

YOU JI HUA XUE

胡秉方 陈馥衡编著

有机化学

农业出版社

有机化学

胡秉方 陈馥衡 编著

农业出版社

有 机 化 学

胡秉方 陈霞衡 编著

* * *

责任编辑 杨皓华

农业出版社出版 (北京朝内大街130号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 23印张 516千字

1988年2月第1版 1988年2月北京第1次印刷

印数 1-4,200册 定价 5.00元

ISBN 7-109-00080-X/O·3

统一书号 13144·308

农牧渔业部委托作者在累积教学经验和科研实践的基础上编写一本具有不同风格、特色、学术观点的有机化学教学参考书，并指出该书应有利于自学、有助于培养独立思考能力。作者在多年教学实践中也已感到有此需要，因此就以上述要求作为本书编写的方针，将作者所编、并由农业出版社两次出版（1957、1961年）的高等农业院校有机化学试用教材，经过较大幅度的充实与修改而成此书。在充实与修改工作中，作者进行了以下三方面的尝试。

1. 一门基础课的任务，无疑是为专业打好基础，问题是如何才能有效地打好基础。作者认为既然本书的读者是生物科学系统的各个专业（包括农、牧、渔、林、医）的学生，专业种类很多，有机化学只有从根本上去结合专业才会是有效的，才不致于流于表面，顾此失彼，或因强调了结合专业而导致本学科基础理论的削弱。本书介绍的内容是以各类有机化合物的结构、性质及两者之间的关系为主线，同时把有机化合物的生物活性或生理功能作为它们的理化性质在特定条件下的表现。例如：把几种酶的生理功能归结为氨基酸分子中几种官能团的化学性质的表现。在其他种种类似问题中涉及到有机化合物的分子形状，分子内部及分子间的相互影响以及种种反应性能和机制，这样当然必须较深入地讨论构型、构象、氢键，范德华力，电子效应，空间效应，氧化、还原、酸碱理论，催化理论，亲核、亲电的反应机制等。把立体异构问题引导到生物体内有机反应的立体专一性和立体选择性，更是为了把有机化学的基础理论去有效地结合专业并为之打好基础。同时，作者力图从上述各种实例中表明有机化学的基础理论在生物科学中的重要地位与密切关系，并以此来提高学生这门课的积极性。

2. 作者认为一本供入门用的基础有机化学教科书最好尽量以较通俗的语言，用讨论科学问题的方式把它的基本理论或概念系统地、有步骤地、有思路地介绍出来。这样做对自学是有利的，对启发学生的兴趣和调动他们学习的主动性是有利的，因为这样可以避免把学生安排在单纯接受前人结论的被动地位上。当前世界已进入新的技术革命的时代，我国的四个现代化，需要大批同时具有继承能力和创造能力的年青科学家，而这创造的能力是需要在活泼、主动的学习气氛中培养出来的。只有引导学生参加教材中的问题讨论，才能使他们易于融会贯通，并形成正确的概念。只有形成概念，才能进行判断和推理，才能提高他们独立思考、分析问题、解决问题的能力。基于这种考虑，我们在介绍教材内容的过程中，往往插入一些问题来引导学生参加到有关问题的讨论中去。在介绍氧化、还原理论及酸碱概念时，还有意识地指出某些局限与存在问题，以此来增强讨论的气氛而不是简单地要求学生接受前人的结论。

