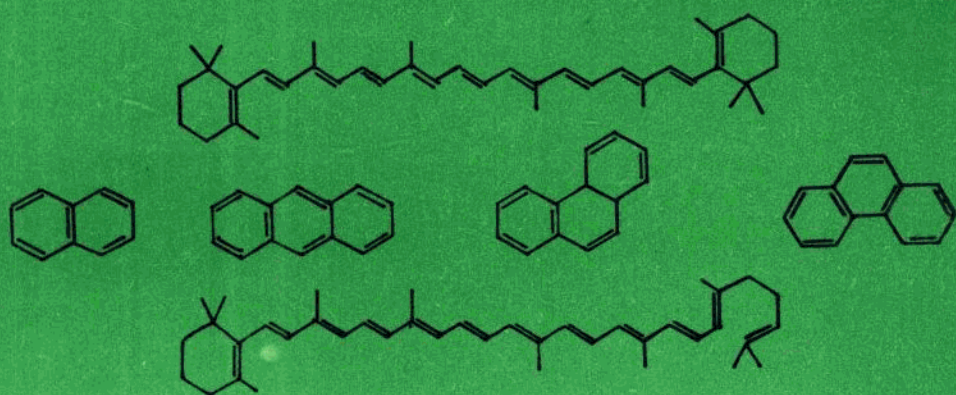


高等农林牧院校试用教材

有机化学



辽宁民族出版社

PDG

高等学校教材《有机化学》编写委员会

主 编 孙景琦

副主编 常英杰

编 委 (以姓氏笔划为序)

白嘎利 李蜀眉 孙景琦

高 娃 常英杰 塔 娜

前 言

本书是根据 1995 年 7 月在杭州召开的全国高等农业院校有机化学教学研讨会所制定的《有机化学》教学大纲,结合我们多年的教学实践经验而编写的。可作为农业院校各专业的有机化学教材,也可作为农业科技工作者以及函授生的自学用书。本书可按 60—70 学时安排理论教学。

本书在编写过程中,编者力求从农、林、牧院校的实际出发,精选内容,加强基础,内容注意与普通化学的衔接和与生物化学的联系,重视当前本学科发展的新内容,立体化学和波谱知识占有适当篇幅,有一定的深度和广度。

全书共十七章,章节次序基本上按官能团系统编排。全书重点阐述了有机化学基本知识和基本理论,突出了结构和性质的关系,并用现代结构理论阐述了各类有机化合物的结构、性质及其它它们之间的关系,注意联系农业科学的实际。本书为突出农、林、牧院校的特点和地区特点,不仅突出了天然有机化合物,而且在选择具体化合物上还考虑到农学、林学、畜牧、兽医和草原等专业的特点。在编写中力求文字简练,说理清楚,便于自学。书中各章都安排了一定数量的思考题,富有启发性,有利于学生能力的培养。本书中凡带“*”号的章节,不属教学基本要求,使用者可按需要选用。

本书为集体编写,参加编写工作的有:内蒙古农牧学院孙景琦(第一、二、三章)、白嘎利(第四、五、六章)、高娃(第七、八、十七章)、常英杰(第九、十四章)、塔娜(第十、十一、十二、十三章)、李蜀眉(第十五、十六章)等六位同志。全书最后由孙景琦副教授定稿。

本书的编写得到内蒙古农牧学院领导和有关单位的热情关怀和积极支持,并得到教研室老师们的大力协助,辽宁民族出版社特邀编审安振邦先生为全书的编辑出版,做了大量的工作,给予了很大的帮助,在此一并表示衷心感谢。

本书虽经多次修改,但由于编者水平有限,加之时间仓促,书中还有一些缺点和错误,恳请读者批评指正。

编者

1996 年 9 月

目 录

第一章 绪论

一、有机化合物和有机化学	(1)
二、有机化学与农、林、牧科学的关系	(1)
三、有机化合物的特点和特性	(2)
四、共价键的属性	(3)
五、有机化学中的酸碱概念	(4)
六、有机化合物的一般研究方法	(6)
七、有机化合物的分类	(7)
习题	(8)

第二章 烷烃和环烷烃

第一节 烷烃	(9)
一、烷烃的同系列和异构现象	(9)
二、烷烃的命名	(10)
三、烷烃的结构	(11)
四、烷烃的物理性质	(16)
五、烷烃的化学性质	(16)
六、烷烃卤代反应的历程	(17)
第二节 环烷烃	(19)
一、环烷烃的分类和命名	(19)
二、环烷烃的物理性质	(21)
三、环烷烃的化学性质	(21)
四、环烷烃的结构与稳定性	(22)
五、环己烷的构象	(23)
习题	(25)

