



"十二五"普通高等教育本科国家级规划教材

有机化学

Organic Chemistry

(第四版) 上册

□ 胡宏纹 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



"十二五"普通高等教育本科国家级规划教材

有机化学

Youji Huaxue

(第四版) 上册

□ 胡宏纹 主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是在第三版教学实践的基础上,结合教学改革需要修订而成的。除第一章根据学科教学特点予以重新编写外,其他章节仅做了少量修改,主要变化是每章后增加了相关的阅读材料,供读者选用。全书共31章,分上下两册出版。上册15章,主要介绍有机化合物的分类、性质、主要反应、代表化合物,以及对映异构和光谱分析;下册16章,主要介绍天然有机化合物、立体化学及各类主要有机化学反应机理。

本书可作为高等学校化学与应用化学类专业有机化学课程教材,也可供相关专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

有机化学. 上册 / 胡宏纹主编. -- 4版. -- 北京 : 高等教育出版社, 2013.6
ISBN 978-7-04-037354-7

I. ①有… II. ①胡… III. ①有机化学—高等学校—教材 IV. ①062

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第097992号

策划编辑 曹 瑛	责任编辑 岳延陆	封面设计 张申申	版式设计 马敬茹
插图绘制 宗小梅	责任校对 杨凤玲	责任印制 张泽业	

出版发行 高等教育出版社	网 址 http://www.hep.edu.cn
社 址 北京市西城区德外大街4号	http://www.hep.com.cn
邮政编码 100120	网上订购 http://www.landaco.com
刷 中国农业大学出版社印刷厂	http://www.landaco.com.cn
开 本 787mm×1092mm 1/16	
印 张 30.5	版 次 2006年5月第1版
字 数 740千字	2013年6月第4版
购书热线 010-58581118	印 次 2013年6月第1次印刷
咨询电话 400-810-0598	定 价 41.90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 37354-00

第四版前言

本书第四版除第一章重写外,其他各章只进行了少量修改及改正印刷中的错误。其主要的变化是增加了阅读材料,供读者学习时根据需要选用。

本版修改工作由胡宏纹、吴琳完成。

感谢广大读者 35 年来的支持和帮助,并希望继续批评、指正。

编 者
2013 年 4 月

第一版前言

本书是根据 1977 年 10 月高等学校理科化学类教材会议制定的《有机化学》教材编写大纲编写的,供综合大学化学系作试用教材,也可供其他院校参考。

本书共分三部分。上册为第一部分,内容包括共价键的性质,各类有机化合物的结构、物理性质、反应和用途,立体化学及测定结构的物理方法。下册包括第二部分有机反应的历程和第三部分天然产物及高分子化合物。对这种编写方法,我们还缺乏实践经验,每一章的问题、习题及内容提要的选择和安排是否妥当,也有待于教学实践的检验。

本书的编写工作是在南京大学化学系有机化学教研室参加基础课教学的同志积极协助下进行的,由胡宏纹、段康宁、陈伟兴和陈子涛执笔。

本书初稿经《有机化学》教材审稿会审查。参加审稿的单位有南开大学、北京大学、吉林大学、复旦大学、武汉大学、中山大学、四川大学、兰州大学、厦门大学、中国科技大学、北京师范大学和上海师范大学等校。会上代表们对书稿提出了详细的修改意见,其他一些兄弟院校的同志也提出了不少的建议。在此,我们表示衷心的感谢。限于编者水平,加以成稿时间仓促,书中缺点错误在所难免,希望提出批评指正。

编 者

1978 年 8 月于南京

第二版前言

本书第一版于1978年出版,十年来国内的教学条件、教学水平和对教材的要求都有很大的变化,为了适应当前形势的要求,这一版差不多是重新编写的。

第一版出版以后,我们收到了许多批评和建议,在改写中,我们尽可能地采纳了这些意见,改正了第一版中出现的错误和缺点,为此,谨向有关同志表示衷心感谢!

