸引着两个原子核(图 1-2);

原子轨道重叠程度愈大,形成的化学键愈稳定,这就是最大重叠原则(图 1-3);每个原子所形成共价键数目取决于该原子的未成对电子数,这就是共价键具有饱和性;在共价键形成时,为了使原子轨道重叠程度最大,轨道必须沿着对称轴方向进行重叠,这就是共价键具有方向性;在共价键形成的过程中,同一原子中参与成键的几个能量相近的原子轨道可以重新组合,形成能量相等的、成键能力更强的杂化轨道。

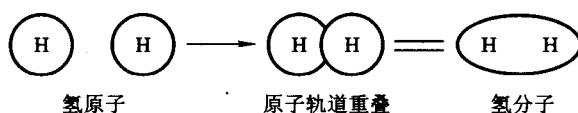


图 1-2 氢分子的形成

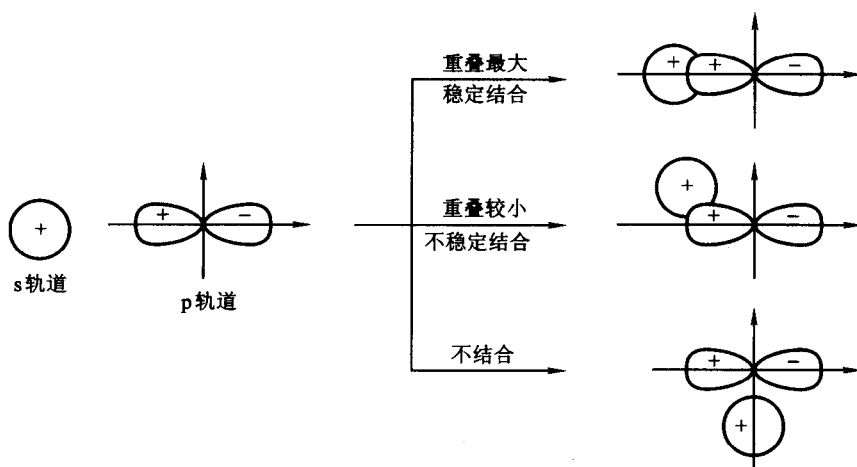


图 1-3 s 轨道和 p 轨道的重叠

二、共价键的性质

1. 键长 分子中,两个成键原子核间距离称为键长(bond length)。一般来说,键长越短,表示键越强、越牢固。一些常见的共价键键长见表 1-2。

2. 键能 对于双原子分子,破坏其共价键时所需要的能量,称为共价键的解离能,也称为共价键的键能。例如,将 1 mol 氢气分子分解成氢原子,需 435 kJ 的能量,即两个氢原子所形成的共价键的键能为 435 kJ/mol,双原子分子的解离能就是它的键能。但多原子分子键能和解离能就不相同了。例如,甲烷分子中四个 C—H 键的解离能各不相同,在这种情况下,甲烷分子中 C—H 键的键能只表示 4 个 C—H 键解离能的平均值,即多原子分子中共价键的键能是指同一类共价键的平均解离能。常见的共价键的键能见表 1-2。

键能表示共价键牢固的程度。一般来说,键能越大,表示该共价键越牢固,越难断裂,该共价键也就越稳定。

表 1-2 一些常见的共价键键长和平均键能

共价键	键长/pm	键能/(kJ·mol ⁻¹)	共价键	键长/pm	键能/(kJ·mol ⁻¹)
C—H	109	412.1	C—O	143	355.6
C—Cl	177	334.7	C=O	121	736.4
C—Br	191	284.5	C—N	147	284.5
C—I	212	217.6	C=N	127	606.7
C—C	154	361.0	C≡N	115	891.2
C=C	133	612.5	N—H	101	390.8
C≡C	121	833.9	O—H	96	462.3

3. 键角 共价键之间的夹角称为键角 (bond angle)。键角是决定有机化合物分子的立体形状和某些性质的重要因素。当中心原子连接的基团不同时,键角将有不同程度的改变。在甲烷分子中碳原子的键角为 109.5° ,在丙烷中 $\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}$ 的键角为 112° 。图 1-4 列举了一些共价键的夹角。

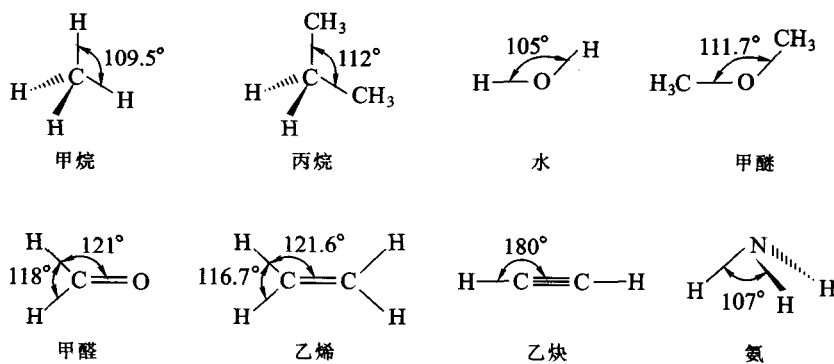


图 1-4 几个共价化合物分子中的键角

4. 键的极性 相同原子形成共价键时,电子云在两个原子核之间对称分布,这样的共价键称为非极性共价键(nonpolar covalent bond),简称非极性键。如 $\text{H}-\text{H}$ 、 $\text{Cl}-\text{Cl}$ 等。当两个不同原子形成共价键时,由于原子的电负性不同,电子云在两个原子核之间产生偏移,使得电负性较大的原子带上部分负电荷,一般用“ δ^- ”表示,另一原子带上部分正电荷,用“ δ^+ ”表示。这样的共价键称为极性共价键(polar covalent bond),简称极性键。例如:



元素吸引电子的能力称为元素的电负性。电负性大的原子具有较强的吸引电子的能力,共价键极性的,由构成共价键的两个原子电负性之差来决定。电负性差值越大,键的极性也越大。部分元素的电负性数值见表 1-3。

表 1-3 一些常用元素的电负性数值

H (2.1)						
Li (1.0)	Be (1.5)	B (2.0)	C (2.55)	N (3.0)	O (3.5)	F (4.0)
Na (0.9)	Mg (1.2)	Al (1.5)	Si (1.8)	P (2.1)	S (2.5)	Cl (3.0)
K (0.8)	Ca (1.0)					Br (2.8)
						I (2.5)

共价键的极性具有方向性,常用“ $\rightarrow$ ”符号表示,箭头指向表示由带正电荷一端指向带负电荷一端。对于多原子分子来说,整个分子的极性是分子中各个共价键极性的向量和。几个常见化合物分子的极性见图 1-5。

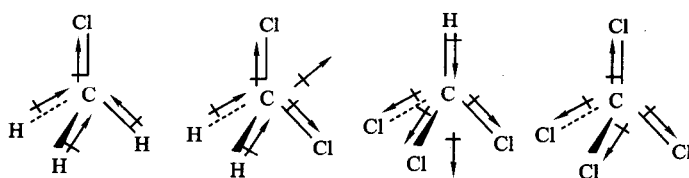


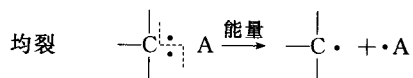
图 1-5 一氯甲烷、二氯甲烷、氯仿、四氯化碳的极性

共价键的极性是共价键固有的内在性质。在外界电场的作用下,共价键的电子云会发生重新分布,即分子的极性发生变化。当外界电场消失后,分子的极性又恢复原有状况。这种在外界电场的作用下,共价键的极性发生的变化称为共价键的极化,共价键的极化能力用极化度来表示。极化度越大受外界电场的影响也越大。

三、共价键的断裂和有机化学反应类型

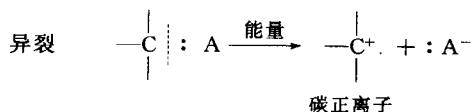
有机化合物分子中原子间的化学键几乎都是共价键,有机化学反应必然包含着化学键的断裂和新键的形成。共价键的断裂方式有两种:均裂(homolysis)和异裂(heterolysis)。

共价键的均裂 成键的一对电子均分给键合的两原子或基团,形成带单电子的、能量较高的、活性大的原子或基团,称为自由基或游离基(radical),例如:

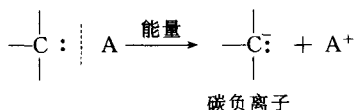


按均裂进行的反应叫做游离基反应

共价键的异裂 成键的一对电子为键合的两原子或基团中的一个所占有,产生一个负离子和一个正离子。例如:



或



按异裂方式进行的反应叫做离子反应。

游离基、碳正离子和碳负离子都是在反应过程中产生的,只是瞬间存在的高活性粒子,称为活性中间体,与无机化合物的电离不同。

此外,有些反应不生成任何活性中间体,旧键的断裂和新键的生成是同时进行的,且经过过渡态,反应是一步完成的,这样的反应叫做协同反应。

有机化学反应也可根据反应物和生成物的组成和结构的变化进行分类:

取代反应 有机化合物分子中的原子或基团被其他的原子或基团所取代的反应,称为取代反应。例如,烷烃分子中的氢原子被卤素原子取代生成卤代烃的反应,属于取代反应。

加成反应 不饱和烃中 π 键断裂,2 个一价的原子或基团分别加到不饱和键的两端形成 2 个新的 σ 键的反应,称为加成反应。加成反应是不饱和化合物的特性反应。例如,乙烯与氯化氢作用生成一氯乙烷的反应,属于加成反应。

聚合反应 由低分子结合成高分子(或较大分子)的反应,称为聚合反应。聚合反应又分加聚反应和缩聚反应。例如,乙烯在一定条件下聚合成聚乙烯的反应,属于加聚反应;由苯酚和甲醛在一定条件下得到酚醛树脂和水分子的反应,属于缩聚反应。

消除反应 从一个有机化合物分子中消去一个简单分子(如 H_2O 、 HX 等)而生成不饱和化合物的反应,称为消除反应。例如从卤代烃分子中脱去 HX 而生成烯烃的反应,属于消除反应。

重排反应 有机化合物在试剂、加热或其他因素影响下,分子中某基团发生转移或分子中碳原子骨架发生改变的反应,称为重排反应。

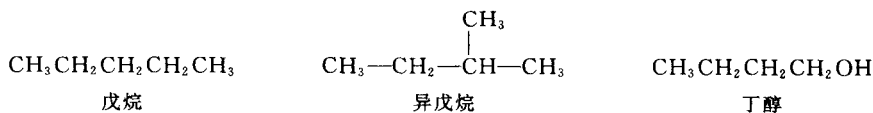
第三节 有机化合物的分类

有机化合物数目庞大,为了便于学习和研究,有必要对有机化合物科学地分类。通常的分类方法有两种,一是按分子的碳架分类;二是按官能团分类。

一、根据碳的骨架分类

有机化合物中,碳原子之间的相互连接构成分子的骨架。这种骨架即所谓碳架。按照碳架可以将有机化合物分为以下三类。

1. 链状化合物 分子中的碳原子相互连接成链状。例如:



由于链状化合物最初是在油脂中发现的,因此这一类化合物也称为脂肪族化合物(aliphatic compound)。