

有机化学及分析化学

(检验专业试用)

山东省革命委员会卫生局教材编写组编

一九七三年六月

常用物质分子量表

AgCl	143.34
AgNO ₃	169.89
Al ₂ O ₃	101.94
Al(OH) ₃	77.99
As ₂ O ₃	197.82
BaCl ₂ ·2H ₂ O	244.31
BaSO ₄	233.42
CaCO ₃	100.09
CaO	56.08
Ca(OH) ₂	74.01
Ca ₃ (PO ₄) ₂	310.20
CaSO ₄	136.14
CO ₂	44.01
CuSO ₄ ·5H ₂ O	249.71
FeSO ₄ ·7H ₂ O	278.02
HCl	36.47
H ₂ C ₂ O ₄ ·2H ₂ O	126.07
HNO ₃	63.02
H ₂ O	18.02
H ₂ SO ₄	98.08
KCN	65.11
K ₂ CrO ₄	194.20
K ₂ Cr ₂ O ₇	294.21
KI	166.02
KMnO ₄	158.03
KOH	56.10
Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	381.42
NaCl	58.45
Na ₂ CO ₃	106.00
Na ₂ C ₂ O ₄	134.01
NaHCO ₃	84.01
Na ₂ O	61.99
NaOH	40.01
Na ₂ S ₂ O ₃	158.11
Na ₂ S ₂ O ₃ ·5H ₂ O	248.19
NH ₄ Cl	53.50
NH ₄ OH	35.05
PbO ₂	239.21
SO ₂	64.06

毛主席语录

教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合。

要提倡唯物辩证法，反对形而上学和烦琐哲学。

实践、认识、再实践、再认识，这种形式，循环往复以至无穷，而实践和认识之每一循环的内容，都比较地进到了高一级的程度。

中国医药学是一个伟大的宝库，应当努力发掘，加以提高。

备战、备荒、为人民。

把医疗卫生工作的重点放到农村去。

目 录

有机化学部分

有机化学概述.....	(1)
一、有机化学的意义.....	(1)
二、有机化学的重要性.....	(2)
三、碳元素与有机化合物的特性.....	(2)
四、化学结构学说.....	(4)
五、常用的几种表示有机化合物结构的化学式.....	(4)
六、有机物的分类.....	(6)
第一章 烃	(8)
第一节 链烃.....	(8)
一、饱和链烃.....	(8)
二、不饱和链烃.....	(12)
第二节 环烃.....	(16)
一、芳香烃.....	(16)
二、脂环烃.....	(20)
第三节 卤代烃.....	(21)
一、卤代烃的概念.....	(21)
二、卤代烃的性质.....	(21)
三、重要的卤代烃.....	(22)
第二章 醇、酚和醚	(25)
第一节 醇.....	(25)
一、醇的概念.....	(25)
二、醇的分类和命名.....	(25)
三、醇的性质.....	(27)
四、重要的醇.....	(28)
第二节 酚.....	(29)
一、酚的概念.....	(29)

二、酚类的化学性质·····	(29)
三、重要的酚·····	(30)
第三节 醚·····	(31)
第三章 醛和酮 ·····	(33)
第一节 醛和酮的概念·····	(33)
第二节 醛和酮的性质·····	(34)
第三节 几种重要的醛和酮·····	(37)
第四章 羧酸和光学异构现象·····	(40)
第一节 羧酸·····	(40)
一、羧酸的意义、分类和命名·····	(40)
二、羧酸的化学通性·····	(40)
三、重要的羧酸·····	(42)
第二节 具有复合官能团的羧酸·····	(43)
第三节 光学异构现象·····	(45)
一、自然光和偏振光·····	(45)
二、旋光性物质·····	(45)
三、旋光仪及比旋光度·····	(46)
四、乳酸的旋光异构现象·····	(48)
五、酒石酸的旋光异构现象·····	(49)
六、旋光异构体的数目·····	(49)
第五章 酯和脂类 ·····	(51)
第一节 酯·····	(51)
一、酯的概念和命名·····	(51)
二、酯的性质·····	(51)
第二节 脂类·····	(52)
一、油脂·····	(52)
二、类脂·····	(55)
第六章 碳水化合物 ·····	(59)
第一节 单糖·····	(59)
一、单糖的结构·····	(59)
二、单糖的性质·····	(64)
三、重要的单糖·····	(67)