在这一版中,一些基本概念和理论都尽可能提前介绍,以便在后面各章中反复应用,希望读者对有机化学中最基本的内容有较深的印象,在此基础上有阅读其他参考书的能力。这样做的缺点是前九章分量较重,难度较大。希望在教学过程中考虑到这个问题,把这几章的进度适当放慢。

高等学校理科教材编审委员会有机化学编审小组和高等教育出版社于1987年10月召开了审稿会,在王积涛教授主持下对本书初稿提出了详细的修改意见,使我们避免了许多错误,谨表示衷心感谢。由于编者水平所限,修改稿中一定还有不少错误和缺点,希望读者批评、指正。

段康宁同志参加了初稿第二、五、六、七、八、九各章的部分工作。

编者
1989年3月

第三版前言

本书第三版的主要改动是在各类化合物的叙述中只保留反应机理的基本概念,将更深入的讨论放在下册新增加的各章中,目的是使教材在使用中具有更大的灵活性。

潘国骏硕士承担了第三版的打印和制图,由于他的严谨而细致的工作,减少了初稿中的错误,谨表示衷心感谢!

本书自 1979 年初版至今已有 26 年了,谨对广大读者多年来的支持和帮助表示衷心感谢,并希望继续批评、指正。

编 者

2005 年 8 月

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进行严厉打击。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 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

第一章 绪论	1	§ 4.7 阅读材料	98
§ 1.1 有机化合物和有机化学	1	习题	100
§ 1.2 有机化合物的结构	2	第五章 卤代烷	102
§ 1.3 原子轨道和分子轨道	8	§ 5.1 卤代烷的命名	102
§ 1.4 价层电子对互斥模型	14	§ 5.2 一卤代烷的结构和物理性质	103
§ 1.5 官能团和有机化合物的分类	14	§ 5.3 一卤代烷的化学反应	105
§ 1.6 阅读材料	17	§ 5.4 亲核取代反应的机理	110
第二章 烷烃	21	§ 5.5 一卤代烷的制法	119
§ 2.1 烷烃的同系列和异构	21	§ 5.6 卤代烷的用途	120
§ 2.2 烷烃的命名	24	§ 5.7 有机金属化合物	122
§ 2.3 烷烃的构象	26	§ 5.8 阅读材料	124
§ 2.4 烷烃的物理性质	32	习题	125
§ 2.5 烷烃的反应	35	第六章 烯烃	126
§ 2.6 烷烃的氯化	39	§ 6.1 烯烃的结构、异构和命名	126
§ 2.7 烷烃的来源和用途	44	§ 6.2 烯烃的相对稳定性	130
§ 2.8 阅读材料	46	§ 6.3 烯烃的制法	132
习题	50	§ 6.4 烯烃的物理性质	137
第三章 环烷烃	52	§ 6.5 烯烃的反应	139
§ 3.1 环烷烃的异构和命名	52	§ 6.6 烯烃的工业来源和用途	151
§ 3.2 环烷烃的物理性质和化学反应	54	§ 6.7 阅读材料	152
§ 3.3 环烷烃的来源和用途	56	习题	154
§ 3.4 环的张力	56	第七章 炔烃和二烯烃	156
§ 3.5 环己烷的构象	60	§ 7.1 炔烃的结构、异构和物理性质	156
§ 3.6 取代环己烷的构象分析	63	§ 7.2 炔烃的反应	157
§ 3.7 其他单环环烷烃的构象	69	§ 7.3 炔烃的制法	163
§ 3.8 多环烃	70	§ 7.4 乙炔	165
§ 3.9 阅读材料	74	§ 7.5 共轭作用	166
习题	75	§ 7.6 共振式	174
第四章 对映异构	76	§ 7.7 共轭二烯烃	177
§ 4.1 旋光性	76	§ 7.8 阅读材料	185
§ 4.2 手性	78	习题	189
§ 4.3 含一个不对称碳原子的化合物	81	第八章 芳烃	190
§ 4.4 含几个不对称碳原子的开链化合物	88	§ 8.1 苯的结构	190
§ 4.5 环状化合物的立体异构	95	§ 8.2 苯衍生物的异构、命名及物理性质	196
§ 4.6 构象与旋光性	97	§ 8.3 苯环上的亲电取代反应	199