3. 本书中相当多的图和分子模型是作者自己设计的，包括用偏光塑料片自制一个简单的旋光仪的内容和装置，其目的都是为了实现上述两个目标。

既然这是尝试，当然未必都是成熟的，不妥之处或错误之处希望得到指正。

本书的部分原稿经北京大学张滂教授审阅，特此表示谢意。

本书在编写之初曾得到北京农业大学范浚深教授的协助；原稿大部分是李增民同志写的；绝大部分的图都由董元同志绘制；模型照片则都是胡晓东同志摄制的；在此一并致谢。

胡秉方 陈馥衡

1983年12月

前言	
第一章 绪论	1
一、有机化合物与有机化学	1
二、有机化合物的分类	3
三、学习有机化学的目的与如何学习这门基础课	5
第二章 烷烃	8
一、甲烷——最简单的有机化合物，也是生命物质的基础	8
二、脂肪烃的异构与命名	10
三、构象异构	13
四、共价键的电子结构	15
五、烷烃的理化性质	17
第三章 烯烃和炔烃	24
一、烯烃、炔烃的结构	24
二、烯烃的化学性质	25
三、炔烃的化学性质	34
四、顺反异构或 Z/E 异构	35
五、二烯烃的结构与性质	38
第四章 环烃	43
一、环烷烃	43
二、芳香烃的分类、异构与命名	46
三、苯的化学性质	48
四、苯的分子结构	52
五、苯的取代定位规则	56
第五章 醇、酚、醚	63
一、醇、酚、醚的分类和命名	63
二、个别的醇	64
三、醇的理化性质	66
四、个别的酚	70
五、酚的理化性质与结构	72
六、醚	76
七、硫醇、硫酚及硫醚	79
八、对映异构	81
第六章 卤代烃	93
一、卤代烃的命名	93
二、卤代烃的制法与用途	93
三、卤代烃的结构	95

四、卤代烃的化学性质	97
第七章 醛、酮、醌	107
一、醛、酮、醌的分类与命名	107
二、几种重要的醛、酮	108
三、醛、酮的结构与理化性质	110
四、醌	125
第八章 羧酸及取代羧酸	130
一、羧酸的分类及命名	130
二、羧酸的制法与几种重要羧酸	132
三、羧酸的性质与结构	134
四、丁烯二酸	140
五、酚酸	143
六、醇酸	144
七、酒石酸的立体化学	146
八、再论有机反应的立体选择性和立体专一性	148
九、酮酸和互变异构	152
十、有机化学中的酸碱概念	157
第九章 羧酸衍生物	161
一、酰卤和酸酐	161
二、羧酸酯	163
三、油脂	168
四、蜡	175
五、肥皂与表面活性剂	176
六、磷脂	179
七、昆虫信息素	183
八、无机酸酯	184
第十章 碳水化合物	187
一、碳水化合物——太阳能的储存库	187
二、单糖的分类及异构	188
三、葡萄糖的分子结构	191
四、单糖的性质	197
五、重要的单糖及其衍生物	204
六、二糖	208
七、淀粉与糖原	211
八、纤维素	214
九、半纤维素	216
第十一章 有机含氮化合物	219
一、硝基化合物	219
二、胺的结构与命名	220
三、胺的制备、来源及用途	220
四、胺的结构和性质	222
五、季铵盐与相转移催化剂	228
六、重氮盐和偶氮化合物	229

七、颜色与有机化合物的结构, 合成染料和指示剂	233
八、酰胺的结构、制法和性质	235
九、磷酸	238
十、尿素	240
第十二章 杂环化合物	245
一、杂环化合物的定义, 杂环的分类和命名	245
二、杂环的结构与性质	247
三、维生素 B	255
四、血红素	257
五、叶绿素	258
六、花青素	259
七、生物碱	261
第十三章 α-氨基酸、多肽、蛋白质、核酸	264
一、 α -氨基酸的分类	265
二、 α -氨基酸的理化性质	267
三、多肽	272
四、蛋白质的分子结构	274
五、蛋白质的理化性质	278
六、蛋白质的生物功能与其分子结构的关系	281
七、核酸	286
第十四章 萜和甾族化合物	294
一、萜的定义、结构和分类	294
二、开链萜烯及其衍生物	297
三、单环萜及其衍生物	298
四、双环萜及其衍生物	299
五、倍半萜	300
六、维生素 A 和胡萝卜素	301
七、胆固醇	304
八、性激素	305
九、维生素 D	306
十、蜕皮激素	307
第十五章 有机化合物分子结构的测定方法	309
一、有机化合物的分离提纯	310
二、元素定性分析和定量分析	314
三、官能团的定性分析与定量分析	316
四、紫外吸收光谱的应用	322
五、红外吸收光谱的应用	324
六、质谱的应用	328
七、核磁共振谱的应用	331
总复习题	339
中外名词对照	346

