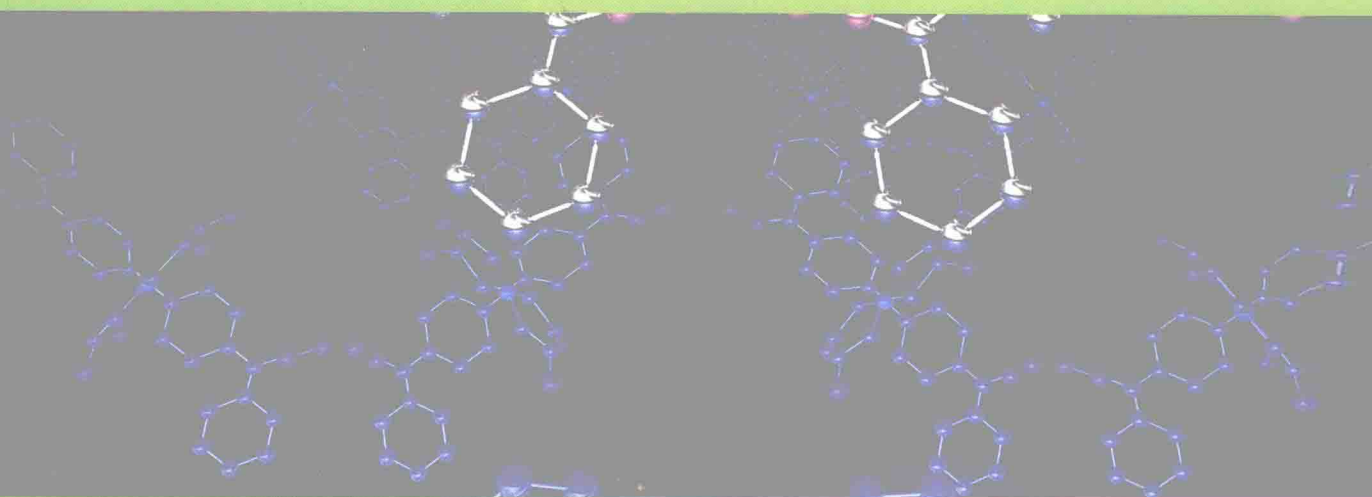
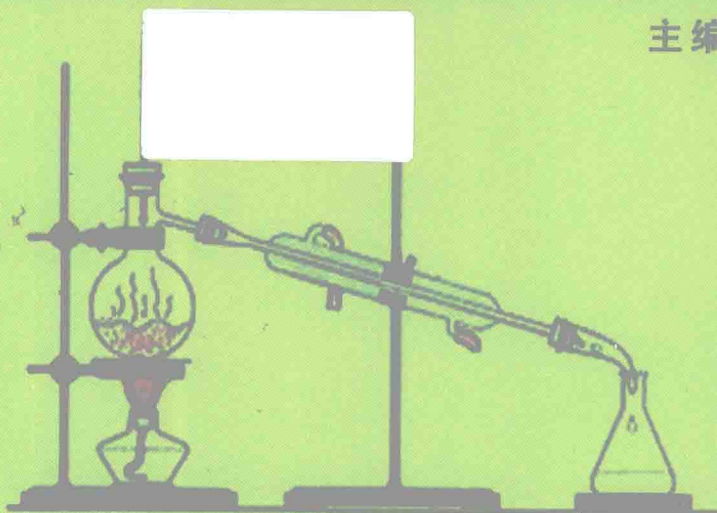


21 世纪高等院校教材

有机化学



主编◎陈建新



辽宁大学出版社

21 世纪高等院校教材

有机化学

主 编 陈建新

副主编 常银霞 赵明刚

辽宁大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

有机化学 / 陈建新主编. —沈阳: 辽宁大学出版社, 2013. 4

21 世纪高等院校教材

ISBN 978-7-5610-7235-6

I. ①有… II. ①陈… III. ①有机化学—高等学校—教材 IV. ①O62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 081019 号

出版者: 辽宁大学出版社有限责任公司

(地址: 沈阳市皇姑区崇山中路 66 号 邮政编码: 110036)

