

# 第二章 化学反应速率和化学平衡

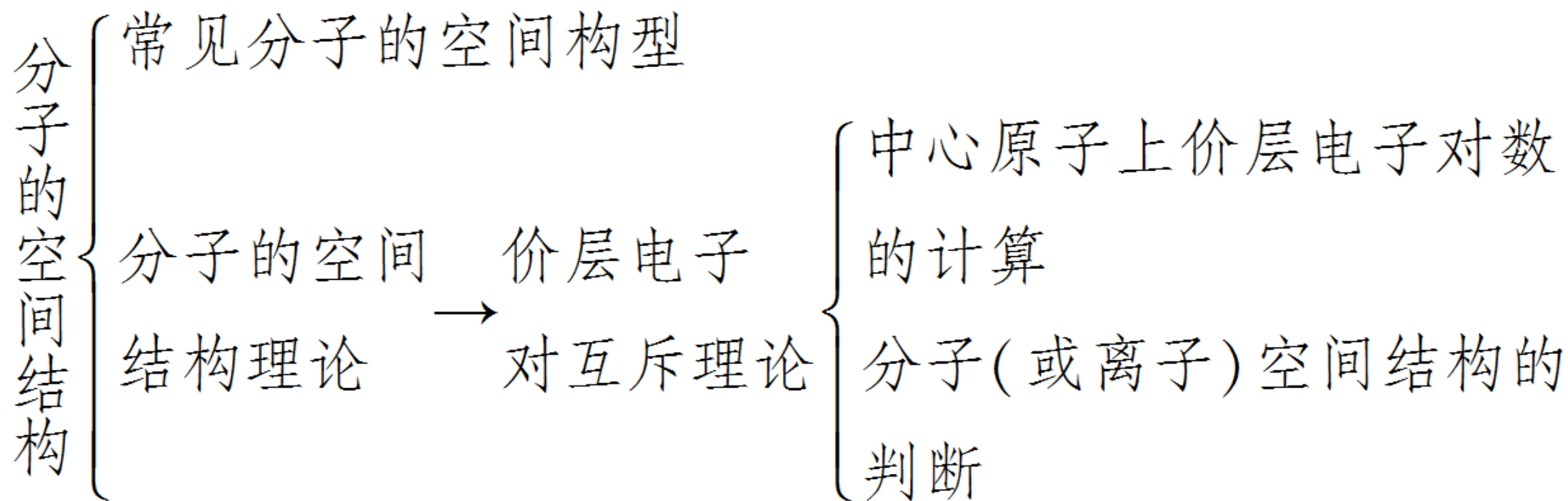
## 第二节 分子的空间结构

---

### 2.1.1 分子结构的测定与多样性 价层电子对互斥模型

# 学习目标

1. **了解**分子结构的测定方法。
2. **认识**共价分子结构的多样性和复杂性。
3. **理解**价层电子对互斥理论的含义。
4. 能根据有关理论**判断**简单分子或离子的空间结构。



# 思考



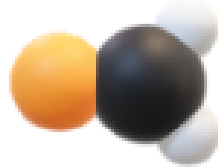
1、同为三原子分子， $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ 分子的空间构型却不同，同为四原子分子， $\text{CH}_2\text{O}$ 与 $\text{NH}_3$ 分子的空间结构也不同