一、有机化合物与有机化学

1. 什么是有机化合物 有机化合物就是碳元素的化合物,也可以说是碳氢化合物及其衍生物。因此研究碳元素化合物的化学就是有机化学。

2. 碳元素的特性 碳元素在门捷列夫 (Д. И. Менделеев) 周期表里的第四族,恰处于负电性极强的卤族元素与正电性极强的碱金属元素之间,它的原子价是四,没有强烈授受电子的倾向;这可以说是碳元素特有的性质。除碳元素同族的硅元素有类似的性质外,它在元素中可说是唯一的。由于这种特性,碳原子非但很容易和其他元素的原子相结合,并且碳原子容易彼此结合而成碳链,象这种同元素的原子连结成长链或环的现象在其他元素里是极少见的。这种结合的结果,往往形成含有极多原子的复杂分子。为什么只有碳、氢、氧等几种元素可以化合成成百万种的化合物,为什么有机化合物与无机化合物在性质上有显著的区别,这是由于碳元素的特性决定了的,而碳元素本身的原子结构决定了它的特性。

由于上述碳元素的特性,所以碳原子在结合时,绝大部分是与另一原子共占一对电子而成一共价键。这与多数无机物的结构刚好相反,无机化合物原子间的结合大半是因电子转移而成的电价键。

3. 有机化合物在结构方面的特点 总的说来,有机化合物在结构上的特点是组成元素的种类少,而组成化合物的原子数多,结构复杂,品种繁多。虽然,绝大部分元素都能与碳元素结合成有机化合物,但组成有机化合物最常见的元素仅碳、氢、氧、氮及卤素等五、六种。据估计,有机化合物的品种已超过一百万种,而所有的无机化合物仅有六万种左右。即就碳元素与它的相邻元素硼、氮和氧的氢化物而言,碳氢化合物的总数目超过2300种,而氢化硼只有7种,氢化氮只有6种,而氧的氢化物则只有人们所熟知的水和过氧化氢两种。

由于前一节介绍的碳元素的特性,共价键的结合使有机化合物分子可能十分复杂,但却相当稳定。同样,由于共价键的结合的缘故,可能由相同几种元素的相同数量的原子,以不同的连结关系组成不同的化合物。这种结构异构的现象,在有机化合物中是十分普遍的,这是增加有机化合物的复杂性与多样性的又一原因。

4. 有机化合物在性质方面的特点 由于有机化合物分子共价键的结构,使大多数有机化合物与无机化合物比较,表现出很弱的极性或完全缺乏极性。大致来说,这就是一般有机化合物的熔点低(一般都在300℃以下),沸点低,溶于有机溶剂而不溶于水的原因。因为非极性或弱极性的有机分子间的吸引力比较小,由晶态转化成液态时,以及自液态转化为气态时,所需的能量都较低。同时,水是极性化合物,分子间相吸而有一定规则的排列,非极性的有机分子自然难于插入(即溶解)水分子之间。但是必须注意,有机化合物的这些特点是有机化合物的共性,是与无机化合物的共性相对而言的,各个有机化合物都

有其个性，所以不能以此来作为个别有机化合物与个别无机化合物之间的界限。

今试以元素周期表中第三周期第一族到第三族的三个金属元素即钠、镁、铝的氯化物与四氯化碳相比，以它们的沸点、熔点及溶解度等物理性质来比较，我们可以看出上述性质与其价键结构的关系。

	NaCl	MgCl ₂	AlCl ₃	CCl ₄
熔 点	801℃	708℃	178℃ (升华)	-23℃
沸 点	1413℃	1412℃		77℃
溶解度 (溶剂CCl ₄)	不 溶	不 溶	溶	