第三章 烯烃、炔烃和二烯烃

第一节 烯烃和炔烃	(27)
一、烯烃和炔烃的结构	(27)
二、烯烃、炔烃的异构现象及命名	(29)
三、烯烃、炔烃的物理性质	(32)
四、烯烃、炔烃的化学性质	(32)
五、亲电加成反应历程	(36)
六、诱导效应	(38)
七、个别化合物	(39)
第二节 二烯烃	(39)
一、二烯烃的分类和命名	(39)
二、1,3-丁二烯的结构	(40)

三、共轭效应·····	(40)
四、共轭二烯烃的化学性质·····	(42)
习题·····	(44)
第四章 芳香烃	
第一节 单环芳烃·····	(46)
一、单环芳烃的命名·····	(46)
二、苯的结构·····	(47)
三、单环芳烃的物理性质·····	(49)
四、单环芳烃的化学性质·····	(49)
五、苯环亲电取代反应历程·····	(53)
六、苯环亲电取代反应的定位规则·····	(55)
七、个别化合物·····	(58)
第二节 稠环芳烃·····	(58)
一、萘·····	(58)
二、蒽和菲·····	(60)
三、致癌稠环芳烃·····	(62)
第三节 非苯芳烃和休克尔规则·····	(62)
习题·····	(63)
第五章 旋光异构	
第一节 物质的旋光性和比旋光度·····	(66)
一、偏振光和旋光性·····	(66)
二、旋光度和比旋光度·····	(67)
第二节 旋光性与分子结构的关系·····	(68)
一、手性和手性分子·····	(68)
二、分子手性与对称因素的关系·····	(69)
第三节 含有一个手性碳原子化合物的旋光异构体·····	(70)
一、对映体和外消旋体·····	(70)
二、费歇尔投影式·····	(70)
第四节 旋光异构体构型的表示方法·····	(71)
一、D/L(构型标记)法·····	(71)
二、R/S(构型标记)法·····	(72)
第五节 含有两个手性碳原子化合物的旋光异构·····	(73)
一、含有两个不同手性碳原子的化合物·····	(73)
二、含有两个相同手性碳原子的化合物·····	(74)
三、环状化合物的旋光异构·····	(76)
第六节 不含手性碳原子的旋光异构·····	(76)
一、丙二烯型化合物·····	(76)
二、单键旋转受阻的联苯型化合物·····	(76)
习题·····	(77)

第六章 卤代烃

第一节 卤代烷	(79)
一、卤代烷的分类和命名	(79)
二、卤代烷的物理性质	(80)
三、卤代烷的化学性质	(81)
四、亲核取代反应历程	(83)
五、消除反应历程	(87)
六、亲核取代反应与消除反应的竞争	(89)
七、个别化合物	(89)
第二节 卤代烯烃和卤代芳烃	(90)
一、卤代烯烃的分类和命名	(90)
二、乙烯基型卤代烃	(91)
三、烯丙基型卤代烃	(91)
四、不同卤代烃的化学性质比较	(92)
五、个别化合物	(92)
习题	(93)

第七章 醇、酚、醚

第一节 醇	(95)
一、醇的结构、分类和命名	(95)
二、醇的物理性质	(96)
三、醇的化学性质	(97)
四、个别化合物	(102)
第二节 酚	(104)
一、酚的结构、分类及命名	(104)
二、酚的物理性质	(105)
三、酚的化学性质	(106)
四、个别化合物	(109)
第三节 醚	(110)
一、醚的结构、分类及命名	(110)
二、醚的物理性质	(111)
三、醚的化学性质	(112)
四、个别化合物	(113)
习题	(115)

第八章 醛、酮、醌

第一节 醛和酮	(117)
一、醛、酮的结构、分类和命名	(117)
二、醛、酮的物理性质	(118)
三、醛、酮的化学性质	(119)
四、个别化合物	(128)

