

# 有机化学

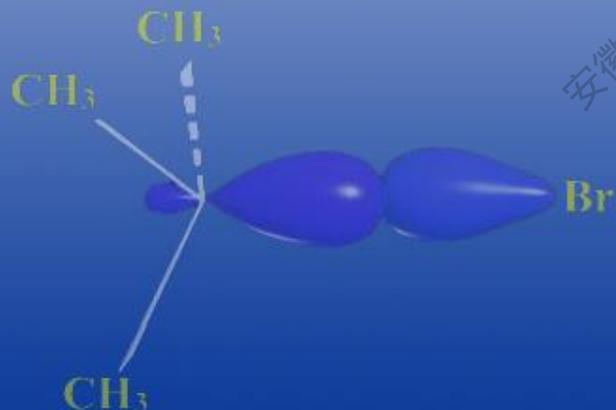
## *Organic Chemistry*

### 第一章 绪论

主讲人：姜兵

E-mail: [jbin@mail.ustc.edu.cn](mailto:jbin@mail.ustc.edu.cn)

课时：54理论课时



# 考核说明

◆ **考核方式：包括平时成绩和期末试卷成绩两部分。**

① **平时占20%：考勤、作业、课堂回答问题、随堂测试等；**

② **中期考核成绩占20%：教师自主安排的课堂测试或学校统一安排的期中考试；**

③ **期末考试占60%：综合笔试。**

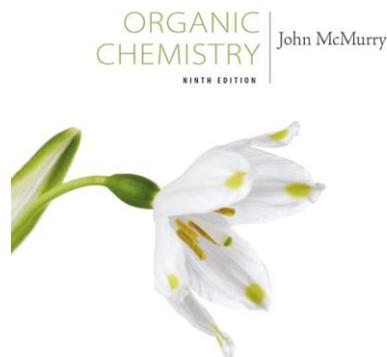
# 教 辅 说 明

◆ 参考教材：杨红《有机化学（第四版）》 中国农业出版社

◆ 参考书目：

① 《基础有机化学》，邢其毅主编，高等教育出版社，2017年01月第四版。

② Organic Chemistry, John McMurry, Cengage Learning, 9 edition (March 25, 2015).



# 作业说明

- ◆ 每章布置课后作业一次。
- ◆ 作业用两个练习本做，需抄题目，题间隔一行，字体工整，干净整齐。
- ◆ 学习委员负责收集和反馈信息以及作业的收集和发放。

# 主要内容

---

- 1、价键理论、杂化轨道理论
- 2、共价键的属性
- 3、有机化合物的酸碱理论
- 4、有机化合物的特点、分类

# 本章提纲

第一节 有机化学和有机化合物

第二节 有机化合物的结构

第三节 分子间作用力及有机化合物的一般特点

第四节 有机化合物的酸碱理论

第五节 有机反应的基本类型

第六节 有机化合物的分类和表示方法

# 本章提纲

## 第一节 有机化学和有机化合物

## 第二节 有机化合物的结构

## 第三节 分子间作用力及有机化合物的一般特点

## 第四节 有机化合物的酸碱理论

## 第五节 有机反应的基本类型

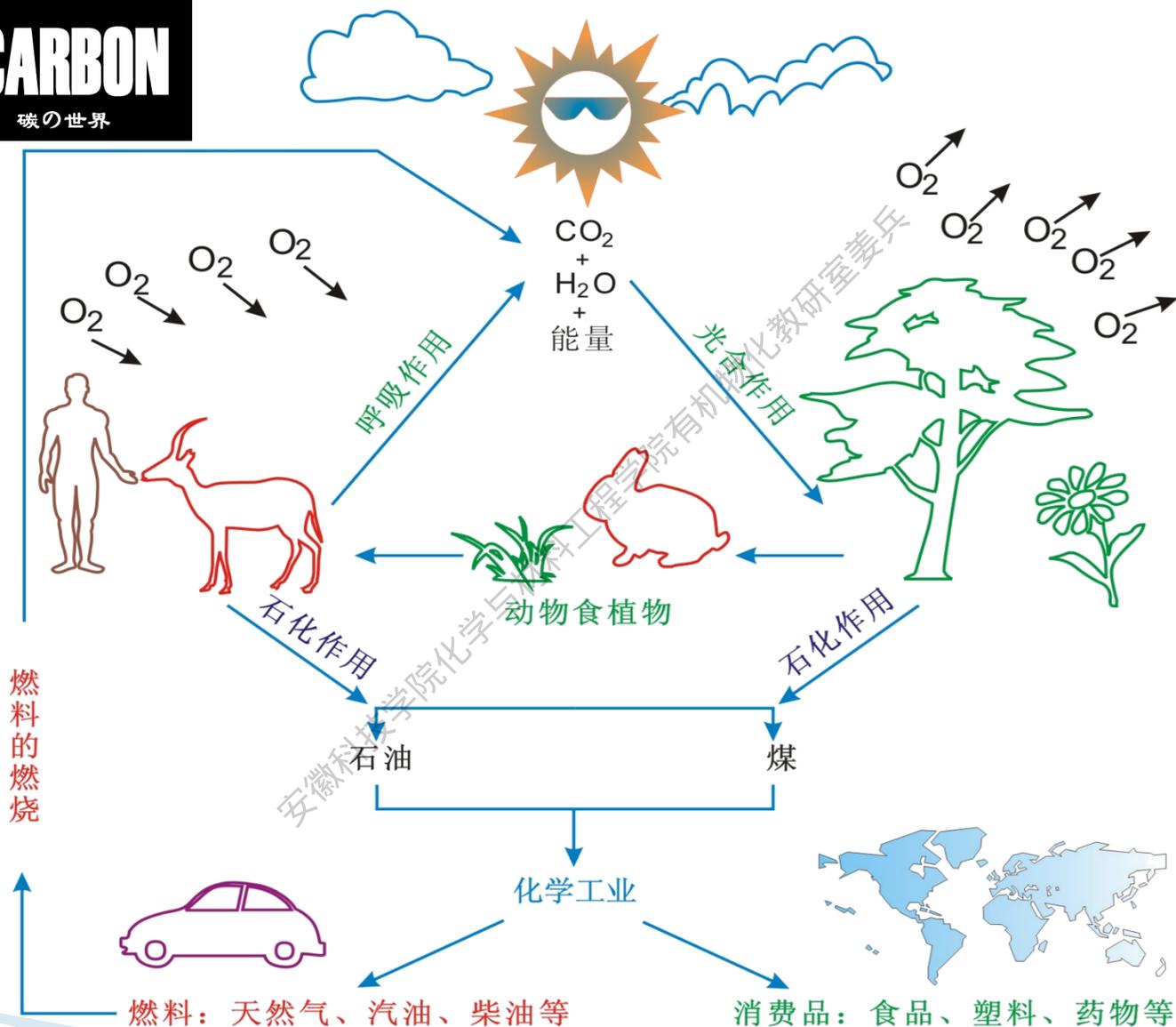
## 第六节 有机化合物的分类和表示方法

安徽科技学院化学与材料工程学院有机化学教研室姜兵

# 什么是有机化学？



## 自然界中碳的循环



常用的定义提供了部分答案——有机化学是关于**碳及其化合物**的化学

# 有机化学和有机化合物

1851年，Kekulé：

有机物：含碳化合物

有机化学：研究含碳化合物的化学

该提法不准确：有些含碳化合物并不是有机物  
如碳氧化合物、碳酸盐类等

1874年，石油工业的发展

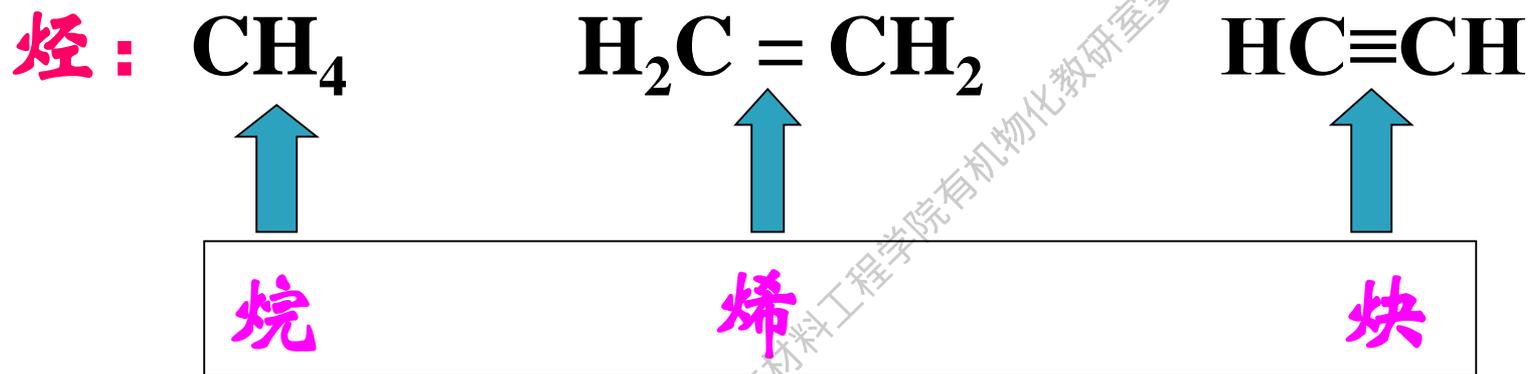
Schöerlemmer：**研究碳氢化合物及其衍生物的化学。**

**研究内容：**研究有机物组成、结构、性质、用途、  
合成方法以及相互转化的关系。

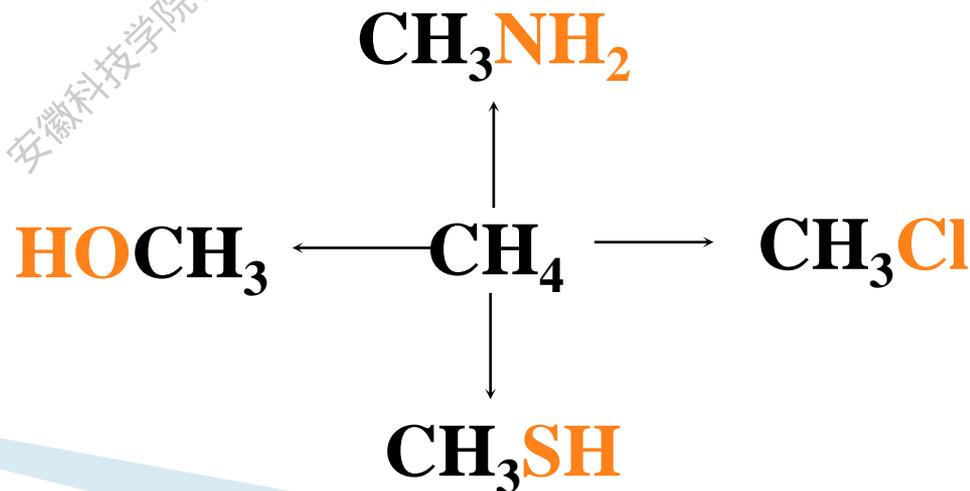
# 有机化合物的定义

有机化合物：碳氢化合物（烃）及其衍生物。

例如：



衍  
生  
物





# 有机化学的发展

1845年柯尔柏（Kolbe）用木炭、水、空气等制备了醋酸。

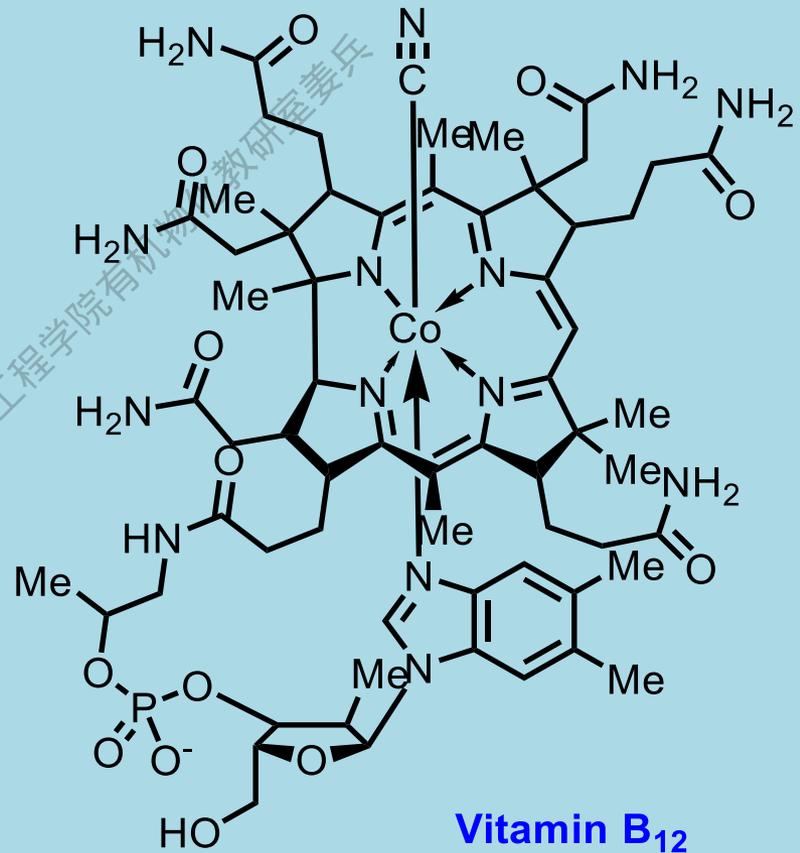
1854年柏赛罗（Berthelot）合成了油脂等。

1865年凯库勒（Kekulé）提出了苯的结构式。

1958年诺贝尔化学奖：英国，F. Sanger，牛胰胰岛素一级结构的测序。

1965年7月，中国在上世界上首次合成具有生命活性的结晶蛋白质——牛胰胰岛素。此项研究获得1982年国家自然科学一等奖。

# 有机合成时代的代表作-维生素B<sub>12</sub>



# 有机合成时代的代表作-紫杉醇

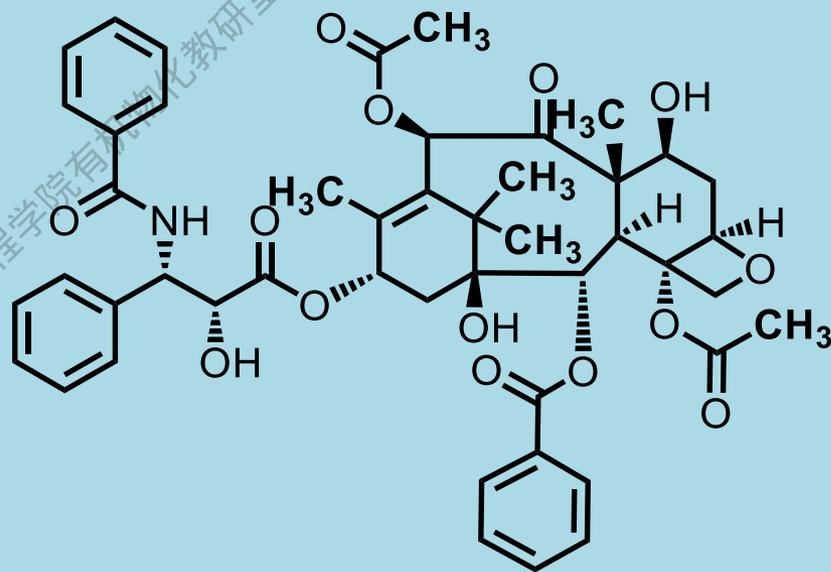


紫杉醇 (taxol)

紫杉醇是一种全新的光谱抗癌药，副作用小，国际医疗界认为紫杉醇是近10年来发现的最有希望的抗癌药物。

Taxol

Chemical Formula:  $C_{47}H_{51}NO_{14}$



11 stereocenters

$2^{11} = 2048$  max possible stereoisomers

(only one found naturally occurring)

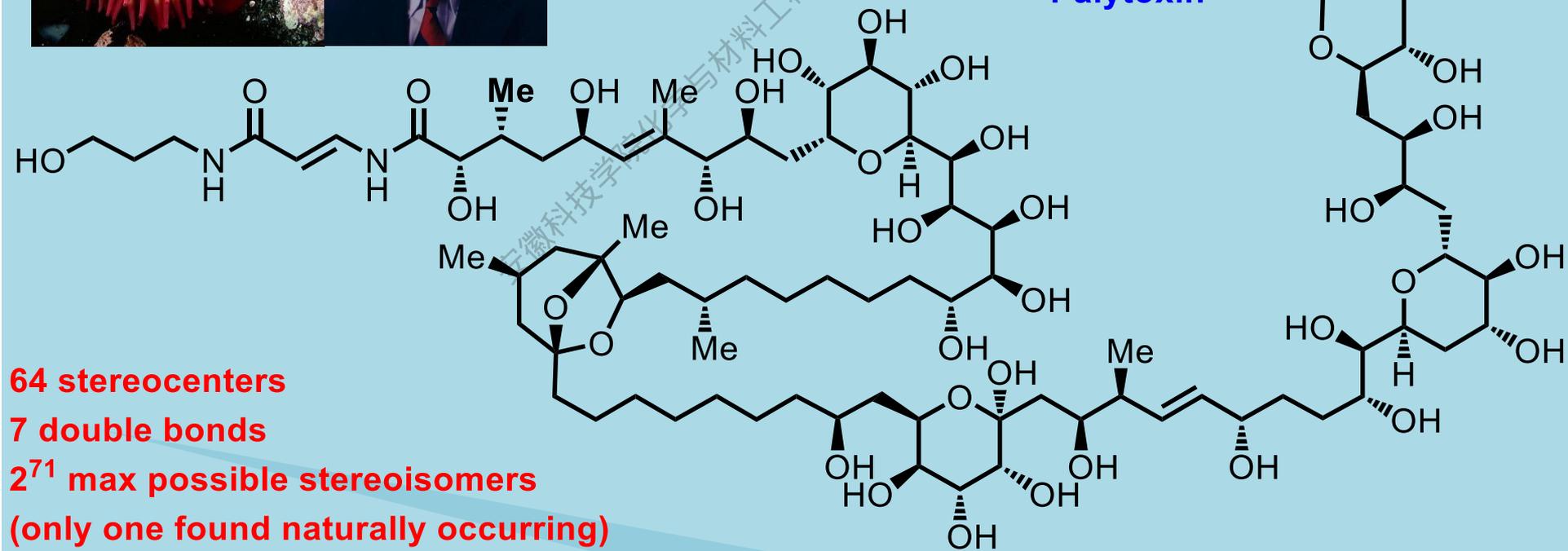
# 有机合成时代的代表作-海葵毒素



Chemical Formula:  $C_{129}H_{223}N_3O_{54}$



Palytoxin



64 stereocenters

7 double bonds

$2^{71}$  max possible stereoisomers

(only one found naturally occurring)

# 本章提纲

第一节 有机化学和有机化合物

**第二节 有机化合物的结构**

第三节 分子间作用力及有机化合物的一般特点

第四节 有机化合物的酸碱理论

第五节 有机反应的基本类型

第六节 有机化合物的分类和表示方法

安徽科技学院化学与材料工程学院有机化学教研室姜兵

# 有机化合物的结构

结构



性质

• 物质的化学性质

• 分子的化学性质

• 分子的内部结构

原子间的相互作用

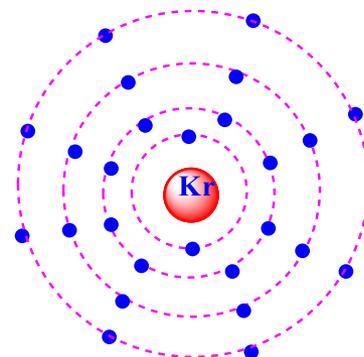
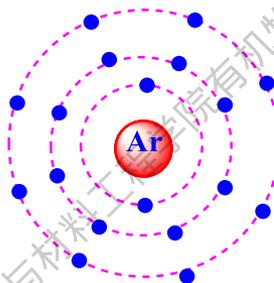
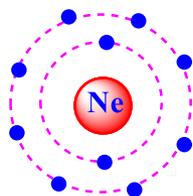
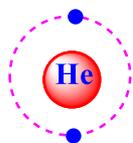
化学键

原子间的相对位置

构型、构象

# 八电子规则与化学键

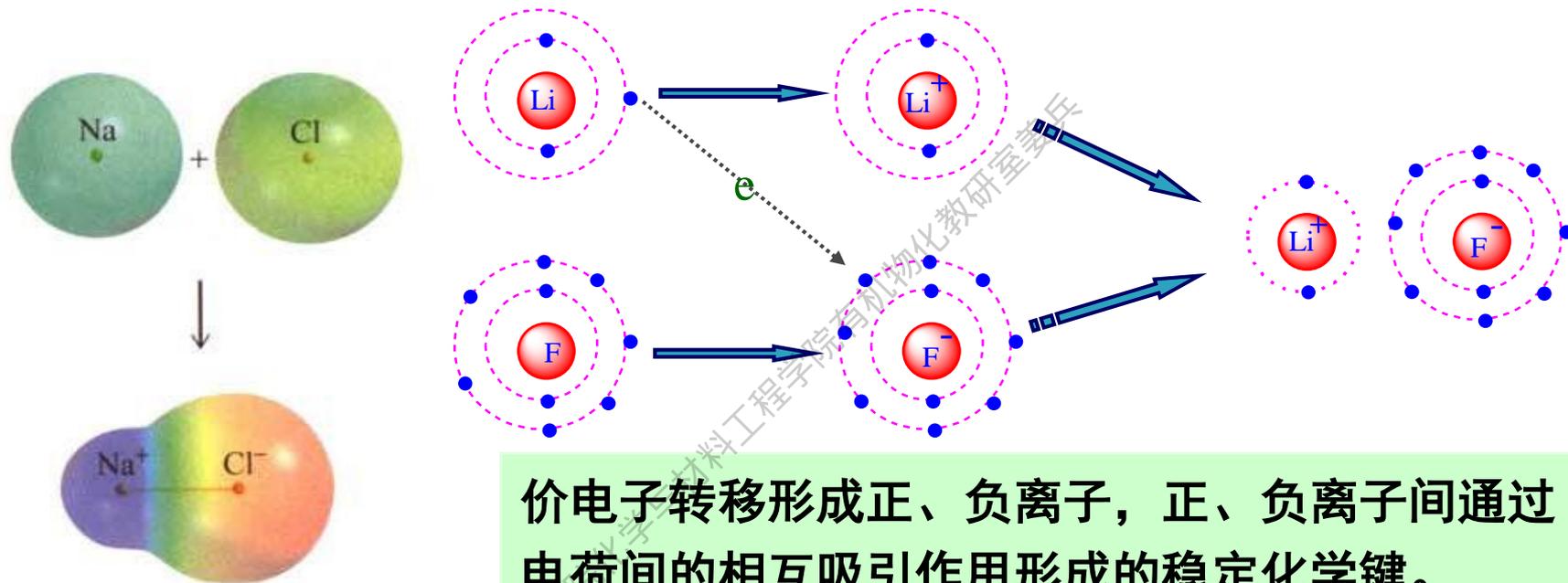
惰性气体性质稳定，其原子最外层具有8个电子。



当原子间相互作用(化合)形成分子时，倾向于使最外层电子达到惰性气体原子最外层的电子结构。

# 离子键

活泼的金属原子与活泼的非金属原子间相互作用，发生电子转移：



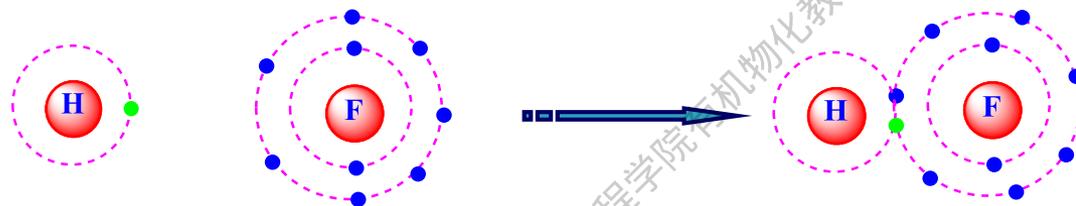
- ✦ 成键原子间电负性相差较大；
- ✦ 成键原子外层电子结构满足或接近于八隅体。