由此可见，三氯化铝在物理性质方面已接近于有机化合物了。

无机化合物的反应多数是离子反应，在反应中，离子以异电相吸的作用相互结合，因此，反应迅速而完全。但是有机化合物内部却是以共价键连结的，因此，在进行反应时，需要一定的能量来进行键的破裂，这样，反应就往往显得缓慢而不完全。此外，在反应时，由于分子中有不同的化学键可能同时起变化，或者反应产物还能进行连续反应，因此，很多有机反应有副反应存在。虽然通过对反应条件的控制和新技术的应用，可以使很多有机反应迅速进行，而且能把副反应抑制到最低限度，但总的说来，与一般的无机反应相比，还是比较缓慢而复杂的。

有机化合物的理化性质还表现出与其结构的依存关系及有机分子的统一整体性。具有亲水性官能团的有机化合物就有较大的水溶性，具有强极性官能团的有机化合物，则其沸点与熔点都比较高。而且，在同一个类型的化合物中（即同系列），它们的沸点与熔点都依其分子量的大小而有一定规律的变化，表现量变引起质变的明显关系。又如，某些化学反应是某种官能团或某种键的性质的反映，但因为分子的统一整体性及组成部分之间的相互影响，以致在性质上有不同程度的差异。醇与酚具有相同的官能团，但在化学性质上的差异则是显著的。除了这些分子内部的因素外，外界条件也影响着有机化合物的化学性质，例如，同一物质，在不同的外界条件（温度，光或催化剂）下，可能进行不同的反应，历程不同，反应产物也完全不同。

5. 有机化学的过去与现状 古代劳动人民通过生产实践丰富了人类的物质生活，同时对有机物质也产生了一定的认识和了解。我们的祖先很早已经掌握了酿酒、制醋、利用植物染料(茜素和靛蓝)的技术，在二千年前的汉朝，对煤和石油已有利用和了解。此外，利用纤维造纸、草药治病更有悠久的历史。古代文化发达的其它国家如埃及和印度，也有类似的成就。他们用许多植物的香精油来作香料，有的还用作防腐剂与消毒剂。从甘蔗生产蔗糖的方法也早被印度人掌握。但是，这时尚未形成一门有机化学。十八世纪中叶以后，由于化学工艺的发展，掌握了热裂、干馏和提取的技术，矿物来源及动植物来源的化合物陆续被分离、研究。十九世纪初形成了无机化学与有机化学，但是当时把有机化合物看成是“生命力”的产物，因此，对有机化学的定义是“生命力影响下形成物质的化学”。既然有机化合物被认为是生命的产物，复杂神秘，非人力所及，人们依赖这门科学来认识有机世界与改造有机世界的能力就非常有限了。1824年，阜勒（Wöhler）从氰水解得到了草酸；1828年又自氰酸铵合成了尿素，而草酸与尿素则是当时公认的有机化合物，此后“活

二、有机化合物的分类

有机化合物是按下列两个原则来分类的:

(1) 开链化合物
(2) 碳环化合物 { 脂环族化合物
芳香族化合物
(3) 杂环化合物

$$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3, \quad \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$$

丁烷 乙醇

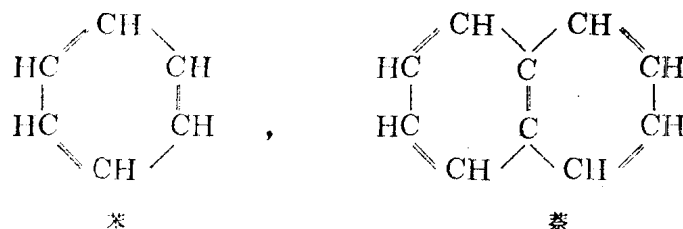


环丙烷



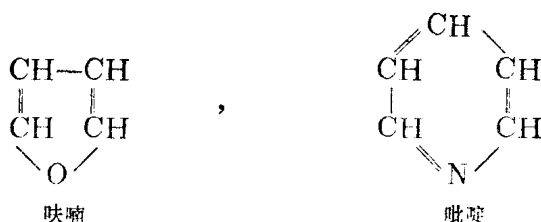
环己烷

另一类碳环化合物，由于特殊的双键的存在，与脂环在性质上大不相同，叫做芳香族化合物。例如：



杂化环合物也有闭合的碳链，但其中除了碳原子外，还有其他元素的原子参加，如氮、氧等。

例如：



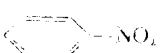
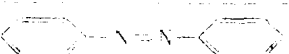
2. 根据分子中所含官能团 (Functional group) 的不同而分为醇、酚、醛、酮、羧酸和胺等各类化合物 所谓官能团是指分子中能反映一类化合物化学特性的特殊原子团。烃是各类有机化合物的母体，它不含官能团，当烃分子中的氢原子被官能团取代后，就成为烃的衍生物，即带有官能团的有机化合物。烷烃分子中没有活泼部分，也就是说不含官能团。所以象甲基 ($-\text{CH}_3$)，乙基 (C_2H_5-)，异丙基 [$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-$] 等不是官能团，而象烯基 ($\text{CH}_2=\text{CH}-$) 则可以算官能团。

今将常见的重要官能团及各类官能团化合物列于表1—1。

表 1—1 重要的官能团及各类化合物

官 能 团		类 别	举 例	
名 称	结 构			
卤 素	$-\text{x}$	卤代烃	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$	(溴代乙烷)
羟 基	$-\text{OH}$	醇	$\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{OH}$	(乙 醇)
		酚	 -OH	(苯 酚)
羰 基	$>\text{C}=\text{O}$	醛	 -CHO	(苯甲醛)
		酮	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3$	(丙 酮)
硫 基	$-\text{SH}$	硫 醇	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{SH}$	(乙硫醇)
羧 基	$-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	羧 酸	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$	(乙 酸)

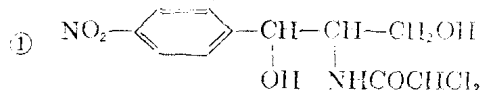
(续)

官能团		类 别	举 例	
名 称	结 构			
酰胺基	$\begin{array}{c} \text{—C—NH}_2 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	酰 胺	$\text{CH}_3\text{—}\begin{array}{c} \text{C—NH}_2 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	(乙酰胺)
腈基	—CN	腈	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CN}$	(丙腈)
磺酸基	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—S—OH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	磺 酸	 $\text{—SO}_3\text{H}$	(苯磺酸)
硝基	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—N} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	硝基物	 —NO_2	(硝基苯)
氨基	—NH_2	胺	$\text{CH}_3\text{—NH}_2$	(甲 胺)
偶氮基	—N=N—	偶氮物		(偶氮苯)

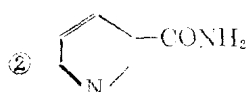
根据这两个分类原则, 我们一方面把有机化合物分为开链化合物, 芳香族化合物等几大类, 又同时按官能团分为醇、酚、醛、酮及羧酸等类来加以讨论。这样, 既反映了碳链结构上的基本特征, 也反映了分子结构中活泼部分(官能团)的特征。