第二节 醌.....	(131)
一、醌的结构、分类和命名.....	(131)
二、醌的性质	(132)
三、个别化合物	(133)
习题.....	(135)
第九章 羧酸和取代酸	
第一节 羧酸.....	(137)
一、羧酸的分类和命名	(137)
二、羧酸的物理性质	(138)
三、羧酸的化学性质	(139)
四、个别化合物	(144)
第二节 羧酸衍生物.....	(147)
一、羧酸衍生物的结构和命名	(147)
二、羧酸衍生物的物理性质	(148)
三、羧酸衍生物的化学性质	(148)
四、酯的水解反应历程	(151)
第三节 取代酸.....	(153)
一、羟基酸	(153)
二、羧基酸	(155)
三、个别化合物	(158)
习题.....	(159)
第十章 含氮有机化合物	
第一节 胺.....	(162)
一、胺的分类、命名和结构.....	(162)
二、胺的物理性质	(164)
三、胺的化学性质	(165)
四、个别化合物	(169)
第二节 重氮和偶氮化合物.....	(171)
一、重氮化合物	(171)
二、偶氮化合物	(172)
三、有机化合物的颜色与结构的关系	(174)
第三节 酰胺.....	(175)
一、酰胺的结构和命名	(175)
二、酰胺的物理性质	(176)
三、酰胺的化学性质	(176)
四、碳酸的酰胺	(177)
第四节 硝基化合物.....	(179)
一、硝基化合物的结构与命名	(179)
二、硝基化合物的性质	(179)

习题	(180)
第十一章 含硫和含磷有机化合物	
第一节 含硫有机化合物	(182)
一、硫醇、硫酚和硫醚	(183)
二、磺酸类化合物	(185)
三、磺胺类化合物	(186)
四、其它含硫有机化合物	(187)
第二节 含磷有机化合物	(188)
一、磷酸和磷酸酯	(189)
二、磷酸酯类化合物	(189)
三、硫代磷酸酯类化合物	(190)
习题	(192)
第十二章 杂环化合物	
第一节 杂环化合物的分类和命名	(193)
一、杂环化合物的分类	(193)
二、杂环化合物的命名	(193)
第二节 杂环化合物的结构	(195)
一、杂环化合物的结构	(195)
二、富电子芳杂环	(195)
三、缺电子芳杂环	(196)
第三节 杂环化合物的化学性质	(196)
第四节 重要的杂环化合物及其衍生物	(199)
一、呋喃及其衍生物	(199)
二、吡咯及其衍生物	(200)
三、吡啶及其衍生物	(201)
四、吡啶及其衍生物	(201)
五、嘧啶和嘌呤衍生物	(202)
六、苯并吡喃衍生物	(203)
习题	(205)
第十三章 油脂和类脂	
第一节 油脂	(206)
一、油脂的存在和用途	(206)
二、油脂的组成、结构及命名	(206)
三、油脂的物理性质	(208)
四、油脂的化学性质	(208)
五、肥皂和表面活性剂	(210)
第二节 类脂	(213)
一、蜡	(213)
二、磷脂	(214)

习题	(216)
第十四章 碳水化合物	
第一节 单糖	(217)
一、单糖的分类	(217)
二、单糖的结构	(218)
三、单糖的性质	(224)
四、重要的单糖及其衍生物	(230)
第二节 二糖	(232)
一、还原性二糖	(233)
二、非还原性二糖	(233)
第三节 多聚糖	(234)
一、淀粉	(235)
二、糖元	(237)
三、纤维素和半纤维素	(237)
习题	(239)
第十五章 氨基酸、蛋白质和核酸	
第一节 氨基酸	(242)
一、氨基酸的分类、命名和构型	(242)
二、氨基酸的物理性质	(245)
三、氨基酸的化学性质	(246)
第二节 蛋白质	(249)
一、蛋白质的结构	(249)
二、蛋白质的理化性质	(256)
三、蛋白质的分类	(259)
第二节 核酸	(261)
一、核酸的组成	(261)
二、核苷酸	(262)
三、核酸的一级结构	(263)
四、DNA 的双螺旋结构	(265)
习题	(267)
第十六章 其它天然有机化合物	
第一节 萜类化合物	(269)
一、萜类化合物概述	(269)
二、重要的萜类化合物	(271)
第二节 甾体化合物	(273)
一、甾体化合物的概述	(273)
二、重要的甾体化合物	(274)
第三节 生物碱	(277)
一、生物碱概述	(277)