印刷者: 北京明兴印务有限公司

发行者: 辽宁大学出版社有限责任公司

幅面尺寸: 185mm×260mm

印 张: 15

字 数: 300 千字

出版时间: 2013 年 4 月第 1 版

印刷时间: 2013 年 4 月第 1 次印刷

责任编辑: 张琢石 黄 铮

封面设计: 可可工作室

责任校对: 齐 悦

书 号: ISBN 978-7-5610-7235-6

定 价: 33.00 元

联系电话: 86864613

邮购热线: 86830665

网 址: <http://WWW.lnupshop.com>

电子邮件: lnupress@vip.163.com

前 言

本书是根据近年来普通高等师范院校生物专业及其他非化学专业教学改革的需要,结合有机化学当前世界发展的动态和趋势、有机化学教学计划、培养目标、教学手段等的综合改革而编写的。本书在编写过程中始终贯彻教育部制定的思想性、科学性、先进性、启发性和适用性统一的原则,并注意到了该教材的完整性、系统性和与后续课程的连接性。同时考虑到生物专业及其他非化学专业有机化学教学时数不断减少,在基本内容上尽量与相关学科衔接,减少重复,力争做到理论知识与实际应用相结合,反映有机化学与其他学科的相互交叉,相互渗透。除此之外,我们力求所编教材适合具有高中化学水平的学生自学,但绝不是知识的简单重复。全书共分为 13 章,其中第二章是用来为没有学习无机化学而直接学习有机化学的学生准备的内容。这些学生可以先安排学习本章后,再学习其他各章,对已学过无机化学的学生,可作为复习之用。第十三章是现代有机化学必不可少的内容,在学时允许的情况下,安排教学,学时不够时,可安排自学。第八章把三种立体异构放在一起讲授,学生通过对比、分析以利于学习和记忆。

本书由山西师范大学化学与材料科学学院三位老师共同编写。其中,第一章概述,第二章原子结构、共价键和分子间作用力,第三章脂肪烃和第四章芳香烃由赵明刚博士编写;第五章醇酚醚,第六章醛酮,第十一章糖类,第十二章氨基酸和蛋白质,第十三章核磁共振谱由常银霞副教授编写;第七章羧酸和取代羧酸,第八章立体异构,第九章含氮有机化合物和第十章脂类由陈建新教授编写。

本书参考学时 60 学时,第二章、第十三章作自学用时,参考学时 50 学时。

本书的编写,得到了山西师范大学教学改革与建设研究项目基金和山西师范大学校级教材建设基金资助,内容主要以我校有机化学教学实践所积累的资料为依据,结合本专业的其他教材,力求做到适合于学生素质和能力的培养。虽然我们尽了很大的努力,但由于水平和条件所限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请广大师生给予批评和指正。

陈建新
2012 年 12 月



目 录

第一章 概述	(1)
第一节 有机化学研究对象	(1)
第二节 有机化合物的结构、分类和反应类型	(3)
第二章 原子结构、共价键和分子间作用力	(11)
第一节 核外电子的运动状态	(11)
第二节 核外电子排布规律及元素周期表	(20)
第三节 元素与人体健康	(26)
第四节 共价键	(28)
第五节 分子间作用力	(34)
第三章 脂肪烃	(39)
第一节 烷烃	(39)
第二节 烯烃和炔烃	(47)
第三节 脂环烃	(59)
第四节 卤代烃	(64)
第四章 芳香烃	(71)
第一节 芳香烃的分类、命名和苯的结构	(71)
第二节 单环芳烃的性质和定位法则	(74)
第三节 稠环芳烃	(78)
第五章 醇、酚、醚	(82)
第一节 醇	(82)
第二节 酚	(93)
第三节 醚	(98)
第六章 醛、酮	(105)
第一节 醛和酮的结构、分类和命名	(105)
第二节 醛和酮的性质	(107)
第三节 重要的醛和酮	(112)
第七章 羧酸和取代羧酸	(116)
第一节 羧酸	(116)



第二节 取代羧酸	(123)
第八章 立体异构	(134)
第一节 顺反异构	(135)
第二节 对映异构	(138)
第三节 构象异构	(148)
第九章 含氮有机化合物	(154)
第一节 胺	(154)
第二节 酰胺	(162)
第三节 含氮杂环化合物	(165)
第四节 生物碱	(175)
第十章 脂类	(180)
第一节 油脂	(180)
第二节 磷脂和糖脂	(185)
第三节 甾族化合物	(188)
第十一章 糖类	(194)
第一节 单糖	(194)
第二节 二糖	(203)
第三节 多糖	(205)
第十二章 氨基酸和蛋白质	(211)
第一节 氨基酸	(211)
第二节 蛋白质	(216)
第十三章 核磁共振谱	(222)
第一节 核磁共振氢谱	(222)
第二节 核磁共振谱的解析和应用	(228)
第三节 ^{13}C 核磁共振谱	(230)



第一章 概述

第一节 有机化学研究对象

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,有机化合物简称有机物。有机化合物与人们的衣食住行、生老病死密切相关。棉花、羊毛、蚕丝是有机化合物;糖、脂肪、蛋白质三大营养物质是有机化合物;木材、煤、石油和天然气是有机化合物;合成橡胶、合成塑料、各种药物、染料、化妆品是有机化合物;生命现象和遗传现象的物质基础蛋白质和核酸也是有机化合物。可以说,有机化合物遍布于人类的物质世界,是人类日常生活中一刻也离不开的必需品。

但是,人们对有机化合物的认识是逐步发展的,有机化合物分子结构理论也是逐步形成、逐步完善的。早在 1806 年贝齐里乌斯(J. Berzelius)根据人们能从动植物中提取出一系列有机物的事实把有机物定义为从动植物体内分离出来的物质,意指“有生机之物”。当时人们还没有从本质上认识有机物,认为有机物只有依靠“生命力”才能创造出来,它不受一般物理和化学规律的支配和制约,决不能由无机物人工合成有机物。这种把有机物和无机物截然分开的“生命力”学说,把由无机物合成有机物列为禁区,严重地阻碍了有机化学的进步和发展。但是,从 1828 年德国化学家维勒(F. Wöhler)通过加热无机物氰酸铵溶液得到了当时公认为有机物的尿素,到 1845 年柯尔柏(H. Kolbe)合成醋酸,再到 1854 年贝罗特(Berthelot)合成油脂等许多有机物,多数化学家才认识到贝齐里乌斯(J. Berzelius)对有机物下的定义是不准确的。随着人们陆续合成了多种有机物,终于彻底打破了“生命力”学说,极大地推动了有机化学的进一步发展,初步奠定了有机化合物分子结构理论的基础。到了 20 世纪,这一理论得到了进一步完善,使人们清楚地认识到,无机物和有机物虽然在组成、结构和性质等方面确实存在着某些不同之处,但它们之间并没有一个明确的界限,都遵守一般的化学变化规律。尽管现在仍用有机物和有机化学这一名称,却早已失去了原有的意义。

化学家们根据科学进步所提供的科学事实和对有机化合物的广泛研究,证明有机化合物在组成上都含有碳元素,绝大多数含有氢元素,确定有机化合物通常是“碳氢化合物”。由于有机化合物分子中的氢常常被氧、氮、卤素、硫、磷等原子或某些原子团所取代,衍生出许多其他有机化合物,因此最终确定了有机化合物的近代概念,即有机化合物是碳氢化合物及其衍生物。这一概念



强调的是组成,而贝齐里乌斯(J. Berzelius)提出的概念强调的是来源。研究碳氢化合物及其衍生物的化学称为有机化学,也就是研究有机化合物的结构特征、理化性质、合成方法及其应用。

二、有机化合物的特点

经过大量的科学实验证明,有机化合物和无机化合物之间虽然没有绝对的界限、没有本质的区别,但是由于二者在组成上、结构上的差异,决定了二者在性质上存在着一定的不同。碳原子在元素周期表中位于第二周期第ⅣA族,最外层有4个电子,既不容易失去,也不容易得到电子,主要是通过共价键与其他原子相结合或自相结合形成有机化合物分子,而无机化合物分子中原子主要是通过离子键相结合。因此有机化合物分子间作用力弱,无机化合物分子间作用力强,有机化合物与无机化合物相比较,具有以下特点。

(一) 结构复杂,种类繁多

组成有机物的元素比较少,而组成无机物的元素比较多,但有机物却比无机物多得多,这是因为构成有机化合物的主体碳原子相互结合的能力很强,结合的方式很多,碳原子可以共价键相互连成链状,也可以连接成环状,还可以用一对、二对、三对电子相结合,分别形成碳碳单键(C—C)、碳碳双键(C=C)、碳碳叁键(C≡C)。

其次是同分异构现象非常普遍,往往同一个分子式可以代表许多性质完全不同的化合物。例如,众所周知的 C_2H_6O 就代表了乙醇和甲醚这两种不同的化合物,它们具有相同的分子式,而结构和性质明显不同。

凡是分子式相同且分子中各种原子的排列次序不同的化合物称为同分异构体。

(二) 易燃性

由于有机物都含有碳元素,大部分含有氢元素,多数有机物在空气中燃烧生成二氧化碳和水。如酒精、石油和天然气等。

(三) 熔沸点低

由于固态有机物一般是分子晶体,分子间作用力是微弱的范德华力,故熔点低,一般低于 400°C ,同样原因,有机物沸点低。而固态无机物一般是离子型晶体,分子间是作用力较强的静电引力,故熔沸点较高。如:尿素熔点 132°C ,氯化钠熔点 801°C 。

(四) 溶解性

由于有机化合物主要是极性较弱的极性分子或非极性分子,而无机化合物分子一般是极性较大的极性分子或离子化合物,根据相似相溶原理,有机物一般易溶于极性较小的有机溶剂里,而不易溶于极性较大的水中。如:石蜡溶于汽油而不溶于水。

(五) 化学反应速度慢

由于有机化合物分子中的化学键主要是极性较弱或非极性的共价键,不易电离。因此,有机化合物间的化学反应主要是分子间的反应,反应速度慢,经常采用加热、搅拌、加催化剂等方法,以加速反应。而无机化合物由于在溶液中易电离成离子,故无机化合物间的化学反应主要



是离子间的反应,反应速度快。

(六)反应产物复杂

因为有机化合物间的化学反应主要是分子间的反应,又由于有机化合物结构复杂,常常包含有多个功能基和反应中心,键的断裂可以发生在不同的位置上,所以有机化合物在发生主要反应的同时,常常伴有一些副反应,产生副产物。

以上是有机化合物与无机化合物相比所具有的特点,但这不是绝对的,而是相对的,例外的情况也有许多。如四氯化碳是有机物,它不仅不能燃烧,反而能灭火,可做灭火剂。酒精可以与水以任意比混溶。TNT 爆炸在瞬间可以完成。有机化合物与无机化合物是既有区别又有联系的,不存在不可逾越的鸿沟,它们共同遵守一般化学变化的基本规律。

第二节 有机化合物的结构、分类和反应类型

一、有机化合物的分子结构

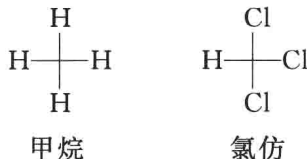
(一)有机化合物结构理论的主要原则

有机化合物除了在某些性质上不同于无机化合物外,在种类和数目上也远远多于无机化合物,到目前为止,从自然界中发现和人工合成的有机化合物已达几千万种,新的有机化合物仍在不断地被发现或合成出来,其中的一个主要原因是有机化合物的分子结构与无机化合物不同。

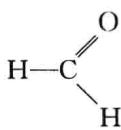
在认识有机化合物的过程中,德国的凯库勒(A. Kekulé)和英国的古柏尔(A. Couper)、荷兰的范特荷夫(J. H. Van't Hoff)、法国的拉贝尔(J. ALebel)等化学家先后提出了有机化合物结构的基本理论,其主要原则如下:

1. 碳原子总是四价的

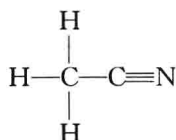
碳原子最外层有四个电子,既不容易失去,也不容易得到,可与其他原子共用 4 对电子,形成 4 个共价键。例如在甲烷(CH_4)和氯仿(CHCl_3)分子中,碳原子保持四价,并且这四价是等同的。若以一条短线代表一个共价键,这两个分子的结构可表示如下:



在甲烷表示式中,因为碳原子的四价是等同的,所以,氢原子的位置无论是在碳原子的左边、右边还是上边、下边都一样。碳原子与其他原子不论以单键相连还是以双键、叁键相连,始终保持四价。两个原子之间共用一对电子形成的键称为单键;两个原子之间共用两对电子形成的键称为双键;两个原子之间共用三对电子形成的键称为叁键。例如:甲醛(HCHO)和乙腈(CH_3CN)的分子结构如下:



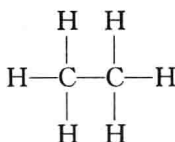
甲醛



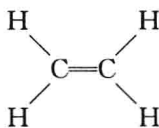
乙腈

2. 碳原子自相结合成键

碳原子除了能与其他原子以单键、双键、叁键相结合外,碳原子与碳原子之间也可以通过单键、双键、叁键相结合。例如:



乙烷

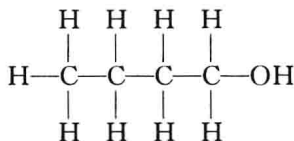


乙烯

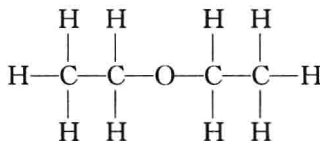


乙炔

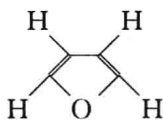
3. 碳原子与其他原子、碳原子与碳原子之间既可以相互结合成链状也可以相互结合成环状。例如:



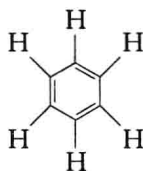
1-丁醇



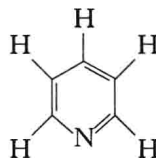
乙醚



呋喃



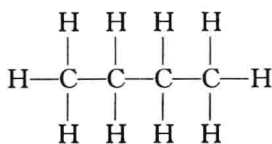
苯



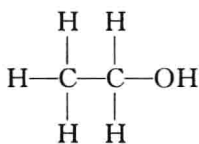
吡啶

4. 同分异构现象

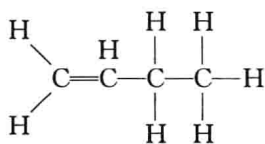
由有限的几种原子组成的有机化合物之所以数目巨大,一个原因是组成有机物的碳原子数目可不同,另一个原因是由于有机物中的碳原子与碳原子之间、碳原子与其他原子之间的连接顺序或成键方式可不同。例如:分子式为 C_4H_{10} 、 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 和 C_4H_8 的有机化合物可以分别写出如下两种结构。



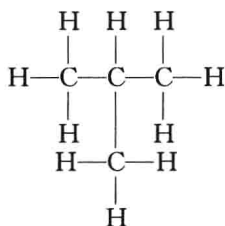
丁烷



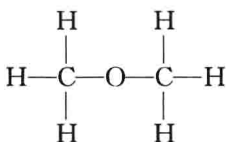
乙醇



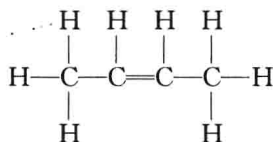
1-丁烯



异丁烷



甲醚



2-丁烯

这种分子组成相同而结构不同的化合物,互称为同分异构体,这种现象称为同分异构现象。同分异构现象在有机化合物中较为普遍,可分为构造异构和立体异构(将在第八章中讨论)两大类。构造异构是指分子中原子排列顺序不同引起的一类异构现象,可分为碳链异构、官能团异构、位置异构三种。

碳链异构是由于碳原子连接顺序不同引起的,如丁烷和异丁烷。

官能团异构是由于分子中所含的官能团不同而引起的。如乙醇和甲醚,乙醇的官能团是—OH(羟基),而甲醚的官能团是—O—(醚键)。

位置异构是由于官能团的位置不同而引起的,如1-丁烯和2-丁烯的官能团都是双键,但它们在碳链中的位置不同。

有机化合物分子的结构决定着分子的性质。如:乙醇和甲醚,常温下,乙醇是液体,沸点为78.3℃,能与金属钠反应产生氢气;而甲醚是气体,沸点是-23.6℃,不能与金属钠反应。