第二节 双糖.....	(69)
一、双糖的概念和分类.....	(69)
二、重要的双糖.....	(70)
第三节 多糖.....	(72)
一、多糖的概念.....	(72)
二、重要的多糖.....	(73)
 第七章 胺和酰胺	(76)
第一节 胺.....	(76)
一、胺的意义、分类和命名.....	(76)
二、胺的性质.....	(77)
三、重要的胺.....	(80)
第二节 酰胺.....	(80)
一、酰胺的概念和命名.....	(80)
二、酰胺的性质.....	(81)
三、尿素.....	(81)
 第八章 氨基酸和蛋白质	(84)
第一节 氨基酸.....	(84)
一、氨基酸的概念、分类和命名.....	(84)
二、氨基酸的性质.....	(86)
第二节 蛋白质.....	(88)
一、蛋白质的组成和结构.....	(89)
二、蛋白质的性质.....	(90)
三、蛋白质的分类.....	(93)
 第九章 杂环化合物和生物碱.....	(94)
第一节 杂环化合物.....	(94)
一、杂环化合物的概念、分类和命名.....	(94)
二、几种重要的杂环化合物的衍生物.....	(96)
第二节 生物碱.....	(98)
一、生物碱的概念.....	(98)
二、生物碱的一般性质.....	(99)
三、重要的生物碱.....	(99)
第三节 染料.....	(100)
一、染料的概念.....	(100)

二、染料分类	(101)
--------------	---------

分 析 化 学 部 分

绪言	(103)
----------	---------

定性分析	(104)
------------	---------

第一章 定性分析概论	(104)
------------------	---------

一、定性分析的任务与方法	(104)
二、分析反应的进行方法	(104)
三、分析反应的特征	(105)
四、反应进行的条件	(105)
五、分别分析和系统分析	(106)

第二章 阳离子分析	(107)
-----------------	---------

一、阳离子分组与组试剂	(107)
二、阳离子的整组分离	(108)
三、第 V 组阳离子的分离	(109)
四、第 VI 组阳离子的分离	(110)
五、第 III 组阳离子的分离	(111)
六、第 II 组阳离子的分离	(112)
七、第 I 组阳离子的分离	(112)

第三章 阴离子分析	(113)
-----------------	---------

一、阴离子分组	(113)
二、个别重要阴离子的鉴定	(113)
实验一 个别重要阳离子的鉴定	(113)
实验二 个别重要阴离子的鉴定	(118)

定量分析	(120)
------------	---------

第一章 定量分析概述	(120)
------------------	---------

一、定量分析的方法与分类	(120)
二、定量分析的误差	(120)

三、准确度与精密度	(121)
四、有效数字和计算规则	(121)
第二章 分析天平与称量	(123)
一、分析天平的构造	(123)
二、常见分析天平的类型	(124)
三、分析天平的称量	(125)
实验一 称量练习(短摆法称量)	(126)
第三章 重量分析简述	(127)
一、重量分析的基本操作	(127)
二、重量分析的计算	(129)
第四章 容量分析概论	(130)
一、容量分析简述	(130)
二、容量分析仪器的使用	(130)
三、标准溶液的配制与标定	(132)
四、滴定度(T)	(132)
五、容量分析的计算	(133)
实验二 容量分析仪器的洗涤与使用	(136)
第五章 中和法	(138)
一、中和法原理	(138)
二、酸碱指示剂	(138)
三、中和滴定过程中溶液 pH 值的变化与指示剂的选择	(139)
四、标准溶液的配制与标定	(140)
实验三 酸、碱标准溶液的配制和标定	(141)
实验四 纯碱中总碱量的测定	(142)
第六章 氧化——还原法	(143)
一、氧化——还原法的原理与分类	(143)
二、氧化——还原法中当量的计算	(143)
三、碘量法	(144)
实验五 0.02N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液的配制和标定	(147)
实验六 漂白粉中“有效氯”的测定	(147)
四、高锰酸钾法	(148)