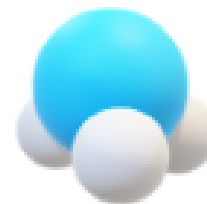
$\text{CO}_2$



$\text{H}_2\text{O}$



$\text{HCHO}$

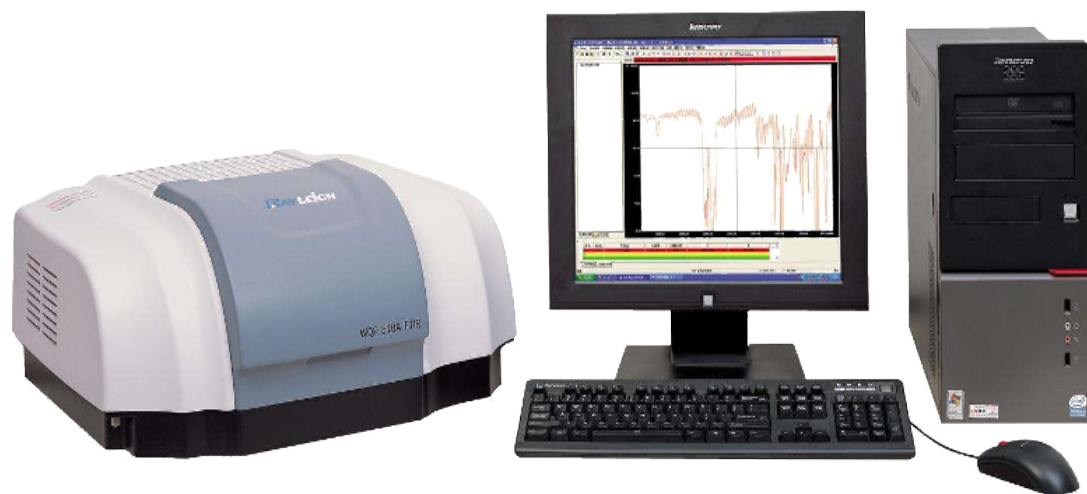


$\text{NH}_3$

为什么？

# 一、分子结构的测定

早年科学家主要靠对物质的化学性质进行系统总结得出规律后进行推测，现代科学家应用了许多测定分子结构的现代仪器和方法，如**红外光谱**、**晶体X射线衍射**以及**质谱仪**等



红外光谱仪



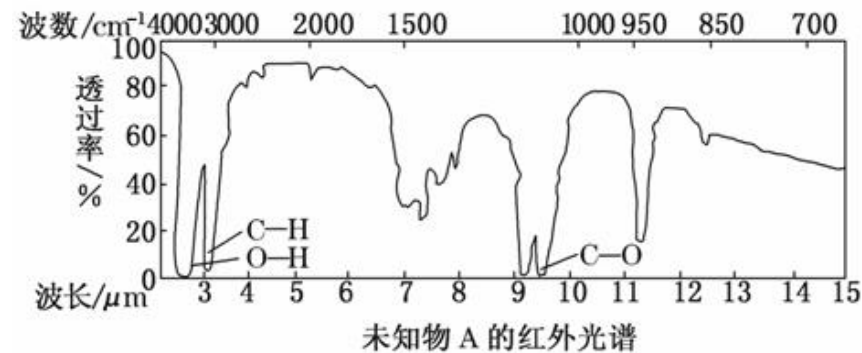
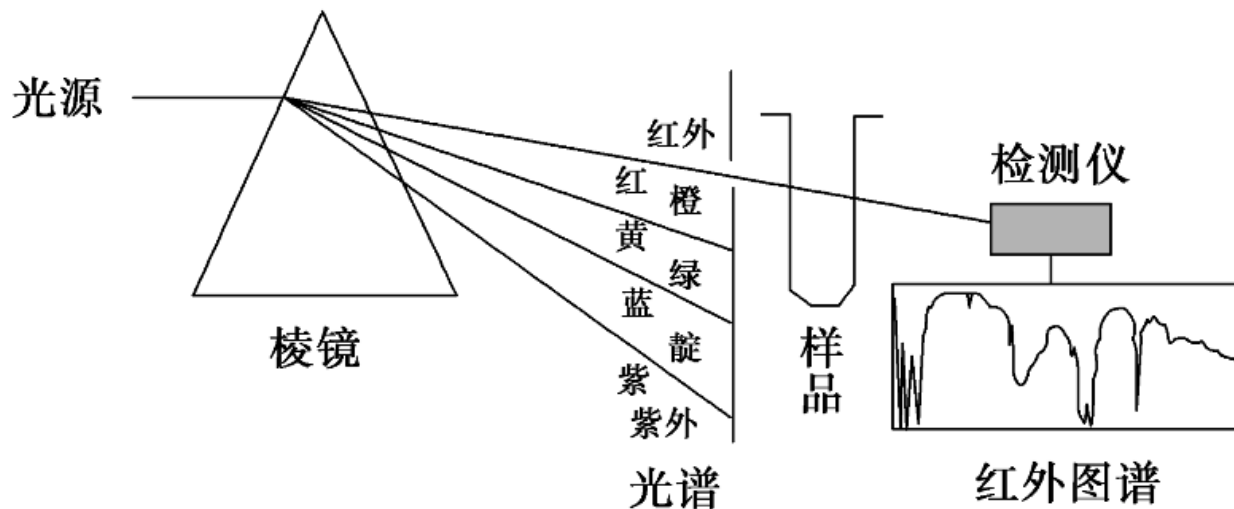
晶体X射线衍射仪

