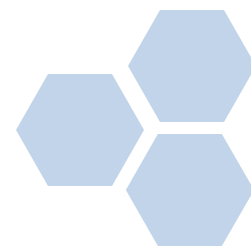




# 有机化学

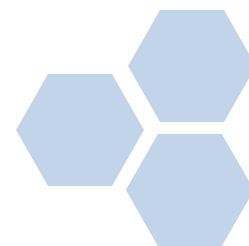
健康管理学院 邓华明





## 学习目标

1. 了解有机化合物的含义；
2. 熟悉有机化合物的特点；
3. 理解键长、键能、键角的概念及共价键的极性；
4. 了解研究有机化合物的一般步骤。



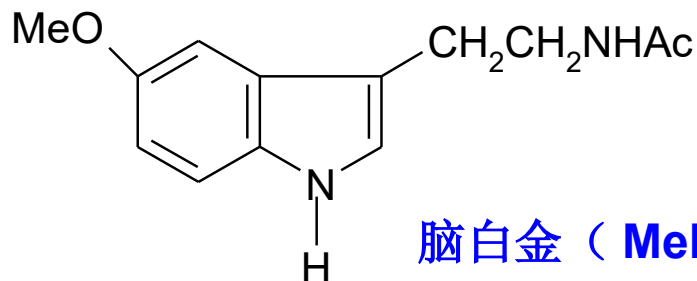


# 绪 论

## 第一节 有机化合物与有机化学的定义

人类的生活离不开有机物。

生物体由有机物构成；组成头发、皮肤、肌肉的蛋白质；控制遗传基因的 DNA；吃的食物；穿的衣服；吃的药物。建筑材料；汽油；轮胎；塑料等

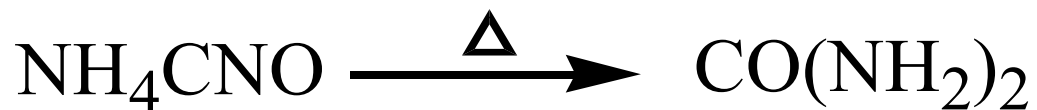


脑白金 ( Melatonine)

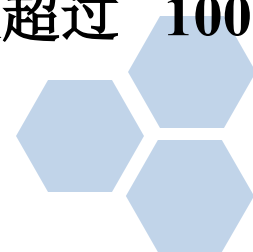




德国化学家 Wohler 维勒 1824—1828 年用氰酸铵 ( $\text{NH}_4\text{CNO}$ ) 制取尿素 [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ]，开创了有机物的无机合成，打破了无机物和有机物之间的绝对界限。