§ 8.4 苯环上亲电取代反应的定位规律	204	反应	341
§ 8.5 烷基苯的反应	212	§ 12.6 醛、酮的还原和氧化	351
§ 8.6 单环芳烃的来源和用途	214	§ 12.7 一元醛、酮的制法	353
§ 8.7 稠环芳烃	216	§ 12.8 醛、酮的来源和用途	354
§ 8.8 卤代芳烃	222	§ 12.9 α, β -不饱和醛、酮和醌	356
§ 8.9 阅读材料	226	§ 12.10 紫外光谱	361
习题	234	§ 12.11 阅读材料	366
第九章 核磁共振谱、红外光谱和质谱	236	习题	371
§ 9.1 核磁共振谱	236	第十三章 羧酸	374
§ 9.2 红外光谱	250	§ 13.1 一元羧酸的结构和命名	374
§ 9.3 质谱	255	§ 13.2 一元羧酸的物理性质	376
习题	258	§ 13.3 羧酸的酸性	378
第十章 醇和酚	260	§ 13.4 酰化反应	382
§ 10.1 醇的结构、命名和物理性质	261	§ 13.5 一元羧酸的其他反应	384
§ 10.2 一元醇的反应	265	§ 13.6 一元羧酸的制法	386
§ 10.3 一元醇的制法	273	§ 13.7 一元羧酸的来源和用途	388
§ 10.4 二元醇	281	§ 13.8 二元羧酸	390
§ 10.5 酚的结构、命名和物理性质	283	习题	393
§ 10.6 一元酚的反应	284	第十四章 羧酸衍生物	394
§ 10.7 二元酚和多元酚	290	§ 14.1 羧酸衍生物的结构和命名	394
§ 10.8 醇和酚的来源和用途	292	§ 14.2 羧酸衍生物的物理性质	397
§ 10.9 阅读材料	296	§ 14.3 酯的水解	401
习题	299	§ 14.4 羧酸衍生物的互相转变	406
第十一章 醚	301	§ 14.5 其他羧酸衍生物	414
§ 11.1 醚的结构、命名和物理性质	301	§ 14.6 乙酰乙酸乙酯和丙二酸二乙酯	421
§ 11.2 醚的反应	303	§ 14.7 阅读材料	426
§ 11.3 醚的制法	307	习题	428
§ 11.4 环醚	309	第十五章 胺	430
§ 11.5 醚的来源和用途	317	§ 15.1 胺的结构和命名	430
§ 11.6 硫醇、硫酚和硫醚	318	§ 15.2 一元胺的物理性质	432
习题	322	§ 15.3 胺的碱性	436
第十二章 醛酮	324	§ 15.4 胺的反应	440
§ 12.1 一元醛、酮的结构、命名和物理性质	324	§ 15.5 胺的制法	449
§ 12.2 醛、酮与氧亲核试剂的加成反应	329	§ 15.6 胺的用途	455
§ 12.3 醛、酮与氮亲核试剂的加成反应	335	§ 15.7 芳基重氮盐	456
§ 12.4 醛、酮与碳亲核试剂的加成反应	337	§ 15.8 阅读材料	462
§ 12.5 醛、酮的酮-烯醇平衡及有关		习题	473

第一章 绪 论

§ 1.1 有机化合物和有机化学

1.1.1 有机化合物

有机化合物(organic compound)就是碳化合物。绝大多数有机化合物中都含有氢。有机化合物中除碳和氢以外,常见的元素还有氧、氮、卤素、硫和磷。碳本身和一些简单的碳化合物,如碳化钙、一氧化碳、金属羰基化合物、二氧化碳、碳酸盐、二硫化碳、氰酸、氢氰酸、硫氰酸和它们的盐,仍被看作是无机化合物。