# 1、红外光谱在测定分子结构中的应用

## (1) 红外光谱工作原理

分子中的原子不是固定不动的，而是不断地振动着的。当一束红外线透过分子时，分子会吸收跟它的某些化学键的振动频率相同的红外线，再记录到图谱上呈现吸收峰。通过和已有谱图库比对，或通过量子化学计算，可以得知各吸收峰是由哪种化学键、哪种振动方式引起的，综合这些信息，可分析分子中含有何种化学键或官能团的信息

## (2) 红外光谱仪原理示意图



## (3) 作用

可以初步判断有机物中含有何种化学键或官能团

测分子体结构：红外光谱仪 → 吸收峰 → 分析官能团、化学键。

## 2、质谱法在测定分子相对分子质量中的应用

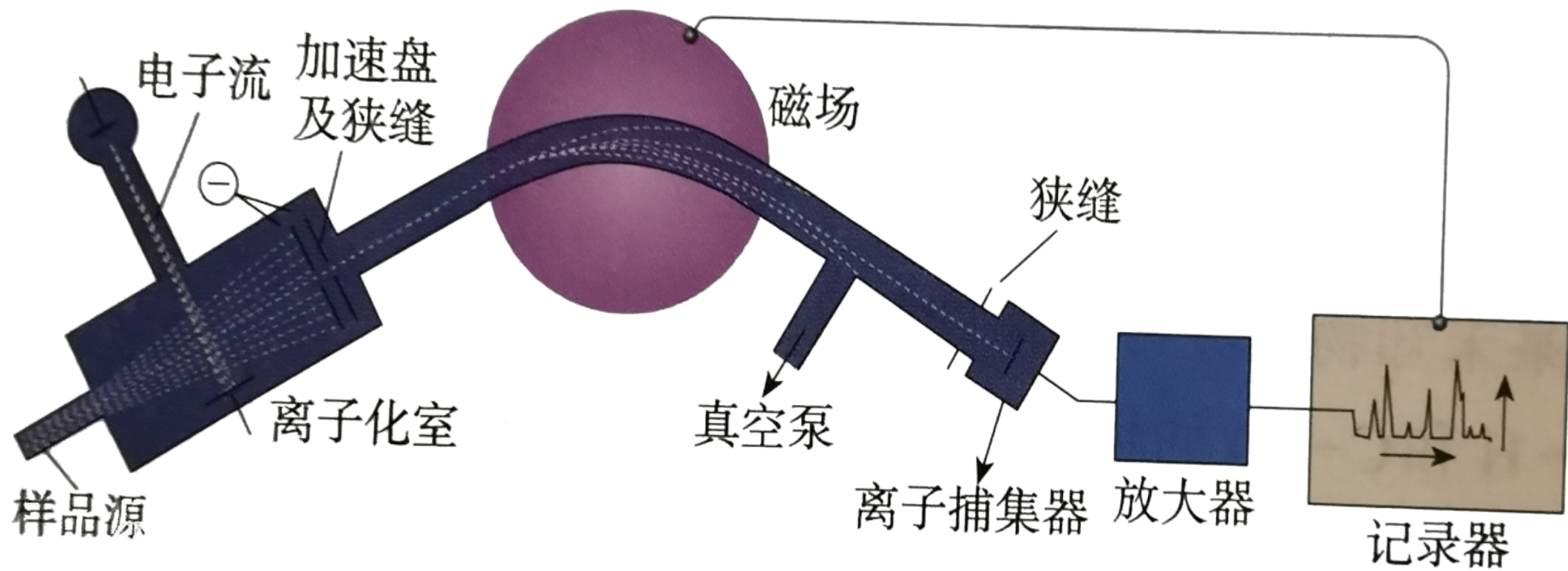
### (1)质谱仪的工作原理

用高能电子流等**轰击样品分子**，使该分子**失去电子**变成**带正电荷的分子离子和碎片离子**等粒子。分子离子、碎片离子各自具有不同的相对质量，它们在高压电场加速后，通过狭缝进入磁场得以分离，在记录仪上呈现一系列峰，化学家对这些峰进行系统分析，便**可得知样品分子的相对分子质量**



