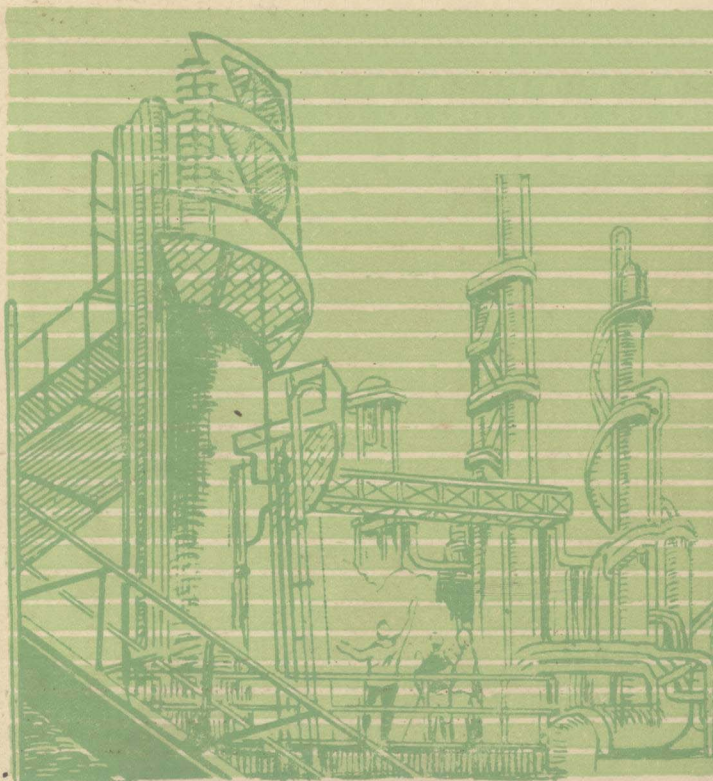


广州市中学课本

化 学

HUAXUE



高中二年级

目 录

绪言 有机化合物简介	(1)
第一章 烃	(4)
第一节 甲烷.....	(4)
第二节 烷烃.....	(8)
第三节 有机物分子结构初步知识.....	(11)
第四节 乙烯.....	(17)
第五节 烯烃.....	(21)
第六节 乙炔.....	(22)
第七节 炔烃.....	(27)
第八节 苯.....	(28)
第九节 苯的同系物.....	(32)
第十节 环烷烃 烃的分类.....	(34)
第二章 石油	(37)
第一节 朝气蓬勃的我国石油工业.....	(37)
第二节 石油.....	(41)
第三节 常减压蒸馏.....	(42)
第四节 催化裂化和催化重整.....	(48)
* 阅读资料(一) 煤的综合利用.....	(52)
阅读资料(二) 石油化学工业.....	(55)
第三章 烃的衍生物	(59)
第一节 烃的卤代物.....	(59)
第二节 乙醇 醇类.....	(62)
第三节 苯酚.....	(69)

第四节	乙醛 醛类	(75)
第五节	乙酸 羧酸	(81)
第六节	酯 油脂	(87)
阅读资料(三) 烃和烃的衍生物的命名法		(93)
第四章	糖类	(98)
第一节	单糖	(98)
第二节	双糖(二糖)	(101)
第三节	淀粉	(102)
第四节	纤维素	(104)
第五节	甘蔗综合利用	(106)
第五章	有机高分子化合物	(111)
第一节	合成树脂	(111)
第二节	橡胶	(119)
第三节	合成纤维	(124)
第四节	蛋白质	(129)
学生实验		(133)
一、	乙烯、乙炔的制取和性质	(133)
二、	硝基苯的制取	(134)
三、	乙醇和苯酚	(135)
四、	醛的银镜反应	(136)
五、	乙酸和乙酸乙酯	(136)
六、	麦芽糖的制法	(138)
七、	酚醛树脂的制备	(138)
八、	蛋白质的性质	(139)

绪言 有机化合物简介

一、有机化合物

在自然界中存在着成千上万种物质，但只不过是有限的元素组成的(到目前为止有 107 种)，其中以含碳的化合物种类最多，科学上把含碳的化合物叫做有机化合物，简称有机物。毛主席指出：“科学研究的区分，就是根据科学对象所具有的特殊的矛盾性。”有机化学的研究对象就是有机物。

自然界的有机物非常普遍，如糖、脂肪、蛋白质、石油、煤等等都是有机物。所有的生物体(动物、植物、微生物)主要都是由有机物构成。而除含碳化合物之外的其他元素的单质和化合物都属于无机物。碳的单质、一氧化碳、二氧化碳、碳酸和碳酸盐等，虽然也含碳，但它们的性质与一般无机物相似，所以，也归为无机物。目前，已知有机物在三百万种以上，而无机物仅约几万种。

十九世纪初叶，唯心主义者认为，有机物质只能产生于生物体，是在所谓“生命力”参予下才能产生的物质。“生命力”论是唯心主义的不可知论在化学中的反映，是违反客观实践的。它曾经严重地阻碍了科学技术的发展。事实上，无机物与有机物并没有绝对的界限，它们在一定条件下可以互相转化。例如，将二氧化碳和氮在高温、高压的条件下，可以合成在动物的尿中存在的一种有机物——尿素。今天，人类已能用各种方法合成塑料、纤维、橡胶、甚至蛋白质等复杂的有机物。根本没有什么“生命力”存在。同样，有机物

转化为无机物的变化，也是经常发生着，如有机肥料在土壤中必须先转化为无机物才能为作物吸收；一切有机物燃烧的结果都有二氧化碳和水生成等。

二、有机化合物的特点

有机物与无机物虽然没有绝对的界限，但是，有机物在分子组成、结构、性能等方面，有它自己的特点。

1. 绝大多数有机物难溶于水，而易溶于有机溶剂（如酒精、汽油、苯等）。

2. 有机物的熔点和沸点一般都比较低，大多数有机物对热不稳定，在空气中易着火燃烧，生成二氧化碳和水。

3. 绝大多数有机物是非电解质，进行化学反应时速度比较缓慢，为了加速反应，往往需要加热、加压和使用催化剂。

有机物之所以不同于无机物，是由它的内部矛盾——分子结构所决定的。有机物的主体元素是碳，碳元素位于周期表的第二周期第Ⅳ类主族，碳原子最外层有四个电子。碳原子不但能跟氢、氧等非金属原子以共价键相结合，而且碳原子之间也以共价键相结合，这就是有机物分子的特点，这是决定有机物特性的内因。

根据有机物的组成和结构上的特点，又分为几大类。其中最基本的一类有机物是由碳和氢组成的化合物，叫做碳氢化合物，简称为烃（tīng，读如听）。其它的有机物均可看作是烃转化而来的，称为烃的衍生物。烃的衍生物中又以含氧的衍生物为最重要。

三、有机物的原料来源

有机物的原料来源非常广泛，主要有石油、天然气、煤、农副产品等。过去，人们获取有机物主要以动植物体作原

料。以后，发展到煤，而近二十多年来，则以石油和天然气为原料的石油化学工业获得了飞速的发展。我国地大物博，石油、煤的储藏量极其丰富。我国将大力发展石油工业和石油化学工业，同时，也因地制宜地发展煤的综合利用和农副产品的综合利用，加速我国社会主义工业化和农业现代化的建设。

四、有机化学工业的重要性

许多有机物，如汽油、煤油、柴油、润滑油、酒精、塑料、合成橡胶、合成纤维、各种有机农药以及多种炸药等，在工农业、交通运输、国防以及人民生活方面，都广泛应用。所以，大力发展有机化学工业，对发展我国国民经济，加速社会主义建设，巩固国防和提高人民生活，具有十分重要的意义。

解放以来，在毛主席革命路线指引下，我国有机化学工业有了巨大的发展。特别是随着我国石油工业的迅猛发展，我国有机化学工业更有了飞跃发展。

第一章 炷

在有机化合物里，我们先学习仅由碳和氢两种元素组成的炷类。

第一节 甲 炷

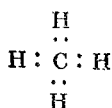
一、甲炷的物理性质和它在自然界里的存在

甲炷是没有颜色、没有气味的气体。它的密度是 0.717 克/升，极难溶解于水。

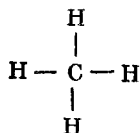
甲炷在自然界里存在很广。在地层深处有些地方蕴藏着大量的可燃性气体，叫做天然气。天然气的主要成分是甲炷，一般约含 60~95% (体积) 的甲炷。我国四川是世界天然气最著名的产地之一，甲炷的最高含量达 98%。此外，从池沼的底部或矿坑的煤层中也常有甲炷逸出，所以，甲炷又叫“沼炷”或“坑炷”。目前，我国农村有些地区，用粪便、垃圾、杂草之类，在沼炷池中发酵，既可得沼炷作燃料，又可提高肥效。