已知的有机化合物有几千万种,它们的性质千变万化,各不相同。但对多数有机化合物可以作一个非常粗略的描述:有机化合物一般能燃烧,挥发性较大,固体有机化合物的熔点在 400 °C 以下,常不溶于水。有机化合物的反应速率一般较慢,通常需要加热使反应加快,并常伴有副反应发生,产率很少能达到 100%,能达到 85%~90%已经很好了。有机化合物的这些性质与其结构有关,分子中原子一般以共价键相连。

有机化学(organic chemistry)就是碳化合物的化学。

1.1.2 生命力学说

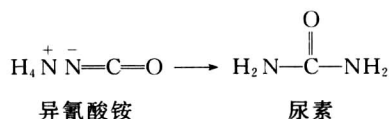
17 世纪中把化合物根据它们的来源分为矿物、植物和动物三类(1675, Lamery, Cours de Chymie)。18 世纪中有了元素定量分析的方法,证明植物和动物化合物中都含有碳和氢,有的还含有氮和磷;还发现许多化合物既可以从植物原料得到,也可以从动物原料得到。因此,将化合物分为三类显然是不合理的。

18 世纪末随着生物学的发展,生命现象的复杂而有序令人震惊,在这种条件下出现了生命力学说(vitalism),认为在生物体内存在着一种高于物理力和化学力的生命力(vital force)。

19 世纪初,化学家已经认识到从有生命的动植物得到的化合物同来源于无生命的矿物中的化合物在性质上有显著的区别。在生命力学说的影响下,瑞典化学家 Berzelius J J 把产生这种差别的原因归结于生命力。认为从动植物中得到的化合物是在生命力的影响下生成的,因此,把它们称为有机化合物,从没有生命力的矿物中得到的化合物则称为无机化合物(inorganic compound)。同时还认为有机化合物不能从无机化合物合成(即制造)出来。

18 世纪末还存在另一种思潮,认为生命过程同样遵循物理学和化学规律(reductionism,简化论)。

1828 年, Wöhler F 由异氰酸铵得到了之前只有由动物的尿中才能提取出来的尿素(urea):



1837 年简化论的拥护者 Liebig J 认为:在没有生命力参与的条件下得到有机化合物尿素标志着一个新时代的开始。不过 Wöhler 所用的起始原料是氨和氰酸,当时它们都是由动物原料得到的,而尿素又是动物的排泄物。因此,Wöhler 的发现还不足以动摇持生命力观点的人的信念。1845 年 Kolbe H 由二硫化碳合成了醋酸,由于醋酸是一个典型的有机化合物,而二硫化碳是由碳和硫化铁得到的,因此,Kolbe 的发现更有力地证明了有机化合物可以由无机化合物合成。以后,又由无机化合物合成了其他的有机化合物,以及并不存在于动植物中,但与有机化合物结构相似的大量新化合物。因此,在 19 世纪中期不得不把有机化合物的定义改变为碳化合物,但仍保留有机化学的名称。天然产物化学则成为有机化学中的一个分支。

Pasteur L(1822—1895)在有机化合物的手性和发酵问题上做出了创造性的发现,他在 19 世纪末又复活了生命力学说,他认为这两种奇异的现象都与生命有关,是由未知的生命力导入生物体系中的。

1899 年 Buchner E(1860—1917)将酵母与石英砂一起研碎后过滤,并证明不含细胞的滤液也能使糖类发酵生成醋酸,说明发酵与生命没有直接关系。20 世纪中又证明天然产物的手性是由酶催化的合成反应产生的,可以在生物体外进行这类反应。

生命科学中还有许多神奇的问题没有答案,彻底证明没有生命力存在还需要做大量的工作,在这些研究中,化学,特别是有机化学无疑会发挥重要作用。法国化学家 Potier P(1934—2006)曾经说过:“Chemistry is to biology what notation to music”(化学对于生物恰似乐谱对于音乐)。现在已经出现了化学生物学(chemical biology)这一新学科。

参考文献

Fontacave M. Understanding Life as Molecules; Reductionism Versus Vitalism. Angew Chem Int Ed, 2010, 49: 4016-4019.

§ 1.2 有机化合物的结构

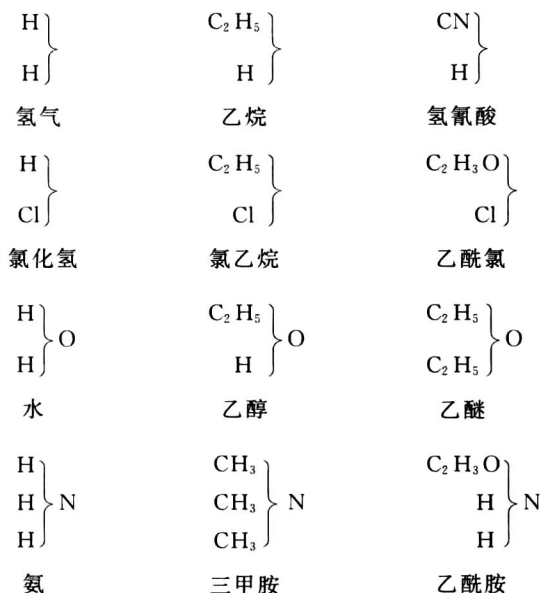
1.2.1 经典结构式

1835 年 Wöhler 在给他的老师 Berzelius J J 的一封信中写道:“有机化学能令人发疯,对我来说,它就像是一望无际的、充满神奇的、深不可测的事物的丛林,让人想进去又不敢进去(意译)”。他这样说是因为当时对有机化合物的研究非常困难,特别是缺乏理论指导。把公认的从无机化合物总结出来的规律应用在有机化合物上往往行不通。当时认为:两种元素由于电性不同而结合成化合物。例如,正电性的钙与负电性的氯生成氯化钙,正电性的氢与负电性的氧生成水;由于电性的不平衡,氯化钙仍是正电性的,而水则是负电性的,所以氯化钙能与水生成水合物。这种观念却不能说明为什么同样三种元素 C, H, O 既能生成中性的乙醇,又能生成酸性的

乙酸;乙酸与氯反应,其中一个氢原子换成氯原子,生成与乙酸性质相似的氯乙酸。正电性的氢怎么能被负电性的氯取代?特别是有机化合物中,异构现象非常普遍,这就是说:两种或两种以上的化合物,它们的元素组成相同,而性质却不相同。例如,乙醇和甲醚的元素组成都是 C_2H_6O ,但是乙醇能与金属钠反应放出氢气,而甲醚却不能。这又是为什么?

经过几十年的探索,逐渐找到一些规律:在有机化合物中由几种原子组成的原子团可以不变地由一种化合物转移到另一种化合物中,像无机化合物中的原子一样。例如,苯甲醛、苯甲酸、苯甲酰氯中都含有 C_7H_5O 原子团,它们像一个原子一样,在反应中由一种化合物转移到另一种化合物中。这样的原子团就称为基(radical)。这就是说在有机化合物中,原子不是无序地堆积在一起的,它们之间存在着某种组织。

后来又发现有机化合物有不同的类型。例如,将氢气、氯化氢、水和氨四种化合物中的氢用基代替,就得到四种类型的有机化合物:



以后又加了一个沼气(甲烷)类型:

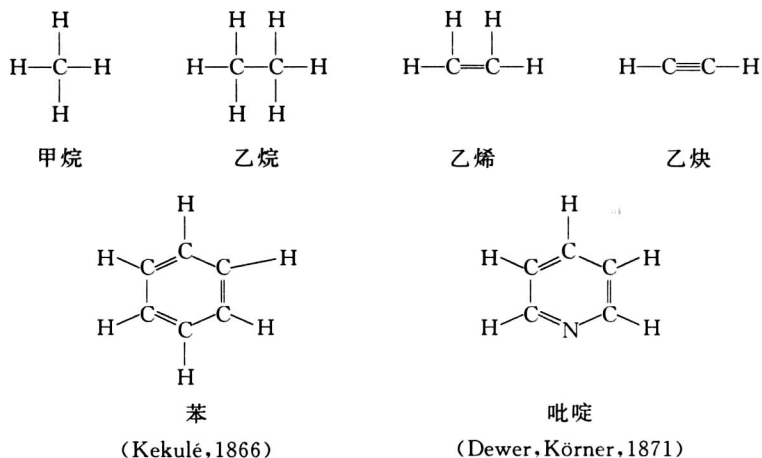


1852年以后逐渐认识到每种原子只能与一定数量的其他原子结合,这样就有了原子价的概念,H,O和N分别为一价、二价和三价,1858年以后才清楚地知道碳为四价。之后才认识到有机化合物中,原子按一定的次序连接在一起,是有一定的内部结构的,由此出现了有机化合物结构学说。

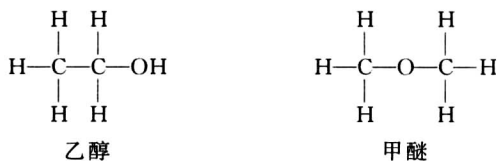
经典的有机化合物结构学说的主要内容为:碳为四价,碳原子可以相互连接成碳链或碳环,

也可以与别的原子连接成杂环。碳原子可以用一个价、两个价或者三个价互相连接或与别的原子相连接。有机化合物分子中原子互相连接的次序称为结构(structure),结构不同的有机化合物具有不同的性质。

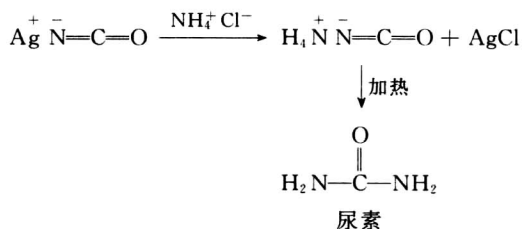
表示有机化合物结构的化学式称为结构式(structural formula),又称为 Kekulé 式。例如:



组成相同而结构不同的化合物称为异构体,乙醇和甲醚就是异构体:



Wöhler 当年本来是要得到异氰酸的铵盐,却得到了它的异构体——尿素。用结构式表示为



结构学说促进了有机化学的快速发展,有了结构学说才能正确理解成千上万个有机化合物之间的关系。在合成有机化合物时,才能根据目标化合物的结构选择结构适当的原料通过适当的反应合成目标化合物。

1.2.2 碳原子的四面体结构

在 19 世纪中叶,原子的价和有机化合物的结构都是全新的理论概念,为了形象化地说明问题,一些化学家开始用实物模型来表示结构。1864 年 Brown A C 在纸上写的乙烷结构式和 1865 年 Hofmann A W 用小球和小棍做的实物模型见图 1.1。在 Hofmann 的模型中碳原子上的四个洞在同一平面上。

Kekulé A 也用小球和小棍来组装模型,不过表示碳原子的小球上的四个洞之间等距离地排列在球面上,因为这样可以装配出乙炔的模型(两个小球之间用软管固定),如图 1.2 所示。不过 Kekulé 只是用模型来表示分子中原子互相连接的次序。