活泼的金属与活泼的非金属间通过离子键作用形成无机物。

离子键的表示： $\text{LiF}$ ,  $\text{Li}^+\text{F}^-$  ;  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}^+\text{Cl}^-$

# 共价键

成键原子的电负性相差不是很大，难以通过价电子转移达到八隅体电子结构，成键原子间可通过共享电子对的方式达到八隅体结构。这种通过**成键原子间**各提供一个电子而**共用一对电子**形成的化学键称为**共价键**。



共价键的表示:

共价键所共用的一对电子

◆ 可用两点 “:” 来表示;      **H:F**

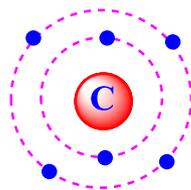
◆ 也可用短横 “—” 来表示。      **H-F**

称之为**电子式或Lewis结构式**

# 有机化合物中碳原子的化学键

碳：第二周期第四主族

C:  $1s^2 2s^2 2p^2$



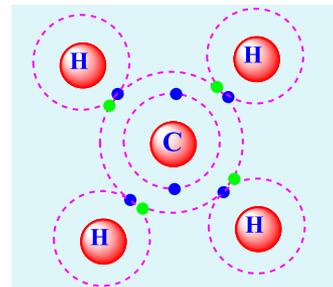
既难失去四个电子  $\rightarrow C^{4+}$

也难得到四个电子  $\rightarrow C^{4-}$

与键合的原子共享四对电子  
达到外层8电子的稳定结构。

共价键

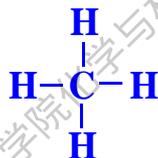
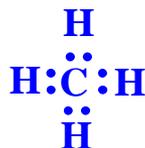
$CH_4$



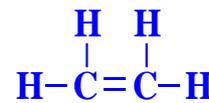
键合的原子可以是碳或非碳原子！

## Lewis结构式

$CH_4$



$CH_2=CH_2$

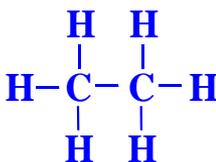
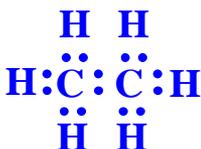


$HC \equiv CH$

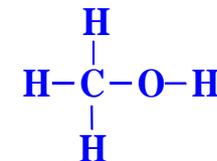
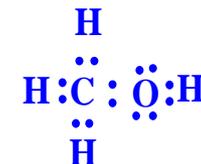


$H - C \equiv C - H$

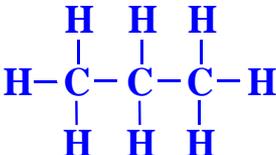
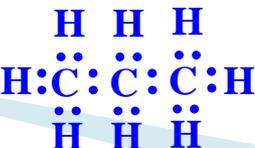
$CH_3CH_3$



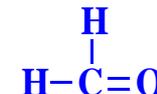
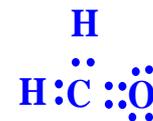
$CH_3OH$



$CH_3CH_2CH_3$



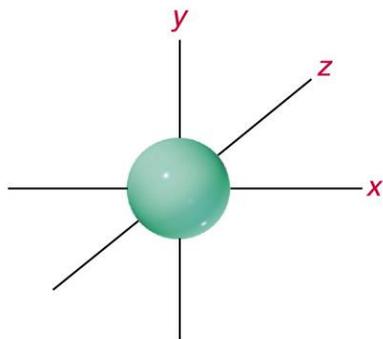
$H_2C=O$



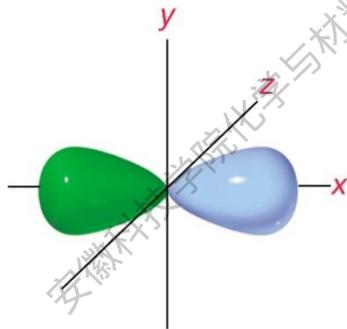
# 原子结构：原子核和核外电子组成

## • 原子轨道：

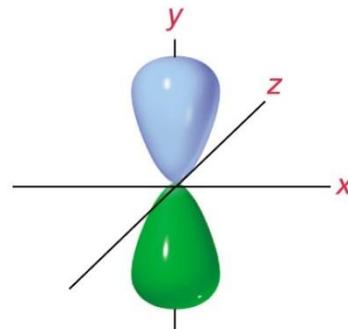
- ♥ 原子内电子围绕原子核运动出现几率最大的空间区域；
- ♥ 处于不同能层的电子有着不同的轨道： $s$ 、 $p$ 、 $d$ 、 $f$ 、...；
- ♥ 不同的轨道有着不同的空间伸展方向。



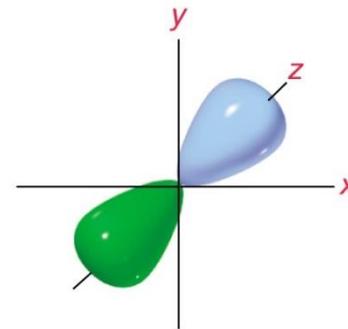
s-轨道



$p_x$ -轨道



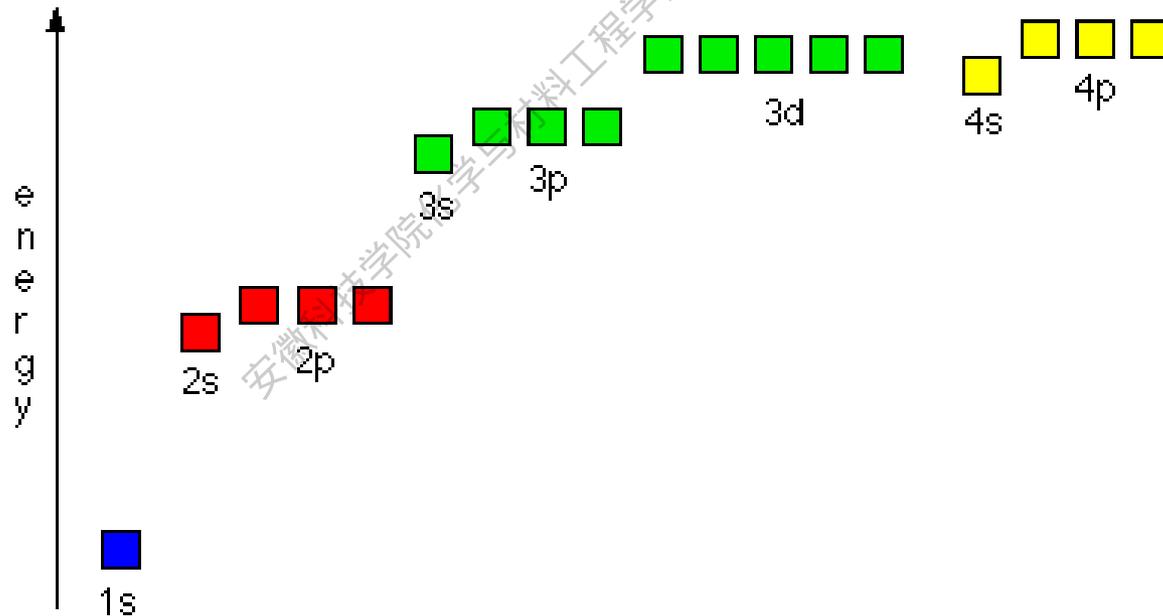
$p_y$ -轨道



$p_z$ -轨道

# 原子轨道中电子的排布规律

- **能量最低原理**：电子优先占据能量较低的原子轨道，使体系能量最低；
- **Pauli不相容原理**：在一个原子轨道里，最多容纳两个电子，且自旋相反；
- **Hund规则**：能量相等的轨道上，电子尽可能自旋平行地多占不同的轨道。

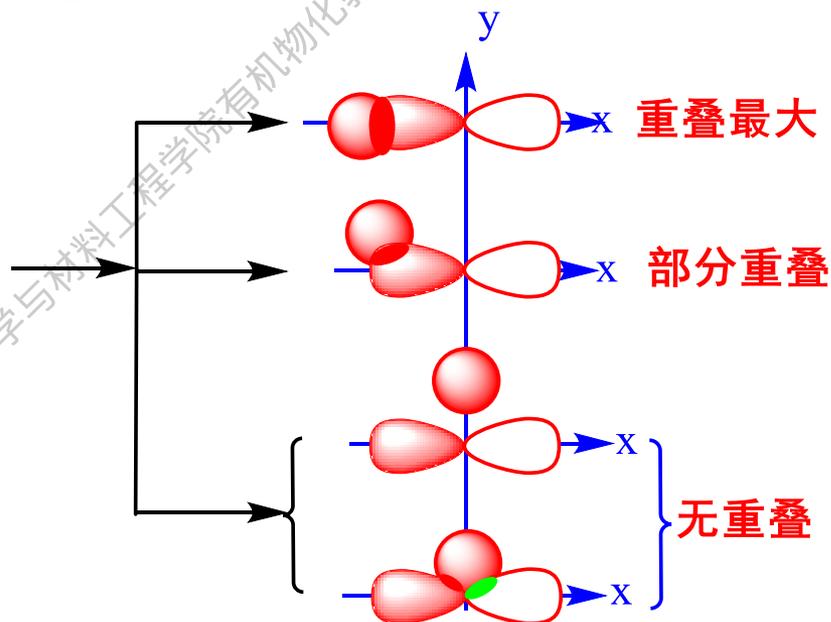
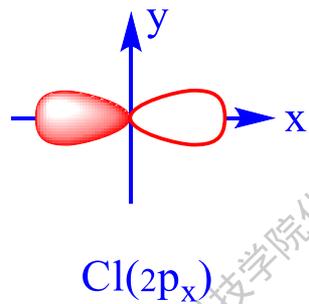
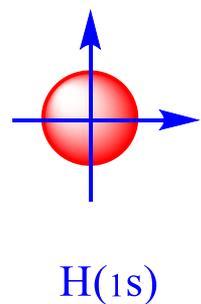


# 价键理论 ( Valence Bond Theory, VB )

两原子都有未成对电子  
且它们的自旋相反

原子轨道重叠  
(电子匹配)

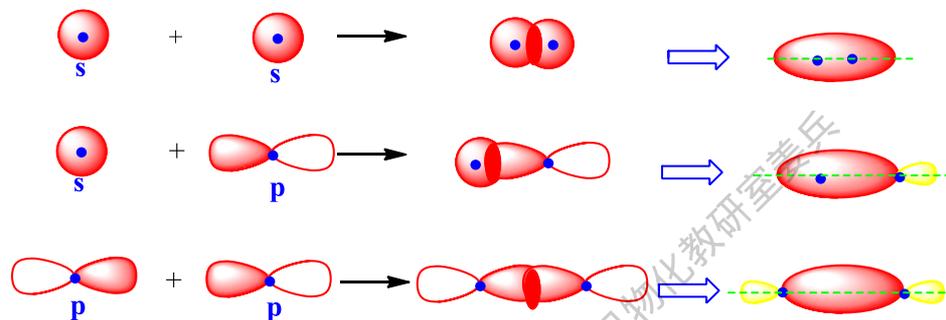
成键 (定域键)



原子轨道的重叠具有**方向性**!

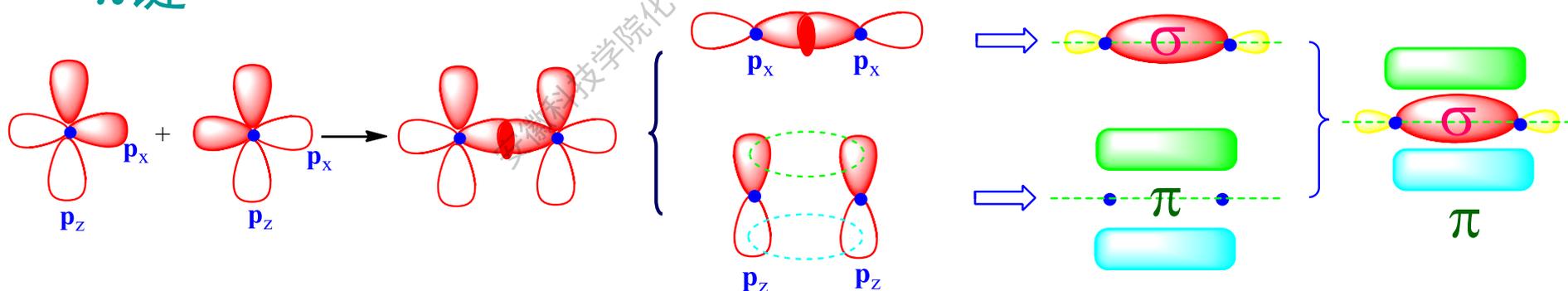
# 两种不同的成键方式

## • $\sigma$ 键



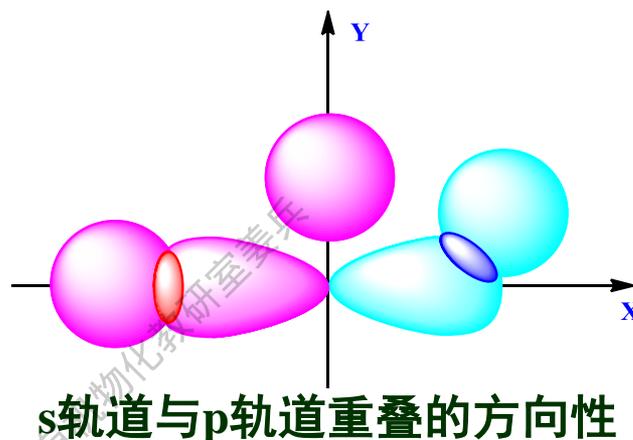
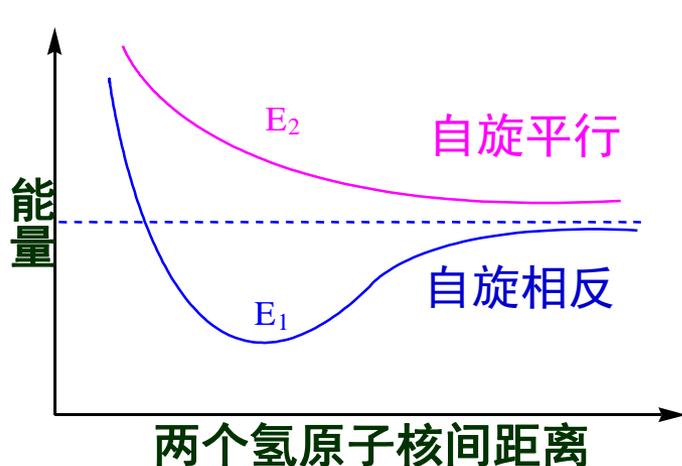
成键轨道沿键轴方向以头碰头方式重叠，成键电子云围绕键轴呈轴对称分布；绕 $\sigma$ 键的键轴旋转不会导致 $\sigma$ 键的断裂—— $\sigma$ 键可绕键轴旋转。

## • $\pi$ 键



成键轨道沿键轴方向以肩并肩方式重叠，成键电子云沿键轴呈平面对称分布；绕 $\pi$ 键的键轴旋转将会导致 $\pi$ 键的断裂—— $\pi$ 键不可绕键轴旋转。

# 价键理论要点



- **自旋方向相反的未成对电子互相接近时才能形成稳定的共价键；**
- 有几对自旋方向相反的未成对电子对就可以形成几个共价键，没有未成对电子则不能形成共价键；若未成对电子已经配对成键，它就不能再与其它的未成对电子再配对成键——**共价键的饱和性**；
- 形成共价键实质上是电子云的重叠，成键时电子云重叠越多则形成的键越强，因而 $\sigma$ 键比 $\pi$ 键强。成键时要尽可能在电子云密度最大的地方重叠——**共价键的方向性**。

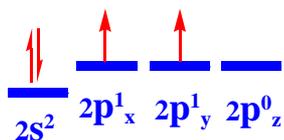
**分子的形状如何判断？**

# 杂化轨道理论

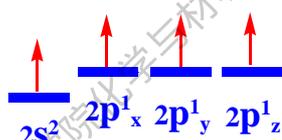
- 原子轨道在成键过程中有一种增强轨道成键能力使体系更趋稳定的作用，这种内在趋势驱动下，原子轨道发生重组，形成了杂化轨道。
- 原子轨道杂化必须满足的条件：参与杂化重组的原子轨道能量上应该相近。

## 碳原子轨道杂化和 $\sigma$ 键的形成

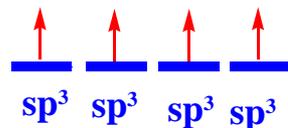
基态时C原子轨道： $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^0$



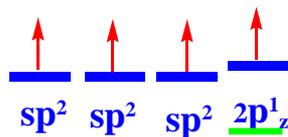
激发



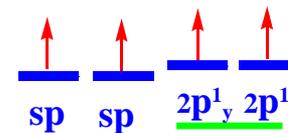
杂化



$sp^3$ 杂化



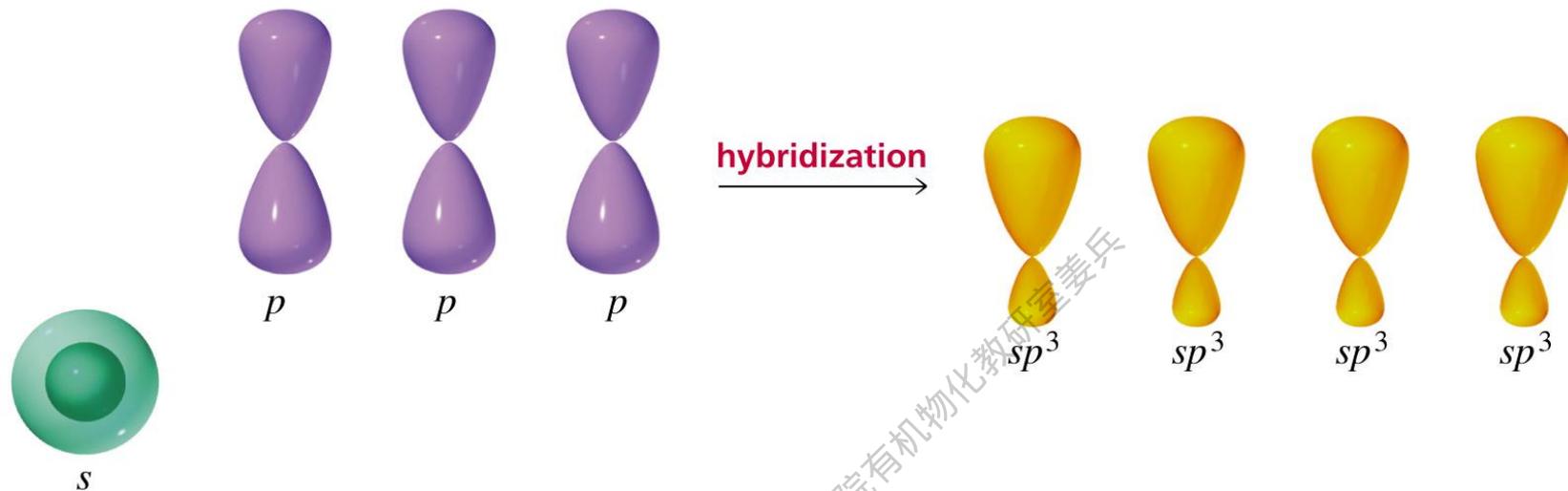
$sp^2$ 杂化



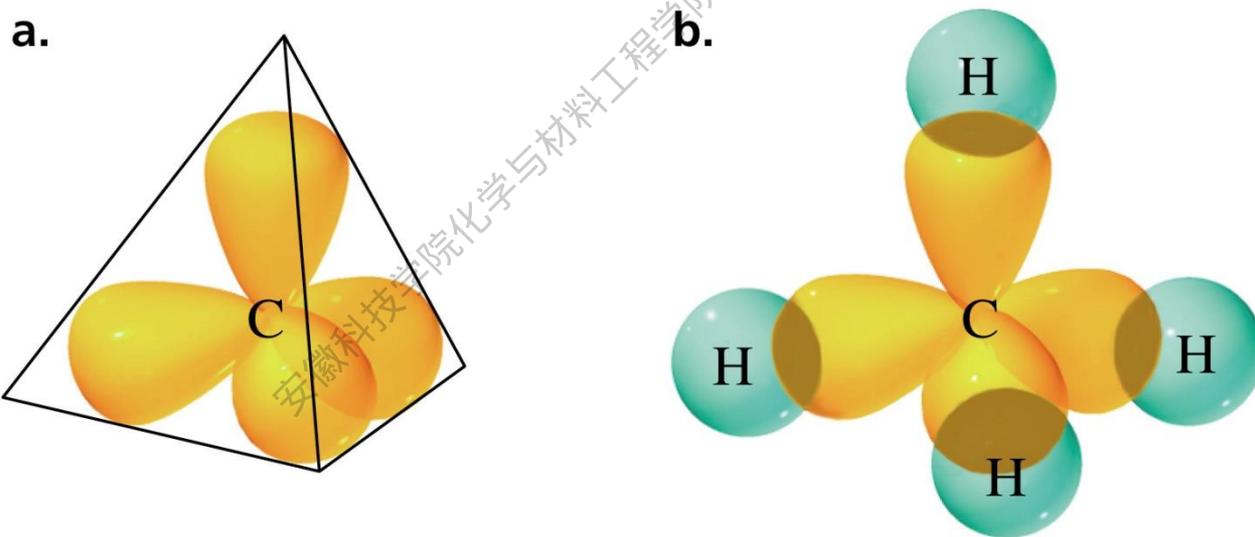
$sp$ 杂化

杂化就是把激发状态下的四个原子轨道混杂在一起重新组合成四个新的原子轨道的过程，形成的新轨道叫作杂化轨道，有三种杂化方式： $sp^3$ 、 $sp^2$ 、 $sp$ 杂化。

# $sp^3$ 杂化

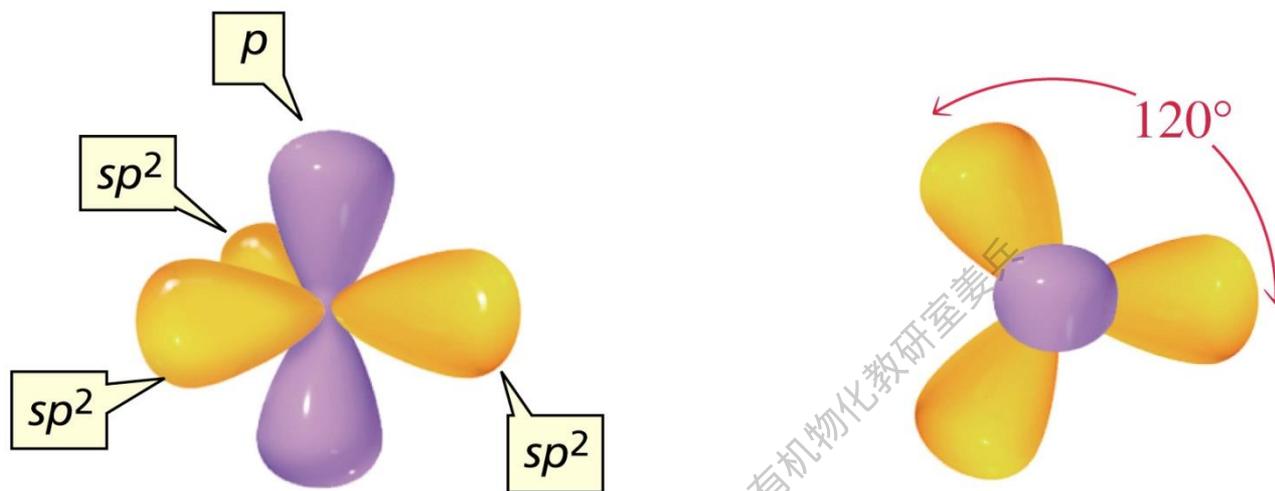


如甲烷：



碳原子的四个 $sp^3$ 杂化轨道在空间互相排斥，对称分布，键角为  $109^\circ 28'$ 。  
。一般 $sp^3$ 杂化（单键），空间几何形状都是正（近）四面体。

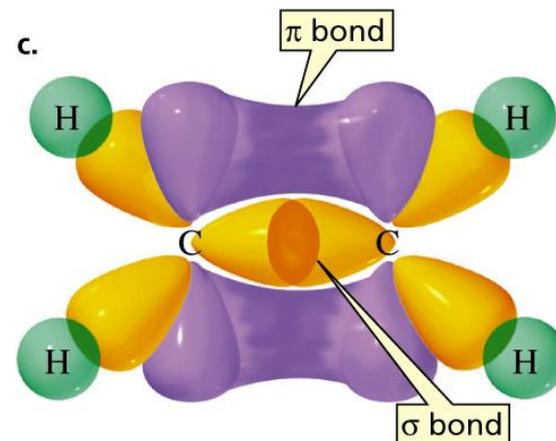
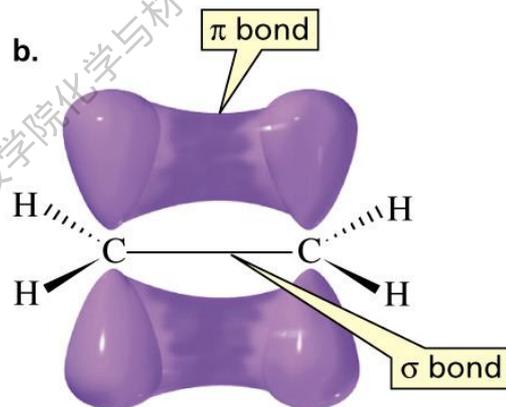
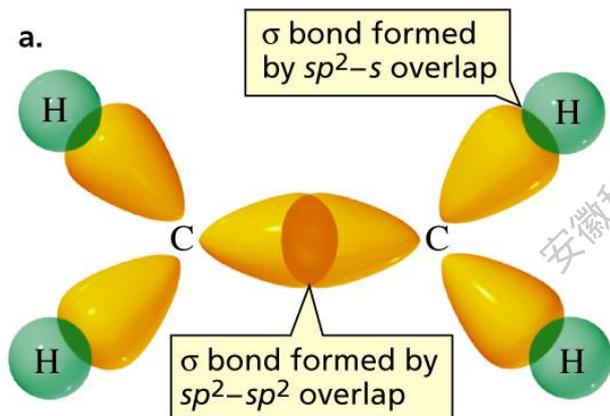
# $sp^2$ 杂化



如乙烯:

side view

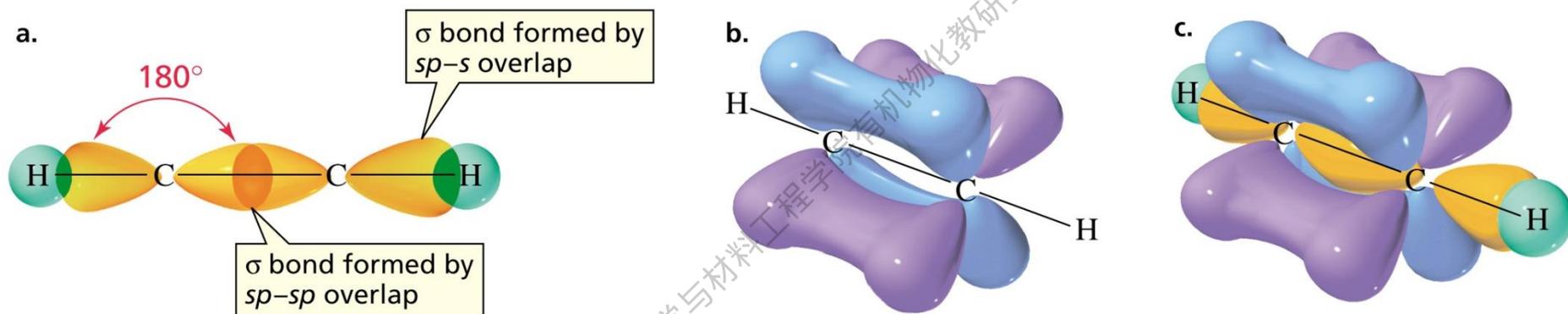
top view



一般含有双键，碳大多发生 $sp^2$ 杂化，键角为 $120^\circ$ 。空间几何形状为平面三角形。

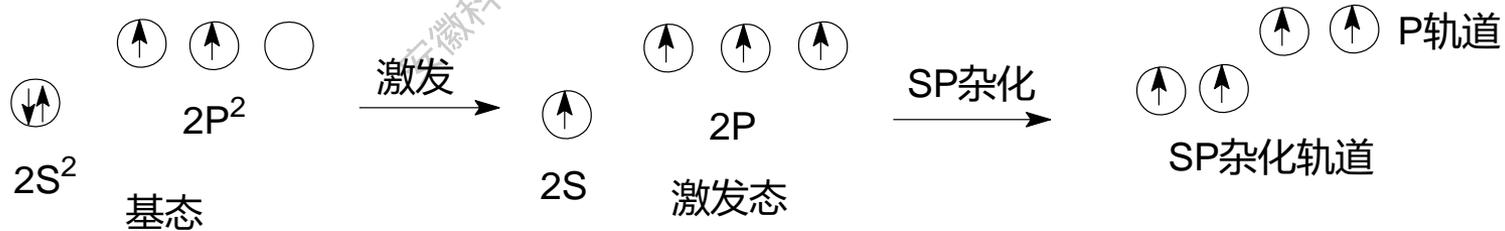
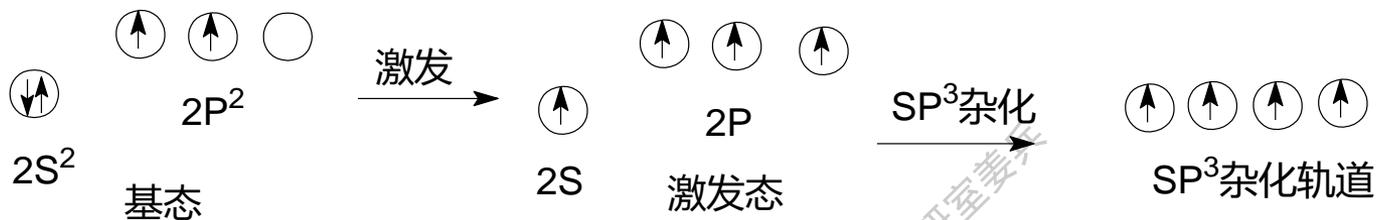
# sp杂化

如乙炔:



一般含有叁键，发生sp杂化，几何形状为**直线型**。

# CH<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>的形成—杂化轨道理论



# 杂化轨道特点

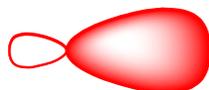
- 杂化轨道形状更有利于电子云重叠，成键能力增强；



s轨道



p轨道



s和p的杂化轨道

- 杂化轨道空间伸展方向不同，最大限度减弱了成键电子对以及成键原子间的相互排斥，使得整个分子体系更趋稳定；
- 杂化轨道间的空间组合很好地符合了分子的形状。

$sp^3$ 杂化轨道-四面体

单键： $\sigma$ 键

$sp^2$ 杂化轨道-平面三角

双键： $\sigma$ 键+ $\pi$ 键

$sp$ 杂化轨道-直线型

叁键： $\sigma$ 键+ $\pi$ 键+ $\pi$ 键

# 讨论

1、不同杂化态碳原子的电负性不同，导致其与氢原子或其他原子形成的 $\sigma$ 键的性质不同。

电负性： $sp$ 杂化碳  $>$   $sp^2$ 杂化碳  $>$   $sp^3$ 杂化碳

2、杂化轨道可形成 $\sigma$ 键，如C-H、C-C、C-X、C-O、C-N等。 $\sigma$ 键是有机分子构成碳链或碳环的基础。

3、未参与杂化的p轨道可形成 $\pi$ 键，如C=C、C=O、C $\equiv$ C、C $\equiv$ N等。

价键理论的局限性：只能用来表示两个相互作用而形成的共价键，即分子中的价电子是被定域在一定的化学键的两个原子核区域内运动。

# 分子轨道理论

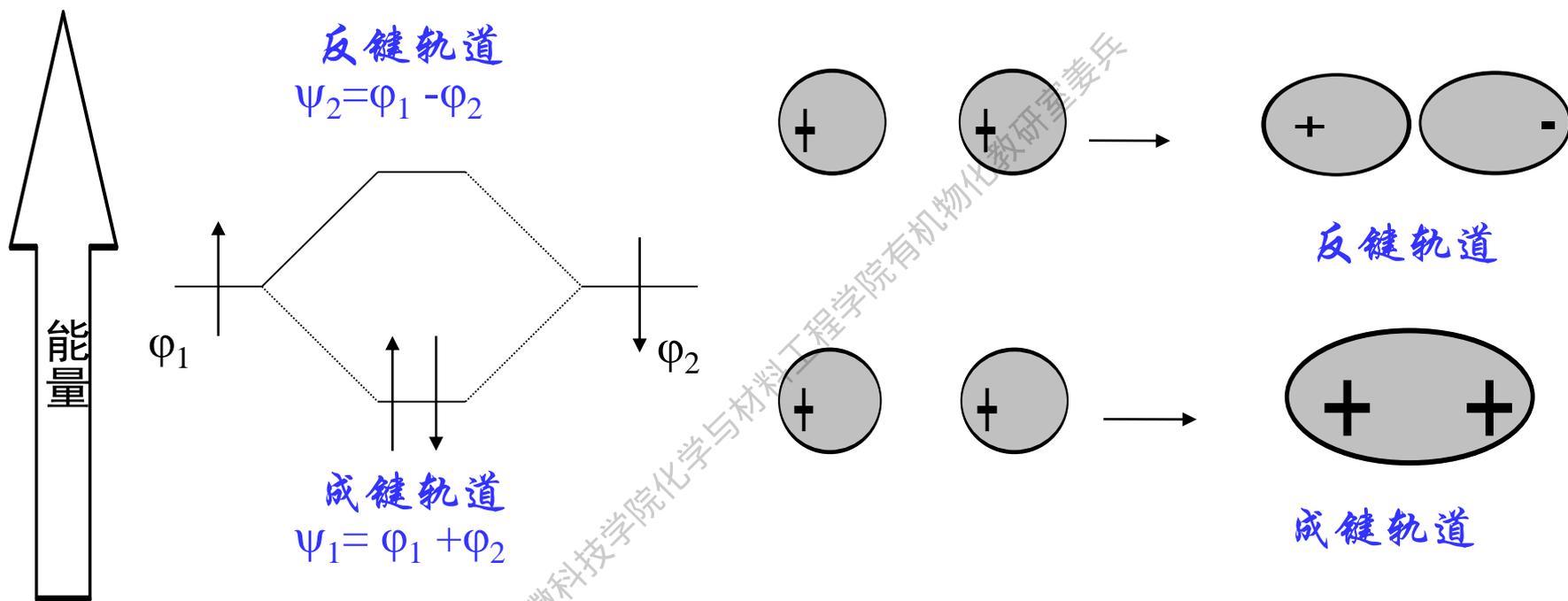
- 形成化学键的电子是在整个分子中运动。分子中电子围绕整个分子在多核体系内运动，成键电子是**非定域**即**离域**的。
- 分子轨道：**描述分子中电子运动状态，用波函数 $\psi$ 表示。**
- 波函数 $\psi$ 可用原子轨道线性组合法近似求得。

例如氢分子轨道波函数 $\psi$ 可用下式表示：

$$\psi = \varphi_1 \pm \varphi_2$$

分子轨道数目与原子轨道数目相等。n个原子轨道组合产生n个分子轨道。

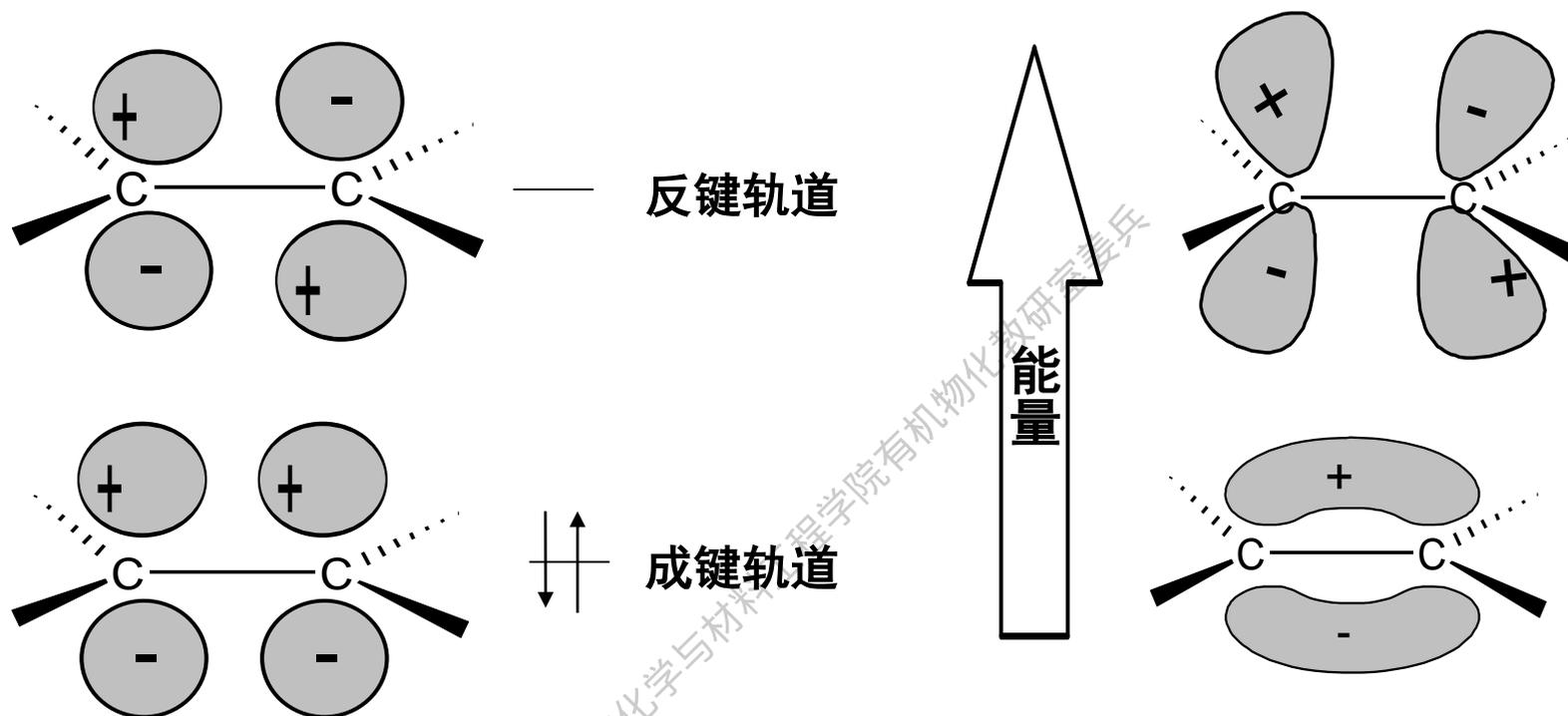
# 氢分子轨道的形成



氢原子形成氢分子的轨道能级图

氢分子轨道的形成 ( $\sigma$ 分子轨道)

# $\pi$ 分子轨道的形成



- 成键轨道：分子轨道能量低于原子轨道能量。
- 反键轨道：分子轨道能量高于原子轨道能量。
- 非键轨道：分子轨道能量等于原子轨道能量。

此题未设答案

烷烃分子中， $\sigma$ 键之间的夹角一般最接近于：

- A  $109.5^\circ$
- B  $120^\circ$
- C  $180^\circ$
- D  $90^\circ$

安徽科技学院化学与材料工程学院有机物化教研室姜兵

提交

# 共价键的参数

**键长、键角、键能、键的极性和极化性**是共价键的基本性质，称为共价键的属性。共价键的这些属性，是表示共价键特征的物理量，因而又称**共价键的键参数**。

## 1、键长

两原子核与核之间  
电子云的吸引力



两原子之间的  
排斥力

达到平衡时的距离

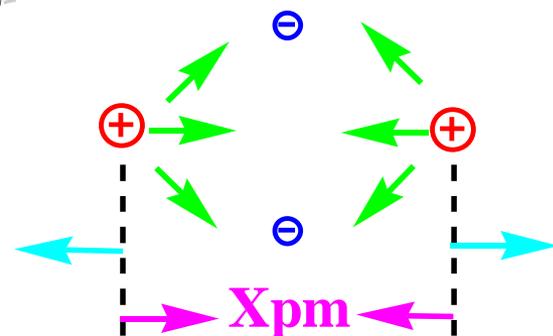
**键长越短**——核与核之间电子云吸力越强



电子云集中于两核之间 → 轨道重叠大 → 键牢固、稳定

反之：则键弱，不稳定。

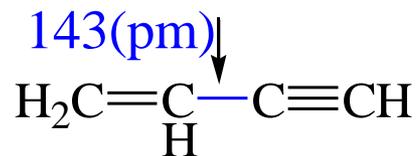
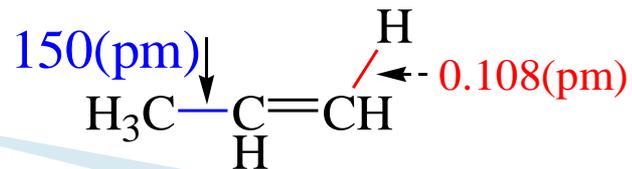
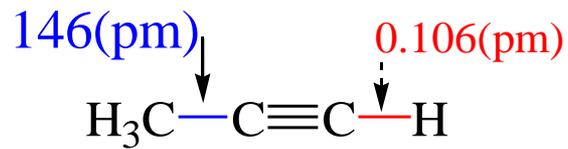
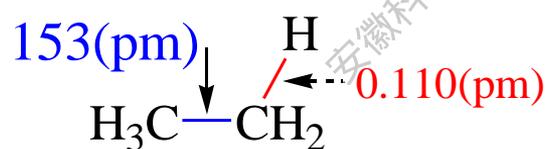
不同的共价键或处于不同的环境，键长值不同。



# 一些常见的共价键键长

键	键长(pm)	键	键长(pm)	键	键长(pm)
C-H	109	C-O	143	C=C	134
N-H	103	C-F	141	C=N	130
O-H	97	C-Cl	176	C=O	122
C-C	154	C-Br	194	C≡O	120
C-N	147	C-I	214	C≡N	116

同一类型的共价键键长在不同化合物中也有差别：



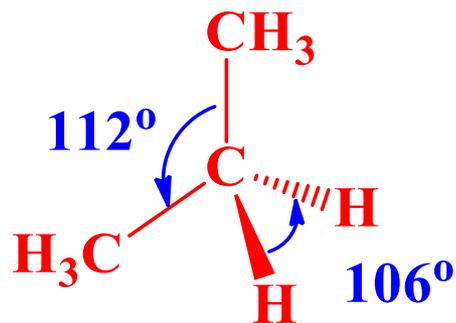
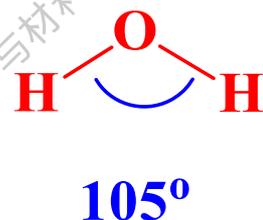
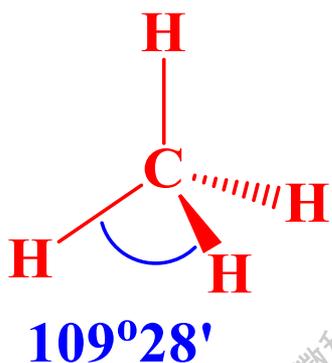
# 共价键的参数

## 2、键角

连在同一原子上的两个共价键之间的夹角。



反映了分子中原子在空间排列的相对位置



- ◆ 键角反映了分子的空间结构。
- ◆ 键角的大小与成键的中心原子有关。
- ◆ 与所连接的原子或基团有关。

# 共价键的参数

## 3、键能——化学键的牢固程度

反映了共价键形成过程中体系释放的能量或共价键断裂过程中体系吸收的能量，键能愈大则键愈稳定。

注意：键能与键离解能的区别：**键离解能**是断裂分子中某一共价键所需的能量，而**键能**是一个平均值。

一些常见的共价键键能

	C—C	C—H	C—N	C—O	C—F
$\text{kJ/mol}^{-1}$	347	415.5	305	360	485
	C—Cl	C—Br	C—I	C=C	C≡C
$\text{kJ/mol}^{-1}$	339	285	218	610	836

不同化合物中，同类键的**第一离解能**也可能不同：



化学键能可用于预估一个化学反应在能量上的可能性：

$$\Delta H = \text{反应物分子键能总和} - \text{产物分子键能总和}$$

# 共价键的参数

## 4、键的极性—键矩

**电负性:** 原子核对核外电子的控制能力。

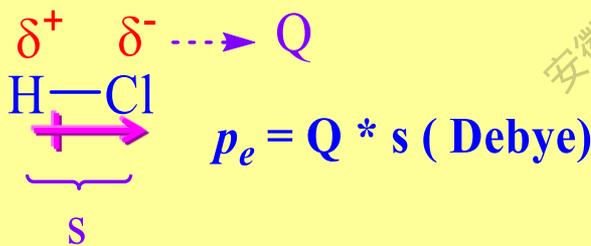
**非极性共价键:** 两个相同原子成键时, 由于两个原子的电负性相同, 共用电子对均匀出现在两个原子核之间, 正、负电荷重心重合, 这种键没有极性。

例如:  $\text{H-H}$ ,  $\text{Cl-Cl}$ , 电子云对称分布于两核之间, 形成的键无极性。

**极性共价键:** 成键的两个原子不同时, 两个原子的电负性不同, 共用电子对则靠近电负性较强的原子一方, 正、负电荷重心不重合, 这种键有极性。

例如:  $\text{H-Cl}$ ,  $\text{CH}_3\text{-Cl}$ 中的 $\text{C-Cl}$ 键, 电子云非对称分布于两核之间, 是极性键。

**偶极矩( $\mu$ ):** 衡量共价键的极性大小, 也称为键矩。



$Q$ : 正负电荷中心所带的电荷, 数量级是 $10^{-10}$  eu

$s$ : 正负电荷中心之间的距离, 数量级是 $10^{-8}$  cm

$p_e$ : 偶极矩, 其数量级是 $10^{-18}$  cm.eu, 习惯上叫Debye(德拜)

**偶极矩方向:** 用 $\text{+} \rightarrow$ 表示, 箭头由正电荷端指向负端。

**偶极矩大小:** 表示共价键极性的

一般来说, 两种元素电负性差值在**1.7**以上形成离子键; 差值在**0~0.6**形成非极性共价键; 差值在**0.6~1.7**之间形成极性共价键。

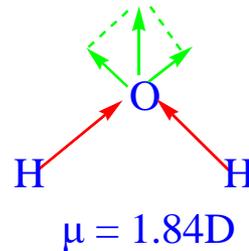
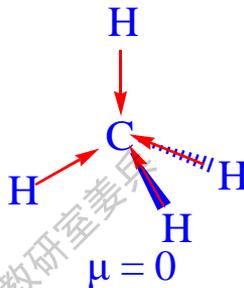
# 共价键的参数

## 多原子分子的偶极矩 —— 分子中各键的偶极矩的向量和

分子极性

非极性分子--分子的偶极矩为零

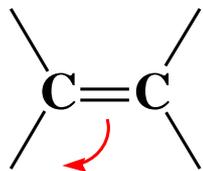
极性分子--分子的偶极矩不为零



对称分子的偶极矩为零

分子极性对 { 熔点、沸点、溶解度 (物理性质) } 都有影响  
{ 化学反应性 (化学性质) }

## 键的可极化性(极化度) —— 电子云受外来电场影响而变形的特性



电子云的流动性

对动态反应性能影响更大



原子的半径大，电负性小，可极化性大。

如碳-卤键的可极化性大小顺序为： $\text{C-I} > \text{C-Br} > \text{C-Cl} > \text{C-F}$

注意：外电场消失，可极化性也就不存在了

此题未设答案

下列分子中，具有极性键而不是极性分子的是：



安徽科技学院化学与材料工程学院有机化学教研室姜

提交

此题未设答案

对于乙炔分子结构的叙述中，正确的是：

- A 乙炔分子是极性分子，只有极性键
- B 乙炔分子是非极性分子，只有非极性键
- C 乙炔分子是极性分子，有极性键和非极性键
- D 乙炔分子是非极性分子，有极性键和非极性键

提交

此题未设答案

对于四氯化碳最好的描述是：

- A 具有极性键的极性分子
- B 具有非极性键的极性分子
- C 具有非极性键的非极性分子
- D 具有极性键的非极性分子

提交

# 本章提纲

第一节 有机化学和有机化合物

第二节 有机化合物的结构

**第三节 分子间作用力及有机化合物的一般特点**

第四节 有机化合物的酸碱理论

第五节 有机反应的基本类型

第六节 有机化合物的分类和表示方法

# 有机化合物的特点

- ◆ 分子组成复杂
- ◆ 易燃烧
- ◆ 熔沸点低
- ◆ 难溶于水，易溶于有机溶剂
- ◆ 反应速度比较慢
- ◆ 副反应多，产率低
- ◆ 存在同分异构现象

# 有机化合物的特点

## 有机物同无机物的比较

	有机化合物	无机化合物
可燃性	多数可燃	一般不可燃
耐热性	不耐热，受热易分解 熔点低，一般在40-300°C	耐热性好，受热不易分解，熔点高
溶解性	难溶于水，易溶于有机溶剂	易溶于水，难溶于有机溶剂
导电性	溶液不导电	水溶液可导电
反应速度	慢	快，常在瞬间完成
反应产物	除主反应外，常有副反应，副产物多，产率一般不高	一般无副反应和副产物，产率高
同分异构	同分异构现象普遍	很少同分异构现象

因此在研究方法上有着很大的不同！

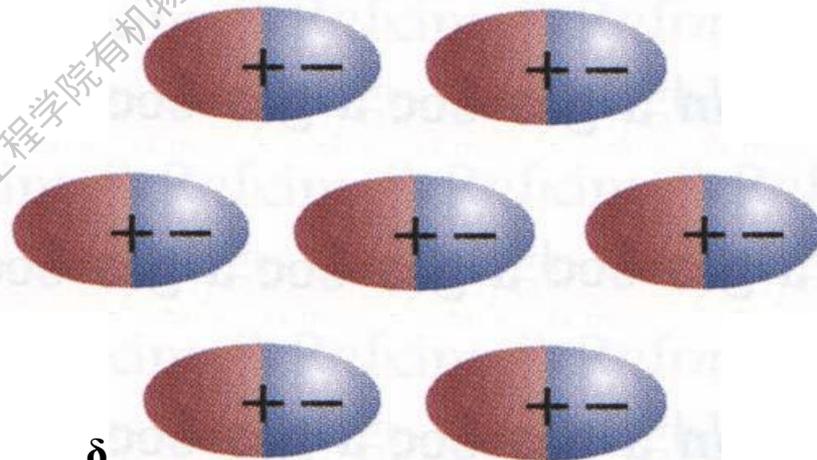
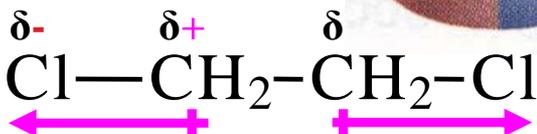
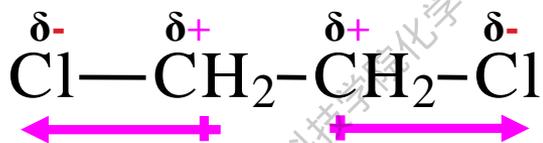
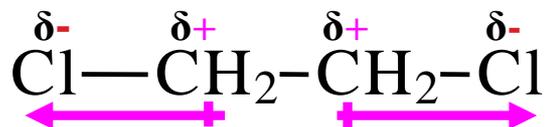
# 分子间作用力：取向力

## 静电作用

带静电荷离子间的相互吸引或排斥作用

## 取向力：偶极-偶极相互作用

极性分子间的偶极相互作用。



方向相反且相互平行的偶极间的相互吸引作用

# 分子间作用力：色散力

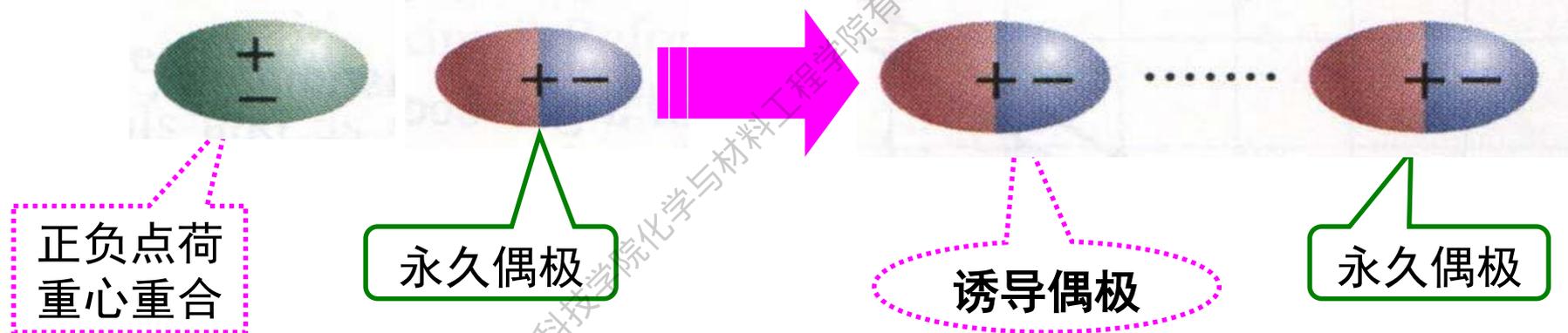
由于非极性分子内部的电子在不断地运动，原子核在不断地振动，使分子的正、负电荷重心不断发生瞬间相对位移，从而产生瞬间偶极。瞬间偶极又可诱使邻近的分子极化，故非极性分子之间由于瞬间偶极相互吸引而产生分子间作用力称为色散力。



虽然瞬间偶极存在的时间很短，但是不断地重复发生，又不断地相互诱导和吸引，因此色散力始终存在。任何分子都有不断运动的电子和不停振动的原子核，都会不断产生瞬间偶极，所以色散力存在于各种分子之间。

# 分子间作用力：诱导力

诱导力发生在极性分子和非极性分子以及极性分子之间。当极性分子与非极性分子接近时，因极性分子的永久偶极相当于一个外电场，可使非极性分子极化而产生诱导偶极，于是诱导偶极与永久偶极相吸引，由极性分子的永久偶极与非极性分子所产生的诱导偶极之间的相互作用力称为诱导力。



- 范德华力
- 取向力（偶极-偶极作用力） 极性-极性分子间
  - 诱导力 极性-极性、非极性分子间
  - 色散力 所有分子间（由于电子运动产生瞬时偶极）

# 分子间作用力：氢键

分子形成氢键必备的两个条件：

- 1、H原子与电负性很大的Y原子相连，形成裸露的质子；
- 2、Y是具有电负性较大、原子半径较小、含孤电子对的原子（F、O、N）。

氢键用虚线表示： $X-H \cdots Y$

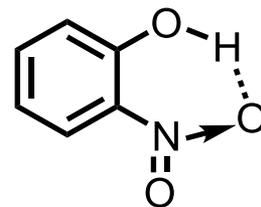
氢键的键能与元素的电负性及原子半径有关

氢键	F—H--F	O—H--O	N—H--N	N—H--F
键能 / KJ·mol	28.0	18.8	5.4	20.9

元素的电负性越大、原子半径越小，形成的氢键越强。

氢键具有方向性、饱和性。

## 分子间作用力的大小顺序



氢键  $\gg$  偶极—偶极作用力  $>$  色散力

# 本章提纲

第一节 有机化学和有机化合物

第二节 有机化合物的结构

第三节 分子间作用力及有机化合物的一般特点

**第四节 有机化合物的酸碱理论**

第五节 有机反应的基本类型

第六节 有机化合物的分类和表示方法

# 有机化合物的酸碱理论-质子理论

## • 阿伦尼乌斯 (Arrhenius) 酸碱定义

释放出氢离子(质子)是酸, 释放出氢氧根离子的是碱。



## • 布朗斯特(Bronsted)酸碱质子论

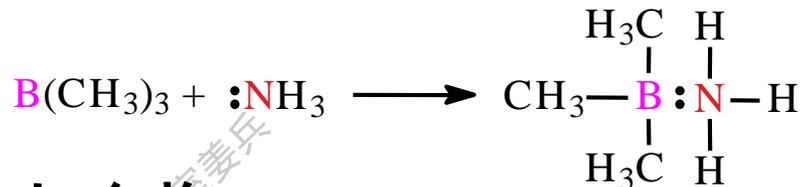
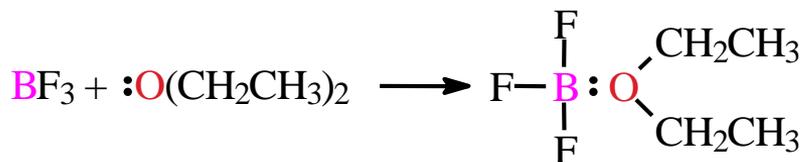
酸是质子的给予体, 碱是质子的接受体



酸、碱可以带正电荷、带负电荷或是中性分子; 可以在一个反应中作为酸, 而在另一个反应中作为碱。

# 有机化合物的酸碱理论-电子理论

酸是电子对的接受体，碱是电子对的给予体。



Lewis酸碱反应形成配位键，产生加合物。

Lewis酸 + Lewis碱  $\longrightarrow$  加合物

## 路易斯(Lewis)酸碱特点

- Lewis酸都具有空的外层轨道可以接受电子，具有亲电性；
- Lewis碱都常有未共用电子对，具有亲核性。

## 常见的Lewis酸：



## 常见的Lewis碱：



# 亲电试剂和亲核试剂

**亲电试剂** ( Electrophilic Reagent, Electrophile) :

对电子有显著结构上的亲和力而起反应的试剂 ( **路易斯酸** ) 。

## 1、主要特点:

- ①具有**空轨道的中性分子或正离子**
- ②在反应中是**电子的接受体**

## 2、常见的亲电试剂有:

$H^+$ ,  $H_3O^+$ ,  $NO_2^+$ ,  $NO^+$ ,  $PhN^{2+}$ ,  $R_3C^+$ ,  $SO_3$ ,  $BF_3$ ,  $AlCl_3$ ,  $ICl$ ,  $Br_2$ ,  $O_3$

**亲核试剂**(Nucleophilic Reagent, Nucleophile):

对原子核有显著结构上的亲和力而起反应的试剂。 ( **路易斯碱** )

## 1、主要特点:

- ①具有**未共用电子对的中性分子和负离子**
- ②在反应中是**电子对的给予体**

## 2、常见的亲核试剂有:

$-H$ ,  $-BH_4$ ,  $-SO_3H$ ,  $-OH$ ,  $-OR$ ,  $-SR$ ,  $-CN$ ,  $-OCOR$ ,  $-C\equiv CR$ ,  $-CH(COOC_2H_5)_2$ ,  $H_2O$ ,  $NH_3$ ,  $NH_2R$ ,  $H_2S$ ,  $RMgX$ ,  $RLi$

# 本章提纲

第一节 有机化学和有机化合物

第二节 有机化合物的结构

第三节 分子间作用力及有机化合物的一般特点

第四节 有机化合物的酸碱理论

**第五节 有机反应的基本类型**

第六节 有机化合物的分类和表示方法

# 自由基反应

## • 均裂

共价键断裂时，共享的一对电子平均分在两个成键的原子或基团上。



☆ 由均裂生成的带有一个单电子的原子或基团，称**自由基**(free radical)。自由基可看作是**电中性的**。

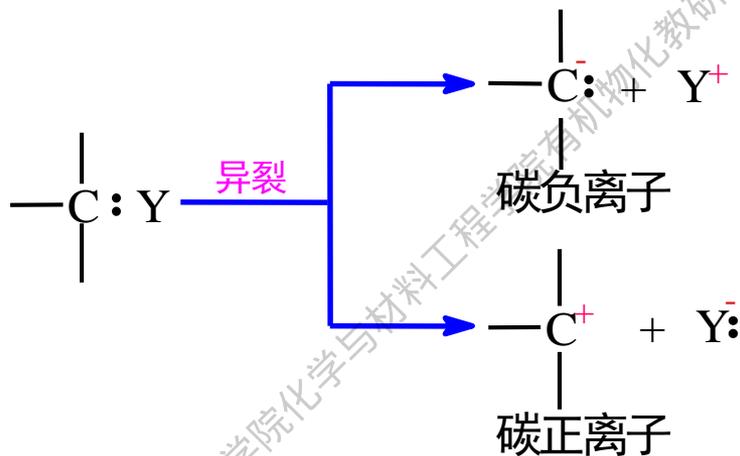
☆ 自由基大多**寿命很短**，只能**短暂存在**，是一种**活性中间体**。

☆ 这种经由均裂产生自由基中间体的反应称**自由基反应**，一般在**光、热和自由基引发剂**的作用下进行。

# 离子型反应

## • 异裂

共价键断裂时，共享的一对电子完全为成键原子中的一个原子或基团所拥有，形成一个**正离子**（**cation**）和一个**负离子**（**anion**）。



☆ 一般碳正离子或碳负离子**寿命也很短**，也是一种**中间体**。

☆ 这种经由异裂产生正负离子中间体的反应称**离子型反应**，

☆ 可分为**亲电反应**和**亲核反应**。一般在**酸、碱或极性介质**（如极性溶剂）催化下进行。

# 协同反应

## • 协同反应

在反应物向产物的转化过程中，反应物里**共价键的断裂**和产物里**新共价键的生成同时发生**，不涉及自由基或带电荷离子等活性中间体。



协同反应是只经过一步就完成了的反应，也称**周环反应**。通常是在光或热的作用下发生。

# 本章提纲

第一节 有机化学和有机化合物

第二节 有机化合物的结构

第三节 分子间作用力及有机化合物的一般特点

第四节 有机化合物的酸碱理论

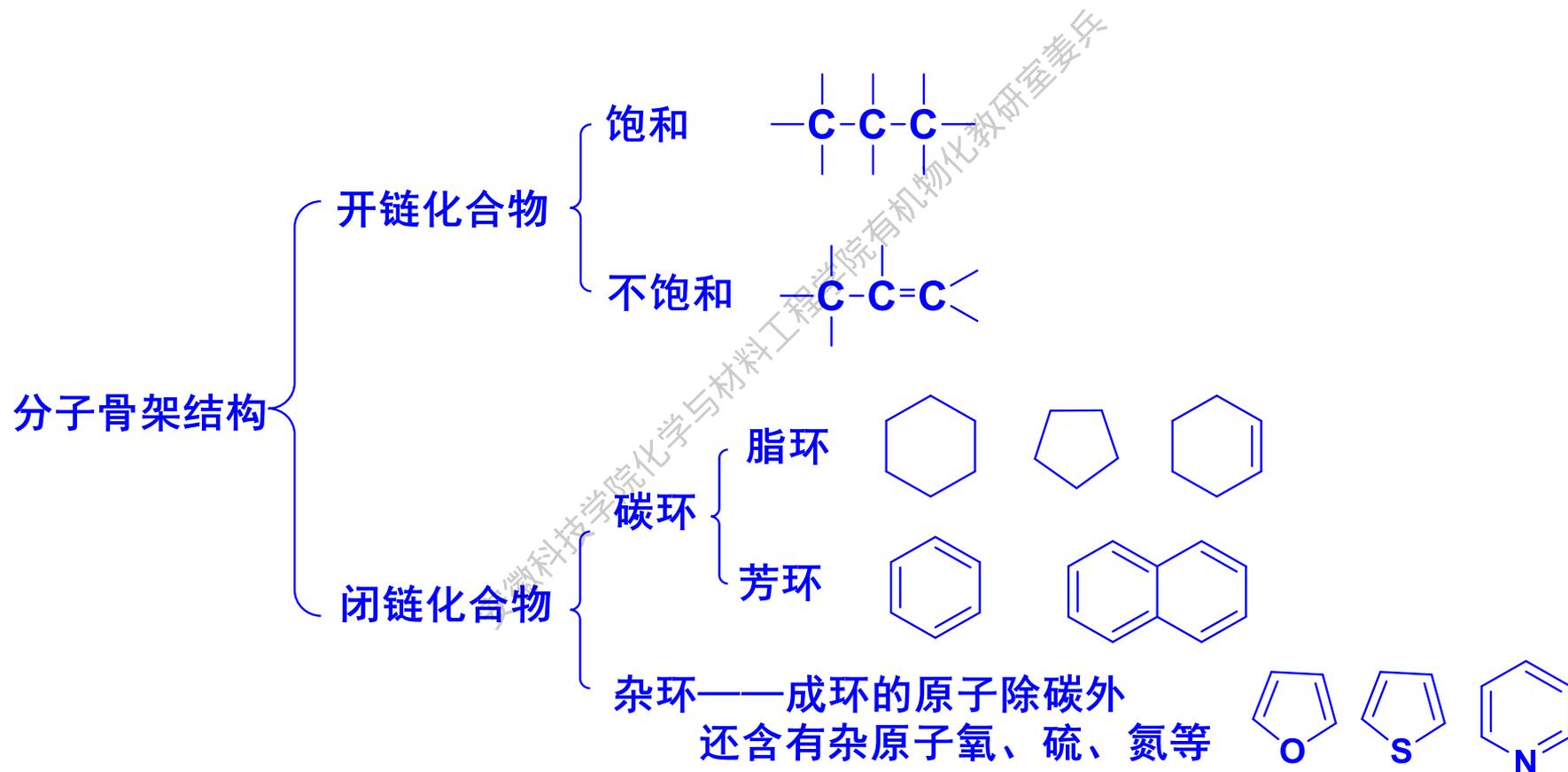
第五节 有机反应的基本类型

第六节 有机化合物的分类和表示方法

安徽科技学院化学与材料工程学院有机化学教研室姜兵

# 有机化合物的分类

## 按照分子的碳骨架结构分类



# 有机化合物的分类

上述分类不能反映各类化合物的性质特征

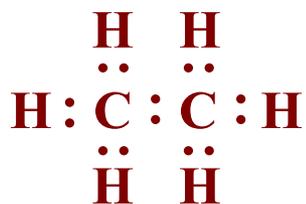
反应性质主要由官能团决定 → 按官能团分类

按照分子的子结构—官能团分类

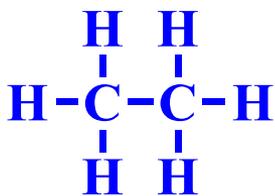
烷	$C-C-C$	醇	$R-OH$	酸	$R-COOH$
烯	$\begin{array}{c} \diagup \quad \diagdown \\ C=C \\ \diagdown \quad \diagup \end{array}$	酚	$Ar-OH$	胺	$R-NH_2$
炔	$-C\equiv C-$	醚	$R-O-R'$	腈	$R-C\equiv N$
卤代烃	$R-X$	酮醛	$\begin{array}{c} O \\    \\ R-C-R'(H) \end{array}$	硝基化合物	$R-NO_2$
		硫醇（酚）	$R-SH$		$Ar-SH$

# 有机化合物的表示方法

电子式  
(Lewis式)



构造式



结构简式



键线式

