

# Химическая связь и строение молекул

Ионная химическая связь это связь, образовавшаяся за счет электро-статического притяжения катионов к анионам. Ионной связи соответствует ионная кристаллическая решетка. Задание: Выпишите формулы веществ с ионной связью и составьте для них схемы образования:  $\text{PCl}_3$ ;  $\text{C}_2\text{H}_2$ ;  $\text{CCl}_4$ ;  $\text{MgCl}_2$ ;  $\text{CH}_4$ ;  $\text{K}_3\text{N}$ ;  $\text{NaBr}$ .

## Ионная химическая связь

это связь, образовавшаяся за счет электро-статического притяжения **катионов** к **анионам**. Ионной связи соответствует ионная кристаллическая решетка.


$$\text{Na} + \overset{\bar{e}}{\text{Cl}} \rightarrow \text{Na}^+ [\text{Cl}]^-$$

Задание:  
Выпишите формулы веществ с ионной связью и составьте для них схемы образования:  
 $\text{PCl}_3$ ;  $\text{C}_2\text{H}_2$ ;  $\text{CCl}_4$ ;  $\text{MgCl}_2$ ;  $\text{CH}_4$ ;  $\text{K}_3\text{N}$ ;  $\text{NaBr}$ .

# Электроотрицательность (ЭО)

$$\text{ЭО} = \frac{\mathbf{E}_{\text{ионизации}}}{2} + \frac{\mathbf{E}_{\text{сродства}}}{2}$$

2

Чем больше ЭО, тем больше выражены  
металлические свойства

ЭО – мера неметалличности элемента

Направленность связи - определённая локализация её в пространстве, определяет геометрию молекулы. Направленность напрямую связана с гибридизацией орбиталей. Гибридизация обеспечивает: А) эквивалентность орбиталей; Б) наибольшее их перекрывание; В) максимальное удаление в пространстве друг от друга. Ионная и металлическая связь не обладают свойствами направленности и локализации в пространстве

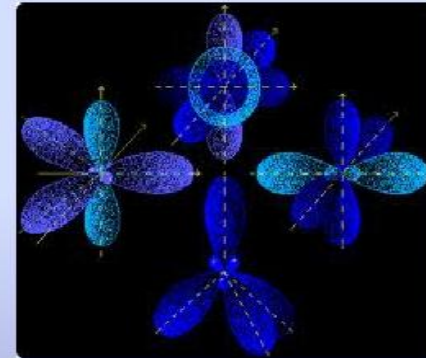
## 4. Направленность связи -

определённая локализация её в пространстве, определяет геометрию молекулы.

Направленность напрямую связана с ***гибридизацией орбиталей***.

Гибридизация обеспечивает:

- А) эквивалентность орбиталей;
- Б) наибольшее их перекрывание;
- В) максимальное удаление в пространстве друг от друга.



Ионная и металлическая связь не обладают свойствами направленности и локализации в пространстве



Насыщаемость связи - образование атомом  
определенного количества ковалентных связей,  
ограниченного числом валентных электронов

### 3. Насыщаемость связи -

образование атомом определенного количества ковалентных связей, ограниченного числом валентных электронов (как неспаренных, так и НЭП).