5. 碳原子具有正四面体结构

在有机化合物分子中,饱和碳原子具有正四面体结构。例如,甲烷分子中,碳原子处在四面体的中心,四个氢原子处在四面体的四个顶点上(如图1-1a)。图中实线“—”表示键在纸面上,楔形实线表示键由纸面伸向纸面前方,楔形虚线表示键由纸面伸向纸面后方。为了形象地表示分子中各原子的空间排列情况,人们通常使用球棒模型(凯库勒模型)和比例模型(斯陶特模型)。

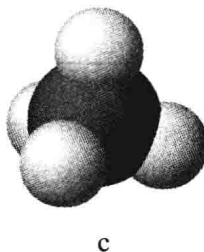
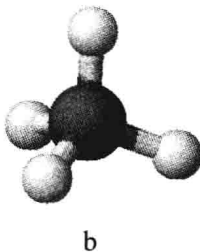
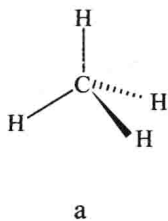


图1-1 甲烷的分子结构

球棒模型使用各种颜色的小球,代表不同元素的原子或原子团,用球棒表示原子间的化学键(如图1-1b);比例模型是按照原子半径和键长的比例设计制作的,可以更精确地表示分子间的相对距离(如图1-1c)。

(二) 有机化合物构造式的表示方法

由于有机化合物的同分异构现象相当普遍,一个组成相同的分子可能同时存在着多种不同的分子结构,而分子的结构决定着分子的性质,致使它们的物理性质和化学性质存在着差异。



因此,不能只用表示分子组成的分子式来表示有机化合物,必须使用既可以表示分子组成又可以表示分子结构的式子,主要有以下几种形式:短线式、结构简式、键线式(如表 1-1)。

短线式是既能表示有机化合物分子中原子的种类和数目、又能表示分子内各个原子的连接顺序和连接方式的式子。用短线式表示有机化合物分子,写起来比较繁琐。结构简式是不再写出碳或其他原子与氢原子之间的短线以及主链上表示碳碳之间单键的短线,并将多个氢原子合并。它也能反映出有机化合物分子的组成、原子间的连接顺序和方式,写起来简捷、方便。键线式是用短线表示碳原子构成的碳链骨架,写出除氢原子外与碳链相连的其他原子(如 O、S、N)和官能团,碳原子上两个键的夹角是近似的。

表 1-1 短线式、结构简式、键线式示例

化合物	短线式	结构简式	键线式
C_4H_8		$H_2C=CHCH_2CH_3$	
$C_4H_{10}O$		$CH_3CH_2OCH_2CH_3$	
C_6H_6			

需要指出的是,上述所说的结构和所书写的结构严格说来是不确切的,分子结构通常包括分子的构造、构型和构象(将在第八章中讨论),而分子中原子间的连接顺序称为构造,所以上面所写的表示分子结构的化学式,称为构造式。

二、有机化合物的分类

有机化合物种类繁多,数目庞大,而且还在不断地合成和发现新的化合物,这就需要有一个严格的、科学的分类系统,便于系统地进行研究。由于有机化合物的结构和它的性质密切相关,因此有机化合物按其分子结构,一般有两种分类方法,一种是按官能团分类,一种是按碳的骨架(碳原子的连接方式)分类。

(一) 按官能团分类

所谓官能团,又称功能基,是决定一类有机化合物主要物理化学性质的原子或原子团,反映



着化合物的主要特征,决定着化合物的主要性质。按分子中官能团的不同,可将有机化合物分为若干类,(见表 1-2)

表 1-2 常见有机化合物及其官能团

化合物类别	官能团		实例	
	结构	名称	结构	名称
烯烃		双键	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	乙烯
炔烃	$-\text{C}\equiv\text{C}-$	叁键	$\text{CH}\equiv\text{CH}$	乙炔
卤代烃	$-\text{X}(\text{F}, \text{Cl}, \text{Cr}, \text{I})$	卤素原子	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$	氯乙烷
醇酚	$-\text{OH}$	醇羟基	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	乙醇
		酚羟基		苯酚
醚	$-\text{O}-$	醚键	CH_3OCH_3	甲醚
醛		醛基	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(=\text{O})\text{H}$	丙醛
酮		羰基	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$	丙酮
羧酸		羧基	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	乙酸
胺	$-\text{NH}_2$	氨基	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$	乙胺
磺酸	$-\text{SO}_3\text{H}$	磺酸基		苯磺酸
硝基化合物	$-\text{NO}_2$	硝基		硝基苯