二、甲炷的组成和分子结构

甲炷的分子式是 CH_4 。我们已经知道，碳是元素周期表里第Ⅳ类的主族元素，它的原子最外电子层有四个电子，所以，一个碳原子最多能与四个氢原子以共价键相结合，形成四个电子对。甲炷的电子式如下：



化学上，常用一条短线表示一个电子对，这种式子称为结构式。甲烷分子的结构式是：



三、甲烷的化学性质

甲烷分子里的碳原子跟四个氢原子以共价键牢固地结合着，在通常状况下，很难使 C—H 键断裂。所以，甲烷的化学性质比较稳定，它跟酸、碱或氧化剂都不起反应。例如，把甲烷通入强氧化剂高锰酸钾（ KMnO_4 ）的溶液里，溶液的紫色不发生变化，说明高锰酸钾没有使甲烷起氧化反应。

〔实验 1—1〕 把甲烷^①通入盛有酸性高锰酸钾溶液的试管里，溶液的颜色没有发生变化。

把甲烷通入盛有溴水的试管里，溴水的颜色也没有发生变化。

上述实验表明甲烷的性质是稳定的，但是，甲烷的这种稳定性是有条件的、相对的。在另一条件下，如高温、高压或有催化剂存在时，甲烷能进行如下一些反应。这些反应在工业生产上是有重要作用的。

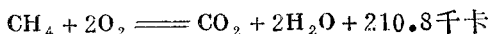
1. 甲烷的氧化

〔实验 1—2〕 用火柴点燃收集在集气瓶里的甲烷，

① 甲烷的实验室制法是用无水醋酸钠与碱石灰反应制取的。

观察甲烷燃烧时所产生的火焰。

纯净的甲烷能在空气中安静地燃烧,同时放出大量的热。

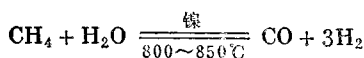


因此,甲烷是很好的气体燃料。

甲烷和空气的混和物〔含甲烷 5.3~14.0% (体积)〕,遇火会发生爆炸。解放前,帝国主义和官僚资本家霸占着煤矿,他们只顾残酷地榨取矿工的血汗,不顾矿工的死活,根本没有安全装置。因瓦斯(甲烷)爆炸,使许多阶级兄弟死于矿井下。如一九四三年,日本帝国主义统治下的本溪煤矿,发生了瓦斯爆炸,一次伤亡矿工一千五百多人,成为世界煤矿史上最悲惨的事件之一。解放后,在伟大领袖毛主席的关怀下,矿井安装了通风和安全设备(如测定甲烷含量的自动报警器,防爆安全灯等),保证了矿工的安全,促进了生产的发展。

2. 甲烷的水蒸气转化

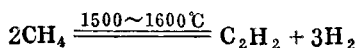
甲烷和水蒸气在800~850°C的温度,并有催化剂存在的条件下,发生下列反应生成一氧化碳和氢气。



各种不同比例的CO和H₂的混合气,叫做合成气,它是制取合成氨和甲醇的原料。

3. 甲烷的裂解

甲烷在高温下碳氢键发生断裂而转变成乙炔^①和氢气。

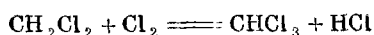
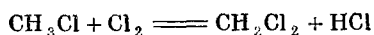
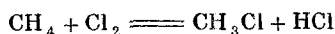


^①炔(qūē),读如缺。

裂解，即裂化，就是有机化合物的分子，在加热、加压或催化剂的作用下，分裂成为分子量不同的物质分子的过程。裂解反应是石油工业和以石油、天然气为原料制取最基本有机化工原料的最重要和最基本的反应，我们还将有关的章节里学到这一反应。

4. 甲烷的取代反应

甲烷分子里的氢原子，在光照的条件下，能被氯原子逐步取代而得到四种产物：一氯甲烷、二氯甲烷、三氯甲烷（氯仿）和四氯甲烷（四氯化碳）。其反应式如下：

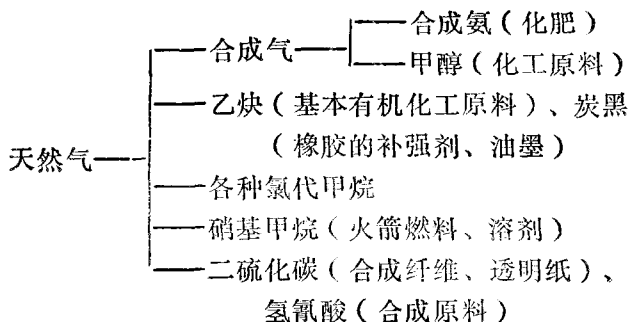


有机物分子里的氢原子被其他原子或原子团所替代的反应，叫做取代反应。

甲烷的卤代物是有机合成的原料，也是常用的有机溶剂。

四、甲烷的用途

甲烷除用作燃料以外，更重要的是用作化工原料。天然气的化学利用见下表。



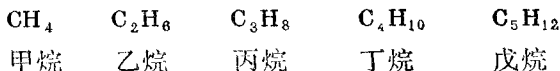
习 题 一

1. 试述甲烷的性质和用途。
2. 甲烷在 $1000\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 的温度下，可以裂解得炭黑和氢气。写出这一反应的化学方程式。
3. 叙述用天然气作原料制取合成氨的过程，并写出有关的化学方程式。

第二节 烷 烃

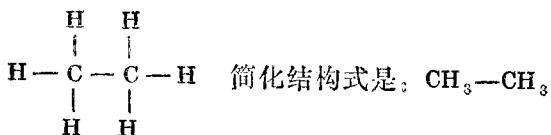
一、烷烃的通式、定义和同系物

在天然气和石油里常存在着一系列的性质跟甲烷很相似的其他的烃。如：

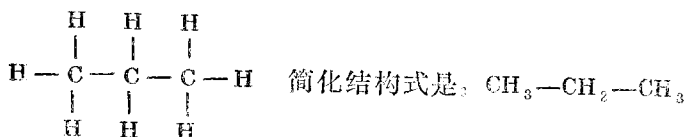


从这几个简单的烃的分子式就可以看出，在任何一个烃分子中，碳原子和氢原子在数量上有着一定的关系。假定碳原子数为 n ，则氢原子数为 $2n+2$ ，因此，上述各种烃的分子式都可以用一个共同的式子 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 来表示。

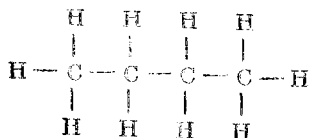
上一节我们已分析了甲烷的分子结构，知道碳原子的四个共价键被四个氢原子所饱和。在乙烷分子中，每个碳原子的四个共价键都得到饱和，因而两个碳原子之间以一个共价键相结合，碳的其余共价键分别跟六个氢原子相结合。因此，乙烷的分子结构式是：



在丙烷 (C_3H_8) 分子中, 碳原子间各以一个共价键相结合, 碳的其余共价键分别跟八个氢原子相结合。因此, 丙烷的分子结构式是:



同理, 丁烷 (C_4H_{10}) 的分子结构式是:



简化结构式是: $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$

比较甲烷、乙烷、丙烷、丁烷……等的分子结构不难看出, 它们都有一个共同点, 就是碳原子之间都以一个共价键 (单键) 结合成链, 碳的其余共价键全部跟氢原子相结合, 这就意味着碳的共价键已经用完了, 或者说已经饱和了。所以, 这一类碳氢化合物统称为烷烃, 又叫饱和链烃。

从上面所举的几个烷烃的例子中, 我们还可以看出, 任何相邻的两个烷烃, 在组成上都是相差一个 CH_2 原子团, 不相邻的烷烃则相差两个或多个 CH_2 。象这样在组成上相差一个或多个 CH_2 , 化学性质相似的一系列化合物, 叫做同系物。各种同系物构成一个系。例如甲烷、乙烷、丙烷等都是

同系物，它们都属于烷系（通常叫烷属烃）。

二、烷烃的物理性质

下表是直链烷烃的重要物理性质。

名 称	分 子 式	在常温下 的状态	熔 点 $^{\circ}\text{C}$	沸点 $^{\circ}\text{C}$	在液态下 的比重
甲 烷	CH_4	气体	- 182.48	- 164	0.466
乙 烷	C_2H_6	气体	- 183.3	- 88.63	0.572
丙 烷	C_3H_8	气体	- 189.69	- 42.07	0.5853
丁 烷	C_4H_{10}	气体	- 138.35	- 0.5	0.5788
戊 烷	C_5H_{12}	液体	- 129.72	36.07	0.6262
己 烷	C_6H_{14}	液体	- 95.3	68.7	0.6594
十一烷	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	液体	- 25.6	195.8	0.7403
十二烷	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	液体	9.6	216.2	0.7487
十六烷	$\text{C}_{16}\text{H}_{34}$	液体	18.17	287	0.7733
十七烷	$\text{C}_{17}\text{H}_{36}$	固体	22.0	301.8	0.7780
二十烷	$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	固体	36.4	343	0.7886
三十烷	$\text{C}_{30}\text{H}_{62}$	固体	65.8	449.7	0.8097

从表中可以看出，在常温下， $\text{C}_1 \sim \text{C}_4$ 的烷烃是气体， $\text{C}_5 \sim \text{C}_{16}$ 的烷烃是液体， C_{17} 以上的是固体。烷烃的沸点，随着分子量的增加而升高。它们的熔点，基本上也是随分子量的增加而升高。烷烃的比重都小于 1。随着分子量的增加，比重逐渐增大，最后接近于 0.78。伟大的导师恩格斯把烷烃的这一变化规律作为自然现象中量变引起质变的范例。他指出：“每增加一个 CH_2 ，便形成一个和以前的物体在质上不同的物体。”

习 题 二

1. 什么叫做烷烃？烷烃的分子结构有什么特点？
2. 什么叫做同系物？写出下列各种烷烃的分子式。
(1) 十二烷， (2) 二十四烷，
(3) 含有32个氢原子的烷。

上述各种烷烃在通常状况下是什么状态？

第三节 有机物分子结构初步知识

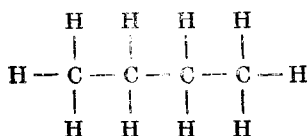
自然科学是生产斗争和科学实验的结晶。有机结构理论，是随着有机化学工业和科学实验的发展而建立起来的。正如毛主席所指出的：“理论的基础是实践，又反过来为实践服务。”有机物分子结构理论，对于有机物的研究和生产实践，都有重要意义。

一、同分异构现象

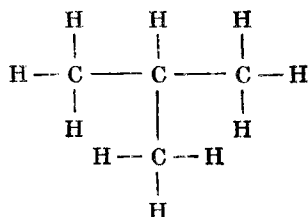
在有机化合物中，常有这样的现象：有些物质，具有相同的分子组成和分子量，但是性质却不相同。例如，分子式为 C_4H_{10} 的丁烷有正丁烷和异丁烷两种，它们的性质不同。

	正丁烷	异丁烷
熔 点	-135℃	-145℃
沸 点	-0.5℃	-10.2℃
比 重	0.6010	0.5592

毛主席教导我们：“任何运动形式，其内部都包含着本身特殊的矛盾。这种特殊的矛盾，就构成一事物区别于他事物的特殊的本质。”实验证明，正丁烷和异丁烷的性质不同，是由于它们的分子结构不同而决定的：



正丁烷



异丁烷

从以上结构式可以看出，正丁烷和异丁烷分子里所含的碳原子数和氢原子数都完全相同，但是碳原子间的结合顺序是不同的，也就是说它们的分子结构不同，这就是决定它们性质不同的“特殊的本质”。

具有相同的分子组成和分子量，但分子结构不同，因而性质也不相同的各种化合物，称为同分异构体。由于分子结构不同而产生同分异构体的现象，称为同分异构现象。无机化合物也同样有同分异构现象，但比较少。有机化合物中，同分异构现象非常普遍，而且随着分子中碳原子数目增多，碳原子间的结合方式就更多，因而同分异构体也就更多。例如戊烷有 3 种同分异构体，己烷有 5 种，庚烷有 9 种，辛烷有 18 种同分异构体等等。同分异构现象是有机化合物数量众多的原因之一。

二、有机物分子结构学说要点

由于对有机物的生产实践和科学研究，人们积累了丰富的资料，在这个基础上，逐步地建立了有机物分子结构的学说，现将其要点分述如下：

1. 分子有一定的结构。分子中的原子以一定的化学键互相结合，各原子有一定的化合价。

碳原子是有机物分子中最主要的原子，它的最外层有 4

个电子，能以 4 个共价键与其它原子结合，碳原子之间也能以共价键互相结合。实际上，甲烷分子中碳、氢原子并不是在一个平面上，而是一个正四面体型，碳原子在中心，四个氢原子在正四面体的顶点，如图 1—1 所示。

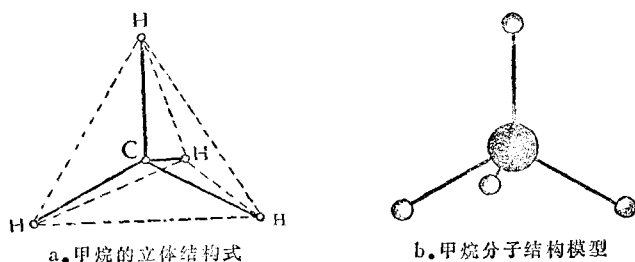
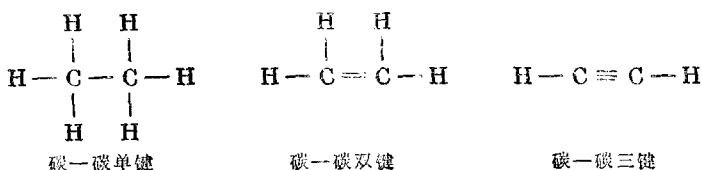


图 1—1 甲烷分子的结构

以化学键相连的两个原子核之间的距离叫做键长，两个键之间的夹角叫做键角。实验证明，甲烷分子中碳氢的键长是 $1.09 \text{ \AA}$ （埃），键角是 $109^\circ 28'$ 。分子中原子之间以一定的化学键结合，不但决定了原子间有一定的结合顺序，而且有一定的键长和键角，也就是说有一定的空间位置，这就是“分子有一定的结构”一语的含义。常用的结构式只表明了原子间的结合顺序和化学键数，但未表明原子的空间位置。

当碳原子互相结合时，它们可以形成一个、两个或三个共用电子对，即以一个、两个或三个共价键互相结合，我们分别称之为单键、双键或三键，例如：



碳原子间彼此能结合，而结合的方式又有多种，这是有机物种类众多的又一原因。

2. 物质的性质是由它的分子组成和结构决定的。

物质分子组成不同，性质就不同，这一点在无机化合物中，我们已经比较清楚了，例如 H_2O 与 HCl ，分子组成不同，性质就不同。而同分异构现象则说明了，尽管分子组成相同，但若分子结构不同，性质也就不同。这些事实都证明了物质的性质是由它的分子组成和结构决定的。

由于有机物的分子组成和结构与无机物不同，因而有机物有其不同于无机物之特性。例如有机物含有 C、H 元素，因此多数容易燃烧，燃烧产物中有 CO_2 和 H_2O ；有机物分子中一般是以较弱的极性共价键或非极性键结合的，因此在溶液中很难电离，多数属于非电解质；有机物分子中的共价键一般结合得比较牢固，拆开这些共价键时需要较多的能量，因此有机反应的速度一般比较缓慢，常常需要加热、加压和使用催化剂，以加速反应进行。但是，有机物分子与分子之间的结合力却很弱，因此有机物的熔点和沸点一般比较低，挥发性大，许多有机物在常温时就是气体或液体，固体的有机物熔点一般在 400°C 以下。相反，一般无机物的熔点、沸点比较高，如纯铁的熔点是 1535°C ，氧化铝的熔点是 2050°C 等。

这里要特别指出物质的溶解性规律。无数的事实证明，一般的有机物，由于分子极性弱，所以在极性很强的溶剂（如水）中，溶解度很小，而易溶于非极性或弱极性的有机溶剂中。例如油脂就难溶于水而易溶于汽油等有机溶剂中。相反，许多无机物，如 HCl 、 NaCl 等，它们的分子极性很强，易溶于水中而难溶于有机溶剂中。这种具有相似的分子结构