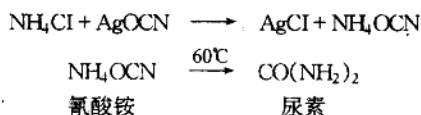
二、常见的几种生物碱	(278)
习题	(279)
第十七章 有机化合物的波谱知识	
第一节 分子结构与吸收光谱	(281)
第二节 紫外吸收光谱(UV)	(282)
一、紫外光谱图的特征	(282)
二、紫外光谱与分子结构的关系	(283)
三、紫外光谱的应用	(285)
第三节 红外吸收光谱(IR)	(286)
一、红外光谱的特征	(286)
二、红外光谱的应用	(288)
第四节 核磁共振谱(NMR)	(289)
一、核磁共振的基本原理	(289)
二、化学位移	(290)
三、自旋偶合和自旋裂分	(292)
四、核磁共振谱的应用	(294)
第五节 质谱(MS)	(294)
一、基本原理	(294)
二、表示方法	(295)
习题	(296)

第一章 绪论

一、有机化合物和有机化学

有机化学的研究对象是有机化合物。事实证明,人类对有机化合物的认识随着生产实践的发展和科学技术的进步而不断地提高。早在古代,人们就知道加工和利用各种天然有机物,如酿酒、制醋、制糖、造纸和天然药物、染料的利用等。但限于当时的科技水平,尚无法对物质进行合理的分类,直到十七世纪后期,才根据其来源将物质分为动物、植物和矿物物质三大类。后来又将动物和植物两类从生物体内分离出来的物质合并称为有机物质,将矿物物质称为无机物。十九世纪初瑞典化学家柏齐利乌斯(J. J. Berzelius)于 1806 年首次提出“有机化学”这个名词,他认为无机物不能人为的转变成为有机物,有机物质只能在活细胞的“生命力”的作用下才能形成。有机化学是研究在生命力影响下所形成物质的化学,这就是当时流行的“生命力”学说的核心。

1828 年德国化学家伍勒(F. Wöhler)在实验室用氯化铵和氰酸银制得氰酸铵,进一步加热得到了尿素。



以无机物为原料在没有“生命力”的影响下得到了有机物质,这对于“生命力论”是有力的打击。此后,以无机物为原料陆续合成了乙酸、酒石酸、柠檬酸等一系列有机物质,“生命力论”彻底被否定,有机化学得到迅速发展。

随着有机分析技术的发展,发现有机物中只含有为数有限的几种元素,所有的有机化合物都含有碳。于是,凯库勒(A. Kekulé)认为碳是有机化合物的基本元素,把碳化合物称为有机化合物,把有机化学定义为碳化合物的化学。后来,在此基础上进一步研究证明有机化学上所说的碳化合物绝大多数都是碳氢化合物及其衍生物。因此,在 1874 年德国化学家肖莱马(K. Schorlemmer)则把碳氢化合物及其衍生物称为有机物,把有机化学定义为“研究碳氢化合物及其衍生物的化学”。目前,这个定义普遍为人们所接受。

二、有机化学与农、林、牧科学的关系

近代自然科学的发展趋势之一就是各学科之间的渗透愈来愈深。有机化学作为一门基础课,它在农、林、牧科学发展中所起的作用正在日益增长。

农、林、牧业生产的任务在于不断提高产品的数量和改善产品的质量。为此,要使农作物、牧草、树木及牲畜等朝着人们所期望的方向发展,就必须运用有机化学知识深入探讨和掌握生物体内的各种有机物的结构、性质以及在生物体内的分解及转化规律。学习有机化学不仅是农业科学的必要基础,而且也有助于提高农、林、牧科学研究的发展水平。

农副产品、畜产品及林产品的加工利用中也需要用有机化学的知识和技术手段对其成分进行分离提取工作。例如:从辣椒中提取辣椒红素;从牛奶中分离奶油进而制造黄油等。随着人们生活水平提高对食品不仅要求营养好,而且还重视食品的色香味特性。为此,近年来科学

工作者对各种香味成分进行了研究,例如牛奶的香气成分已知由丙酮、乙醛及低级脂肪酸等组成;各类蔬菜的香气成分主要是一些含硫有机物。显然,上述加工研究中都需要有机化学的基本操作技术,此外还要涉及近代有机分析技术,例如,红外吸收光谱、紫外吸收光谱、核磁共振及质谱,近年来运用气相色谱—质谱联用仪(GC—MS)测定效果更佳。这些近代分析技术的原理和方法将在第十七章给予介绍。

有机合成产品应用于农、林、牧生产上的实例更多,例如,除草剂、农药、肥料、生长素、信息素、塑料等。为了更有效的掌握应用这些产品,必须学习掌握有机化学的基本知识和技能。

总之,有机化学与农、林、牧科学有着密切的关系,它是学习农、林、牧科学的一门重要基础课。

三、有机化合物的特点和特性

有机化合物在其组成、结构和性质上与无机物不同,具有如下特点。

1. 有机化合物的组成和结构上的特点

组成有机化合物的元素种类不多,碳和氢是主要的元素,此外尚有氧、氮、硫、磷和卤素等。据目前有人统计,无机物有几万种,而有机物则达数百万种以上。组成有机物的元素种类并不多,但为什么有机物的数目这样多呢?其原因主要与碳原子的特性有关。碳原子处于周期表第二周期的中间,有四个价电子,碳原子半径较小,它与其它原子结合时一般形成共价化合物。此外,碳原子具有很强的相同原子成键的能力。碳与碳之间通过共价键既可连成长链,又可形成支链或环状结构;既可形成单键,又可形成重键。因而使有机化合物具有结构复杂、数目众多和同分异构现象普遍的特征。

总之,有机化合物是以碳原子为基础的共价化合物,有机化合物的特征主要由其共价键所决定。

2. 有机化合物的特性

大多数有机物与无机物比较除上述组成和结构上有所区别外,在其性质上还有如下不同点:

(1)有机物熔点及沸点较低。有机物是共价化合物,它们的晶体排列主要靠范德华力(Vander Waals force)来维持,而无机物则靠正负离子间的静电引力来维持。故有机化合物熔化时,破坏晶格所需要的能量比无机化合物小得多,因而有机物熔点低。同样,由于有机物的分子间作用力不大,所以它们的沸点也较低。

(2)有机物难溶于水,易溶于有机溶剂。水是极性分子,它对极性较强的无机物易溶解,对极性较小或极性弱的有机物难溶解。有机物易溶于极性较小的有机溶剂中,符合于“相似相溶”的经验规律。

(3)有机化合物的反应速度慢,常伴有副反应的发生。无机化合物间的反应为离子间的反应,反应速度快。有机物间的反应则涉及共价键的断裂和新的共价键形成的过程,反应速度慢,有些反应常常需要几小时甚至几天才能达到平衡。所以有机反应常采用加热或加入催化剂来加速反应的进行。还应强调的是有机分子与另一试剂反应,常常分子中受试剂进攻的部位不限于某一点,就使得反应不是单一的,也就是说反应同时还伴随着副反应的发生。

(4)一般有机化合物易燃烧。这是因为组成有机物的碳和氢容易与氧结合而形成能量较低的二氧化碳和水的缘故。例如,酒精、汽油、苯都易燃烧,而无机物不易燃烧。

必须指出,上述有机化合物的特性是指大多数有机化合物来说的,并非每一化合物都如此。如四氯化碳不但不易燃烧而且可作灭火剂。

四、共价键的属性

键长、键角、键能、键的极性表征共价键性质的物理量叫做键参数,也叫共价键的属性。它对我们认识有机化合物的分子结构及其性质有着重要意义。

1. 键长

成键的两个原子核之间的距离叫键长,键长的单位为 nm 或 Å。共价键的键长不仅受键合原子的种类所决定,而且常受分子相邻原子或原子团的影响而改变。常见共价键的键长见表 1—1。

表 1—1 常见共价键的键长与键能

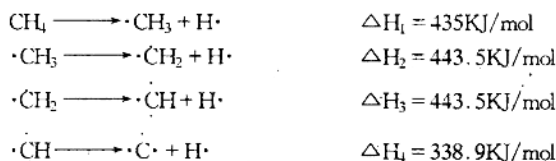
键	键长(Å)	键能 (KJ/mol)	键	键长(Å)	键能 (KJ/mol)
C—H	1.07	413	C=C	1.35	610
C—C	1.54	345.6	C≡C	1.20	835
C—O	1.43	357.7	C=O	1.22	736.4
C—N	1.47	304.6	C=N	1.29	748.9
C—Cl	1.76	338.6	C≡N	1.16	880.2
C—Br	1.96	284.5	H—N	1.09	390.8
C—I	2.14	217.6	H—O	0.96	462.8

2. 键角

在分子中相邻两个共价键之间的夹角叫键角。键角的大小不仅取决于分子中中心原子的种类,有无孤电子对,而且与中心原子连接的基团有关系。例如,最简单的烷烃甲烷分子中 H—C—H 的键角为 $109^{\circ}28'$,而稍复杂的丙烷分子中 C—CH₂—C 的键角为 112° 。又如,水分子中的 H—O—H 的键角为 104.5° ,而乙醚分子中 C—O—C 的键角为 111° ,键角可用光谱、电子衍射等方法测定。键长和键角决定着分子的立体形状。

3. 键能

规定在 25℃ 时 1 摩尔气态分子中共价键断裂时所需要的能量叫做该共价键的离解能。例如 1 摩尔氢分子在 25℃ 时断裂为二个氢原子需要吸收 436 千焦耳的热量,这个数值就是 H—H 键的离解能。对于双原子分子来说,离解能就是它的键能。但对于多原子分子中各原子的离解所需的能量不同,所以把同类键的离解能的平均值叫做键能。例如,甲烷中的四个 C—H 键的离解能分别为:



显然,四个 C—H 键离解能的平均值等于 415.2KJ/mol,这个数值即甲烷分子中 C—H 键的键能。

通常键能愈大,键愈牢固。常见共价键的键能见表 1—1。

4. 键的极性

当两个相同原子成键时,其电子云对称的分布于两个原子核之间,因而正电荷中心与负电荷中心重合,这种键没有极性,叫非极性共价键。当由不相同的原子成键时,由于电负性的差异,其电子云则不再对称分布于两原子,从而使键产生极性,这样的键叫极性共价键。

键的极性大小,常用键矩(或叫键的偶极矩) μ 表示,它是正负电荷中心间的距离 d 和正负电荷中心上的电荷 q 的乘积:

$$\mu = q \times d$$

键矩的单位为德拜(Debye)D。键矩是一个向量,方向从正到负。键矩的大小,主要取决于键合原子电负性的差值,差值越大,则键矩越大。有机物中一些常见的共价键的键矩在 0.4D—3.5D 之间。

键的极性往往影响整个分子的极性,而分子的偶极矩为分子中各共价键矩的向量和。例如,甲烷分子中 C—H 键的键矩为 0.4D,但由于甲烷为正四面体,对称分布各键矩互相抵消,故甲烷的偶极矩为零。同理,四氯化碳的偶极矩也为零。他们为非极性分子。反之,氯甲烷分子中的 C—Cl 键的键矩未被抵消,偶极矩为 1.86D,故为极性分子,见图 1—1。

分子的极性对物质的物理性质影响很大。

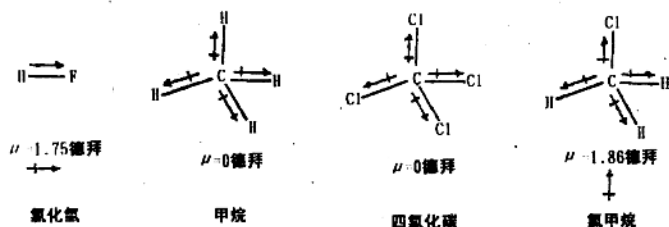


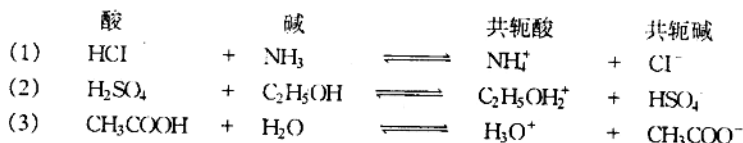
图 1—1 某些分子的偶极矩

五、有机化学中的酸碱概念

酸碱概念是学习有机化学的基础内容之一。关于酸碱概念,当前在有机化学中应用较多地是布朗斯特(J. N. Brønsted)和路易斯(G. N. Lewis)的酸碱理论。

1. 酸碱的质子概念

1923 年布朗斯特和劳莱(T. M. Lowry)分别提出了酸碱的质子概念。认为凡能给出质子的分子或离子都是酸;凡能与质子结合分子或离子都是碱。酸碱反应是将酸中质子转移给碱,例如:



从上述反应可以看出,酸释放质子后的剩余部分就成了碱,称为该酸的共轭碱;碱接受质子后成为酸,称为该碱的共轭酸。酸和它的共轭碱或碱和它的共轭酸统称为共轭酸碱对,简称

共轭酸碱。如上(1)式中, HCl 和 Cl^- 或 NH_3 和 NH_4^+ 分别都是共轭酸碱对。

定量地比较酸碱强度(即给出质子或接受质子的能力)常用平衡常数 K_a 或 $\text{p}K_a$ 来作标度。但酸与不同的碱作用时,其强度是不同的。因此,为了比较各种酸的强度,必须要有一个参比碱;比较各种碱的强度也需要有一个参比酸。表 1—2 是以 H_2O 为参比碱的一些酸的 $\text{p}K_a$ 值。

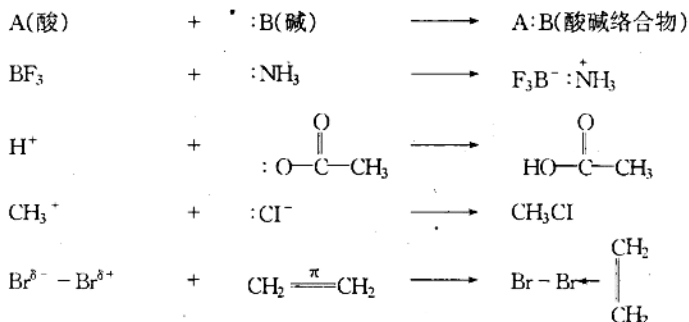
表 1—2 中的酸是从强到弱排列,碱则从弱到强排列。表中越在前面的酸越强(但它的共轭碱就越弱),越在后面的碱越强(但它的共轭酸就越弱)。酸碱反应中,较强的酸和较强的碱才能顺利地进行反应。

表 1—2 酸碱强度序列表(25℃、相对于 H_2O)

酸	共轭碱	$\text{p}K_a$	酸	共轭碱	$\text{p}K_a$
HClO_4	ClO_4^-	~ -20	H_2S	HS^-	7.00
H_2SO_4	HSO_4^-		HOCl	OCl^-	7.53
HI	I^-	-10	HOBr	OBr^-	8.69
HBr	Br^-	-9	HCN	CN^-	9.41
RCHOH^+	RCHO	-8	NH_4^+	NH_3	9.24
ArCOOH_2^+	ArCOOH	-7.6	ArOH	ArO^-	9.95
ArSO_3H	ArSO_3^-	-7	HCO_3^-	CO_3^{2-}	10.33
HCl	Cl^-	-7	RNH_3^+	RNH_2	10~11
ArOH_2^+	ArOH	-6.7	RSH	RS^-	10~11
$\text{CH}_3\text{COOH}_2^+$	CH_3COOH	-6.2			
$\text{CH}_3\text{C}(\text{OH})^+-\text{OR}$	CH_3COOR	-6.2	H_2O	OH^-	15.7
$(\text{CH}_3)_2\text{OH}^+$	$(\text{CH}_3)_2\text{O}$	-3.5	CH_3OH	CH_3O^-	16
CH_3OH_2^+	CH_3OH	-2	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-$	17
			$(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$	$(\text{CH}_3)_2\text{CHO}^-$	18
			$(\text{CH}_3)_3\text{COH}$	$(\text{CH}_3)_3\text{CO}^-$	19
H_3O^+	H_2O	-1.74	CH_3COCH_3	$\text{CH}_3\text{COCH}_2^-$	20
			Ar_2NH	Ar_2N^-	23
HNO_3	NO_3^-	-1.4	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5^-$	24
HIO_3	IO_3^-	0.77	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	$\text{HC}\equiv\text{C}^-$	25
Cl_3CCOOH	Cl_3CCOO^-	0.9	ArNH_2	ArNH^-	27
Cl_2CHCOOH	$\text{Cl}_2\text{CHCOO}^-$	1.3	NH_3	NH_2^-	34
H_3PO_4	H_2PO_4^-	2.12	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	$\text{CH}_2=\text{CH}^-$	36.5
ClCH_2COOH	$\text{ClCH}_2\text{COO}^-$	2.87	ArH	Ar^-	37
HNO_2	NO_2^-	3.29	CH_4	CH_3^-	39
HF	F^-	3.45	C_6H_6	C_6H_5^-	42
HCOOH	HCOO^-	3.77	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2$	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}^-$	44
ArCOOH	ArCOO^-	4.20	环 C_6H_{12}	环 $\text{C}_6\text{H}_{11}^-$	45
ArNH_3^+	ArNH_2	4.60			
CH_3COOH	CH_3COO^-	4.76			
H_2CO_3	HCO_3^-	6.35			

2. 酸碱的电子概念

路易斯于1923年提出了新的酸碱概念,但直到1938年才得到人们的重视和应用。他认为酸是具有空轨道能接受电子对的电子接受体;碱是具有孤电子对或 π 电子的电子给予体。酸和碱反应,实际上是碱的孤电子对或 π 电子通过配位跃迁到酸的空轨道中形成酸碱络合体的反应。例如:



在反应中,路易斯酸往往进攻另一试剂分子的负电荷中心,具有亲电性;而路易斯碱则进攻另一试剂的正电荷中心,具有亲核性。

路易斯酸碱的强弱缺乏一个统一标准,没有象布朗斯特酸碱那样有定量关系。为了克服路易斯酸碱概念的不足之处,1963年皮尔逊(pearson)提出了软硬酸碱的概念,就是把路易斯酸、碱分为软、硬和交界三类。他还进一步提出软、硬酸碱原则,虽然这些原则是经验总结,但是在解释某些化学反应上得到满意结果。近年来,许多有机化学工作者试图用软、硬酸碱理论解释某些有机反应,期望不久的将来会有更广泛的应用。

六、有机化合物的一般研究方法

研究某种有机化合物,无论是来自天然的有机物还是人工合成的有机物都需要经过一系列的研究程序和方法。现简单地介绍其一般的研究方法。

1. 分离提纯

研究任何一种有机化合物,首先要使该化合物为一纯净物质,这就需要将其从杂质中分离提纯出来。分离提纯的方法有重结晶法、蒸馏法、升华法、萃取法、色谱分离法、电泳法及离子交换法等。

2. 纯度的检验

纯净的物质都有一定的物理常数,如沸点、熔点、比重、折射率、旋光度等。因此,分离提取得到的物质通常采用测定物理常数的方法检验其纯度。液体物质常用沸点测定法来判断其纯度;固体物质常用测定熔点来判断其纯度。有时还可利用波谱来进一步确定物质的纯度。

3. 元素的组成分析和分子式的确定

将已提纯的样品进行元素组成的定性和定量分析,求出各元素的重量比,从而确定其实验式,进一步测定其分子量,便可确定样品的分子式。

4. 结构式的确定

由于有机化合物同分异构现象普遍存在,所以仅仅知道有机物的分子式还不够,还需要进一步确定其结构式。结构式的确定是一项相当繁琐的工作。近几十年来,采用常规化学方法和近代物理方法相结合的途径,能够快速而准确地测定物质的结构式。目前广泛应用于测定

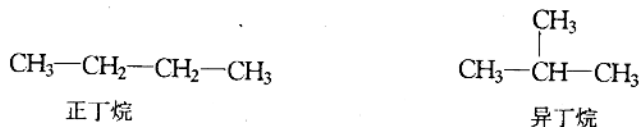
有机物结构的现代物理方法有紫外光谱法、红外光谱法、核磁共振法、质谱法等。本书在最后一章将简述其基本原理及应用。

七、有机化合物的分类

有机化合物数目众多,结构复杂。为了便于学习和研究,就需要有一个严密的科学分类方法。目前,一般的分类方法有二种:一种是根据碳架不同分类,另一种是根据官能团分类。

1. 根据碳架的不同分类

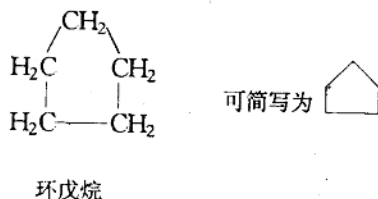
(1)开链化合物 分子中碳原子之间连接成首尾不相连的碳链。例如:



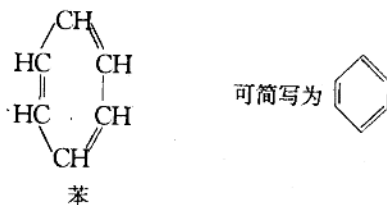
由于开链化合物最初是从脂肪中发现的,故又称为脂肪族化合物。

(2)碳环化合物 分子中具有完全由碳原子连接而成的环状结构。这类化合物又可分为两类:

①脂环族化合物 这类化合物具有由碳原子连接而成的环状结构,其性质与脂肪族化合物相似,所以叫做脂环族化合物。例如:



②芳香族化合物 是一类具有特殊性质,分子中通常含有苯环结构的化合物。例如:



(3)杂环化合物 分子中的环是由碳原子和其他原子(如氧、氮、硫等)所组成,组成环的非碳原子叫杂原子,故称为杂环化合物。例如:

