

化工工人中级技术理论培训试用教材

化 学 基 础

(下)

罗光和 主编

吉林科学技术出版社

化工工人中级技术理论培训试用教材

化 学 基 础

(下)

罗光 和 主 编

吉林科学技术出版社出版 吉林省新华书店发行
长春市第八印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 5.75印张 125,000字

1986年12月第1版 1987年6月第2次印刷

印数: 19,001—37,420册

统一书号: 73376·57 定价: 1.20元

目 录

第九章 有机化合物概述	(1)
习题	(6)
第十章 烃	(8)
第一节 烷烃	(8)
习题	(23)
第二节 烯烃	(24)
习题	(34)
第三节 二烯烃和炔烃	(35)
习题	(46)
第四节 脂环烃	(47)
习题	(52)
第五节 芳香烃	(53)
习题	(69)
第十一章 烃的衍生物	(72)
第一节 卤代烃	(72)
习题	(81)
第二节 醇、酚、醚	(83)
习题	(102)
第三节 醛和酮	(104)
习题	(120)
第四节 羧酸及其衍生物	(122)
习题	(142)
第五节 胺、重氮盐	(144)
习题	(157)
第十二章 高分子化合物	(159)

第一节 高分子化合物概述	(159)
第二节 高分子化合物的合成方法	(166)
第三节 常见的高分子化合物	(167)
习题	(176)
附录	(177)
一、基本单位	(177)
二、导出单位	(177)
三、国家选定的非国际单位制单位或暂时与国际单位制单位 并用的单位 (摘要)	(178)
四、法定单位的倍数和分数单位	(179)
五、一些基本的物理常数	(179)

元素周期表

第九章 有机化合物概述

一、有机化合物

有机化合物，对我们来说并不陌生。比如，糖类、淀粉、油脂、蛋白质、塑料、纤维、橡胶、青霉素、洗涤剂、等等，都是有机化合物。尽管有机化合物种类繁多，数目庞大，但在化学组成上却是比较简单的。它们都含有碳元素，绝大多数还含有氢元素，有一些还含有卤素、氧、硫、氮等元素。因此，可以把有机化合物（简称有机物）定义为：含碳的化合物。由于有一些有机物只含有碳、氢两种元素（碳氢化合物），常把它们看作是其它有机物的母体，而其它有机物则看成是由碳氢化合物转变而产生的“衍生物”，因此也可以把有机化合物定义为：碳氢化合物及其衍生物。但是，实际上有不少有机物与碳氢化合物并没有直接衍变的关系。上面所说的有机化合物的两种定义，虽然不完全确切，但却基本上概括了有机物在化学组成上的特征。对于象一氧化碳、二氧化碳、碳酸盐等一些简单的含碳化合物，由于它们在性质上与无机化合物相似，通常列入无机物的范围。

“有机化合物”，是沿用历史上的名称，因为刚开始研究这类物质时，它们只能从动植物有机体中取得，“有机”就是有生机的意思。但是，随着化学科学的发展，人们已经能够以无机物为原料，用合成的方法制成许多有机物，所以“有

机化合物”这一名称，已失去了它原有的含义。

研究有机物的化学叫做有机化学。生产有机物的工业叫做有机化学工业。

二、有机化合物的特性

有机物和无机物虽然没有绝对的界限，但在性质上却有较大的差异，有机物具有它自身的许多特殊性质。

1. 容易燃烧 绝大多数有机物都可以燃烧，而且有些是易燃物质。比如煤、汽油、液化气等有机物，是作为燃料应用的。燃烧时，分子中的碳生成二氧化碳，氢则生成水。不含金属元素的有机物，燃烧后不留下残渣。然而，多数无机物则不易燃烧。所以常常利用这种性质来初步区别有机物与无机物。

2. 熔点低 大多数固态有机物的熔点都较低，一般在 $40\sim 300^{\circ}\text{C}$ 之间；而无机物的熔点则高得多，如氯化钠的熔点是 801°C 。

3. 难溶于水 大多数有机物难溶或不溶于水，而易溶于酒精、乙醚、苯等有机溶剂；而无机物一般较易溶于水。

4. 反应速度慢且比较复杂 有机反应一般速度较慢，需要一定的时间，有的需长达几十小时才能完成，这和许多瞬时就可以完成的无机反应不同。为了增加反应速度，一般需要加热和使用催化剂。

有机反应常常在发生主要反应的同时，还伴有不同的副反应，产生多种不同的产物，这就需要将反应混合物进行分离、提纯，有时收率较低。因此，书写有机化学反应式时，经常只写出主要的产物，而在反应物与生成物之间只用符号“ $\longrightarrow$ ”表示。

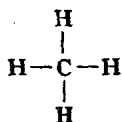
必须指出，有机物的这些特性，不是绝对的。如四氯化碳，不仅不燃烧而且可以作灭火剂使用；糖、酒精都易溶于水；黄色炸药TNT可以发生爆炸式的反应。因此前面所归纳的一些特性是相对的。

三、有机化合物的化学键

有机物所以具有上述特性，是与其结构密切相关的。

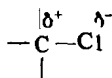
有机化合物的骨架元素是碳，碳原子在周期表中位于第二周期第Ⅳ主族。由于碳元素在周期表中的特殊位置，决定了它既不容易得到电子，也不容易失去电子，也就是说，碳原子不易形成离子型化合物。碳原子与其它原子经常是以共价键相结合的，因此有机物属于共价化合物。大多数的有机反应，都意味着旧的共价键的破裂与新的共价键的形成。因此在学习有机物的知识之前，有必要就有关共价键的一些概念，作一简要的复习。

原子之间通过共用电子对（电子云重叠）所形成的化学键，叫做共价键。共价键的共用电子对，常用一根短线“—”表示。比如，由一个碳原子和四个氢原子以共价键结合而生成的甲烷分子，可用下式表示：



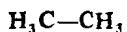
共价键按照成键的两个原子电负性的大小，可以分为两类：由同种元素原子形成的共价键，电子对不发生偏移，叫做非极性共价键；由不同种类元素的原子形成的共价键，电子对偏向电负性大的原子，叫做极性共价键，并且根据电子偏移程度的不同，又可分为强极性键和弱极性键。

在化学上，表示键的极性常用下面的符号：

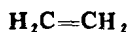


其中 δ^+ 表示带有部分正电荷， δ^- 表示带有部分负电荷。

共价键按照两个原子共用电子对结合方式的不同，可以分为三类：两个原子共用一对电子所形成的共价键，叫做共价单键（简称单键），用“—”表示；两个原子共用两对或三对电子所形成的共价键，则分别叫做共价双键（简称双键）或共价三键（简称三键），分别用“=”或“≡”表示。例如：



乙烷（单键）



乙烯（双键）



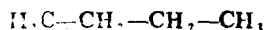
乙炔（三键）

四、有机化合物的分类

有机化合物是一个很大的家族，目前在自然界发现的和人工合成的有机物，总数已达五百万种以上，必须进行系统的分类，才便于研究它们。分类的方法主要有两种。

1. 按碳架分类 根据有机物分子中碳原子之间的连接方式可分为三类。

（1）开链化合物或脂肪族化合物：在这类化合物的分子中，碳原子之间互相结合成链状，不形成环状结构，所以叫做开链化合物；由于这类有机物最初是从脂肪中获得的，所以又称为脂肪族化合物，如：



丁烷

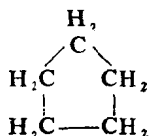


乙醇

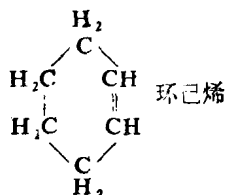
（2）碳环化合物：在这类化合物中，碳原子连接呈环状，组成环的原子除了碳原子以外，不含其它元素的原子。

碳环化合物又可分为两类。

① 脂环族化合物：这类化合物可以看成是脂肪族化合物两端的碳原子连接在一起而成的。它们具有环状结构，但性质却和脂肪族化合物相似，因此叫做脂环族化合物。最常见的是五碳环和六碳环，例如：

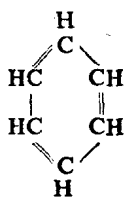


环戊烷

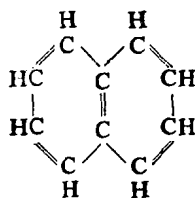


环己烯

② 芳香族化合物：在这类化合物的分子中，大都含有由6个碳原子组成的苯环结构。由于这种环状结构性质特殊，数量也很多，因此自成一族，例如：

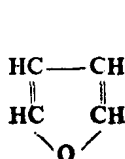


苯

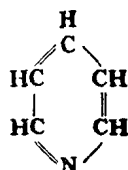


萘

(3) 杂环化合物：在这类化合物分子中，组成环的原子，除碳原子以外，还含有其它元素的原子（杂原子），如氧、氮、硫等，所以叫做杂环化合物，例如：



呋喃



吡啶

2. 按官能团分类 有机化合物的另一种分类方法,是把含有相同官能团的化合物当作一类。所谓官能团,是指在有机物分子中,决定其特性的原子或原子团。有机分子的反应,基本上是由官能团引起的。官能团相同的化合物,具有相似的性质,把它们归为一类进行研究是比较方便的。

常见的重要官能团及其名称见表9-1。

表9-1 常见的官能团及其名称

化合物类别	官能团	官能团名称	化合物类别	官能团	官能团名称
烯烃	$\text{C}=\text{C}$	双键	醛、酮	$\text{C}=\text{O}$	羰基
炔烃	$\text{—C}\equiv\text{C—}$	三键	羧酸	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—OH} \end{array}$	羧基
卤代烃	—X(F, Cl, Br, I)	卤原子	胺	—NH_2	氨基
醇、酚	—OH	羟基	硝基化合物	—NO_2	硝基
醚	—O—	醚键	磺酸	$\text{—SO}_3\text{H}$	磺酸基

在实际分类中,通常是把上面所说的两种分类方法结合起来使用。

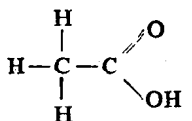
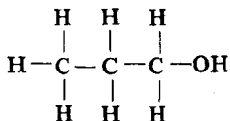
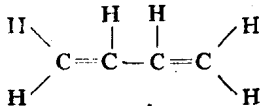
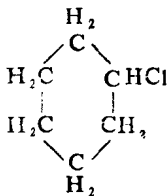
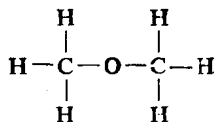
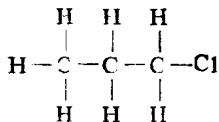
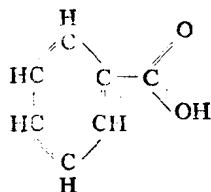
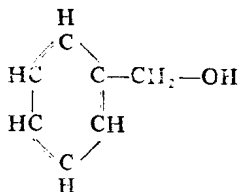
习 题

1. 什么叫做有机物? 组成有机物的元素主要有哪几种?
2. 试举出你所熟悉的例子, 来简单说明有机化合物的特性。
3. 解释下列各名词:

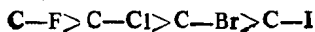
(1) 共价键; (2) 极性键、非极性键; (3) 共价单键、共

价双键，共价三键；（4）官能团。

4. 在下列化合物中，各含有一个主要的官能团。如果按碳架分类，属于哪一族？如果按官能团分类，哪些属于同一类（指出该官能团的名称）？



5. 所列各C—X键的极性是依次减小的，试说明其原因。



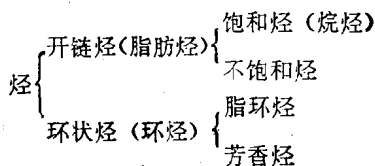
第十章 烃

只含有碳和氢这两种元素的化合物叫做碳氢化合物，简称为烃（ting）。烃是最简单的有机化合物，其它许多有机物，可以看成是烃的衍生物。

烃类可根据其分子中碳原子连接方式的不同，分为两大类。

1. 开链烃（脂肪烃） 在开链烃的分子中，碳原子连接成链状。开链烃可以看成是开链有机化合物（脂肪族化合物）的母体。开链烃又可根据分子中碳与氢的比例不同，分为饱和烃（烷烃）与不饱和烃。