(二)按碳架分类

有机化合物的碳架是指由碳原子构成的骨架,按碳架可将有机化合物分为以下几类。

1. 开链化合物 是指碳与碳或碳与其他原子之间结合成的开放性链状的有机化合物,碳链可以是直链,也可以带有支链;碳原子之间既可以通过单键也可以通过双键或叁键相连。例如:



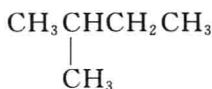
戊 烷



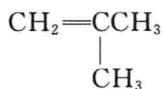
1—丁 烯



2—丁 炔



异戊烷



异丁烯



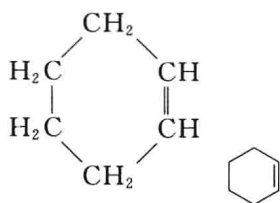
1-丁醇

因脂肪类化合物具有这种结构,因此开链化合物也称为脂肪族化合物。

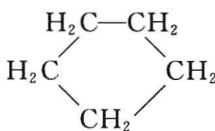
2. 闭链化合物 是指碳与碳或碳与其他原子之间结合成环状的有机化合物。根据成环原子的种类不同,闭链化合物又分为碳环化合物和杂环化合物。

(1) 碳环化合物 指全部由碳原子组成的一个或多个环的化合物。根据环中碳原子的成键方式或结构不同又分为脂环族化合物和芳香族化合物两类。

1) 脂环族化合物 指性质与脂肪族化合物相似的碳环化合物。



环己烯

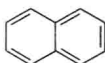


环戊烷

2) 芳香族化合物 指大多数含有苯环的化合物。如:



苯



萘

(2) 杂环化合物 指组成环的原子除了碳原子外,还含有其他元素原子的化合物。如:



呋喃



吡啶

三、有机化合物的反应类型

有机化合物分子的原子主要是以共价键相结合,在进行化学反应时,是通过原有共价键的断裂,新的共价键的形成,而生成新的物质。

(一) 根据反应过程中生成的活性中间体分类

共价键的断裂有两种方式:均裂和异裂。

1. 均裂与自由基反应

均裂是形成共价键的一对电子平均分给两个成键的原子或基团。均裂之后,原来成键的两个原子各带有一个未成对的电子,可用下式表示:



带有单电子的原子或原子团称为自由基或游离基。自由基是反应过程中暂时生成的、瞬间存在的活性中间体,凡有游离基参加的反应,称为游离基反应(自由基反应)。此类反应一般是

在光、高温和过氧化物存在的条件下进行的,属于连锁反应,反应一旦发生,将迅速进行,直至反应结束。例如,烷烃与卤素的反应就属于自由基反应。

2. 异裂与离子型反应

异裂是形成共价键的一对电子完全为成键原子中的一个原子或原子团所占有,形成正离子和负离子。可用下式表示:



异裂生成的正离子和负离子也是反应过程中暂时生成的、瞬间存在的活性中间体,通过共价键异裂产生的正离子和负离子而进行的反应称为离子型反应。离子型反应又根据反应试剂是亲电试剂还是亲核试剂分为亲电反应和亲核反应。

(二) 根据反应物和生成物的组成和结构的变化分类

1. 取代反应 有机化合物分子中的原子或原子团被其他原子或原子团所代替的反应。根据反应机理,取代反应又分为亲核取代反应和亲电取代反应。

2. 加成反应 有机化合物与另一单质或化合物生成一种产物的反应。根据反应机理,加成反应又分为亲核加成反应和亲电加成反应。

3. 消除反应 从一个有机化合物分子中消去一个小分子(如 H_2O 、 HX 等)而形成不饱和化合物的反应。

4. 聚合反应 由小分子结合成高分子(或较大分子)的反应。根据生成物的多少分为加聚反应和缩聚反应。

5. 重排反应 某些有机化合物由于自身稳定性较差,分子中的某些基团发生转移或分子中碳原子骨架发生改变的反应。

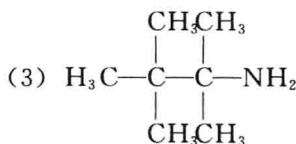
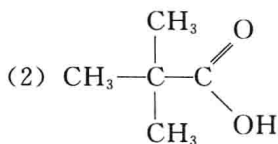
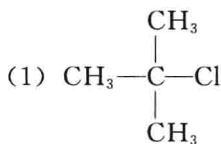
习题

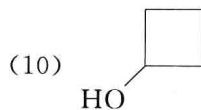
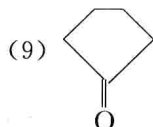
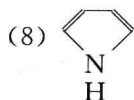
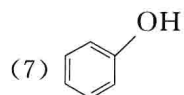
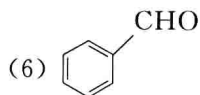
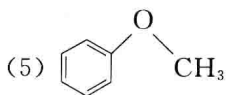
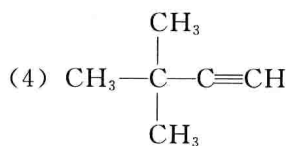
1. 名词解释

- | | |
|-----------|-----------|
| (1) 有机化合物 | (2) 同分异构体 |
| (3) 官能团 | (4) 均裂 |
| (5) 异裂 | (6) 自由基 |
| (7) 自由基反应 | (8) 离子型反应 |

2. 简述有机化合物的特点。

3. 按照不同的碳架和官能团,分别指出下列化合物属于哪类有机物,哪部分是官能团并说出名称。





4. 写出下列化合物的短线式、结构简式和键线式

(1) 丁烷

(2) 丁烯

(3) 丁炔

(4) 丁丙醇

(5) 乙醚

(6) 环己烷

(7) 丁醛

(8) 丁酮



第二章 原子结构、共价键和分子间作用力

物质的性质取决于分子的组成和分子间的作用力,而分子的组成又取决于原子的结构和原子间的作用力。本章首先探讨原子结构,进而学习原子间的作用力,也就是化学键。最后初步了解分子间的作用力及对物质某些性质的影响。

第一节 核外电子的运动状态

一、原子结构认识史的发展概况

1. 十九世纪初,英国科学家 J. Dalton 用化学分析法研究物质的组成,提出了著名的原子学说。但是, J. Dalton 认为原子是不可分的。

2. 1904 年,英国科学家 J. J. Thomson 提出了原子“枣糕模型”:原子是一个平均分布着正电荷的粒子,其中镶嵌着许多带负电的电子。

3. 1911 年,英国科学家 E. Rutherford 根据实验提出了“行星系式”原子模型:原子核好比是太阳,电子好比是绕太阳运动的行星,电子绕核高速运动。

4. 1913 年,丹麦物理学家 N. Bohr 提出了“定态原子模型”,后人称其为 Bohr 理论。其要点如下:

(1) 在原子中,绕核运动的电子只能在某些符合一定量子化条件的圆形轨道上运动,在这些轨道上运动时电子既不放出能量也不吸收能量,电子处于某种“定态”(stationary state)。其中最低的定态称为基态(ground state)。其余能量较高的定态称为激发态(excited state)。电子在不同定态下运动时其能量不同,处于某一定态下的电子的能量具有确定值。

$$E_n = -\frac{Z^2}{n^2} \times 2.18 \times 10^{-18} \text{ (J)}$$

式中: E_n 为电子的能量; Z 为核电荷数; n 为量子数,它可以取大于或等于 1 的正整数。

(2) 只有当电子从某一定态跃迁到另一定态时,才会有能量的吸收或放出。当电子从能量较高的定态跃迁到能量较低的定态时,就会放出能量,放出的这部分能量以光的形式发射出来,发射出来的光的频率取决于跃迁前后两种定态的能量差。

$$h\nu = \Delta E = E_2 - E_1 = 2.18 \times 10^{-18} Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \text{ (J)}$$