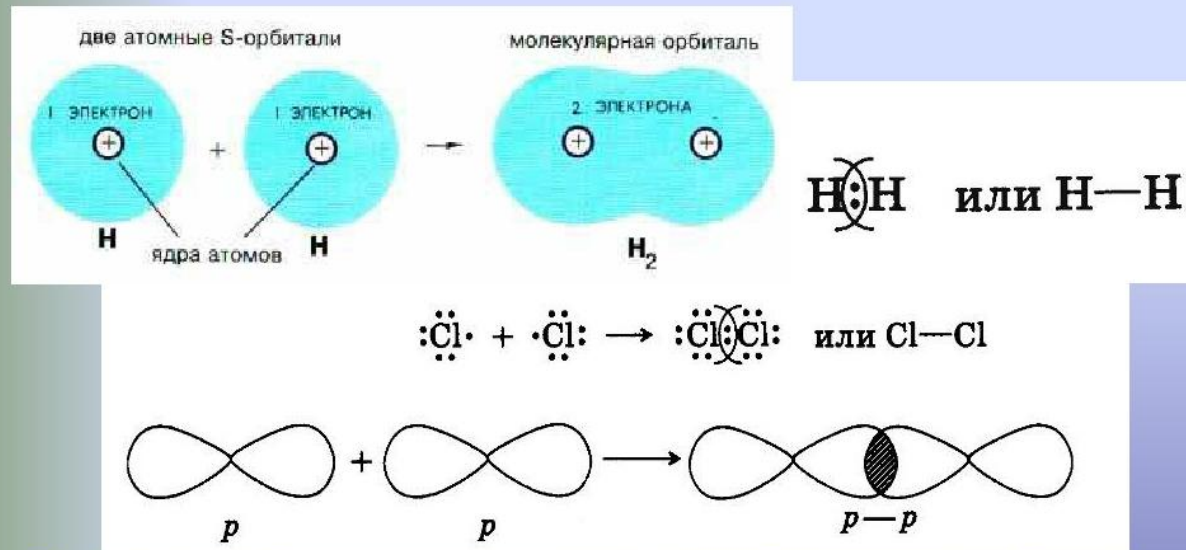


1. Вспомните, чем определяются валентные возможности атомов химических элементов?
2. Приведите примеры возможных валентностей для элементов: С и Si, N и P, O и S, F и Cl.
3. Какие из названных элементов не проявляют валентность, равную номеру группы?
4. Как вы думаете, обладают ли ионная и металлическая связь насыщаемостью. Почему?

Ковалентная химическая связь это связь, возникающая между атомами за счет образования общих электронных пар. Примеры образования ковалентной неполярной связи

## Ковалентная химическая связь

это связь, возникающая между атомами за счет образования общих электронных пар



Примеры образования ковалентной неполярной связи

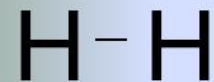
Полярность ковалентной связи - это степень смещенности общих электронных пар к одному из связанных ими атомов. Электроотрицательность (ЭО) — свойство атомов оттягивать к себе валентные электроны от других атомов. неполярная ковалентная связь образуется между атомами с одинаковой ЭО. Полярная ковалентная связь образуется между атомами с разной ЭО. H-H H-Br

## Полярность ковалентной связи -

это **степень смещенности** общих электронных пар к одному из связанных ими атомов

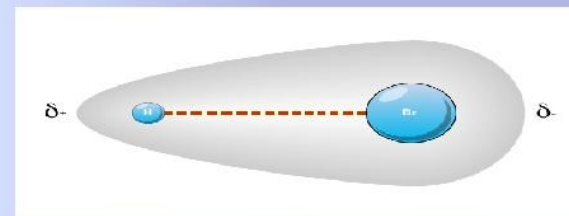
*Неполярная* ковалентная связь образуется между атомами с **одинаковой ЭО**

*Полярная* ковалентная связь образуется между атомами с **разной ЭО**



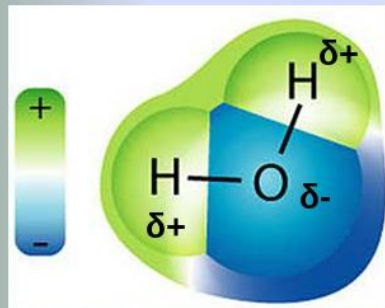
**Электроотрицательность (ЭО)**

— свойство атомов оттягивать к себе валентные электроны от других атомов

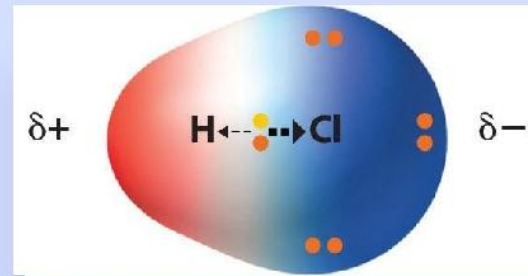
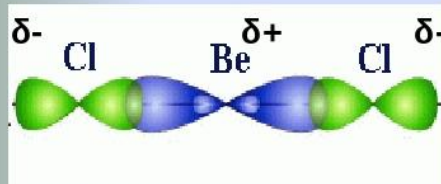


Полярные молекулы - диполи Полярность молекулы зависит не только от полярность связей в ней, но и от геометрической формы молекулы Дипольный момент – произведение заряда  $\delta$  на длину диполя

## Полярные молекулы - диполи



Дипольный момент – произведение заряда  $\delta$  на длину диполя (т.е. расстояние между центрами зарядов)



Полярность молекулы зависит не только от полярность связей в ней, но и от геометрической формы молекулы



## Электрический диполь

Это система **двух** зарядов, **равных по модулю**, но **противоположных по знаку**.