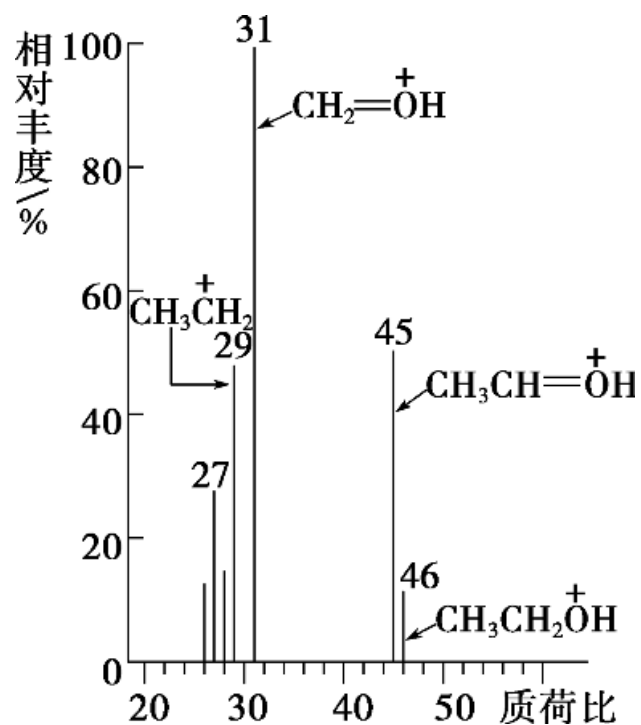
质谱仪

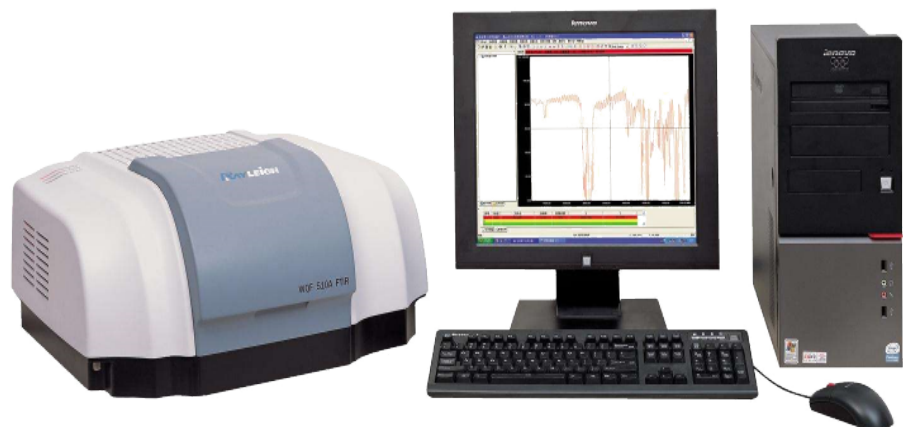




## (2)质荷比

分子离子、碎片离子的**相对质量**与**其电荷的比值**。用质谱法测定分子的相对分子质量，在**质谱图中质荷比最大的数据代表所测物质的相对分子质量**。如：由图可知，样品分子的相对分子质量为46





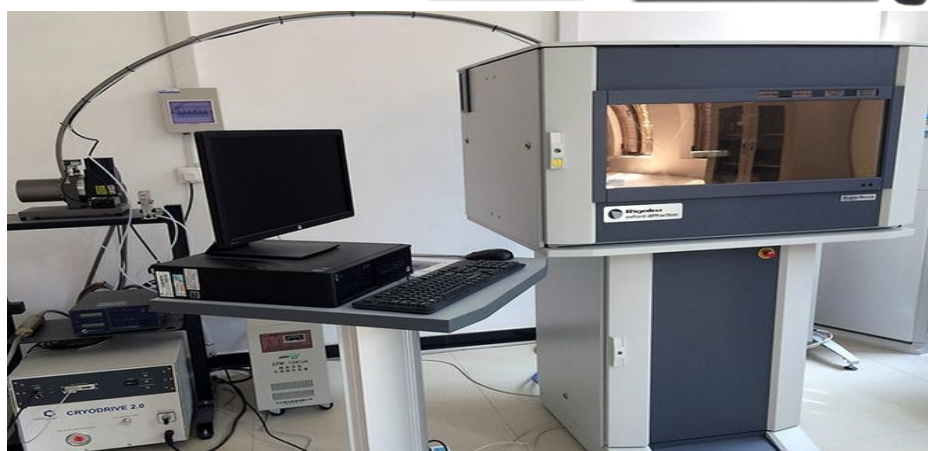
**红外光谱仪**

**测定化学键或官能团**



**质谱仪**

**测定相对分子质量**



**晶体X射线衍射仪**

**测定键长，键角等**

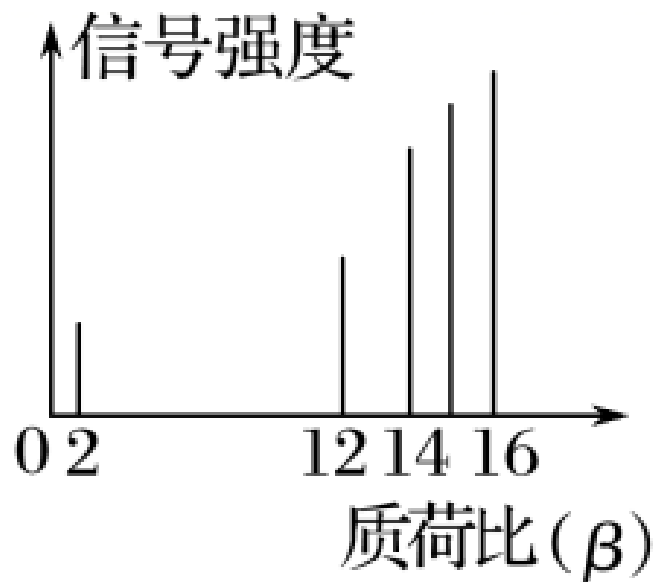
# 练一练

1、可以准确判断有机物分子中含有哪些官能团的分析方法是( C )

A . 核磁共振氢谱    B . 质谱    C . 红外光谱    D . 紫外光谱

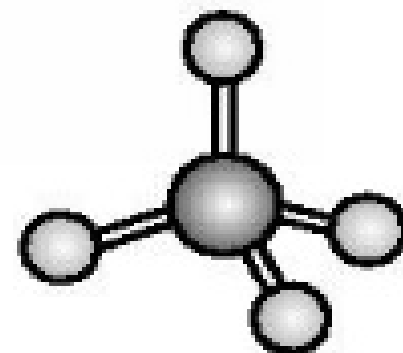
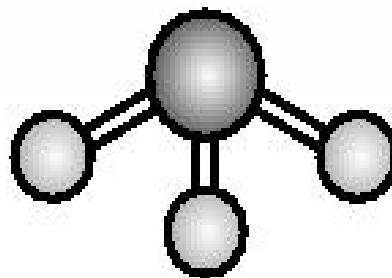
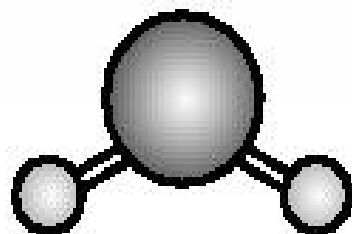
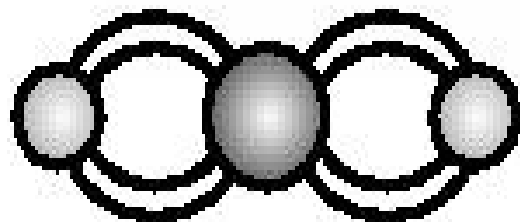
2、某有机物样品的质荷比如图(假设离子均带一个单位正电荷，信号强度与该离子多少有关)，则该有机物可能( D )

A .  $\text{CH}_3\text{OH}$     B .  $\text{C}_3\text{H}_8$     C .  $\text{C}_2\text{H}_4$     D .  $\text{CH}_4$



## 思考

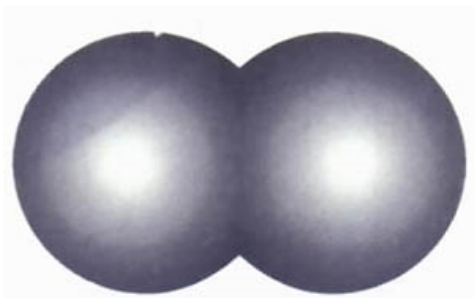
2、为什么分子会呈现不同的空间结构？如何预测分子的空间结构呢？



## 二、多样的分子空间结构

单原子分子(稀有气体分子)不存在空间结构、双原子分子直线形，多原子(至少三个原子构成)分子中存在原子的几何学关系和形状，即所谓“分子的空间结构”

### 1、双原子分子(直线形)



O<sub>2</sub>



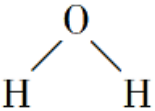
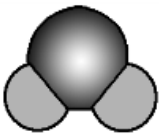
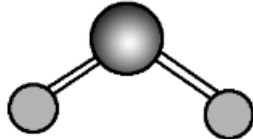


HCl

直线形  
键角：180°

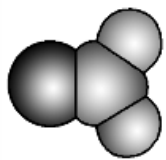
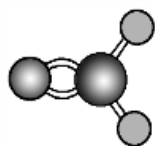

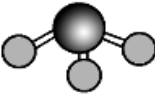
在**多原子**构成的分子中，由于**原子间排列的空间顺序不一样**，于是分子就有了原子的几何学关系和形状

## 2、三原子分子

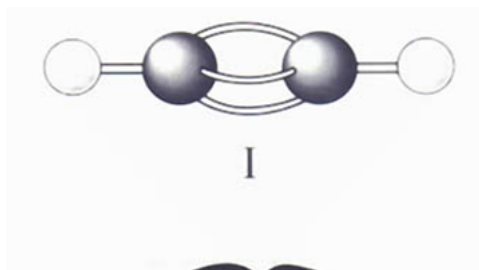
化学式	电子式	结构式	键角	分子的空间结构模型		空间结构
				空间充填模型	球棍模型	
CO <sub>2</sub>	$\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:C}::\ddot{\text{O}}\text{:}$	O=C=O	180°			直线形
H <sub>2</sub> O	$\text{H}\ddot{\text{O}}\text{:H}$		105°			V形



### 3、四原子分子

化学式	电子式	结构式	键角	分子的空间结构模型		空间结构
				空间充 填模型	球棍模型	
$\text{CH}_2\text{O}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}:\text{C}::\text{O}: \\ \vdots \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \diagup \\ \text{O}=\text{C} \\ \diagdown \\ \text{H} \end{array}$	$120^\circ$			<b>平面三角形</b>
$\text{NH}_3$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H}:\text{N}:\text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{N} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	$107^\circ$			<b>三角锥形</b>

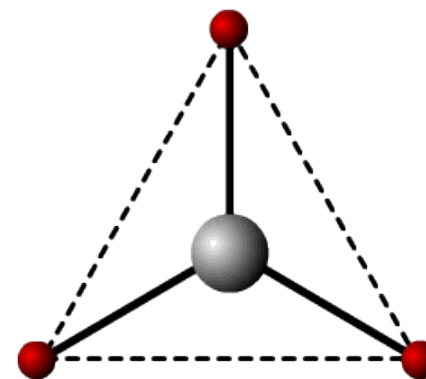
## 四原子分子其他立体构型（**直线形、正四面体形**）



**C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 直线形**  
**180°**

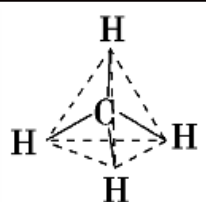
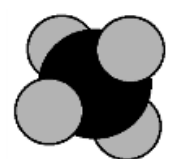
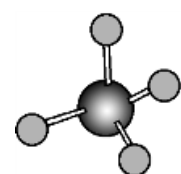
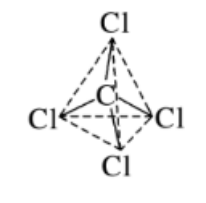
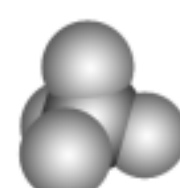
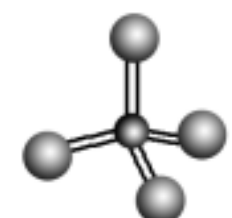


**P<sub>4</sub> 正四面体形**  
**60°**

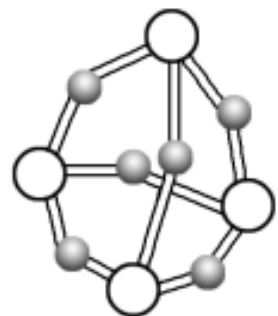


**BF<sub>3</sub> 平面正三角形**  
**120°**

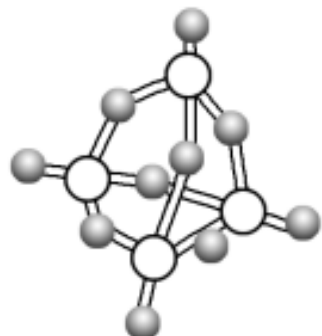
## 4、五原子分子

化学式	电子式	结构式	键角	分子的空间结构模型		空间结构
				空间充填模型	球棍模型	
$\text{CH}_4$	$  \begin{array}{c}  \text{H} \\  \vdots \\  \text{H}:\text{C}:\text{H} \\  \vdots \\  \text{H}  \end{array}  $		$109^{\circ}28'$			正四面体形
$\text{CCl}_4$	$  \begin{array}{c}  \text{Cl} \\  \vdots \\  \text{Cl}:\text{C}:\text{Cl} \\  \vdots \\  \text{Cl}  \end{array}  $		$109^{\circ}28'$			正四面体形

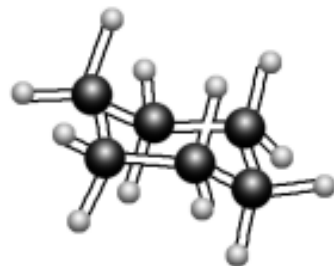
## 5、其他多原子分子的空间结构



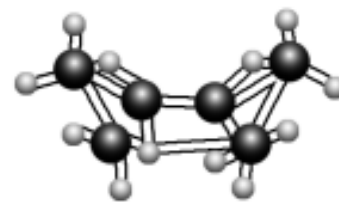
$P_4O_6$



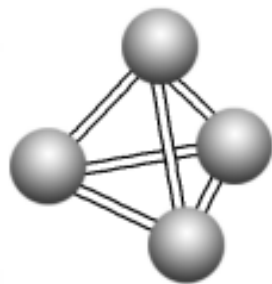
$P_4O_{10}$



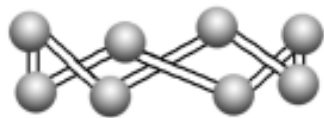
椅式 $C_6H_{12}$



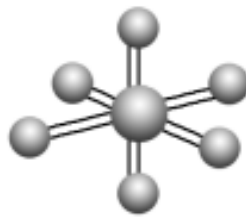
船式 $C_6H_{12}$



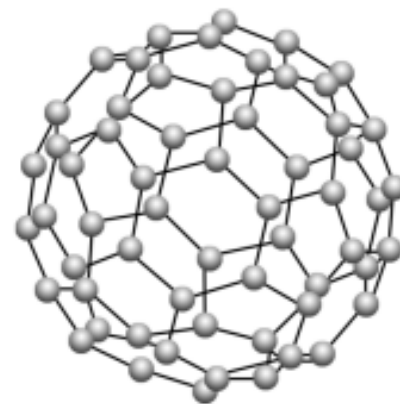
$P_4$



$S_8$



$SF_6$



$C_{60}$

## 【几点强调】

### ①分子的立体构型与键角的关系

分子类型	键角	立体构型	实例(常见)
AB <sub>2</sub>	180°	直线形	CO <sub>2</sub> 、BeCl <sub>2</sub> 、HCN、C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> 、CS <sub>2</sub>
	<180°	V形	H <sub>2</sub> O、H <sub>2</sub> S、SO <sub>2</sub>
AB <sub>3</sub>	120°	平面三角形	BF <sub>3</sub> 、BCl <sub>3</sub> 、SO <sub>3</sub> 、HCHO
	<120°	三角锥形	NH <sub>3</sub> 、NX <sub>3</sub> 、H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> 、PH <sub>3</sub> 、PX <sub>3</sub>
AB <sub>4</sub>	109°28'	正四面体形	CH <sub>4</sub> 、NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 、CCl <sub>4</sub> 、SiH <sub>4</sub> 、SiX <sub>4</sub>
	其他角度	四面体形	CU <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> 、CU <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> 、CU <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>

记住常见分子的空间结构，可类推出同类别物质的空间结构。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：  
<https://d.book118.com/648117103033006075>