2. 环烃 环状烃，简称环烃。在环状烃的分子中，碳原子连接成环状。它又可根据分子结构和性质的不同，分为脂环烃和芳香烃。



下面分别加以介绍。

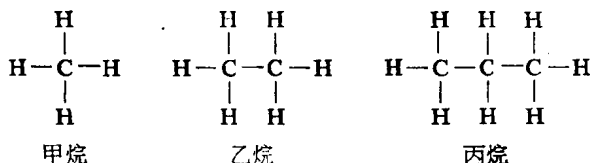
第一节 烷 烃

在烷烃的分子中，碳原子之间都是以单键相连的，碳原子的其余价键完全被氢原子所饱和，因此烷烃又叫做饱和

烃。烷烃是分子中含氢最多的烃，“烷”有完满的含义，也就是饱和的意思。烷烃是最简单、最基本的有机物。

一、烷烃的通式、同系列与同分异构

1. 烷烃的通式 最简单的烷烃是甲烷，含有 1 个碳原子和 4 个氢原子；其次是乙烷，含有 2 个碳原子和 6 个氢原子；再其次是丙烷，含有 3 个碳原子和 8 个氢原子。它们的结构式(表示分子中各原子排列方式与次序的化学式)如下：



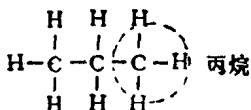
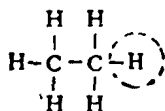
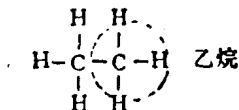
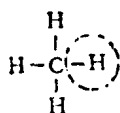
在这些结构式中，分别去掉水平方向两端的氢原子，则每个碳原子都只与两个氢原子相连，可简写成 CH_2 。这样，甲烷就可以用 1 个 CH_2 加上 2 个 H 来表示，乙烷可用 2 个 CH_2 加 2 个 H 表示，丙烷可用 3 个 CH_2 加上 2 个 H 表示，……。对于含有 n 个碳原子的烷，则可用 n 个 CH_2 加上 2 个 H，即 $n\text{CH}_2 + 2\text{H}$ 来表示，这个式子可以改写成 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ，这就是烷烃的通式，它可以表示一系列烷烃的化学组成。根据烷烃的通式，可以写出任何一个烷烃的分子式来，如丁烷的分子式是 C_4H_{10} ，辛烷的分子式是 C_8H_{18} ，等等。

2. 烷烃的同系列 从上面的介绍可以看出，任何碳数相邻(所含碳原子数相差为 1)的两个烷烃分子，在组成上都相差 1 个 CH_2 ；而碳数不相邻的两个烷烃分子，在组成上都相差 n 个 CH_2 ($n \geq 2$)。我们将符合同一通式、结构相似、在组成上相差一个或多个 CH_2 的一系列化合物，称为同系列。同系列中的化合物，彼此称为同系物。同系物的组成

差 CH_2 ，叫做同系列的系差。

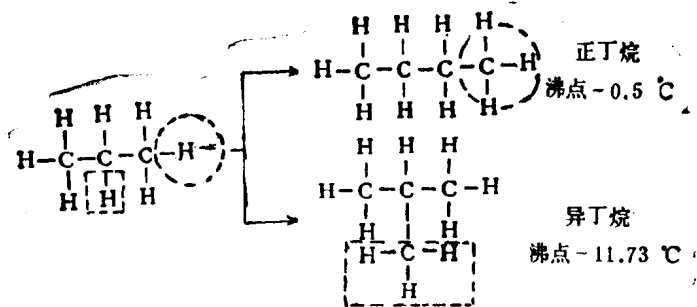
在有机化合物中，与烷烃的同系列相似，各类有机物都有自己的同系列、同系列的概念是很重要的，因为同系列中的同系物，都具有相似的结构和性质。因此，当知道同系列中某一个代表物的性质后，就可以推测出其它同系物的大概性质。此外，同系列中的各个同系物在物理性质上的差异，往往随着碳原子的增加，呈规律性的变化。这些将对我们学习和研究有机物提供很大的方便。

3. 烷烃的同分异构现象 在烷烃的同系列中，甲烷是最低级的同系物，乙烷可以看成是甲烷分子中的一个氢原子被 $-\text{CH}_3$ 取代而得的产物，同样，乙烷分子中的一个氢原子被 $-\text{CH}_3$ 取代，则得丙烷：



因此，甲烷、乙烷和丙烷，都只有一种化合物。但丙烷分子中的一个氢原子若被 $-\text{CH}_3$ 取代，就会得到两种结构不同的丁烷。

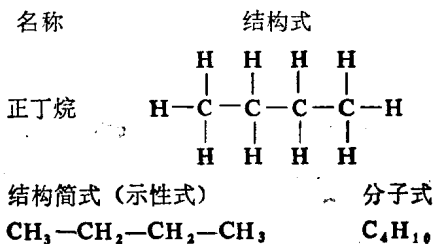
为了区别这两种化合物，前者叫做正丁烷，后者叫做异丁烷。它们的性质是不同的，这是由于它们的分子结构，即分子中各原子的排列方式与次序不同所造成的。正丁烷没有支链，而异丁烷则有一个支链。



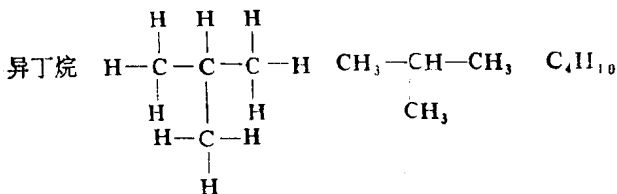
在有机化学中，将这种分子组成相同而结构不同（或称构造不同）的现象，叫做同分异构现象。具有同分异构现象的化合物，互称为同分异构体。丁烷有两种同分异构体，戊烷有三种同分异构体。随着碳原子数的增加，烷烃同分异构体的数目也急剧增加，例如，含有七个碳的庚烷有九种异构体，含有十个碳的癸烷则有七十五种异构体。

同分异构现象是有机化合物存在的普遍现象，这是造成有机物数目繁多的原因之一。

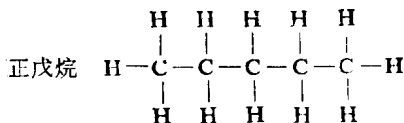
烷烃的同分异构现象，是由于碳链的结构不同而产生的，叫做碳链异构。由于存在同分异构现象，就不宜用分子式来表示有机分子，而常用结构式来表示它们，例如：



名称 结构式 结构简式(示性式) 分子式

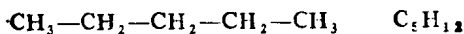


名称 结构式

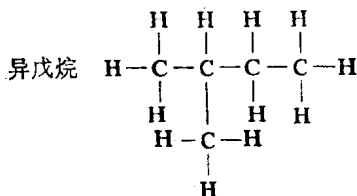


结构简式(示性式)

分子式

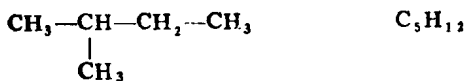


名称 结构式

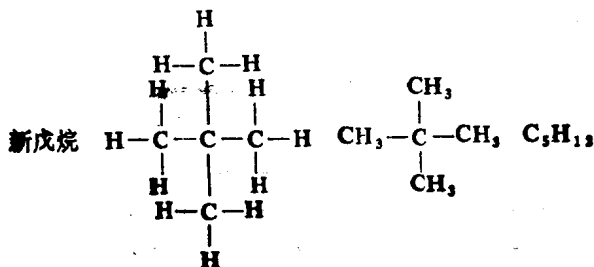


结构简式(示性式)

分子式



名称 结构式 结构简式(示性式) 分子式



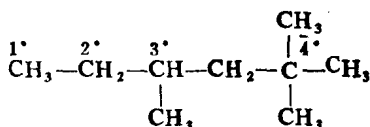
在一般情况下，用结构简式即可表示出有机物的结构。

二、烷烃的命名方法

有机化合物数目众多，绝大部分有机物都具有同分异构体，所以有机物的命名就具有非常重要的意义。掌握有机物的命名方法，是学习和研究有机物的基本要求。

在学习命名法之前，先介绍两个基本概念。

1. 碳原子的类型 仔细观察烷烃分子中的碳原子，就会发现它们所处的地位并不是一样的，现以下面的结构式为例来加以说明：



在这个结构式中，碳原子可分为以下几种类型：

1°碳原子与一个碳原子相连，叫做第一碳原子或伯碳原子；

2°碳原子与两个碳原子相连，叫做第二碳原子或仲碳原子；

3°碳原子与三个碳原子相连，叫做第三碳原子或叔碳原子；

4°碳原子与四个碳原子相连，叫做第四碳原子或季碳原子。

与伯、仲、叔碳原子相连的氢原子，则分别称为伯、仲、叔氢原子，它们的反应性能有一定的差别。

2. 烷基 在有机化学中，经常用到“基”这一概念。所谓“基”，就是分子中作为一个结构单元出现的原子或原子团，它与“根”不同，既不能游离，又不带电荷。