迄今为止，人类发现和合成的有机物已经超过 3000 万种，从 1995 年开始，每年新发现和新合成的有机化合物已经超过 100 万种。





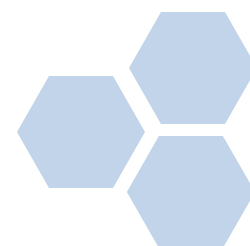
## 有机化合物: Organic Compound

含碳的化合物（除 CO、碳酸盐等）：碳氢化合物（烃 hydrocarbons）及其衍生物（derivative）

## 有机化学: Organic Chemistry

研究有机物制备（preparation）、结构（structure）、性质（property）、应用（application）的科学

有机化学意义：是研究生物体及生命现象的基础

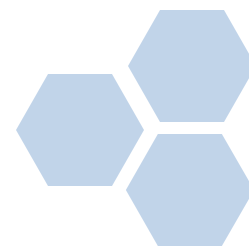




## 第二节 有机化合物的特点

问题 1： 有机化合物有哪些特点？

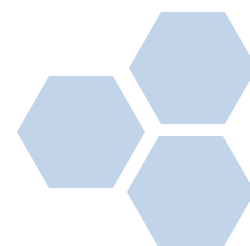
问题 2： 为什么有机化合物数目繁多？





## 一、有机物的特点

1. 容易燃烧
2. 熔沸点低
3. 大多数有机化合物不（或难）溶于水
4. 反应速度慢且较复杂
5. 稳定性较差，加热时易分解





## 二、有机化合物数目繁多

### 1. 碳原子的连接能力非常强

(1) 碳原子既可以和其它原子相互连接，也可以是碳原子和碳原子之间相互连接；

(2) 可以是一个碳原子和其它原子形成化合物，也可以是成千上万个碳原子相互连接形成有机物；

(3) 碳原子可以连接成链状，也可以连接成环状；

(4) 碳原子可以单键相互连接，也可以双键、叁键的形式相互连接形成有机化合物。

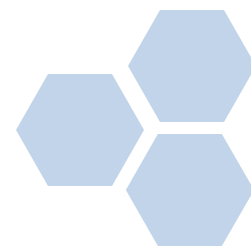






## 2. 有机化合物中普遍存在着同分异构体现象

具有相同的化学式而结构和性质不同的化合物称为同分异构体。在无机化合物中，同分异构现象非常罕见，而在有机化合物中，同分异构现象很普遍，往往同一个化学式可以代表许多性质完全不同的化合物。例如：化学式为  $C_2H_6O$  的有机化合物就代表了乙醇和甲醚这两种不同的化合物。





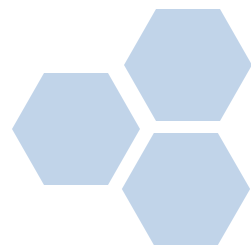
## 第三节 有机化合物的结构特征

### 一、共价键的形成

有机化合物中原子之间一般是以共价键的形式连接起来的。

(1) 价键法： $\sigma$  键、 $\pi$  键

(2) 共价键的属性：饱和性、方向性





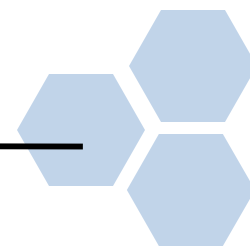
## 二、共价键的参数

### 键长

指成键原子核之间的距离。

一些共价键的键长

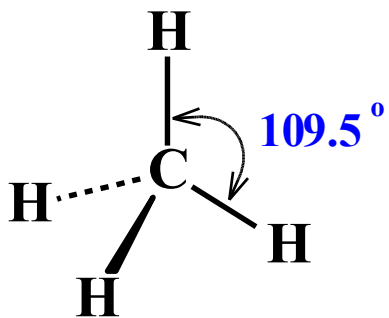
$\text{C}-\text{C}$	$\text{r} / \text{nm}$	$\text{C}-\text{Cl}$	$\text{r} / \text{nm}$
$\text{C}-\text{C}$	0.154	$\text{C}-\text{Cl}$	0.177
$\text{C}-\text{H}$	0.109	$\text{C}-\text{Br}$	0.191
$\text{C}-\text{N}$	0.147	$\text{C}-\text{I}$	0.212
$\text{C}-\text{O}$	0.143	$\text{C}=\text{C}$	0.134
$\text{C}-\text{F}$	0.141	$\text{C}\equiv\text{C}$	0.120



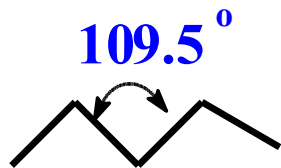


## 键角

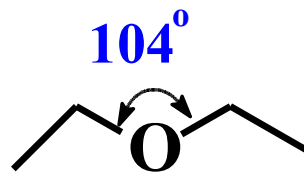
指键与键之间的夹角。



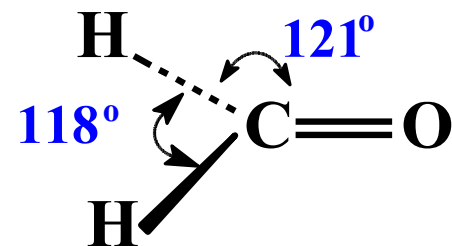
甲烷



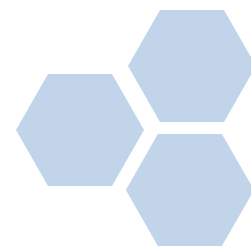
戊烷



乙醚



甲醛

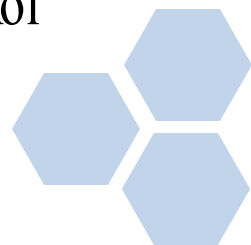
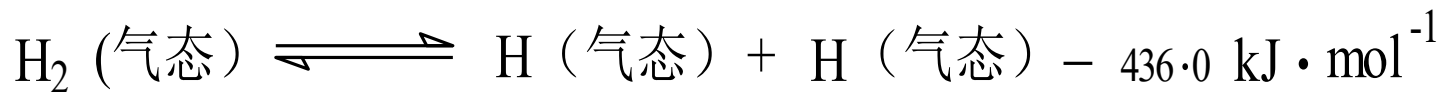




## 键能

所谓键能就是共价键断裂时所需要的能量或共价键形成时所放出的能量。

对于双原子分子来说，其键能就是其键离解能。所谓键离解能就是 1mol 气态双原子分子离解为气态原子时所吸收的能量。  
单位：KJ/mol 键能愈大，键愈牢固。





## 键的极性

分子中以共价键相连接的原子吸引电子能力是不同的，有的大有的小，原子吸引电子能力的大小是以元素的电负性的大小来表示的，电负性大的吸引电子的能力大，电负性小的吸引电子的能力小。

由相同原子形成的共价键，由于元素的电负性相同，所形成的共价键无极性；由不同原子形成的共价键，由于元素的电负性不同，所形成的共价键有极性。



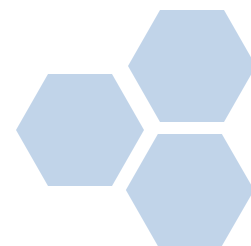


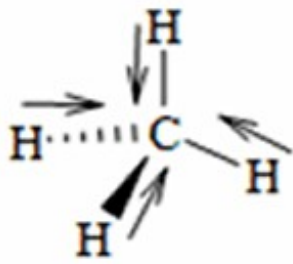
共价键极性的的大小是用键的偶极距来表示的。偶极距大，键的极性就大，偶极距小，键的极性就小。

偶极距等于电荷与正负电荷中心之间的距离的乘积。偶极距是一个向量，具有方向性。是从正电荷中心指向负电荷中心。

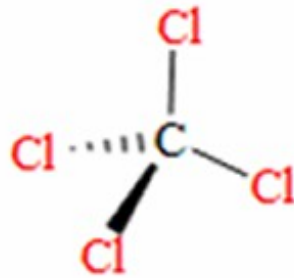
偶极距 :  $\bar{u} = ed$

$e$  : 中心电荷       $d$  : 正负电荷中心的距离

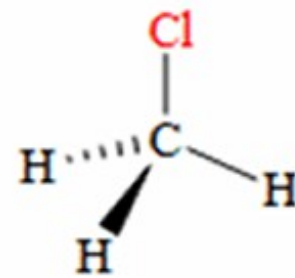




$$\mu = 0$$



$$\mu = 0$$



$$\mu = 1.94 \text{ D}$$







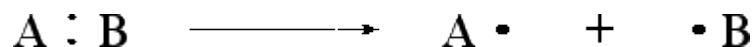
### 三、共价键的断裂方式和有机反应类型

化学反应是旧键的断裂和新键的形成过程。共价键的断裂有两种形式：

#### 1、均裂

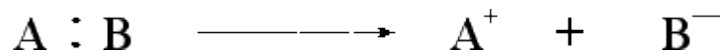
一个共价键断裂时，组成该键的两个原子各保留一个电子。

（自由基反应）

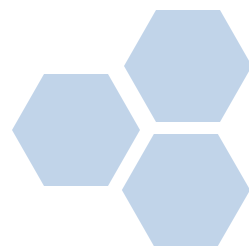
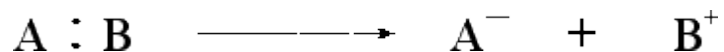


#### 2、异裂

一个共价键断裂时，组成该键的一对电子完全转移到一个原子上。（离子反应）



或





## 第四节 有机化合物的分类

### 一、按分子中碳原子的骨架分类

1、开链化合物：碳原子相互连接成链状。

这一类化合物最初是从动物的脂肪中得到的，所以又称为脂肪族化合物。

2、环状化合物：碳原子间或碳原子与其它原子间成环状。

① 碳环化合物：完全由碳原子组成的碳环结构的化合物

A：脂环族化合物：性质与脂肪族化合物相似。

B：芳香族化合物：分子中一般含有苯环结构。

② 杂环化合物：碳原子和其它原子 (O、S、N) 组成环。





例：

1) 开链化合物

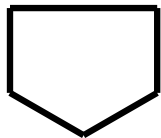


1-丁烯

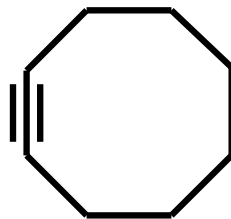


2-甲基丙醇

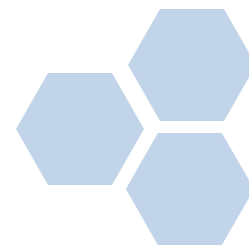
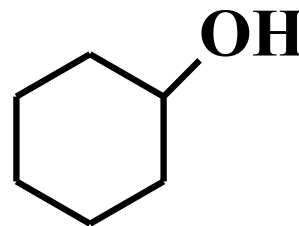
2) 脂环化合物



环戊烷  
环己醇

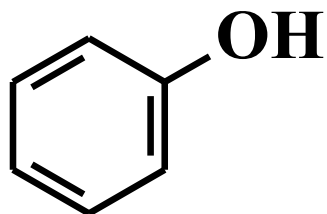


环辛炔

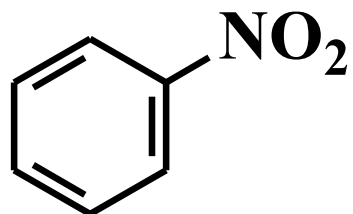




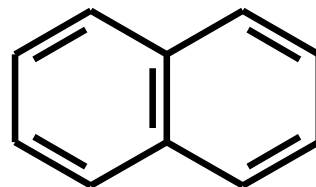
### 3) 芳香族化合物



苯酚

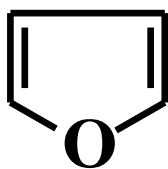


硝基苯

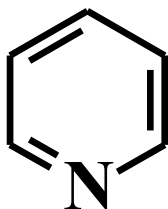


萘

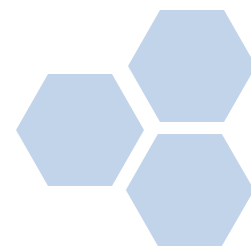
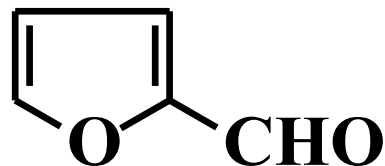
### 4) 杂环族 化合物



呋喃  
2-呋喃甲醛



吡啶

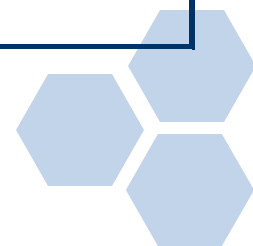




## 二、按官能团分类

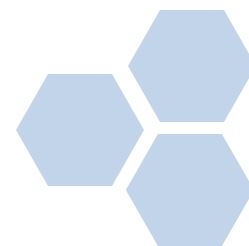
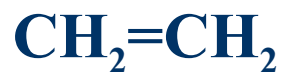
分子中比较活泼，容易发生化学反应的原子或原子团，叫官能团。官能团对该类有机化合物的性质起着重要的作用。

官能团	名称	官能团	名称
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C} = \text{C} \\ \diagdown \end{array}$	双键		羰基
$\begin{array}{c} \diagdown \\ \text{C} \equiv \text{C} \\ \diagup \end{array}$	叁键	$-\text{COOH}$	羧基
$-\text{X}$	卤原子	$-\text{NH}_2$	氨基
$-\text{OH}$	羟基	$-\text{CN}$	氰基
$-\text{O}-$	醚键	$-\text{NO}_2$	硝基
$-\text{CHO}$	醛基	$-\text{SO}_3\text{H}$	磺酸基





## 指出下列化合物的官能团





## 第五节 有机化合物的一般研究步骤

分离、提纯



纯度的检验

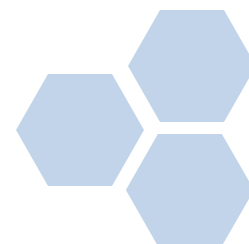


元素定量分析确定**实验式**

测定相对分子质量确定**分子式**



波谱分析确定**结构式** (有哪些官能团)

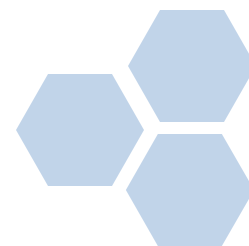




## 一、有机化合物的分离提纯

有机物的分离提纯主要有发下这些技术

- ( 1 ) 结晶
- ( 2 ) 蒸馏
- ( 3 ) 萃取
- ( 4 ) 层析







## (1) 结晶

不纯固体物质

溶于溶剂，制成饱和溶液，趁热过滤

残渣

(不溶性杂质)

滤液

冷却，结晶，  
过滤，洗涤

母液

(可溶性杂质和部分被提纯物)

晶体

(产品)





## (2) 蒸馏

蒸馏是分离和提纯液体有机化合物最常用的方法之一，又分为简单蒸馏、分馏、减压蒸馏和水蒸气蒸馏。

### (1) 蒸馏的原理

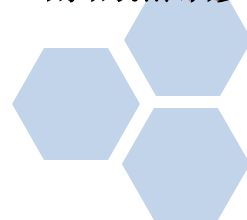
- 利用混合物的沸点不同，除去难挥发或不挥发的杂质。

### (2) 蒸馏提纯的条件

- 有机物热稳定性较强；
- 与杂质的沸点相差较大（一般约大于 **30** °C）



如含有杂质的工业乙醇的蒸馏实验





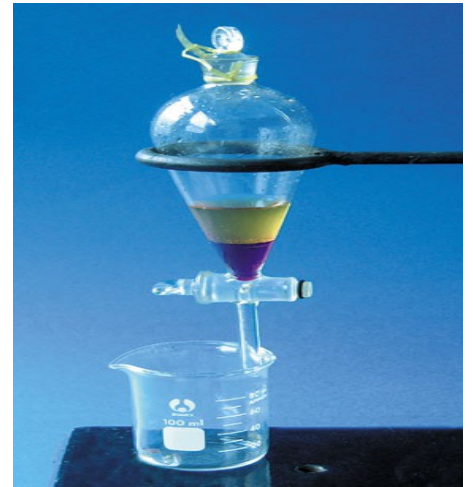
### (3) 萃取

**萃取：**用一种溶剂把溶质从它与另一溶剂所组成的溶液中提取出来的方法，分固—液萃取、液—液萃取。

**萃取的原理：**利用混合物中一种溶质在不同溶剂里的溶解度的不同。

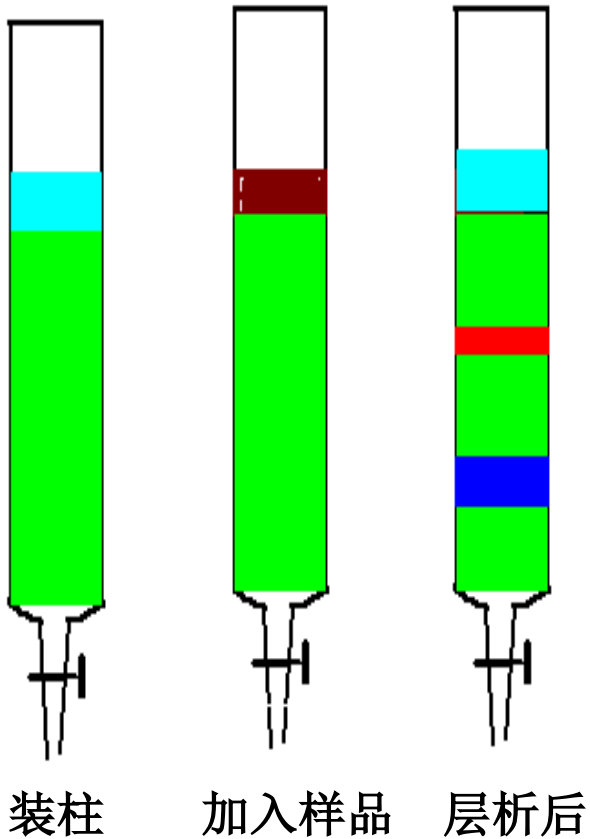
**萃取的条件：**

- (1) 萃取剂和原溶剂互不相溶和不发生化学反应。
- (2) 溶质在萃取剂中的溶解度大于在原溶剂中的溶解度。





## (4) 柱色谱法



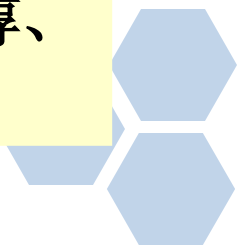
机 理：吸附色谱

吸附剂： $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ (硅胶),

聚酰胺等

常用洗脱剂：

石油醚、环己烷、 $\text{CCl}_4$ 、甲  
苯、 $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{CHCl}_3$ 、乙醚  
、醋酸乙酯、正丙醇、乙醇、  
甲醇、水

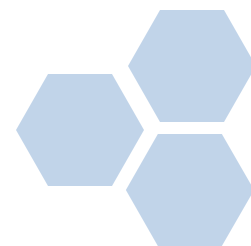




## 二、纯度的检定

用上述的结晶及蒸馏方法提纯，究竟到了什么程度才算达到满意的纯度呢？

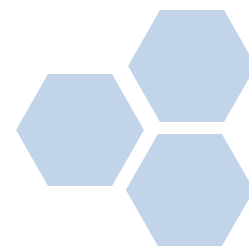
一般来说，每一个纯有机物质都具有一些基本物理常数，如熔点、沸点、比重及折光率。





### 三、分析（实验式和分子式的确定）

元素定性分析和定量分析、测其分子量（相对分子质量），确定实验式和分子式（化学式）。





### 三、分析（实验式和分子式的确定）

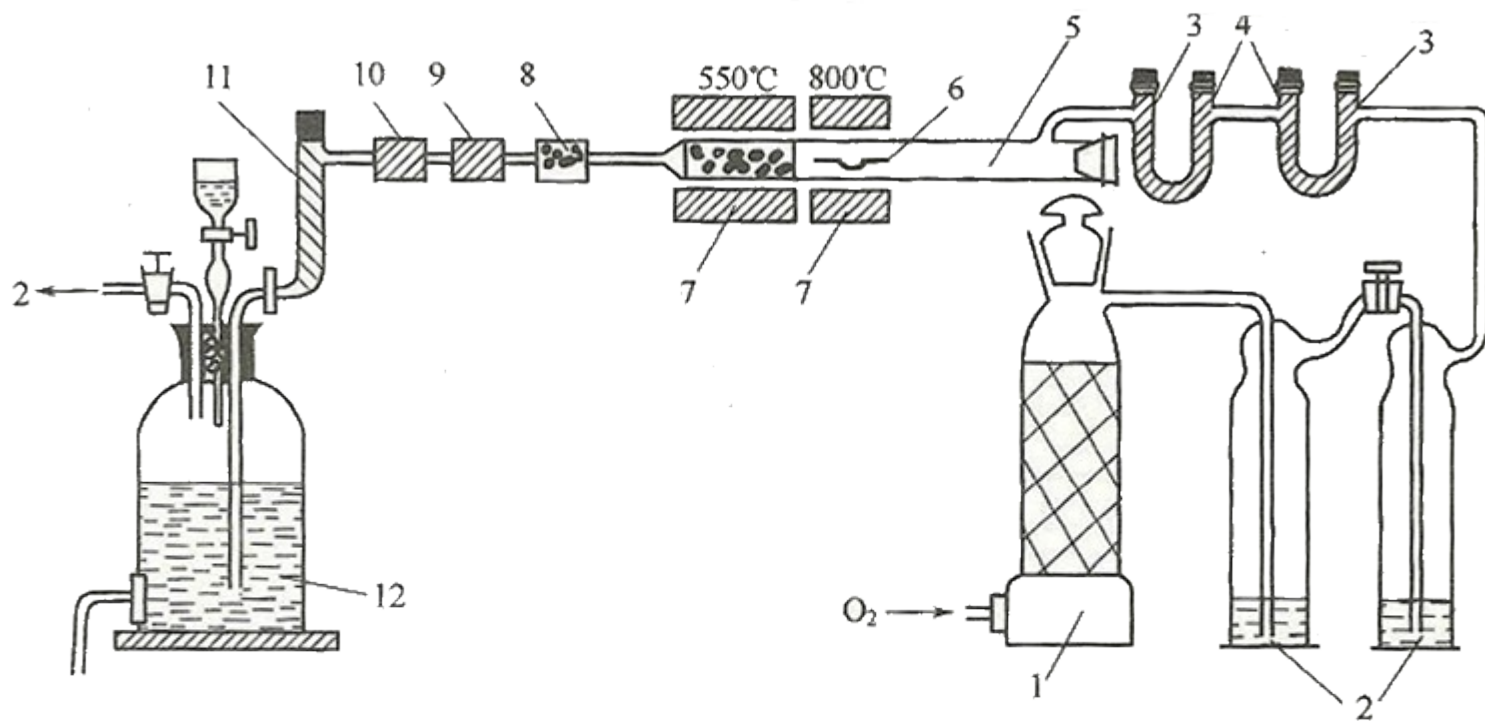
元素定性分析和定量分析、测其分子量（相对分子质量），确定实验式和分子式（化学式）。

#### 例：碳、氢元素的测定

**测定方法：**燃烧法。

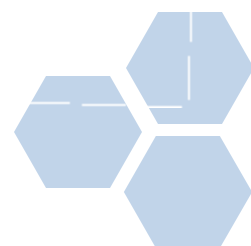
**测定原理：**样品中的 C，H 经燃烧后变成  $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2\text{O}$ 。将干扰元素消除后，以吸收剂吸收产生的  $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2\text{O}$ ，称量吸收剂吸收前后的质量差，即为燃烧试样产生的  $\text{CO}_2$ ， $\text{H}_2\text{O}$ ，经换算即可以求出试样中的碳、氢元素百分含量。





微量碳氢测定装置

1—干燥塔；2—缓冲瓶；3—无水高氯酸镁管；4—烧碱石棉管；5—燃烧管；6—石英舟；7—加热电炉；  
8—水吸收管；9—氮氧化物吸收管；10—CO<sub>2</sub>吸收管；11—防护管；12—吸气装置







❖ **结果计算：**在测定过程中，将二氧化碳和水吸收管吸收前后称重，分别求得生成的水和二氧化碳的质量，按下式计算后，即可求出有机物中碳和氢的含量。

$$\text{❖ 碳含量} = \frac{m_2 - m_1}{m} \times \frac{12}{44} \%$$

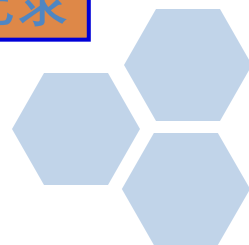
$$\text{❖ 氢含量} = \frac{m_2 - m_1}{m} \times \frac{1}{18} \%$$





## 测定有机化合物分子量的先进仪器——质谱

以某种方式使有机分子电离、碎裂，然后按质荷比（ $m/z$ ）大小将生成的各种离子分离，检测其强度，并依次排列成谱图的形式，这种研究物质的方法叫做质谱（Mass Spectrometry, MS）。各类有机物有其特定的、可以重复的质谱图，人们已经发现了一些化合物的裂解规律。





## 有机化合物分子式（化学式）的确定

### 实验式和分子式的区别

#### 实验式：

表示化合物分子中所含元素的原子数目最简整数比的式子。

#### 分子式（化学式）：

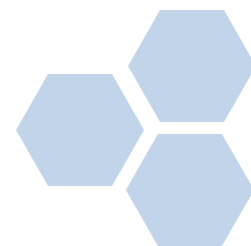
表示化合物所含元素的原子种类及数目的式子，表示物质的真实组成。





**例：**实验测得某碳氢化合物 A 中，含碳 80%、含氢 20% 求该化合物的实验式。又测得该化合物的相对分子质量是 30，求该化合物的分子式。

**答案：**实验式是  $\text{CH}_3$ ，分子式是  $\text{C}_2\text{H}_6$





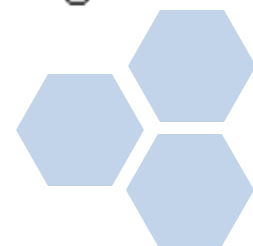
例：3.26g 样品燃烧后，得到 4.74gCO<sub>2</sub> 和 1.92gH<sub>2</sub>O ，实验测得其相对分子质量为 60 。求其化学式。

①求出各元素的含量

样品	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
3.26g	4.74g	1.92g

$$\text{碳重量} = \text{CO}_2\text{重量} \times \frac{\text{C相对原子质量}}{\text{CO}_2\text{相对分子质量}} = 4.74 \times \frac{12}{44} = 1.29\text{g}$$

$$\text{氢重量} = \text{H}_2\text{O重量} \times \frac{\text{H相对原子质量} \times 2}{\text{H}_2\text{O相对分子质量}} = 1.92 \times \frac{2}{18} = 0.213\text{g}$$





$$\text{C含量} = \frac{\text{碳重量}}{\text{样品重量}} \times 100\% = \frac{1.29}{3.26} \times 100\% = 39.6\%$$

$$\text{H含量} = \frac{\text{氢重量}}{\text{样品重量}} \times 100\% = \frac{0.213}{3.26} \times 100\% = 6.53\%$$





C含量 + H含量 = 39.6% + 6.53% = 46.13% < 100% 说明样品中含有氧元素。

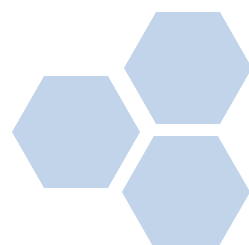
O含量 = 100% - 46.13% = 53.87%

②求出各元素的原子数目比即实验式

$$C: \frac{39.6}{12} = 3.30 \quad ; \quad H: \frac{6.53}{1} = 6.53 \quad ; \quad O: \frac{53.87}{16} = 3.37 ;$$

$$C: H: O = \frac{3.30}{3.30} : \frac{6.53}{3.30} : \frac{3.37}{3.30} = 1: 1.98: 1.02 \approx 1: 2: 1$$

该化合物的实验式为  $\text{CH}_2\text{O}$





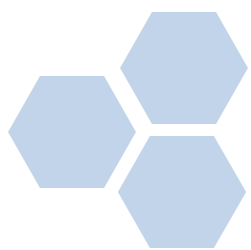
### ③求化学式

该化合物的相对分子质量为 60，则其化学式为：

实验式相对质量为： $12 + 1 \times 2 + 16 = 30$

$$(CH_2O)_n = 60 \qquad n = \frac{60}{30} = 2$$

所以，化学式为  $C_2H_4O_2$

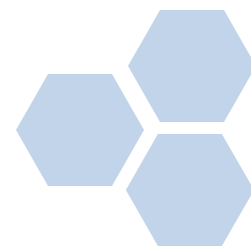






练习：某有机物的成份确定：

含 C、H、O 三种元素的某有机物，经燃烧分析实验测定其碳的质量分数是 64.86%，氢的质量分数是 13.51%，则其实验式是（                      ）。





Thank you