第七章 容量沉淀法 (150)

一、莫尔法 (150)

二、弗尔哈德法 (151)

第八章 氨羧络合量法 (EDTA 法) (152)

一、氨羧络合剂 (152)

二、影响金属离子与 EDTA 络合的因素 (154)

三、金属指示剂 (155)

四、EDTA 标准溶液的配制及标定 (157)

五、EDTA 法应用实例 (157)

实验七 硬水中钙、镁含量的测定 (158)

第九章 比色分析 (159)

一 比色分析简述 (159)

二 比色分析的理论基础 (159)

三 比色分析的注意事项 (161)

四 比色分析的方法 (161)

实验八 铬酸的测定 (二苯胺基脲法) (165)

有机化学部分

有机化学概述

一、有机化学的意义

毛主席教导我们：“人的认识，主要地依赖于物质的生产活动，逐渐地了解自然的现象、自然的性质、自然的规律性、人和自然的关系；……一切这些知识，离开生产活动是不能得到的。”

劳动人民在长期的生产活动过程中，逐渐积累了对于有机化合物的知识。远在古代，劳动人民就知道从动植物的生活产物来制取药物、染料、香料和酿酒造醋。到了十九世纪初期，科学有了进一步发展，研究的物质愈来愈多，人们发现从矿物界得来的化合物和从生物界得来的化合物，在性质上有所不同，便把从矿物界得来的物质叫做无机物质，把从生物界得来的物质叫做有机物质。研究来自矿物界物质的化学叫无机化学，研究来自生物界物质的化学叫有机化学。有机化学开始成为一门独立的科学。但是由于当时人们还不能够用人工方法制取有机物质，所以一直认为这两类物质之间存在着不可逾越的鸿沟。一些唯心主义学者提出了极其荒谬的“生命力”学说，宣扬生物体内有一种特殊的能力，这种特殊能力叫做“生命力”。有机化合物是在所谓“生命力”的作用下产生的。在这个错误思想的影响下，有机化学的发展受到了严重的阻碍。唯心主义的“生命力”学说，与宗教观念一脉相承，代表了当时封建贵族阶级的利益，得到了当时统治阶级的支持。

但是，科学的发展是阻挡不住的。历史证明，一切反动的阻碍社会进步的唯心主义总是要破产的。“生命力”学说也不会例外。一八二八年人们在加热氰酸铵（无机物）溶液时，制得了尿素（有机物）。这一发现证明了有机物可以由无机物用人工方法制得。在合成尿素之后，又有很多有机化合物相继合成出来。一八四八年合成了醋酸，一八六〇年合成了脂肪，一八六一年合成了糖类物质，其后不但合成了自然界存在的有机物，而且合成了不存在于自然界的有机物，这些物质的合成，给唯心主义的“生命力”学说以致命的打击，宣告了“生命力”学说的彻底破产，这是科学发展史上辩证唯物主义思想的伟大胜利。

在合成了许多有机化合物的基础上，人们察觉有机物和有机化学原来的定义是不正确的。经过用科学方法分析大量有机化合物的组成以后，发现所有的有机化合物都含有碳元素，并发现有机化合物中的碳元素大都同时与氢元素相结合。于是有机化合物的概念就起了本质上的变化。现在所谓有机化合物是指含碳的化合物，而有机化学是研究碳化合物的化学。或者也可以说，有机化合物是指碳氢化合物及其衍生物，而有机化学是

研究碳氢化合物及其衍生物的化学。

但是一部分含碳化合物如 CO 、 CO_2 、碳酸盐、氰化物、氰酸盐等，因为它们的分子组成和化学性质与无机化合物相似，所以仍在无机化学中讨论。

二、有机化学的重要性

有机化学是一门重要的自然科学，由于有机化学的发展，使人们能够详细地研究各种天然产物而加以利用，更重要的是能够用人工合成的方法制造许多新的有机物质供给国防和工农业以及人民生活等方面的需要。

有机化学是许多重要化学工业的科学基础，在祖国社会主义建设中起着重要的作用。例如石油、炼焦、橡胶、染料、炸药、医药、农药、人造纤维、塑料、油脂、造纸、酿造、制糖等重要工业都属有机化学工业。解放前由于帝国主义、封建地主阶级和国民党反动派的剥削压迫，我国有机化学工业处于奄奄一息的地步。解放后在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国有机化学工业从无到有，从小到大，得到了迅速发展，许多项目已跃居世界先进水平。

有机化学与检验工作的关系也非常密切。它是检验专业的基础课之一。因此必须先学好有机化学，才能顺利地学习好专业课，如学习生物化学、卫生检验、临床检验等课程都要有一定程度的有机化学基础知识。而且在将来的检验工作中，被检验的物质和所用的试剂也多是有机化合物，所以做为一个检验工作者，必须努力学好有机化学知识，才能把工作做的更好。

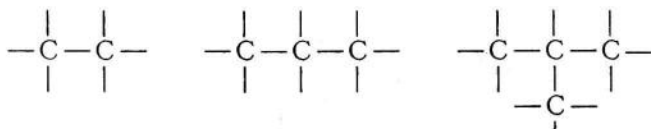
三、碳元素与有机化合物的特性

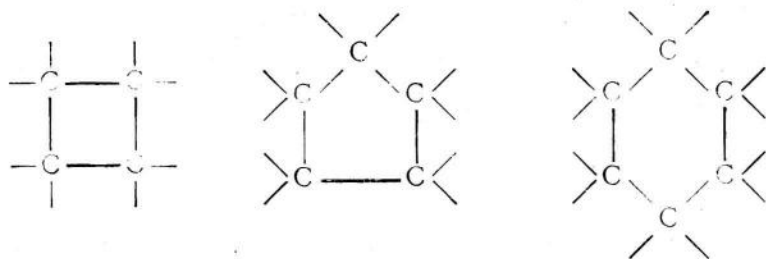
有机化合物是含碳的化合物，它具有许多与无机化合物不同的特殊性质。有机化合物数目繁多，现在已经知道的有机化合物，已达百万种以上。要了解有机化合物的特性，首先必须了解碳元素的特性。

碳在周期表中是第Ⅳ类主族元素，它的价电子层含有四个电子，它不容易失去电子，也不容易获得电子。因而碳与其他元素的原子，一般不能形成离子键，而形成四个牢固的共价键。如甲烷分子中，碳原子的四个价电子，分别同四个氢原子的价电子相结合形成四个共价键：

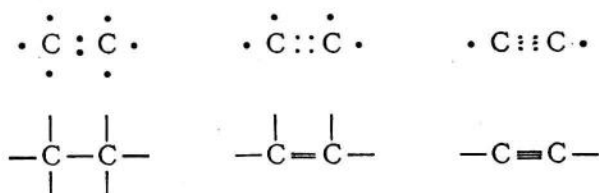


碳原子与碳原子之间也能以共价键相结合，形成长短不一的链或大小各异的环。如：





碳原子之间互相结合时，不仅可以形成单键，还可形成双键和叁键。单键是由一对共用电子形成的，而双键和叁键则是各由两对和叁对共用电子形成。如：



由于碳原子和碳原子或碳原子和其他元素原子之间的结合，都是以共价键相连，所以有机化合物所表现的性质和无机化合物有许多不同的地方，最显著的特点有

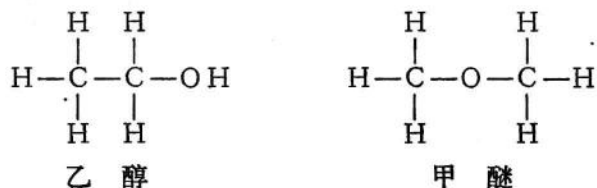
(一) 熔点比较低 有机化合物分子间的吸引力比较弱，因此有机化合物的熔点一般较低。多数在300℃以下，测定比较容易。

(二) 难溶于水 有机化合物分子大多数是非极性或弱极性的分子，它们难溶于水而易溶于有机溶剂（如苯、乙醚等）。

(三) 反应速度缓慢，且常有副反应 无机化合物间的反应，多半是离子反应，瞬间就能完成。而有机化合物分子中各原子以共价键相结合的情况较多，其反应的方式主要依靠分子间的碰撞，并且需要获得一定能量后才能加快反应。因此，反应较缓慢，一般需要几小时，甚至更长的时间才能完成。如果碰撞发生在分子的不同部位，那么除了主要反应以外，还会有副反应发生，这种情况在有机反应中是相当普遍的。

(四) 有机化合物不如无机化合物稳定，常因受光、热及空气中氧气或微生物的作用，而使有机化合物变质。有机化合物一般都能够燃烧，而大多数无机物则不能。

(五) 有机化合物常有同分异构现象产生 具有同一分子式的有机化合物，常因分子内部原子间结合的方式不同，而导致性质上产生很大的差异。如乙醇和甲醚的分子式都是 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ，组成乙醇和甲醚分子的原子种类和数目都完全相同，只是由于这些原子的结合方式不同，而形成了性质完全不同的两种有机化合物。如甲醚是气体，不能与钠作用；而乙醇是无色的液体，能与钠作用。这是因为它们各有不同的分子结构，乙醇和甲醚的分子结构可以表示如下：



象这种分子组成相同，而分子结构不同，因而性质各不相同的现象叫做同分异构现象。这种现象在无机化合物中则少有。分子组成相同而结构和性质不同的物质叫做同分异构体。所以乙醇和甲醚互为同分异构体。

四、化学结构学说

毛主席教导我们：“一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。”

十九世纪六十年代，由于化学和化学工业的发展已经达到相当高的水平，并已积累了相当丰富的实践经验，因此使产生化学结构理论成为可能。当时的一些科学工作者收集了许多重要的实验材料和理论材料，反复地进行验证，并吸取了当时有关原子、分子、原子价、化学键以及碳原子四价等概念，总结为化学结构学说。化学结构学说是关于物质分子内原子的结合方式和互相影响的学说。其要点如下：

（一）分子中的各个原子都按各自的化合价互相结合，在化合物中没有剩余的化合价。

（二）分子中原子互相联结的次序和方式叫做化学结构。表示化学结构的图式叫做结构式。

（三）物质的性质不仅决定于分子组成，而且决定于化学结构，因此研究物质的性质，可以确定它的化学结构。反过来，根据化学结构也能推测物质的性质。

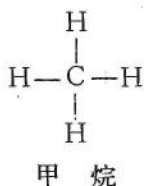
（四）分子里的各原子互相影响，这种影响也决定着分子的性质，由于各原子互相结合的顺序不同，影响的程度也跟着不同，影响最大的是直接相结合的原子。

由于化学结构学说的确立，使数目众多的有机化合物得以系统化，使人们能有计划有目的地来合成有机化合物，因而促进了有机化学的迅速发展。

五、常用的几种表示有机化合物结构的化学式

有机化合物的性质，不能由分子式表示出来，因此在研究有机化学时，需采用其他的化学式，一般常用的表示有机化合物结构的化学式有：结构式和示性式。

（一）结构式 结构式既能表示出物质分子内原子种类和数目，又能反映出分子内各个原子排列的顺序。通常用短线来代表互相连接的原子间价键。例如：



写结构式时需注意：

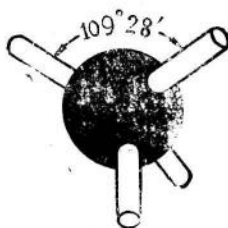
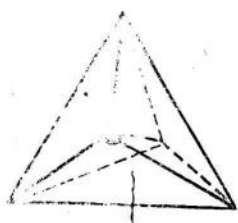
（1）在每个原子周围的短线数，必须等于它的原子价数。

（2）结构式中，每个短线的两端必须有原子，不能空着。

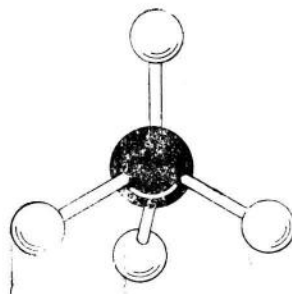
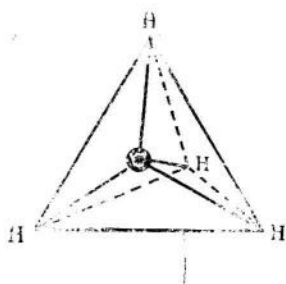
需要指出的是结构式只是一种平面图式，其缺点是不能表示出分子中各原子在空间排列的关系。近代物理方法已经证实：碳原子是四价的，四个价键是等同的，但不在同一平面上，而是立体的。它是一个正四面体的结构，在正四面体中，以碳原子为中心，四个价键分别指向正四面体的四个顶点，每两个价键之间所成的角度是 $109^{\circ}28'$ ，据此得出碳原子的立体结构。

在有机化学中，从碳原子的立体结构概念出发，正确地描述了有机化合物分子的空间结构，从而使有机化学的研究取得了很大的成绩。

碳原子的立体结构和甲烷分子的立体结构式与模型，如下图所示：



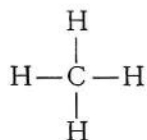
碳原子的立体结构与模型



甲烷的立体结构式与模型

为了书写方便起见，在一般情况下仍用平面结构式，只有在化合物的性质或反应与立体结构有关时才用立体结构式。

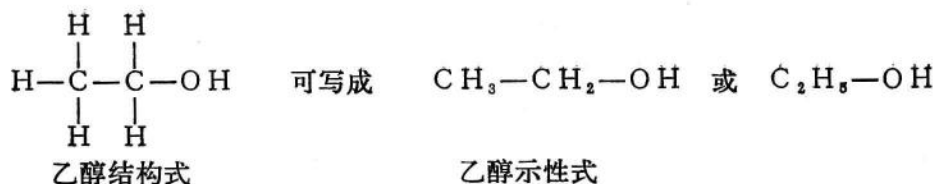
(二) 示性式 结构式书写起来不太方便，通常把主要的最常发生反应的部分表示清楚，而把不大容易起反应的部分加以简化，这样更可以明显地表示出一个化合物的性质。所以示性式是用来表示一个化合物结构的简式。例如：



甲烷结构式

可写成 CH_4

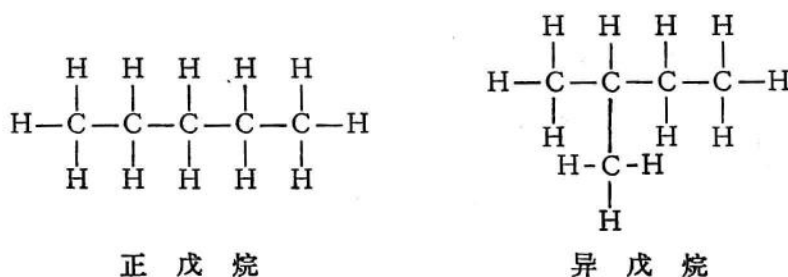
甲烷示性式



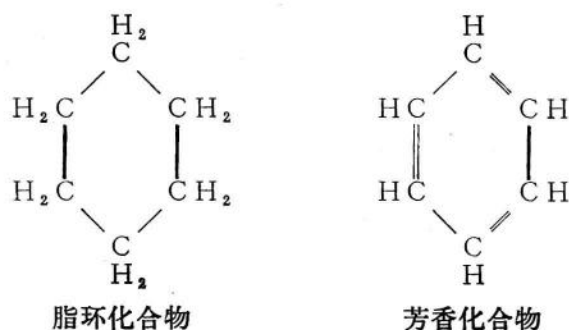
六、有机物的分类

有机化合物数目众多，为便于研究起见，必须有一个完善的分类方法。我们常按照结构与性质上的不同，把有机化合物分为下面三类：

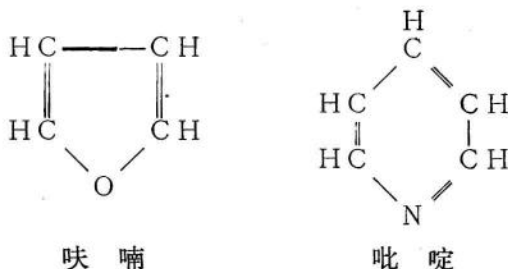
（一）链状化合物：在这一类有机化合物分子中，碳原子构成的链是张开的。因为油脂含有这种链状结构，所以又叫做脂肪族化合物。例如：



（二）碳环化合物：在这一类有机化合物分子中，碳原子互相结合成为闭合的环。根据环的结构不同又分为脂环化合物和芳香化合物两类。例如：



（三）杂环化合物：这类环状化合物，构成环的原子除碳原子外，还有其他元素的原子。如：



上面所讲的三大类，是有机化合物最基本的分类法，每一类中还可以根据结构与性质的不同，再加以分类。

复 习 题

1. 有机化学研究的对象是什么？
2. 什么叫做有机化合物？有机化合物有哪些特性？
3. 什么叫做同分异构现象？什么叫做同分异构体？
4. 化学结构学说的主要内容是什么？
5. 有机化合物如何分类？

第一章 烃

仅由碳氢两种元素所组成的化合物，叫做碳氢化合物，简称烃。

烃是一类重要的有机物质，由烃可以衍生出一切其他的有机化合物，因此烃是有机化合物的母体，而有机化合物也就可以看作是烃和烃的衍生物。

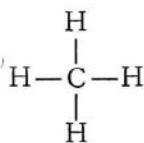
烃的种类很多，按照碳原子排列的方式可分为两类：一类是链烃，又称脂肪烃；另一类是环烃。

第一节 链 烃

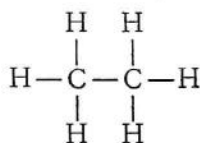
链烃的分子中原子碳原子相互连结成链状而不闭合。链烃又可分为饱和链烃和不饱和链烃两种。

一、饱和链烃

(一) 饱和链烃的概念 在饱和链烃的分子中，碳原子与碳原子之间互相以单链相连，其余的价键都与氢原子连结。因此在它们的分子中，和碳原子相结合的氢原子数已达最高限度，不能再多，所以叫做饱和链烃。饱和链烃又称烷烃。例如：



甲 烷



乙 烷

烷烃中最简单的一个化合物叫做甲烷，分子式是 CH_4 。甲烷是无色、无臭，不溶于水，可以燃烧的气体。在石油产地常有气体放出，这种气体叫天然气。甲烷是天然气的主要成分。

(二) 烷烃的同系物和通式 烷烃中除甲烷外，还有乙烷、丙烷、丁烷、戊烷、己烷、庚烷等等。

甲烷	CH_4
乙烷	C_2H_6
丙烷	C_3H_8
丁烷	C_4H_{10}
戊烷	C_5H_{12}
己烷	C_6H_{14}