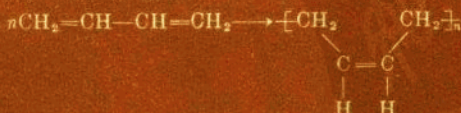
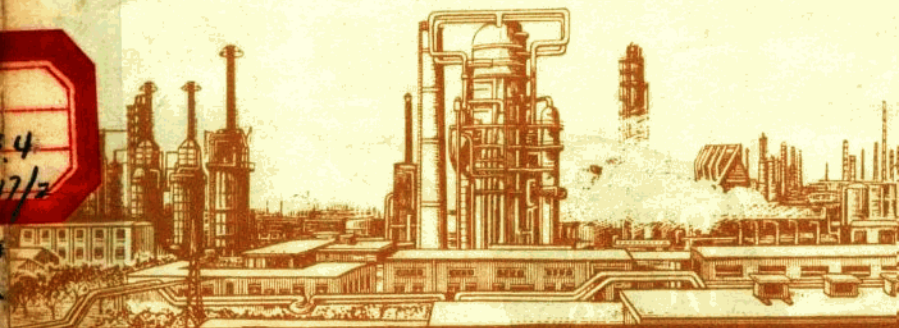


上海市工人业余学校课本

# 化 学

下 册

上海人民出版社



# 目 录

|                 |    |
|-----------------|----|
| 第五章 有机化合物       | 1  |
| 第一节 脂肪族化合物      | 4  |
| 一、烃             | 4  |
| (一) 饱和烃         | 4  |
| (二) 不饱和烃        | 10 |
| 二、烃的衍生物         | 17 |
| (一) 乙醇          | 18 |
| (二) 甲醛          | 22 |
| (三) 乙酸          | 24 |
| 习 题             | 28 |
| 第二节 芳香族化合物      | 29 |
| 一、芳烃            | 33 |
| (一) 苯           | 33 |
| (二) 萘           | 39 |
| 二、芳烃衍生物         | 43 |
| (一) 苯酚          | 43 |
| (二) 硝基苯         | 49 |
| (三) 苯甲酸         | 51 |
| 习 题             | 52 |
| 第六章 石油化工        | 55 |
| 第一节 发展石油化工的重大意义 | 55 |
| 第二节 石油和石油加工     | 56 |
| 一、石油的形成和组分      | 56 |
| 二、石油加工          | 57 |
| (一) 石油的蒸馏       | 57 |

|                       |    |
|-----------------------|----|
| (二)石油的裂化.....         | 59 |
| (三)石油的重整.....         | 62 |
| 习 题.....              | 63 |
| 第三节 三大合成材料.....       | 64 |
| 一、高分子化合物的概念和聚合反应..... | 64 |
| 二、塑料.....             | 66 |
| (一)塑料的组分.....         | 66 |
| (二)塑料的分类.....         | 67 |
| 三、合成纤维.....           | 71 |
| (一)纺织纤维的分类.....       | 71 |
| (二)合成纤维的性能和用途.....    | 71 |
| (三)锦纶(尼龙)简介.....      | 72 |
| (四)涤纶简介.....          | 76 |
| (五)腈纶简介.....          | 77 |
| 四、合成橡胶.....           | 78 |
| (一)天然橡胶和合成橡胶.....     | 78 |
| (二)合成橡胶的种类及主要品种.....  | 80 |
| (三)丁苯橡胶简介.....        | 81 |
| (四)顺丁橡胶简介.....        | 82 |
| (五)异戊橡胶简介.....        | 82 |
| 习 题.....              | 84 |
| 附表 1 几种常见的塑料.....     | 85 |
| 附表 2 几种常见的合成纤维.....   | 87 |
| 附表 3 几种常见的合成橡胶.....   | 89 |

## 第五章 有机化合物

有机化合物(简称有机物)通常是指碳氢化合物和它们的衍生物。专门研究有机物的化学称为有机化学。

有机化合物数目众多(目前已知道的就达一百万种以上),用途广泛,而且具有一些与无机化合物不同的性质而自成一个体系。

“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。”所以我们分别对无机化合物和有机化合物进行学习讨论。

一般说来,有机化合物具有以下特点:

(1) 对热不稳定,加热易分解,易燃烧。

(2) 挥发性大,所以它们的沸点、熔点都较低。

(3) 大多数难溶于水,而易溶于有机溶剂。

(4) 有机化合物的反应,一般是速度较慢、副反应较多,因而产物较复杂。

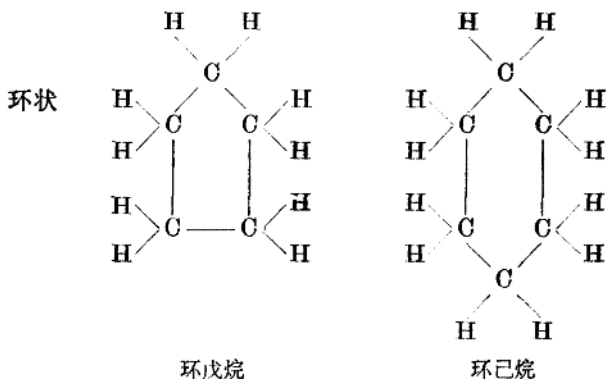
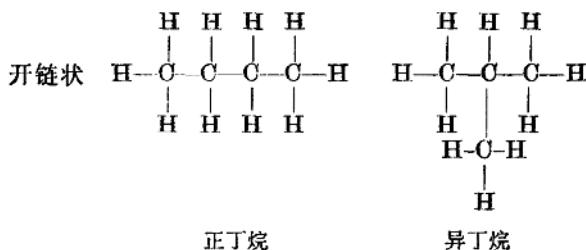
当然,这些特点都是相对的,而不是绝对的。

按照有机化合物的结构和性质,通常可把它们分为三大族:

(1) 脂肪族化合物

这类化合物的分子链(碳链)有两种形式,开链的和闭链的

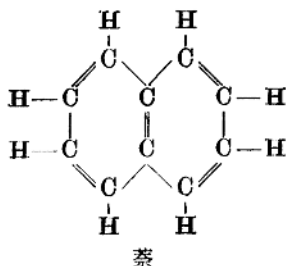
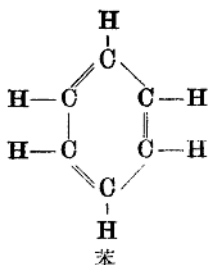
(或称环状的), 统称为脂肪族化合物。如:



闭链的脂肪族环状化合物又简称为脂环族化合物。

## (2) 芳香族化合物

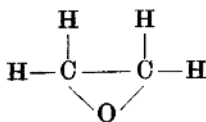
它们也具有碳原子所连成的环状结构, 但与脂环化合物的环不同, 它们一般都含有苯环的结构。由于这种环状结构性质特殊, 所以自成一族。我们把这类化合物叫做芳香族化合物。如:



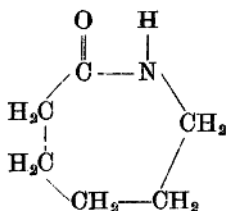
### (3) 杂环化合物

这些化合物也具有环状结构,但是环上除碳原子外,还杂有其它元素的原子,如氧、硫、氮等共同组成的,因而我们把这类化合物叫做杂环化合物。

杂环化合物中有的与脂环族化合物的性质相似,与开链化合物关系比较密切,容易相互转化和制取。如:

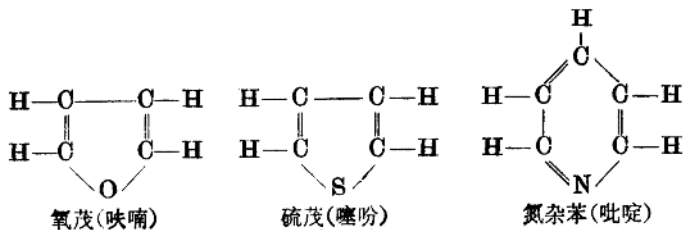


环氧乙烷



己内酰胺

杂环化合物中有的和苯环的性质有很多方面相似,如:



下面我们着重讨论脂肪族化合物和芳香族化合物。

## 第一节 脂肪族化合物

许多脂肪酸广泛地存在于自然界的各种脂肪酸的酯（即脂肪）及盐中。脂肪酸是最先被研究的一类有机化合物，因此与脂肪酸的结构相似的有机化合物，统称为脂肪族化合物。

### 一、 烃

仅有碳和氢两种元素所组成的有机化合物，叫做碳氢化合物，简称“烃”。脂肪族化合物的烃类又简称为脂肪烃。

#### （一）饱和烃

我们知道碳原子的化合价为四价，如果在烃分子中，碳原子间都以单键相互连接，而剩余的化合价数全为氢原子所饱和，这样的烃就叫做饱和烃，又称烷烃。

#### 1. 甲烷

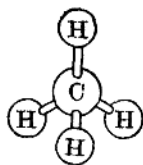
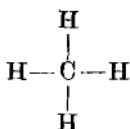
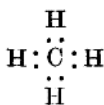
甲烷是烷烃中最简单的一种，它广泛地存在于自然界中。天然气是多种气体的混合物，它的主要成份是甲烷（含量一般在80%以上，有的高达97%）。

甲烷是一种无色、无臭的气体，比空气轻，难溶于水，能溶于汽油、煤油等。

有机化合物分子中的键一般为共价键，两原子间共用一对电子所形成的键，叫做单键，以单线“—”表示。

甲烷分子含有一个碳原子和四个氢原子，分子式为 $\text{CH}_4$ 。在分子中，碳原子分别与四个氢原子形成四个共价键，其结构式

如下:



甲烷的电子结构式 甲烷的结构式

甲烷的立体结构模型

甲烷的化学性质是由它的结构所决定的。由于在甲烷的结构中,碳原子的四价已被四个氢原子所饱和,所以甲烷的化学性质比较稳定。在一般情况下,甲烷与硫酸、硝酸等强酸,氢氧化钠等强碱,及高锰酸钾等这样的强氧化剂,都不起作用。当然,稳定是相对的,若给与一定条件,它也可能发生以下这些反应:

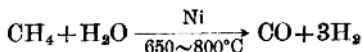
### (1) 氧化反应

甲烷经点燃后,能在空气中燃烧放出大量的热,以甲烷为主要成份的天然气,就是一种应用广泛的气体燃料。据测定,一克甲烷完全燃烧可产生 13.8 千卡的热量,比同样重量的木材燃烧时产生的热量约大三倍。



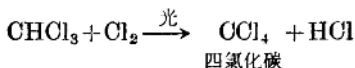
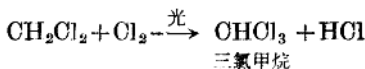
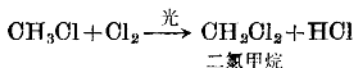
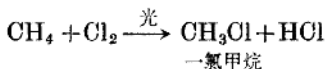
空气里混有 5~14% 的甲烷时,遇火会发生爆炸,使用甲烷时应注意安全。

甲烷在高温下用镍作催化剂与水蒸汽作用,可生成一氧化碳和氢的混合气(又叫合成气),可用来合成甲醇及提供合成氨所需的  $\text{H}_2$ 。



## (2) 取代反应

在散射光的照射下, 甲烷能跟氯气发生不同程度的反应:



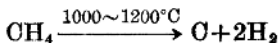
在上面的一系列反应中, 甲烷分子中的氢可被氯取代一个或几个, 这种甲烷分子中的氢原子为其它原子(或原子团)所取代的反应叫做取代反应。

上述氯甲烷等这些产物, 是由母体甲烷 $\text{CH}_4$ 而衍生出来的, 所以叫做甲烷的衍生物。这些甲烷的衍生物, 工业上常作溶剂使用, 三氯甲烷又称氯仿, 是常用的有机溶剂, 四氯化碳还可用作灭火剂。

## (3) 热解反应

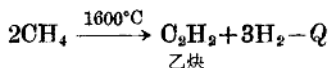
在隔绝空气下, 用高温使分子发生裂解的过程叫做热解。

甲烷在隔绝空气下加强热, 生成炭黑, 可作橡胶填充剂及制备颜料、墨汁等。



甲烷在 $1600^\circ\text{C}$ 的高温下进行瞬时间的热解, 可生成乙炔

$C_2H_2$ 。这个反应需要吸收大量的热。乙炔是最基本的化工原料之一。



## 2. 甲烷的同系列——烷烃

除了甲烷外,还存在一系列和甲烷性质很相似的其它烷烃,如乙烷  $C_2H_6$ 、丙烷  $C_3H_8$ 、丁烷  $C_4H_{10}$  等。

烷烃的名称可以根据分子里所含碳原子的数目来称呼。碳原子数目从 1 到 10 的依次用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸来表示,如  $C_8H_{18}$  称为辛烷。碳原子数目在 10 以上的用数字表示,如  $C_{12}H_{26}$  称为十二烷。

烷烃的数目极其繁多,它们之间在组成、结构、性质等方面有什么区别和联系呢?毛主席教导我们:“分析的方法就是辩证的方法。”下面让我们从表 5-1 中分析和比较一下烷烃的组成和性质。

从表 5-1 分子式一行可以看出:随着分子中碳原子数目的递增,相邻的两种烷烃彼此在组成上相差一个“ $CH_2$ ”原子团,所以烷烃的组成可以用通式  $C_nH_{2n+2}$  来表示。从烷烃的分子结构来看,它们都是具有饱和碳链的结构,因此,所有烷烃都有同甲烷相似的化学性质。在通常状况下,各种烷烃难与氧化物、酸、硷等反应,但在空气里能燃烧,在隔绝空气的高温下能发生碳链断裂的反应,在一定条件下能同卤素发生取代反应。

象这类化学性质相似、分子组成相差一个或多个  $CH_2$  原子团、具有同一通式的一系列化合物,叫做同系物,这个相差的

“CH<sub>2</sub>”原子团,称为同系差。同系物构成同系列,各种烷烃构成烷烃的同系列。

表 5-1 烷烃的物理性质

| 烷烃名称 | 分子式                             | 熔点(°C) | 沸点(°C) | 比重(液态) | 物 态<br>(通常状况) |
|------|---------------------------------|--------|--------|--------|---------------|
| 甲 烷  | CH <sub>4</sub>                 | -184.0 | -161.4 | 0.4240 | 气             |
| 乙 烷  | C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>   | -172.0 | - 88.6 | 0.5462 | 气             |
| 丙 烷  | C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>   | -187.1 | - 42.2 | 0.5824 | 气             |
| 丁 烷  | C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>  | -138.3 | - 0.5  | 0.5788 | 气             |
| 戊 烷  | C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>  | -129.7 | 36.1   | 0.6263 | 液             |
| 己 烷  | C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>  | - 95.3 | 68.7   | 0.6594 | 液             |
| 庚 烷  | C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>  | - 90.6 | 98.4   | 0.6837 | 液             |
| 辛 烷  | C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>  | - 56.8 | 125.6  | 0.7028 | 液             |
| 壬 烷  | C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>  | - 53.7 | 150.7  | 0.7179 | 液             |
| 癸 烷  | C <sub>10</sub> H <sub>22</sub> | - 29.7 | 174.0  | 0.7299 | 液             |
| 十二烷  | C <sub>12</sub> H <sub>26</sub> | - 9.6  | 216.2  | 0.7487 | 液             |
| 十五烷  | C <sub>15</sub> H <sub>32</sub> | 10.0   | 270.5  | 0.7688 | 液             |
| 十六烷  | C <sub>16</sub> H <sub>34</sub> | 18.1   | 286.5  | 0.7733 | 液             |
| 十七烷  | C <sub>17</sub> H <sub>36</sub> | 22.0   | 303.0  | 0.7767 | 固             |
| 十八烷  | C <sub>18</sub> H <sub>38</sub> | 28.0   | 317.0  | 0.7768 | 固             |

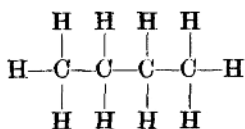
从表 5-1 的物理性质各行可以看出: 烷烃同系物随着分子中的碳原子数目(或分子量)的递增,它们的熔点、沸点和比重逐渐增高,在通常状况下(一个大气压, 20°C), C<sub>1</sub>~C<sub>4</sub> 是气态, C<sub>5</sub>~C<sub>16</sub> 是液态, C<sub>16</sub> 以上是固态。由此可见,在烷烃同系列中,各

同系物随着分子量的递增,分子增大,分子之间的相互作用也增大,它们的物理性质作有规律的变化。

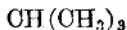
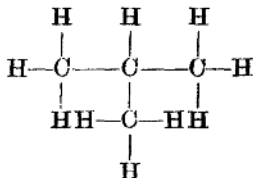
我们在研究有机物的组成和性质中,还发现有很多物质具有相同的化学组成和分子量,但性质上有差异。如分子式为 $C_4H_{10}$ 的丁烷有两种:

|     | 正 丁 烷             | 异 丁 烷             |
|-----|-------------------|-------------------|
| 熔 点 | $-138.3^{\circ}C$ | $-145^{\circ}C$   |
| 沸 点 | $-0.5^{\circ}C$   | $-11.73^{\circ}C$ |
| 比 重 | 0.579             | 0.563             |

这是什么原因呢?伟大领袖毛主席指出:“世界上的事情是复杂的,是由各方面的因素决定的。看问题要从各方面去看,不能只从单方面看。”原来物质的性质除决定于它们的组成外,还决定于它们的分子结构。实验证明这两种丁烷虽然具有相同的化学组成和分子量,但是由于它们的分子结构——即分子中各原子互相连接次序不同,使它们的性质也就不同。一种是四个碳原子连成一条直链的,叫做“正”丁烷;另一种是三个碳原子连成直链(主链),剩下的一个碳原子连在支链上的,叫做“异”丁烷。



正丁烷



异丁烷

那种化学组成和分子量相同，而结构和性质不同的现象，叫做同分异构现象，这些化合物叫做同分异构体。化合物分子中所含碳原子数目越多，碳原子的结合方式也越复杂，同分异构体也越多。同分异构现象在有机物中极为普遍，这也是造成有机物数目繁多的一个重要原因。

除上面所讲的烷烃外，还有一类具有“碳环”结构的环烷烃。如环戊烷、环己烷等。

环烷烃分子中的碳原子也都是以单键彼此结合而连成环状，其余的价键又都为氢原子所饱和。环烷烃的通式为  $C_nH_{2n}$ 。它们的化学性质基本上与烷烃相似，但也具有一些不同于烷烃的性质。在这里不作详细讨论。

## (二) 不饱和烃

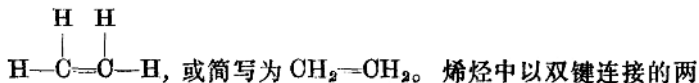
分子中含有双键或叁键的烃叫做不饱和烃。双键是两原子间共用两对电子所形成的化学键，以双线“=”表示，分子中含有双键的烃叫做烯烃。叁键是两原子间共用三对电子所形成的化学键，以叁线“≡”表示，分子中含有叁键的烃叫做炔烃。烯烃和炔烃总称为不饱和烃(包括环烯烃和环炔烃)。

下面我们以最简单的乙烯和乙炔为例，讨论不饱和烃的性质。

### 1. 乙烯

乙烯是一种无色而微有甜味的气体，比空气略轻，不溶于水。

乙烯是最简单的烯烃。乙烯的分子式是  $C_2H_4$ ，结构式是



个碳原子上,比烷烃少两个氢原子,因此含有一个双键的烯烃通式是  $C_nH_{2n-2}$ 。

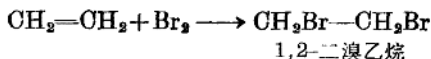
乙烯的化学性质:

乙烯的化学性质非常活泼,这是由于双键的不饱和性所决定的,它的主要反应都发生在双键上。

### (1) 加成反应

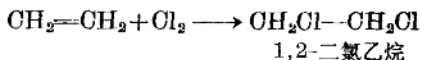
烯烃能与许多试剂作用,发生反应时,双键中的一个键可以断裂,于是两个一价的原子或原子团加到双键的两个碳原子上去,这种反应称为加成反应。

乙烯通入溴水(呈棕黄色)中,溴水即褪色,生成二溴乙烷:

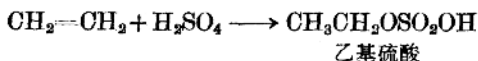


在实验室常用这个反应来鉴定不饱和烃。

乙烯与氯气加成,生成二氯乙烷:

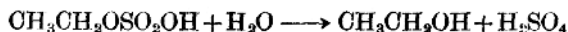


乙烯能与硫酸加成,生成乙基硫酸:



一般烷烃和硫酸不起反应,如果当烷烃和烯烃的混合物与硫酸作用时,烯烃溶解于硫酸,而烷烃不溶解,利用这个方法可以分离烯烃和烷烃。

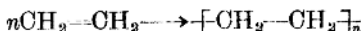
乙基硫酸加水,即水解而生成乙醇。工业上利用石油裂化气制乙醇:



此外, 乙烯还能与氢气、水、卤化氢 (HX) 等物质起加成反应, 这些反应在工业上得到广泛的应用。

### (2) 聚合反应

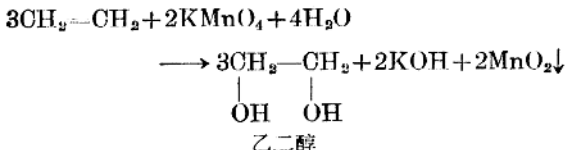
乙烯在一定温度、压力和过氧化物的作用下, 双键中的一个键断裂而自相加成, 形成很长的链, 生成聚乙烯。这是一种用途很广的塑料。



这样的反应叫做聚合反应。

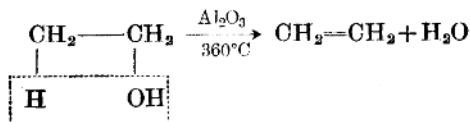
### (3) 氧化反应

乙烯很容易被氧化, 多种氧化剂都能使它氧化而生成各种不同的氧化产物。如果与稀的高锰酸钾碱性冷溶液作用, 乙烯就氧化成为乙二醇。



在这个反应中, 高锰酸钾溶液的紫色消失, 同时有褐色的二氧化锰沉淀生成。因此, 这个反应也用来检验乙烯(或烯烃)。

工业上有时将乙醇的蒸气通过加热到  $360^\circ\text{C}$  的氧化铝的方法来生产乙烯:



但乙烯目前主要是从石油气加工获得。

乙烯是基本的有机原料,用途很广,除用来制备聚乙烯和合成乙醇外,还用来合成乙二醇、环氧乙烷、乙醛、苯乙烯等重要的有机化合物。

石油裂化气中的烯烃还有丙烯  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ , 丁烯  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$  等, 它们都是有机合成工业的重要原料。

## 2. 乙炔

乙炔是无色无臭的气体,由电石气制得的乙炔,因含有硫化氢、磷化氢等杂质而具有特殊的刺激性气味,比空气轻,微溶于水。

乙炔是最简单的炔烃。乙炔的分子式是  $\text{C}_2\text{H}_2$ , 结构式是  $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$  或  $\text{CH}\equiv\text{CH}$ 。炔烃比相应的烷烃少四个氢原子,比相应的烯烃少两个氢原子,所以含有一个叁键的炔烃通式是  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ 。

乙炔的化学性质:

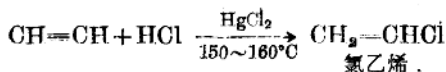
由于在结构上乙炔比乙烯具有更大的不饱和性,所以化学性质也更为活泼。

### (1) 加成反应

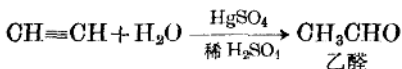
和乙烯一样,乙炔也能使溴水褪色,但由于叁键的存在,乙炔能加成二分子的溴,最终产物为四溴乙烷。



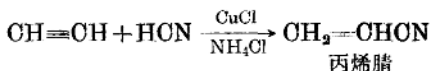
在汞盐催化剂的作用下,乙炔能与氯化氢加成,生成氯乙烯,这是聚氯乙烯树脂的重要原料。



以硫酸汞为催化剂, 乙炔经水合生成乙醛。乙炔水合法, 是目前工业上制备乙醛的重要方法。



在温度  $80\sim 90^{\circ}\text{C}$  下, 乙炔与氢氰酸(有剧毒)通过催化剂(氯化亚铜和氯化铵等)的溶液可以合成丙烯腈。



丙烯腈是一种合成纤维(腈纶)的原料。

## (2) 聚合反应

在一定条件下, 乙炔发生聚合反应, 以三分子聚合为最重要。乙炔在催化剂存在下进行聚合时, 生成了极为重要的芳香族化合物, 即苯。