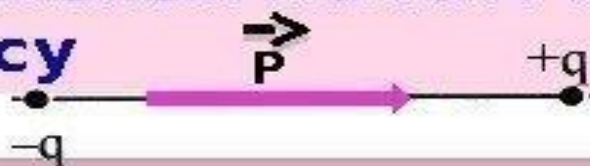


Где  $l$  – плечо диполя,  
 $P$  – **дипольный момент =  
электрический момент**

$$\vec{P} = q \cdot \vec{\ell}$$

$$p = [Кл \cdot м]$$

Дипольный момент направлен от **минуса к  
плюсу**



Полярность ковалентной связи зависит от разности электроотрицательности связанных атомов  $\Delta \chi$  H - I H - Br H - Cl ЭО 2,1 2,5 2,1 2,8 2,1 3,0 ЭО 0,4 0,7 0,9 Полярность связей и молекул увеличивается

**Полярность ковалентной связи**

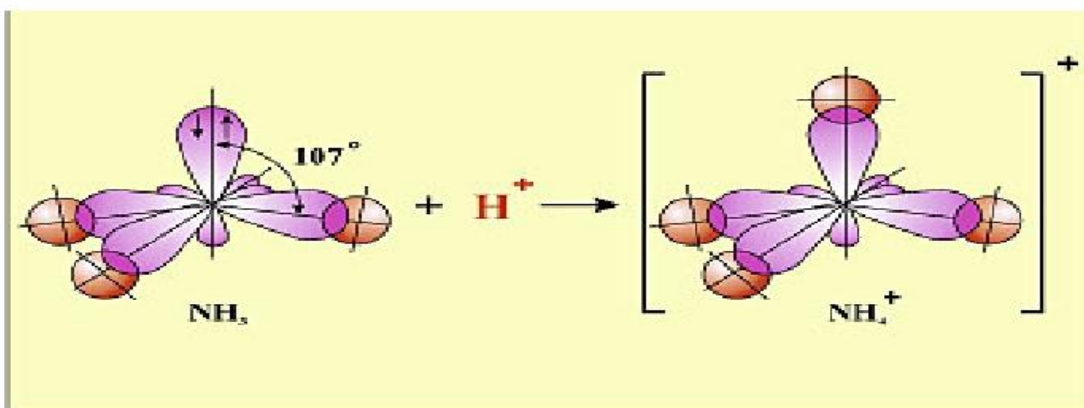
зависит от разности электроотрицательности связанных атомов

	H - I		H - Br		H - Cl	
<b>ЭО</b>	2,1	2,5	2,1	2,8	2,1	3,0
<b><math>\Delta \chi</math></b>	0,4		0,7		0,9	

→ Полярность связей и молекул увеличивается

Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи

### Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи



Водородная связь Химическая связь между положительно поляризованными атомами водорода одной молекулы и отрицательно поляризованными атомами сильно электроотрицательных элементов, имеющих неподеленные электронные пары (F, O, N), другой молекулы Задания: 1. Приведите примеры органических соединений, способных к образованию водородной связи; 2. Какие особые свойства придает водородная связь этим соединениям?

## Водородная связь

Химическая связь между  
положительно  
поляризованными атомами  
водорода одной молекулы  
и  
отрицательно  
поляризованными атомами  
сильно электроотрицательных  
элементов,  
имеющих неподеленные  
электронные пары  
(F, O, N), другой молекулы

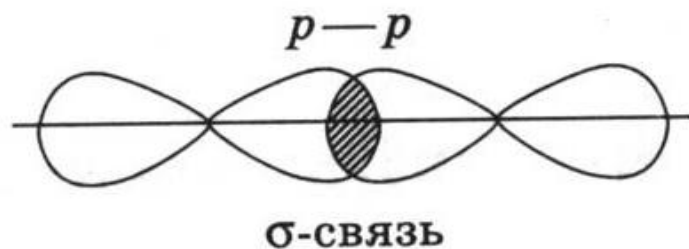


**Задания:**

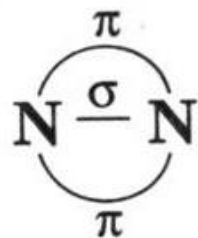
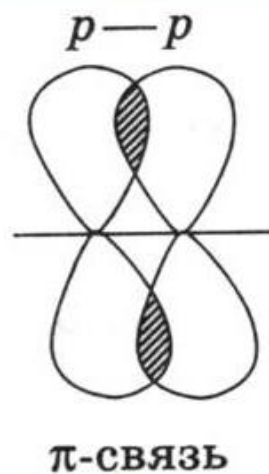
1. Приведите примеры органических соединений, способных к образованию водородной связи;
2. Какие особые свойства придает водородная связь этим соединениям?



## Способы перекрывания электронных орбиталей:



$s-s$  ( $H_2$ ),  
 $s-p$  ( $HCl$ ),  
 $p-p$  ( $Cl_2$ ),



### Задание № 1:

Укажите признаки образования  $\sigma$ - и  $\pi$ -связи.

### Задание № 2:

Укажите пару веществ, в молекулах которых есть только  $\sigma$ -связи: а)  $CH_4$  и  $O_2$ ; б)  $C_2H_5OH$  и  $H_2O$ ; в)  $N_2$  и  $CO_2$ .

Кристаллические вещества с ковалентным типом связи атомная кристаллическая решетка, отличается высокой прочностью, твердостью, тугоплавкостью другие примеры: Si, B, Ge, SiC- карборунд, SiO<sub>2</sub> - кварц (песок) алмаз графит

## Кристаллические вещества с ковалентным типом связи



алмаз

**атомная** кристаллическая решетка, отличается высокой прочностью, твердостью, тугоплавкостью

другие примеры:  
Si, B, Ge,  
SiC- карборунд,  
SiO<sub>2</sub> - кварц (песок)



графит

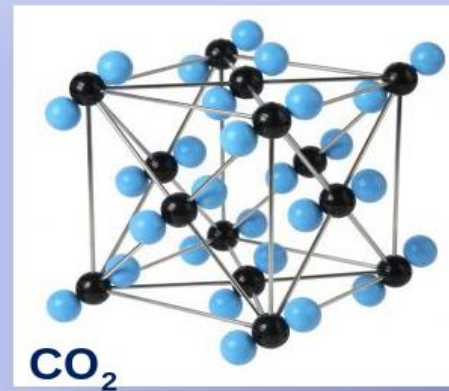
Кристаллические вещества с ковалентным типом связи  
молекулярная кристаллическая решетка, вещества нестойкие,  
легкоплавкие, летучие Примеры:  $\text{H}_2\text{O}$  - лед,  $\text{P}_4$ ,  $\text{S}_8$ ,  $\text{I}_2$   $\text{CO}_2$  (твердый)  
– «сухой» лед  $\text{CO}_2$

## Кристаллические вещества с ковалентным типом связи



**молекулярная**  
кристаллическая решетка,  
вещества нестойкие,  
легкоплавкие, летучие

Примеры:  
 $\text{H}_2\text{O}$  - лед,  $\text{P}_4$ ,  $\text{S}_8$ ,  $\text{I}_2$   
 $\text{CO}_2$  (твердый) – «сухой» лед



## Влияние типа кристаллической решетки на свойства вещества:

Вещество	Тип крист. решетки	Свойства вещества
Все соли, щелочи, некоторые оксиды	<b>ИОННАЯ</b> (ионная связь)	твердые, прочные, тугоплавкие, нелетучие
Алмаз С, бор В, германий Ge, кремний Si, SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<b>АТОМНАЯ</b> (ковалентная связь)	твердые, прочные, тугоплавкие, нелетучие, нерастворимые
Все металлы	<b>МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ</b> (металлическая связь)	ковкие, пластичные, электро- и теплопроводные
Лед, «сухой» лед, все твердые газы, иод, сера, фосфор, кислоты, органические	<b>МОЛЕКУЛЯРНАЯ</b> (ковалентная связь)	непрочные, легкоплавкие, летучие; при обычных условиях могут быть Г, Ж и Т



- Задания: 1. Определите типы химических связей между атомами в веществах:  $\text{CaBr}_2$ ;  $\text{HCl}$ ;  $\text{K}$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{BaO}$ ;  $\text{SO}_2$ ;  $\text{LiNO}_3$ ;  $\text{S}_8$ ;  $\text{C}_2\text{H}_2$ ;  $\text{Na}$ ;  $\text{HCOOK}$ .

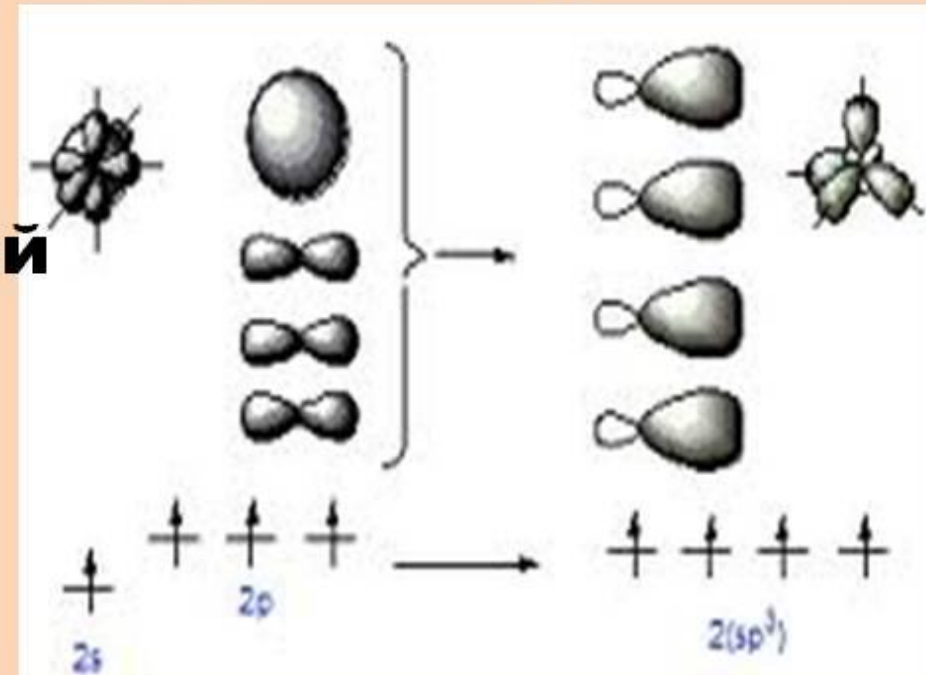
- Проверьте себя: Ионная:  $\text{CaBr}_2$ ;  $\text{BaO}$ ;  $\text{LiNO}_3$ ;  $\text{HCOOK}$ .  
Металлическая:  $\text{K}$ ;  $\text{Na}$ . 3. Ковалентная полярная:  $\text{HCl}$ ;  
 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{SO}_2$ ;  $\text{C}_2\text{H}_2$ . 4. Ковалентная неполярная:  $\text{S}_8$ . 1.

# Гибридизация атомных орбиталей

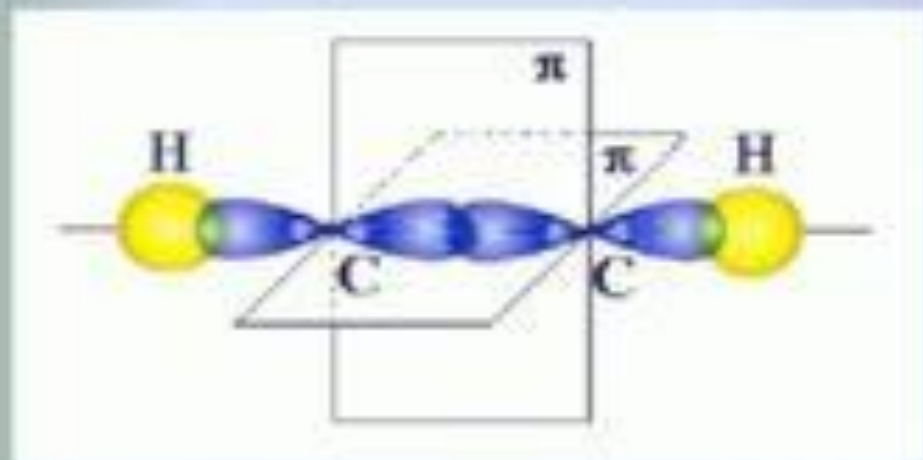
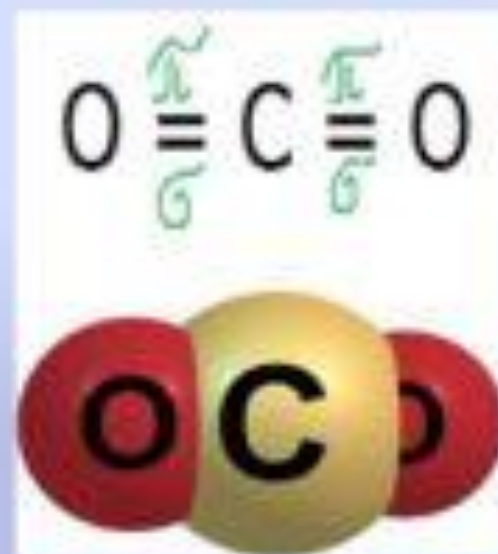
**Гибридизация** - это процесс выравнивания атомных орбиталей по форме и энергии.

## Причины:

- ✓ **Образование равноценных связей с другими атомами**
- ✓ **Максимальное удаление атомов друг от друга**

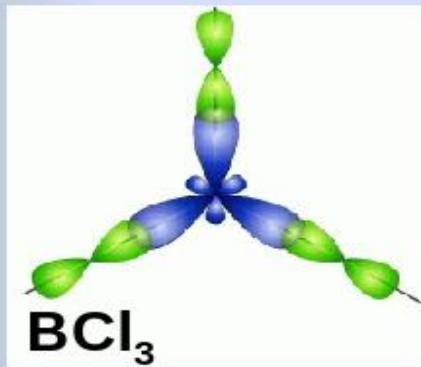


## Примеры молекул с sp-гибридизацией центрального атома

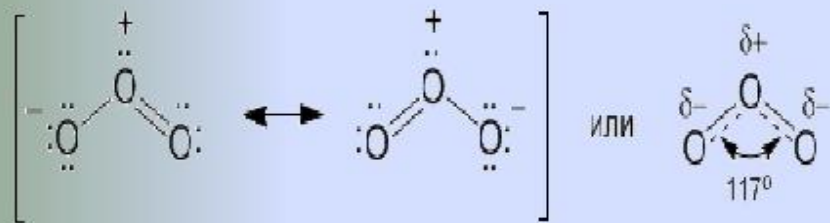
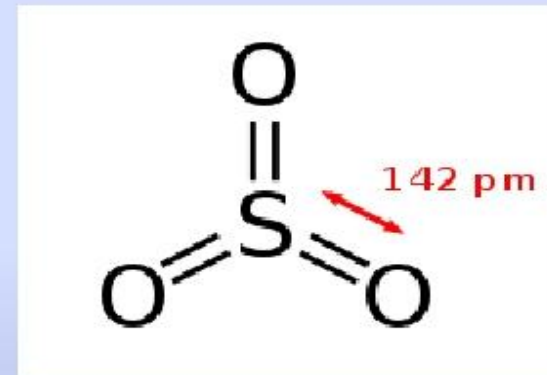




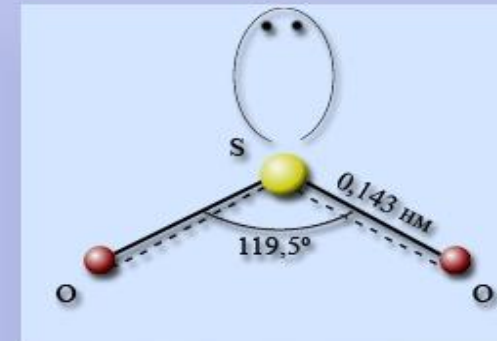
# Примеры молекул с $sp^2$ -гибридизацией центрального атома



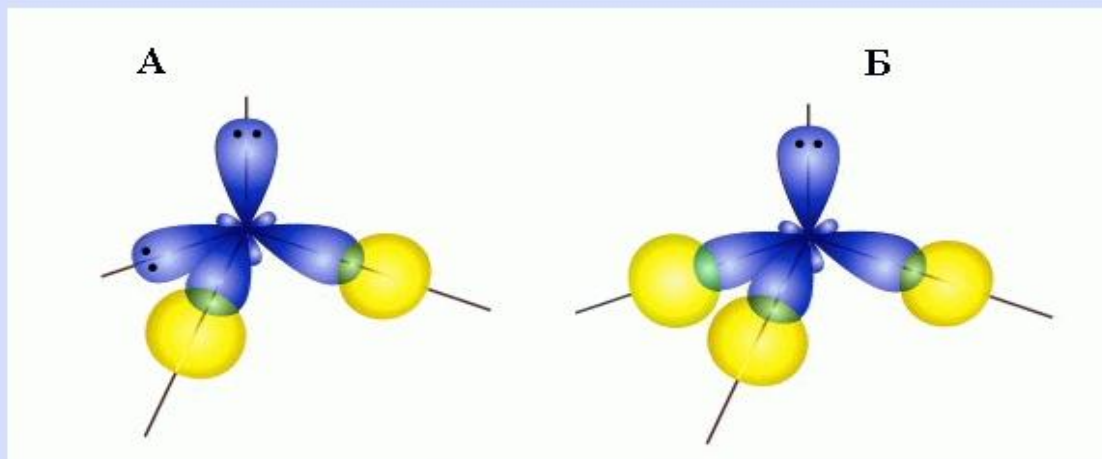
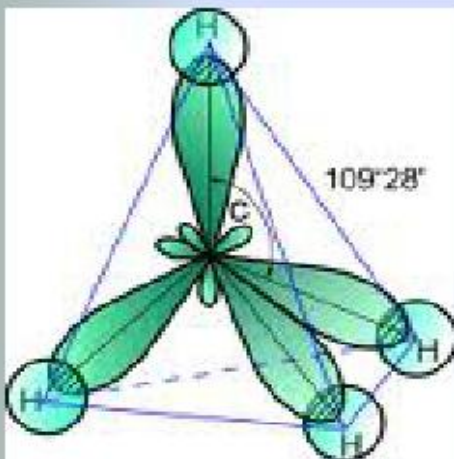
Треугольная  
форма  
молекулы



Угловая  
форма  
молекулы



# Примеры молекул с $sp^3$ -гибридизацией центрального атома



Какие молекулы изображены на этом рисунке?

# Метод валентных связей

## Основные положения

1. Химическая связь между атомами образуется в результате обобществления валентных электронов, т.е. образования общих электронных пар
2. Общие электронные пары образуют лишь неспаренные электроны с антипараллельными спинами
3. При образовании химической связи происходит частичное перекрывание атомных орбиталей (АО), что приводит к увеличению электронной плотности в межъядерном пространстве
4. Химическая связь тем прочнее, чем в большей степени перекрываются взаимодействующие АО
5. В пространстве химическая связь располагается в том направлении, в котором возможность перекрывания АО наибольшая
6. Связь, образованная перекрыванием АО по линии, соединяющей центры атомов, называется –  $\sigma$ -связью, а по обе стороны от линии  $\pi$ -связью.  
 $E_{\sigma} > E_{\pi}$
7. Если молекула образуется путём перекрывания двух АО, связь называется одинарной, если более двух АО – кратной



## 2.7 Метод молекулярных орбиталей (ММО) *Роберт Малликен*

**Принимается:**

1. Каждый электрон в молекуле движется в результирующем поле всех ядер и остальных электронов. В ММО - молекула рассматривается как единая частица. (В МВС эл-н в поле своего ядра, молекула-система взаимодействующих изолированных атомов).

2. Состояние электрона в молекуле описывают волновые функции, которые называют молекулярными орбиталями (МО). МО представляет из себя - линейную комбинацию (сложение или вычитание) атомных орбиталей (АО). Сокращенное название МО - (МО-ЛКАО). МО многоцентровые (т.к. в молекуле не менее 2-х ядер) в отличие от АО.

3. Совокупность молекулярных орбиталей в молекуле называется электронной конфигурацией молекулы.

**Заполнение электронами молекулярных орбиталей осуществляется на основе принципа**

- минимума энергии
- принципа Паули
- правила Хунда