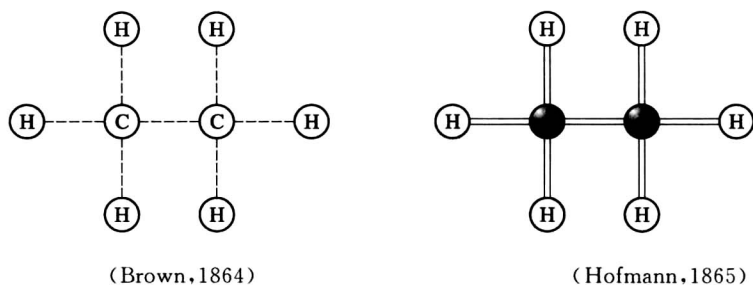


图 1.1 乙烷结构式和球棍模型

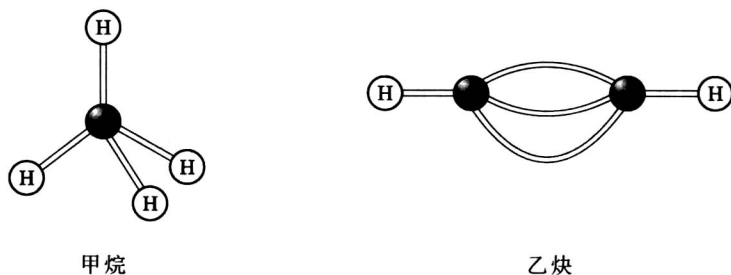
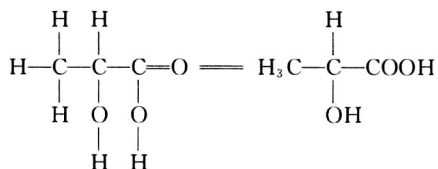


图 1.2 Kekulé 模型(约 1867)

乳酸分子中碳原子互相连接的次序为



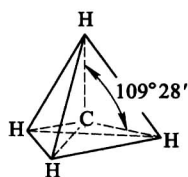
即中心碳原子分别与 CH_3 , H , OH 和 COOH 相连,它只有一种连接方式。但是乳酸却有两种异构体,它们的化学性质基本相同,而对偏振光的影响却不相同,一种是右旋的,另一种则是左旋的,这种异构现象称为旋光异构。

1874 年 van't Hoff J(1852—1911)认为:碳原子具有四面体结构,碳原子位于四面体的中心,碳原子的 4 个价分别指向四面体的 4 个顶点。在甲烷分子中四个氢原子分别位于四面体的 4 个顶点上。当碳原子与 4 个互不相同的一价基团相互连接时,就有两种不同的空间排列方式,它们之间的关系相当于物体和镜像,如图 1.3 所示。它们代表两种不同的化合物,如右旋和左旋的乳酸。

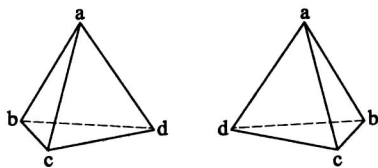
van't Hoff 的观点已被大量实验事实所证实,成为有机化合物结构学说的重要组成部分。

如用 Kekulé 模型来表示甲烷的结构,可见四个氢原子正是排列在以碳原子为中心的四面体

的 4 个顶点上,见图 1.4。



(a) 甲烷



(b) Cabcd 型化合物
(省去了中间的碳原子)

图 1.3 碳原子的四面体结构

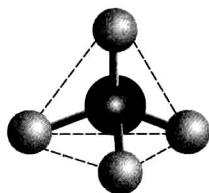


图 1.4 甲烷的模型

van't Hoff 曾经在 Kekulé 的实验室里工作过,多年后他也承认自己受到 Kekulé 的影响。Kekulé 曾说过,原子在分子中的位置只能通过对化合物的物理性质进行比较研究才能知道。当时并没有进行过这一类的研究,所以他并不认为他的模型也表示原子在空间的位置。van't Hoff 则是在关于旋光异构的新的实验事实出现的情况下,认识到假如模型也表示原子的相对位置,旋光异构现象就能得到合理的解释,从而提出碳原子具有四面体结构的概念。他们两人的思想方法都是严谨的、科学的。

van't Hoff 的工作开辟了有机化学中一个新的领域——立体化学(stereochemistry)。由于在物理化学和立体化学方面的贡献, van't Hoff 于 1901 年获得第一个诺贝尔化学奖。

问题 1.1 用球棍模型证明: CH_3Cl , CH_2Cl_2 , CHCl_3 都只有一种(用绿球代表氯原子)。

问题 1.2 如碳原子的 4 个价排列在一个平面上,即碳原子位于正方形的中心,4 个价指向正方形的 4 个顶点, CH_2Cl_2 可能有几种异构体?