〔问题〕

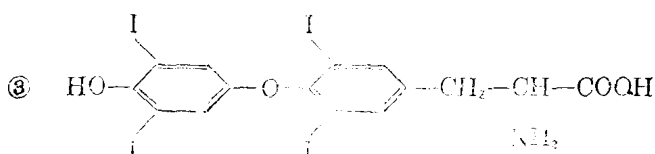
试指出下列化合物有何种官能团, 并指出该化合物的类属。



维生素



维生素 PP



甲状腺素

三、学习有机化学的目的与如何学习这门基础课

有机化学是一门学科, 本身也是一个专业, 但相对地说, 以有机化学为专业的学生是不多的, 而且其中还有一些最终可能会在生物科学领域中工作。大多数学习有机化学课的学生是以农、医各专业为专业的。本书是专为农、医各专业及生物学各专业学生学习有机化学而编写的教学参考书, 所以有必要首先讨论一下这门学科或这门课程在学生们所学习的各种专业中的任务。诚然, 有机化学是上述各专业的基础课, 基础课是应该为专业服务的。需要明确的是如何使这门基础课成为名副其实的基础课, 对专业起到真正的基础作用。上述各专业之间的差异是很大的, 但同属生物学科系统, 它们都与动植物的生命活动有关, 因此, 作者认为有机化学应从根本上去结合专业。有机化学里不讨论那种复杂的生

物化学变化，但我们可以注意到这些生物化学变化都是处处遵循着有机化学规律。现在人们常常谈到分子生物学，即在分子的水平上研究复杂的生命现象。这里所说的分子，当然是指有机化合物分子，尤其是高分子有机化合物。现在甚至也有人说：“分子生物学，归根到底就是有机化学”。在本书中也有些实例可以表明这一点。例如，某种酶的有些活性就是官能团化学性质的表现（283页）；酶在起酸、碱催化剂的作用（283页）；酶反应的立体专一性就是它们分子中某部分构型导致的结果（151页）；氢键的作用在生物体内经常表现出来，如DNA的双螺旋结构（291页）；细胞膜的生物功能乃是磷脂、蛋白质理化性质的表现（182页）；人的视觉与某种化合物顺反异构体之间的转换有关（302页）。由此可见有机分子在生物体内的具体反应正是本课程中讨论的基本内容。有机化学的中心内容就是讨论有机化合物的结构与性质及两者的关系。这样，有机化合物的生物功能也与它的结构密切有关了。本书中讨论到的氢键、分子的极性与理化性质、分子形状、构型、构象、酸碱理论、反应速度甚至共轭效应、亲核取代、亲电取代反应的机制等等都不是无的放矢的，都是从根本上结合各个生物学科的专业，为专业打好真正的基础。

此外，作者还想对初学者提出两点关于学习方法的建议。

1. 有机化学是一门实验科学，所以必须把做实验看成是学习中的一个重要部分。虽然这本书不是实验书，自学者又不可能有做实验的机会，但仍希望读者在读这本书时，能避免产生这样一种错觉：这些理论是自另一种理论或某种数学计算推演出来的。基于这种考虑，我们在介绍有关理论时，尽可能首先摆出些事实，有意识地表明出这些理论的事实依据。这样做，在有机化学日趋理论化的今天，对初学者尤其必要，所以希望学习者不要忽略这些事实或实验数据的意义，因为它们才是所介绍的或讨论的某种理论的根据。在有些章节中还可看到某种理论在发展过程中曾被几次补充与修正，有的迄今仍不完善，有些地方还可以看到两种竞争的理论都不是完美无缺的，因而希望读者能建立起“理论是可变的，而事实是不可变的”这样一个首先重视事实，重视实验的观点。

2. 我们认为学习有机化学并不是记住一大堆具体的素材，孤立的知识，重要的是从中得到有关的基本概念。掌握了这些基本概念，对今后的学习与工作是十分有用的，这才能提高学生分析问题、解决问题的能力。只有形成概念，才能进行判断和推理。这样，广博的知识也才不再是孤立的，僵死的了。但是，这种概念的获得是学生对课程内容的由表及里、由此及彼、消化、总结的结果，是对有机化合物本质的理解，不是书本中某一页上现成的结论或者是教师在课堂里“灌”下来的。消化必须经学习者自己的努力。例如，有机分子是一个有内在联系的整体，不是一个静止的、僵死的，而是运动的体系。这个概念来自对互变异构、构象异构的认识，而且还自它们分子间、原子间及原子内部各种运动的形式中去认识，这些都不是哪一页上总结出几条就能说得清楚的。又如，有机分子是立体的这一概念，是贯穿在全书中的一个重要概念，为了正确地获得这个概念不仅需要把前后有关部分串连起来学习，而且要尽量依靠分子模型或其照片、图片，以便建立起它们的立体形象。

明确了这些问题之后，学习者就不至于把有机化学这门科学或一份教材内容看成是一堆死记硬背的材料，也就不至于把有机化学这门本来丰富多彩、生动有趣的、研究物质变化规律的科学，看成是枯燥无味的东西了。

最后，为了帮助学生掌握基本概念，在介绍一些理论性内容时，及时插入一些问题，

引导读者沿着作者介绍的思路提出问题和自己解答问题，以求提高学习的主动性。为了同样的目的，在每章之后还推荐少量辅助阅读资料。这并不是为了增加教材内容，而是为了有利于读者对有关问题获得正确的概念，并引导学生养成自学的习惯。

辅助阅读资料

杨石先，为加速实现四个现代化努力作出贡献——谈化学的地位和任务，化学通报，1—3页，第一期（1979）。

自然辩证法讲义（初稿），人民教育出版社，278—282页。

第二章 烷 烃

凡是由碳、氢两种元素组成的化合物，都叫做烃（读听）。烃类化合物不带官能团，可看成是各类有机化合物的母体。按碳原子连接成的骨架形式及饱和性的不同，烃类化合物可以分成下列各类。

开链烃：烷烃、烯烃、炔烃及二烯烃。

碳环烃：脂环烃、芳香烃。

烷烃(Alkanes)及脂环烃里的环烷烃又称为饱和烃。因为它们的分子里碳原子充分地跟氢原子结合达到饱和的极限。相反地，在烯烃、炔烃及二烯烃的分子中，碳原子所结合的氢原子数目，都少于相当的烷烃分子中氢原子的数目，所以都属于不饱和烃。

烃的主要来源是石油、煤及天然气。

石油是各种烷烃的混合物，所以石油是烷烃的主要来源。天然气的主要成分是一个最低级的烷烃——甲烷。多种植物叶子及果皮上的蜡层，含有高级烷烃，例如，白菜叶子上的蜡含二十九烷，苹果皮上的蜡含二十七烷及二十九烷，烟叶上的蜡含二十七烷及三十一烷。

环烷烃存在于某些地区的石油中，苏联高加索的石油里含有大量的环烷烃，我国玉门产的石油是烷烃、环烷烃混合型的石油。

烯烃存在于石油热裂的气体中，主要是乙烯及丙烯，这是有很大经济价值的工业原料。在苹果、桔等水果及番茄等的果实成熟前，产生少量乙烯，果实被本身所产生的乙烯所催熟，为量虽小（百万分之几），但其生理作用很显著。丙烯也有果实的催熟作用。基于这些原理，现在就用热裂石油的废气来作为催熟剂。

二烯烃在植物界是很少见的，尤其如丁二烯-〔1,3〕那种共轭型的二烯烃在植物界并不存在，但是它的聚合体是以多种形式，广泛地存在于植物界。

煤焦油是炼焦的产物之一，是芳香烃的主要来源。此外，象有些地区的石油中，如印尼加里曼丹产的石油含有多量的芳香烃。近年来，由于芳香烃的供不应求，将环烷烃或饱和烃加热脱氢来生产芳香烃日益显得重要，这就是所谓石油的芳香化。

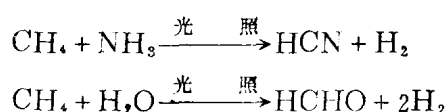
一、甲烷 (Methane) ——最简单的有机化合物，也是生命物质的基础

仅仅由一个碳原子和四个氢原子组成的甲烷，可说是最简单的有机化合物了。

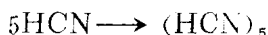
有迹象证明，这个最简单的有机化合物却是形成地球上千千万万种复杂有机物质的起点，也可以说是生命物质的基础。人们发现木星与土星均为甲烷与氨的大气所覆盖，因此，人们相信在亿万年以前，地球也是被甲烷的大气包围着，另外还有水、氢、氮与氨。

1953年，一个年仅23岁的大学生米勒(S. Miller)做了一个模拟实验，将一个含 CH_4 、 NH_3 、 H_2 、 H_2O 的混合气体置于放电和紫外线照射下，一个星期后，他得到了甘氨酸、 α -丙氨酸和少量 β -丙氨酸。另有一个实验证明 NH_3 与 HCN 在 90°C 受热几天，能产生腺

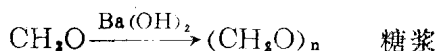
嘌呤(283页)。这些实验表明,地球表面覆盖着的甲烷、氨与水、氮,在阳光辐射、闪电雷击下分解成为碎片,这些碎片即现在我们所说的自由基(22页)。自由基是极为活泼的,其相结合的结果,产生氨基酸、糖、嘌呤碱等。首先,它们必然进行下列两个基本反应。



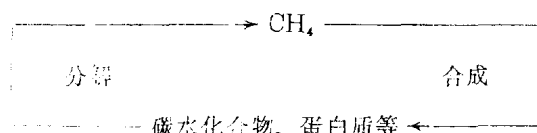
甲醛与氨反应生成甘氨酸,氢氰酸经种种步骤聚合成腺嘌呤。甲醛可聚合成单糖,这



(腺嘌呤的分子为 $\text{H}_5\text{C}_5\text{N}_5$, 相当于五个氢氰酸分子)



是在普通条件下也能进行的反应,氨基酸的缩合生成蛋白质,单糖缩合成多糖,有了蛋白质、嘌呤、嘧啶碱,单糖就可以合成DNA及RNA了。然后DNA与蛋白质等大的分子组成有生命的细胞。虽然这样一个复杂的过程很多属于推测,细节并不了解,但近来发现星际空间也存在有氨基酸,这是上述理论的又一证明。自甲烷到DNA,是自简单有机物质演变成复杂有机化合物的过程,也是地球上出现生命物质的过程。在甲烷与DNA之间,存在着千千万万种各式各样的有机化合物,所以我们学习有机化合物的顺序也遵循这个过程,即自甲烷到DNA。既然覆盖地球的甲烷都已被作为各种较复杂的有机化合物的合成原料,现在空气里已确实没有什么甲烷了。但是,众所周知,石油、煤、天然气则是烃的主要来源,也是能源的主要来源。天然气的主要成分是甲烷,是迄今仍被地球表面封存着的甲烷。沼气含甲烷50%,其余则为二氧化碳及氮等,它是畜粪、杂草、秸秆等经生物的发酵作用后的分解产物。这是我国目前正在农村推广沼气发酵以解决部分能源的途径。既然甲烷是种种天然复杂有机物的最终分解产物,显然自然界存在着这样一个甲烷的循环,一方面自甲烷合成了碳水化合物、蛋白质等复杂有机物;另一方面,微生物又把它分解成为甲烷。



由此可见,甲烷有其独特的重要性,非其它烷烃可比。

前面提到,甲烷是学习有机化学的起点,所以我们讨论有机化合物的结构也从这里开始。甲烷分子中碳原子处于一个正四面体的中央,四个氢原子分别处于正四面体的四个顶端;两个碳-氢键之间的夹角为 109.5° ,现在用两种模型来表示甲烷分子的结构(图2-1、图2-2)。

斯陶特(Stuart)模型是根据现代价键的研究数据,按实际的原子半径和键长比例设计成的,它比较真实地反映了有机分子的立体形象(比实体大一亿倍),可以把它看成是一个放大的分子实体。但是这样一种模型,尤其是当把它用来表示一个较复杂的分子时,很多原子“堆积”在一起,反而看不清各原子之间的连结关系。开库列(Kekule)模型利用球与短棍相连,使部分融合在一起的两个原子展开来,可以清楚地表示出键的夹角,及各原子间的连结价键与次序,所以这是一种较常用的分子模型。