问题 1.3 如碳原子具有金字塔结构,即碳原子位于金字塔的尖端,4 个价的方向与金字塔的棱边相同, CH_2Cl_2 可能有几种异构体?

1.2.3 Lewis 结构式

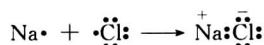
在 Kekulé 式中两个原子符号之间的短线只表示它们互相连接。在 19 世纪并不知道为什么 H, O, N 和 C 各为一价、二价、三价和四价,更不知道为什么两个原子会连接在一起。在 20 世纪初期诞生了原子结构学说,才认识到是一对电子把两个原子连接在一起,也产生了化学键的概念。

根据原子结构学说,原子是由带正电荷的原子核和带负电荷的电子组成的。电子在原子核周围各个能量不同的电子层中运动,通常化学键的生成只与最外层的价电子有关。稀有气体原子中,电子的构型是最安定的。其他元素的原子,都有达到这种构型的倾向,因此,它们可以互相结合形成化学键。稀有气体元素最外层电子的数目是 8(氦等)或 2(氦),在一般情况下,原子互相结合生成键时,其外层电子数应达到 8 或 2。

有机化合物中常见的化学键有:

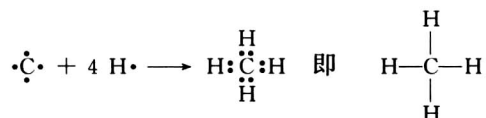
离子键 钠原子只有 1 个价电子,氯原子有 7 个价电子,钠与氯作用,钠失去 1 个电子成为

带正电荷的钠离子,氯得到 1 个电子成为带负电荷的氯离子。这两个离子的最外电子层中都有 8 个电子,都达到了最安定的构型,它们相互作用的结果,就形成了离子键:



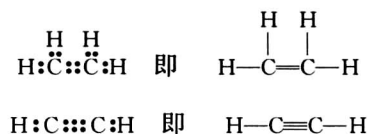
醋酸钠分子中醋酸根与钠之间的化学键也是离子键 $\text{CH}_3\text{COO}^- \text{Na}^+$ 。

共价键 碳原子和氢原子结合生成甲烷分子时,碳原子和氢原子各出 1 个电子,配对而形成两个原子间共用的电子对。这样生成的化学键叫做共价键:



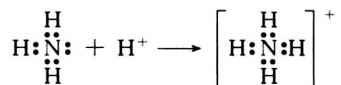
在甲烷分子中,碳原子和氢原子最外电子层中分别有 8 个和 2 个电子,都取得了最安定的构型。

两个原子间共用两对或三对电子,就生成双键或三键。例如:



由此可见,以前用来表示键的每一短画相当于一对共用电子。

配位键 配位键是一种特殊的共价键。它的特点是:形成键的电子对在成键以前是属于一个原子的。例如,氨分子与质子结合生成铵离子时,氨分子中的孤电子对变成了氮原子和氢原子之间的共用电子对:



供给电子对的原子叫做给予体,接受电子对的原子叫做接受体。生成铵离子后,四个 N—H 键完全是等同的,彼此之间没有差别。

Lewis G N 和 Kösel W 首先用电子对说明化学键的本性,因此,用电子对表示共价键的结构式又称为 Lewis 结构式。书写 Lewis 结构式时要把所有的价电子都表示出来,周期表第二周期元素的每一个原子周围最多只能有 8 个电子。共价键上的电子分属于所连接的两个原子,孤电子对则属于某一个原子,这样计算出来的每一个原子周围的电子总数与原子状态的原子比较,如果少 1 个电子,就在元素符号上加一个正号,多 1 个电子则加一个负号,表示形成电荷。

将 Kekulé 式改写成 Lewis 式时,不要忘记加上孤电子对。例如:

