

# Гибридизация

электронных орбиталей  
и геометрия молекул

**11 класс**

учитель Сенкевич Т.А.

*2012 год*

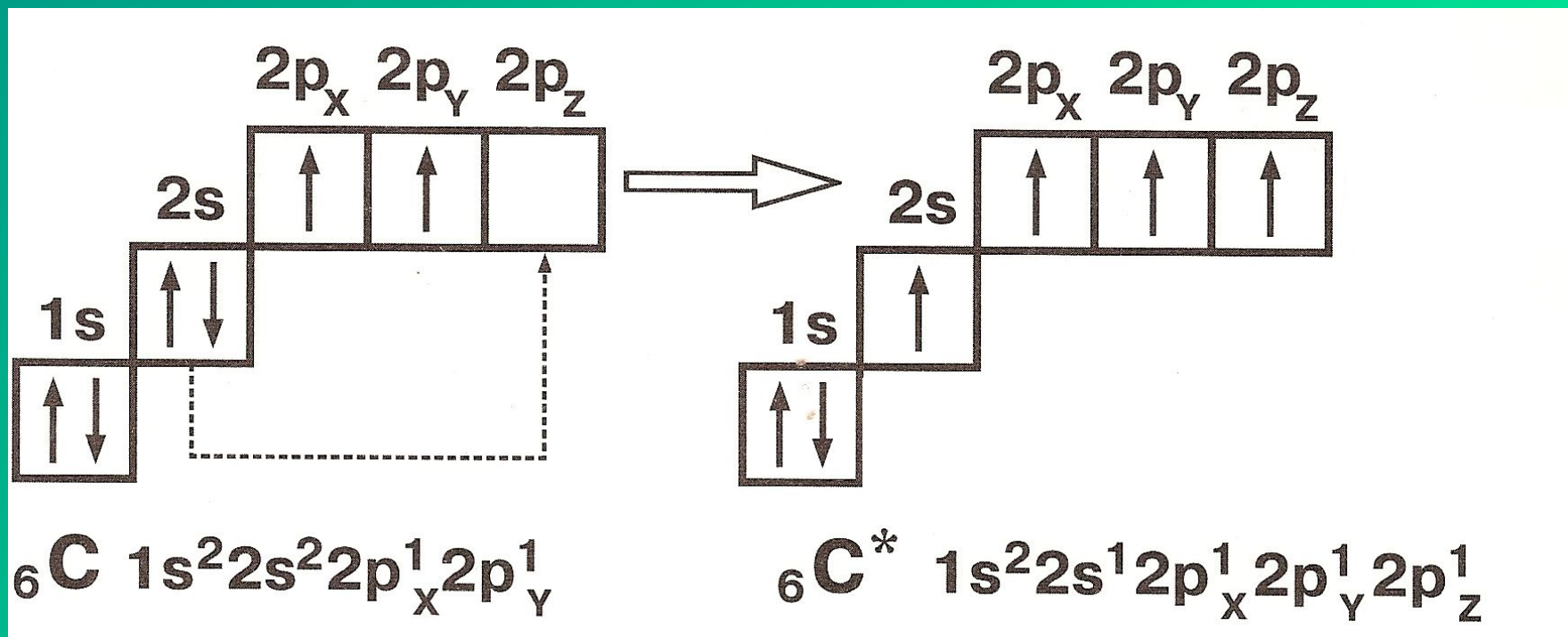
# Повторение

1. Определите вид химической связи, составьте электронные формулы образования веществ:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Li}_3\text{N}$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Mg}$ .
2. Химическая связь ионная и ковалентная полярная в соединениях соответственно
  - 1) сероводород и фторид серы (VI)
  - 2) сульфид фосфора (V) и оксид натрия
  - 3) хлорид рубидия и вода
  - 4) оксид серы (IV) и кислород
3. В аммиаке и хлориде бария химическая связь соответственно
  - 1) ионная и ковалентная полярная
  - 2) ковалентная полярная и ионная
  - 3) ковалентная неполярная и металлическая
  - 4) ковалентная неполярная и ионная
4. Атомную кристаллическую решётку имеет
  - 1) метан
  - 2) водород
  - 3) кислород
  - 4) кремний



# Характеристики ковалентной связи

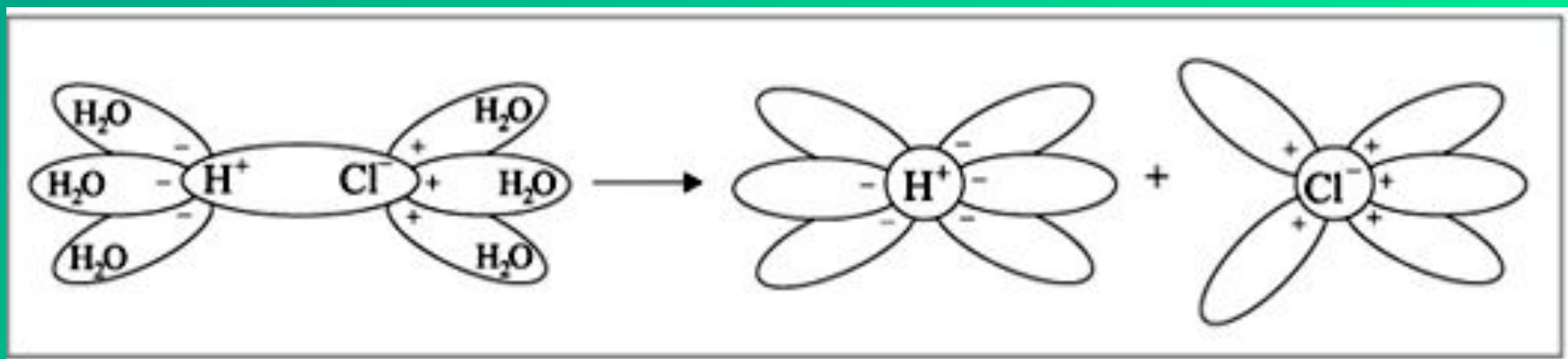
- **Насыщаемость** – образование атомом определённого числа ковалентных связей, поскольку ограниченными являются валентные возможности атомов. Благодаря этому ковалентные соединения имеют строго определённый состав:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ .



# Характеристики ковалентной связи

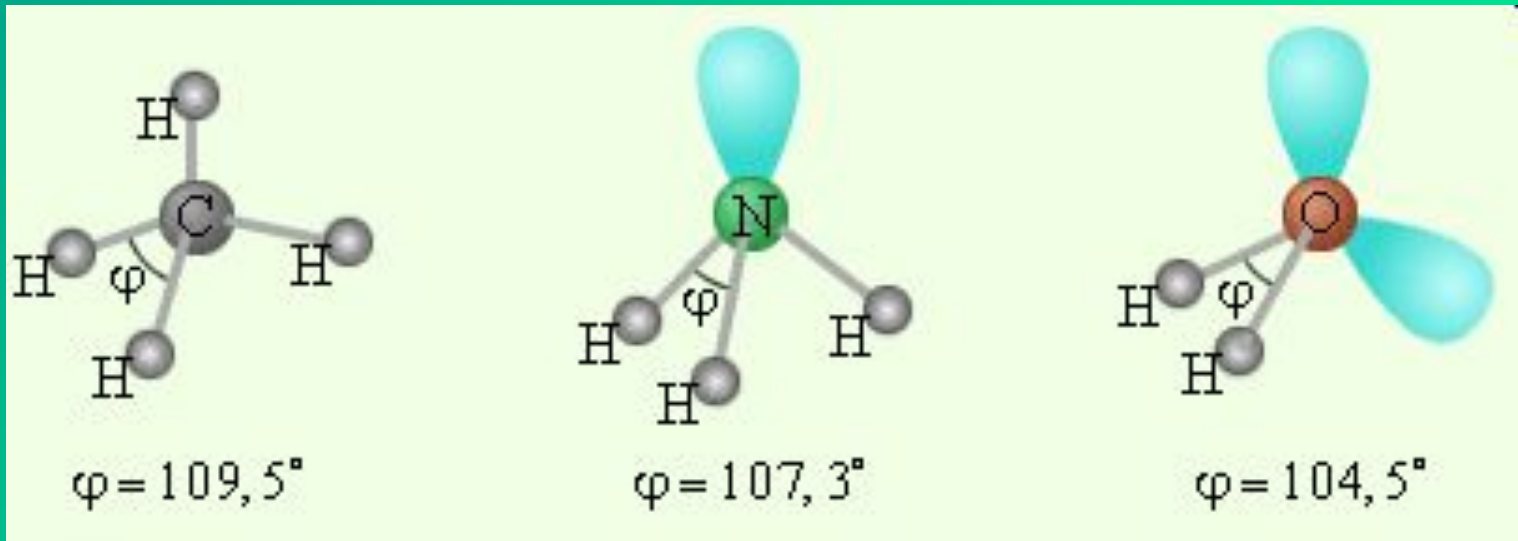
- **Поляризуемость ковалентной связи** – способность молекул (и отдельных связей в них) изменять свою полярность под действием внешнего электрического поля.

В результате поляризации неполярные молекулы могут стать полярными, а полярные молекулы – превратиться в ещё более полярные вплоть до полного разрыва отдельных связей с образованием ионов.



# Характеристики ковалентной связи

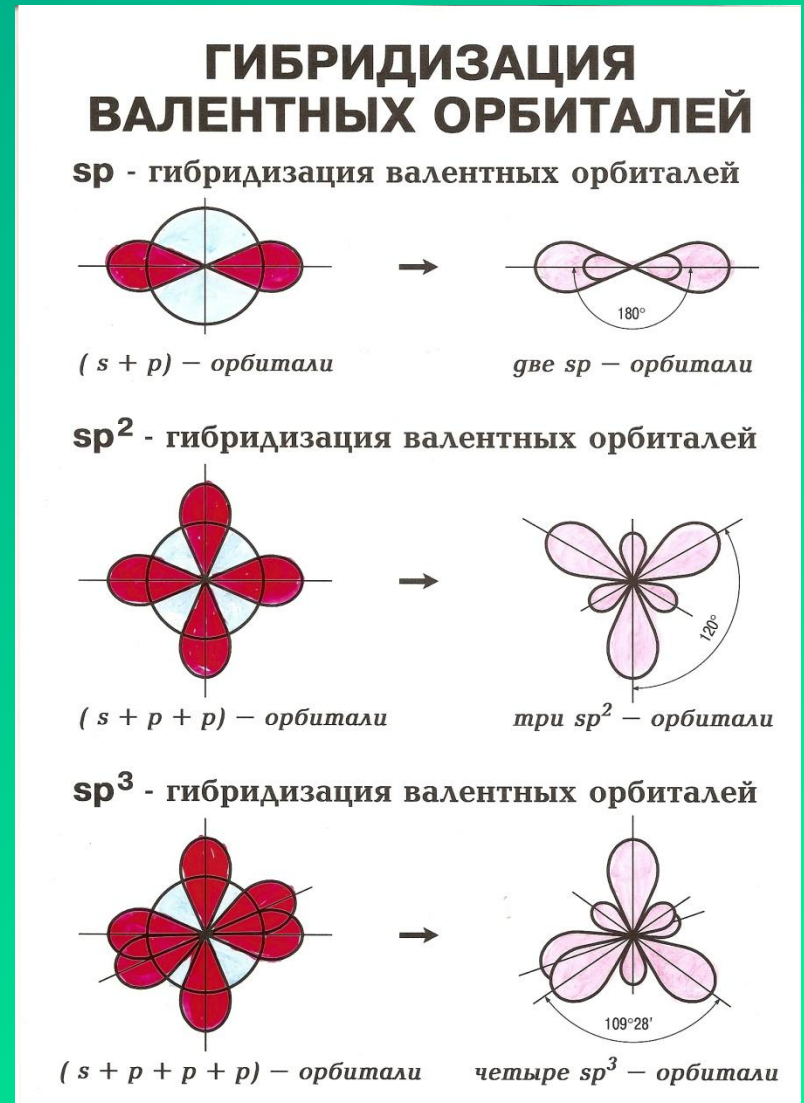
- **Направленность ковалентной связи** – определяет пространственное строение молекул. Ковалентные связи направлены от одного атома к другому. Если взаимодействует 3 и более атомов, то между химическими связями возникает угол, который называют валентным. Величина валентных углов определяет геометрию молекулы.



# При выяснении пространственного строения молекулы учитывают:

- форму орбиталей, принимающих участие в образовании химических связей;
- электростатическое взаимодействие электронных пар, которое приводит к отталкиванию электронных орбиталей, вследствие чего они занимают в пространстве наиболее удалённые друг от друга места.

Если в образовании связей принимают участие одновременно электроны  $s$  и  $p$  подуровней и если их энергии незначительно отличаются, то образуются гибридные облака.



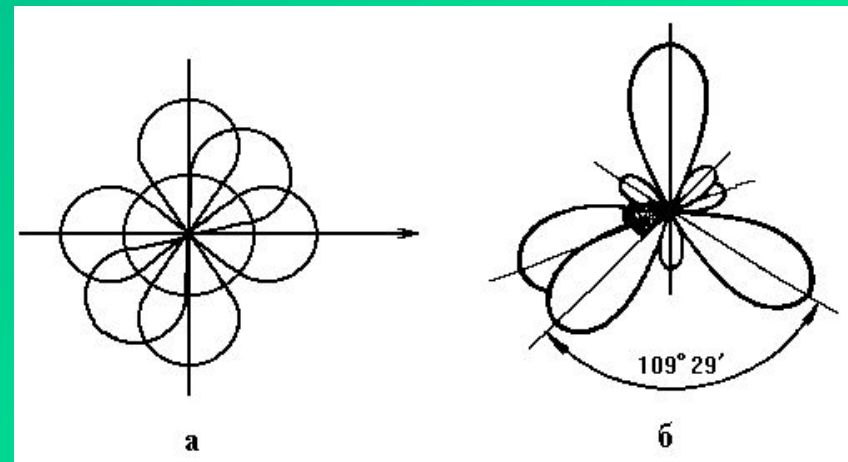
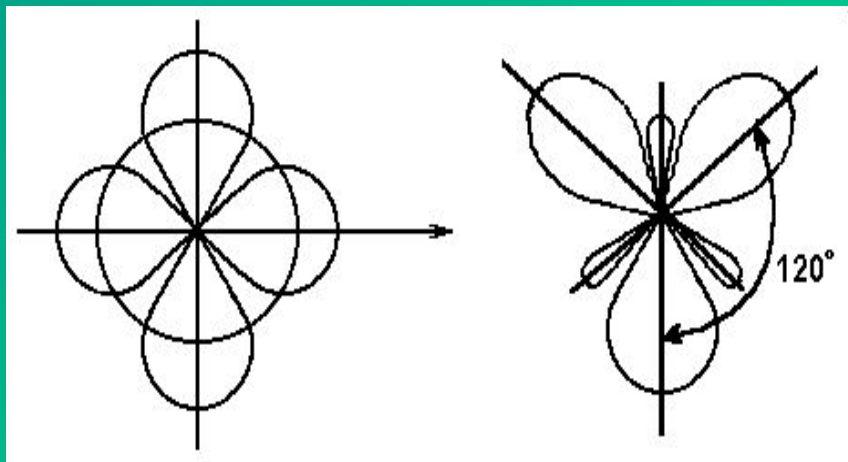
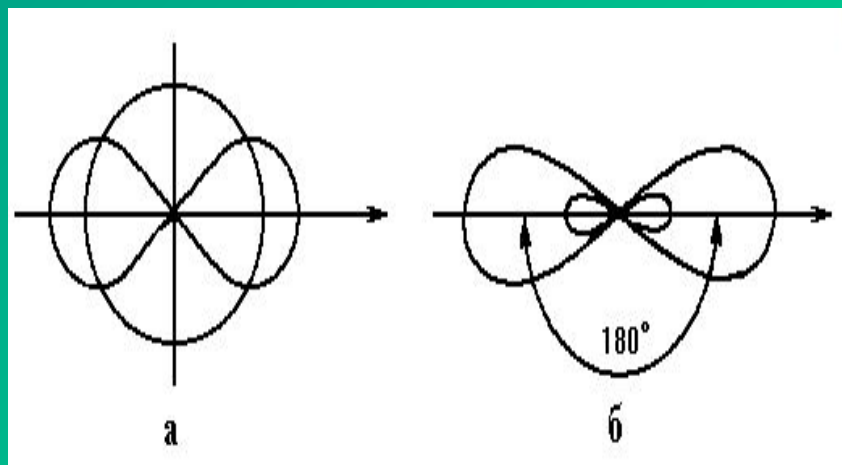
**Гибридизация - процесс выравнивания электронных облаков по форме и энергии**

## **Основные положения теории гибридизации.**

- 1. Гибридизуются только орбитали центрального атома**
- 2. Степень гибридизации тем больше, чем ближе АО по энергии, и чем больше их геометрическое перекрывание (наибольшее перекрывание – с участием s-АО)**
- 3. Число гибридных орбиталей равно суммарному числу исходных орбиталей**
- 4. Гибридные орбитали более вытянуты в пространстве и обеспечивают более полное перекрывание с АО соседних атомов**
- 5. Гибридные орбитали участвуют в образовании только  $\sigma$ -связей**
- 6. Теория гибридизации объясняет направленность ковалентной связи и геометрическое строение молекул и кристаллов**

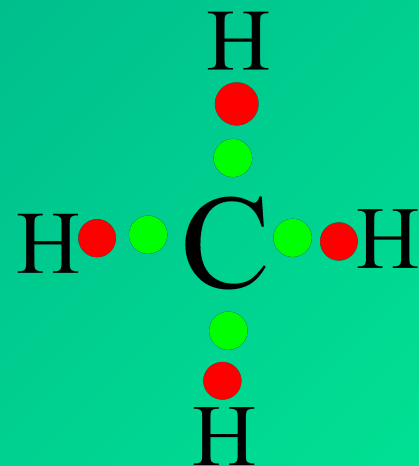


С участием s, p и d-АО известно 11 типов гибридизации. Чаще встречается 4 типа:  $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$ ,  $sp^3d^2$



# Определение типа гибридизации на примере молекулы метана.

1. Написать полную структурную формулу вещества.
2. Подсчитать число электронов, предоставляемые центральным атомом.
3. Подсчитать число электронов, предоставляемые соседними атомами.
4. Подсчитать число электронов, приходящихся на *пи*-связь.
5. Полученный результат разделить на два.



0

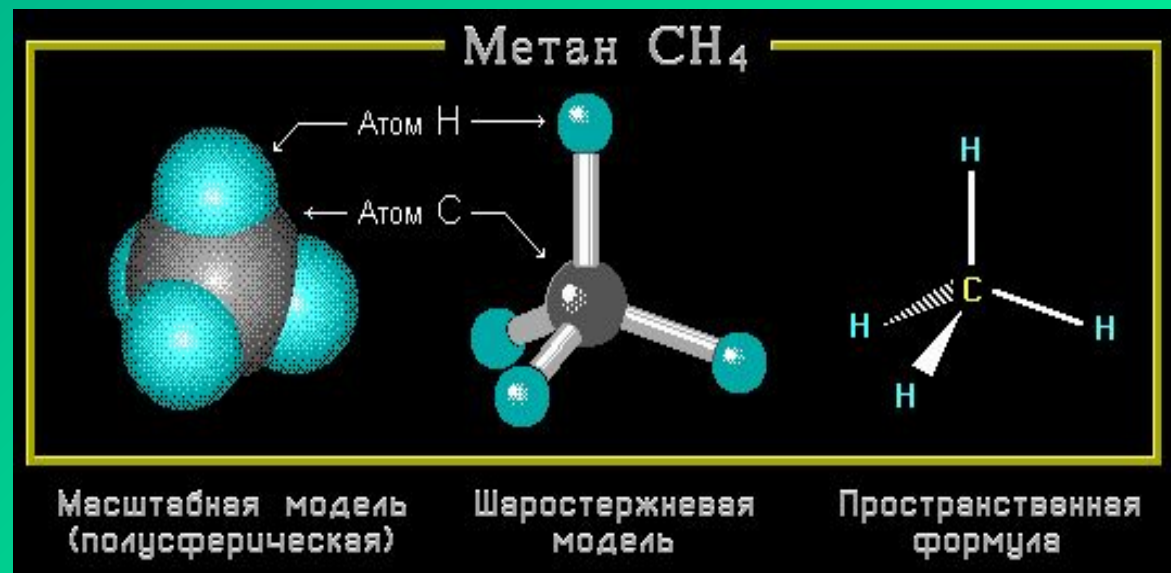
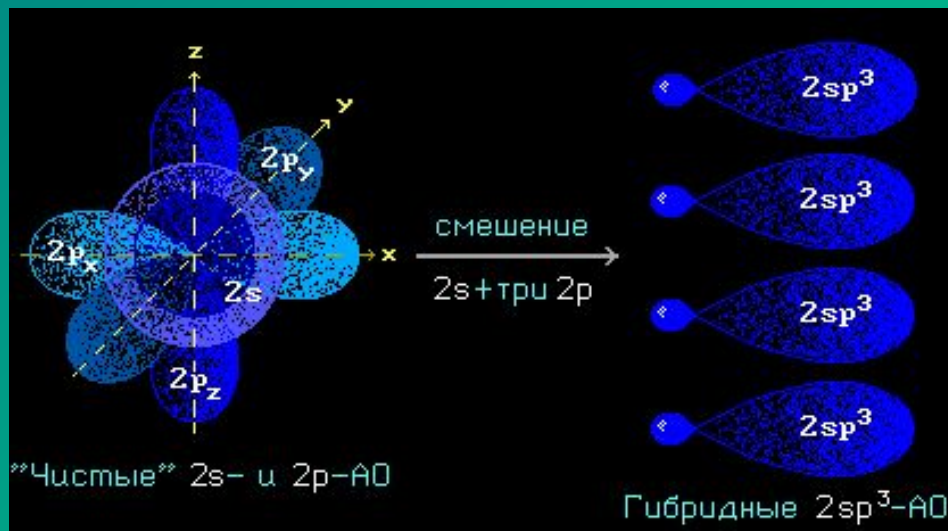
$$\begin{array}{r} 4 + 4 - 0 \\ \hline \end{array}$$

2

6. Если 4 –  $sp^3$  расположение тетраэдр  
Если 3 –  $sp^2$  расположение плоское тригональное  
Если 2 –  $sp$  расположение линейное

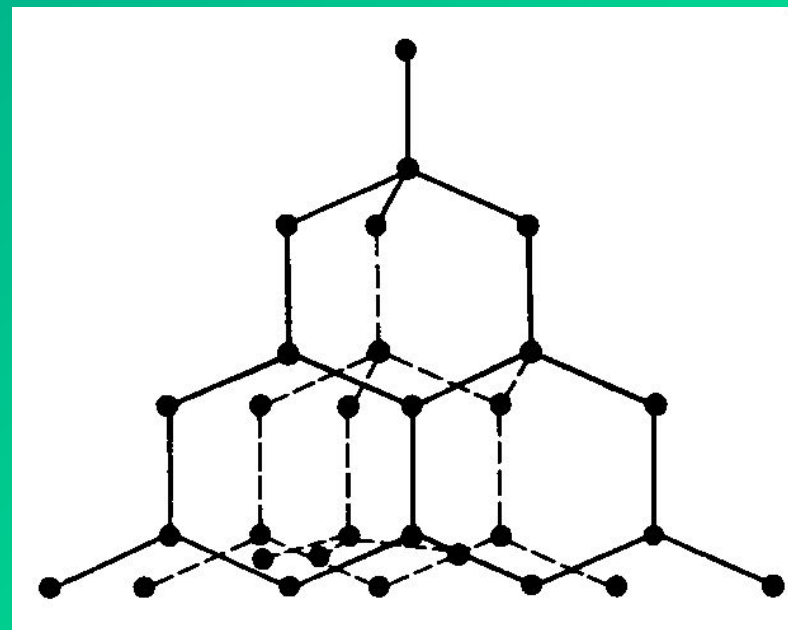
# $sp^3$ -гибридизация

## Алканы



# Алмаз – аллотропная модификация углерода

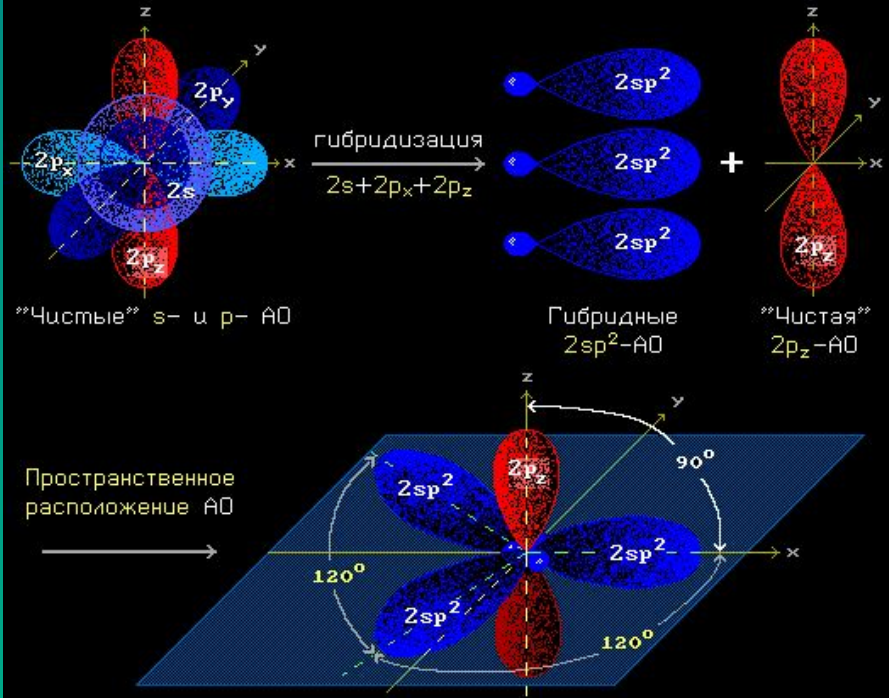
Атомы углерода в алмазе находятся в состоянии  $sp^3$  гибридизации



# $sp^2$ -гибридизация

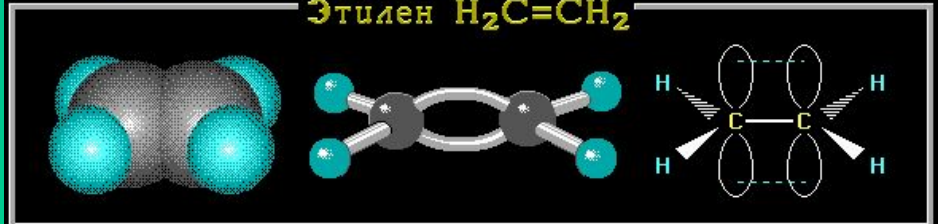
## Алкены

### $sp^2$ - Гибридизация



### МОДЕЛИ МОЛЕКУЛ, СОДЕРЖАЩИХ АТОМЫ В $sp^2$ -ГИБРИДИЗОВАННОМ СОСТОЯНИИ

#### Этилен $H_2C=CH_2$



#### Формальдегид $H_2C=O$

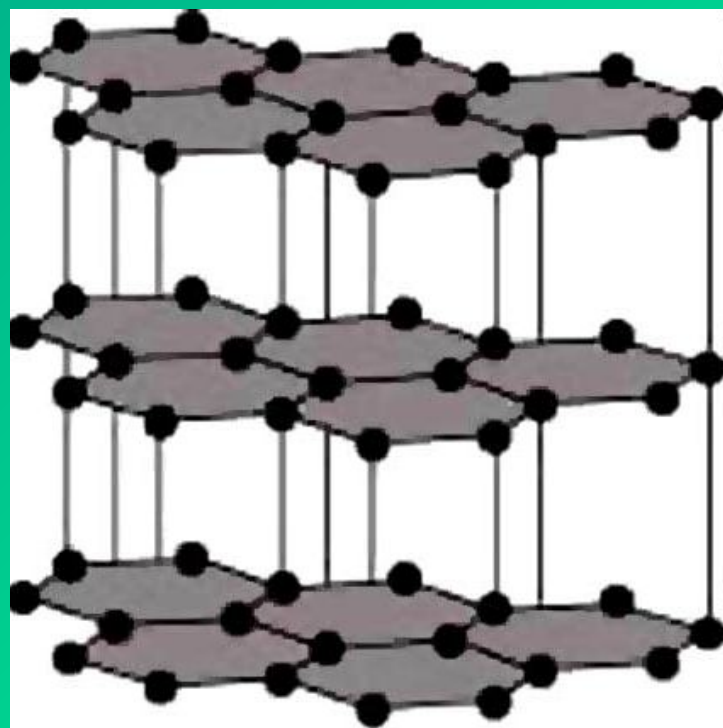


Масштабные модели  
(полусферические)

Шаростержневые  
модели

Атомно-орбитальные  
модели

Графит – аллотропная модификация углерода.

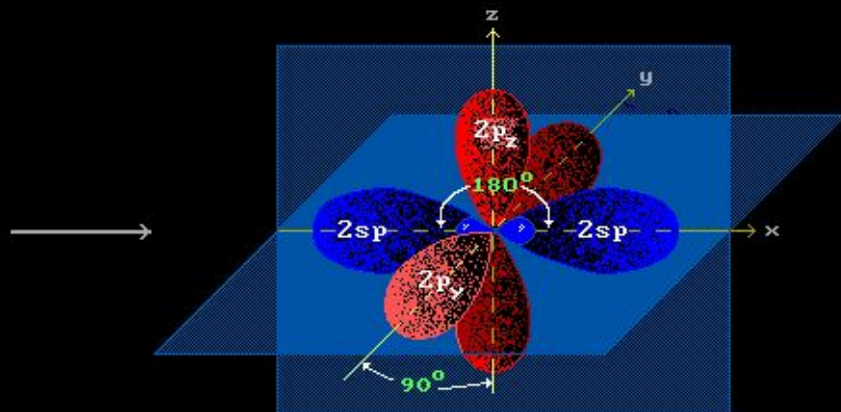
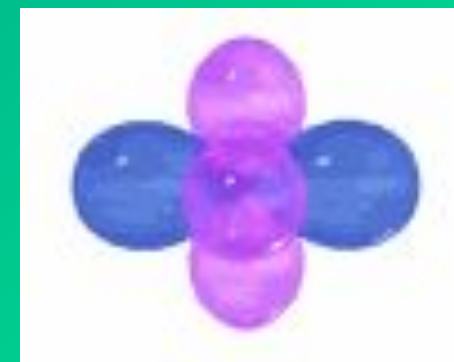
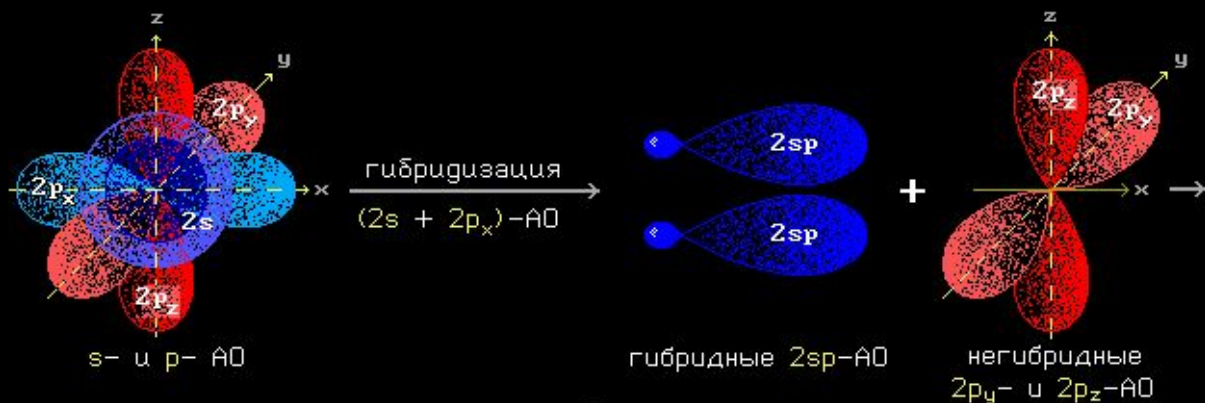


Атомы углерода в молекуле графита находятся в состоянии  $sp^2$  гибридизации.

# sp-гибридизация

## Алкины

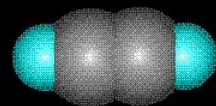
### sp – Гибридизация



Пространственное расположение атомных орбиталей

### МОДЕЛИ МОЛЕКУЛ, СОДЕРЖАЩИХ АТОМЫ В sp-ГИБРИДИЗОВАННОМ СОСТОЯНИИ

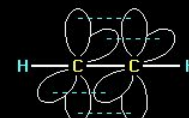
#### Ацетилен $\text{HC}\equiv\text{CH}$



Масштабная модель (полусферическая)

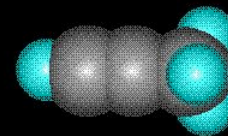


Шаростержневая модель

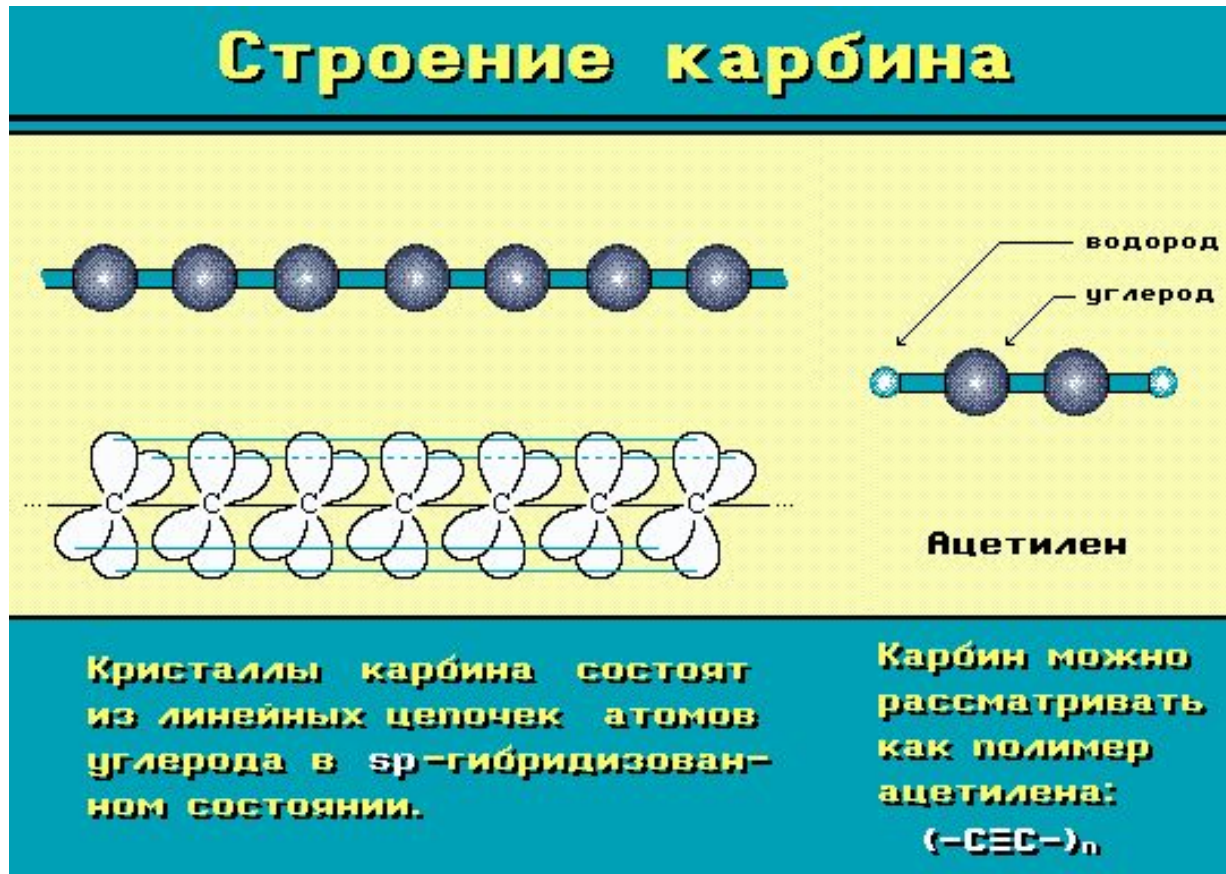


Атомно-орбитальная модель

#### Метилацетилен $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$



# Карбин – аллотропная модификация углерода

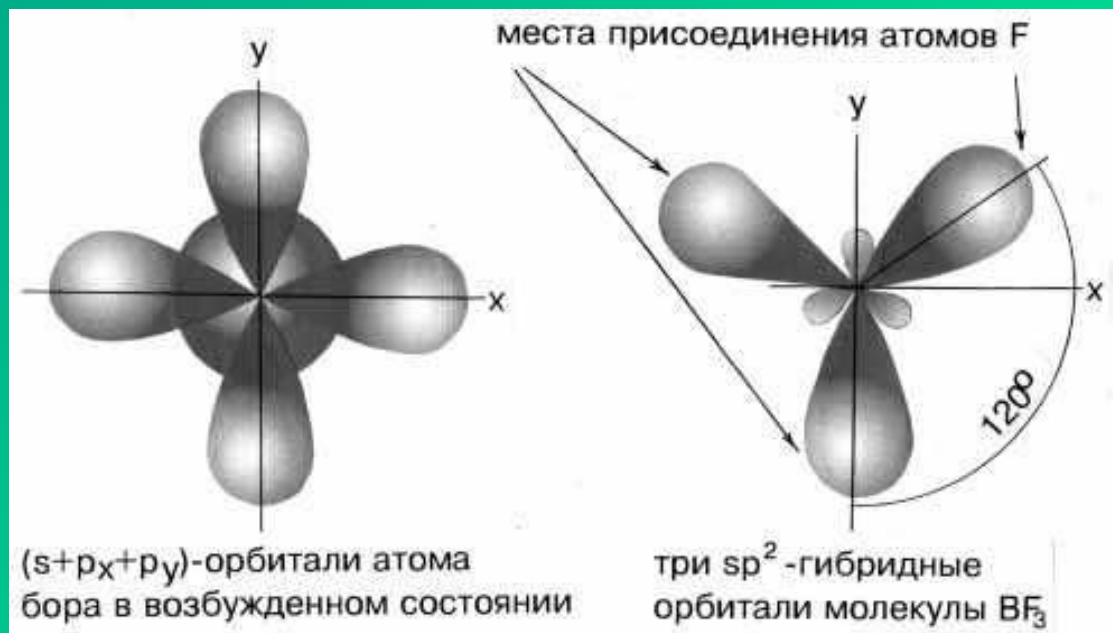
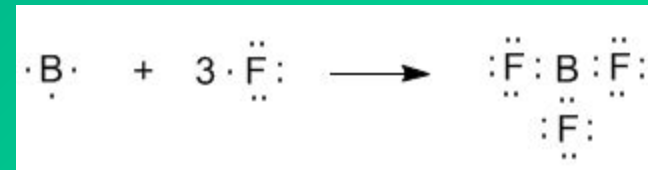
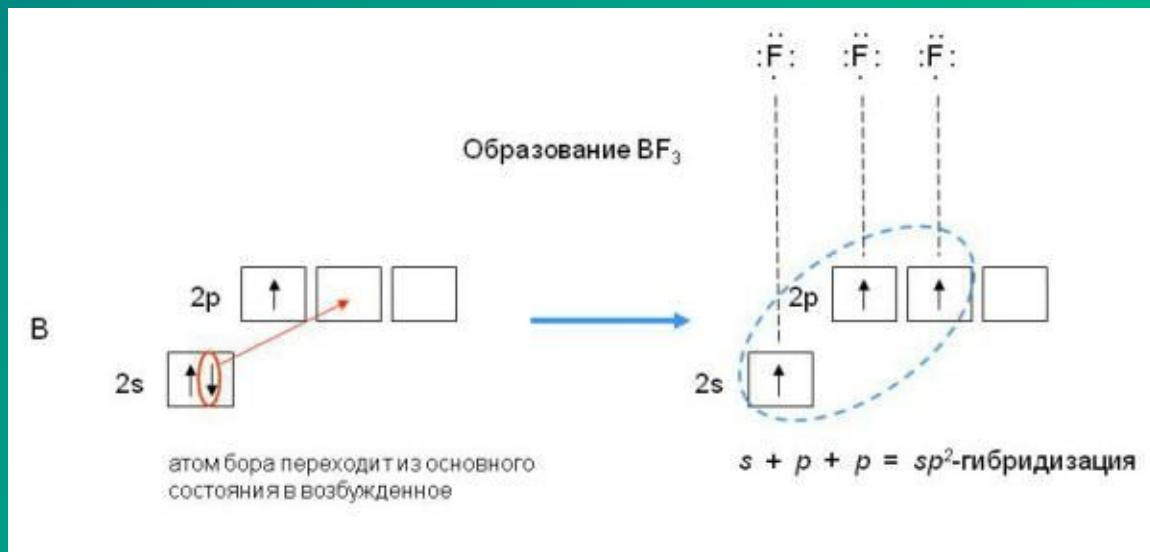


... —  $C \equiv C$  —  $C \equiv C$  — ... полииновая структура

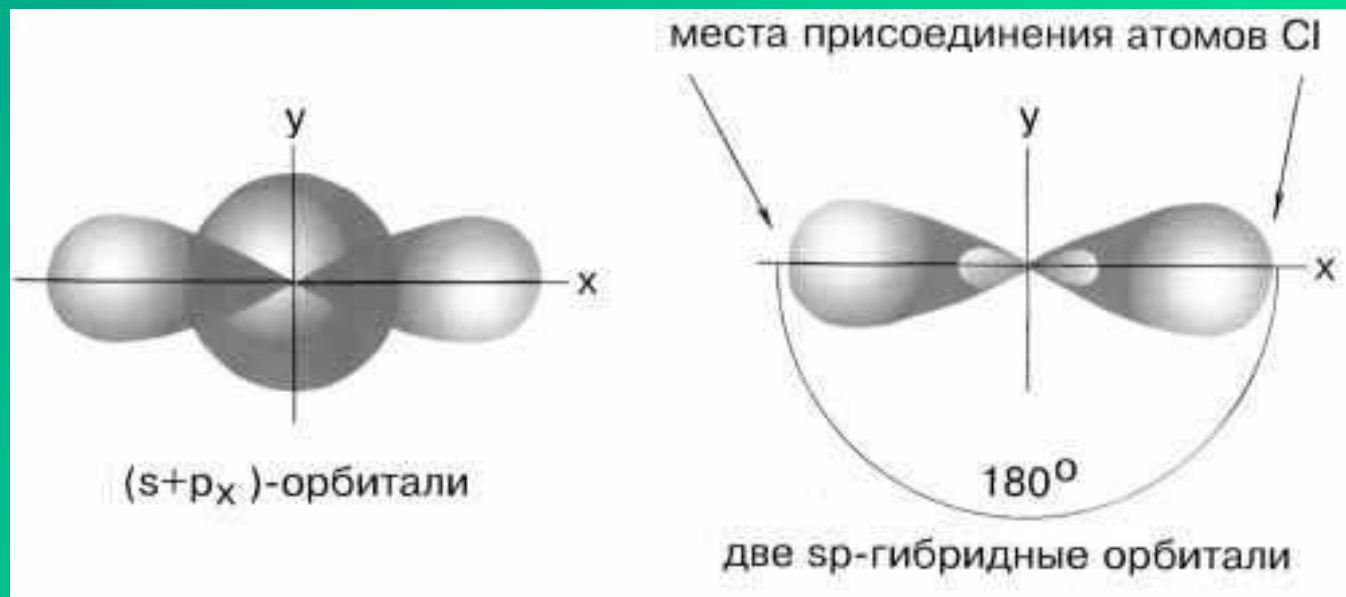
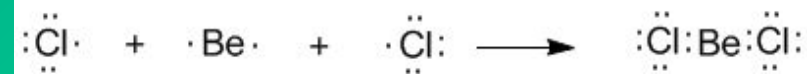
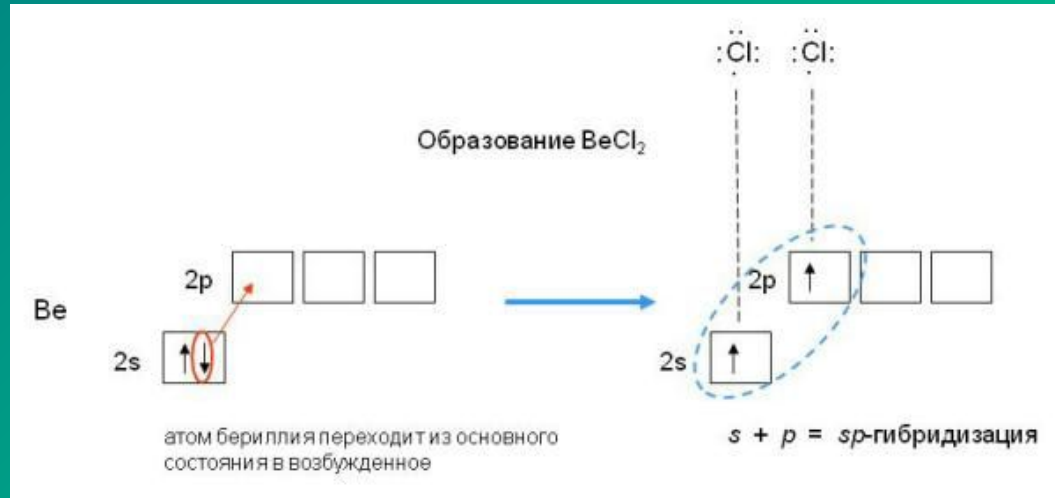
... =  $C = C = C =$  ... поликумуленовая структура



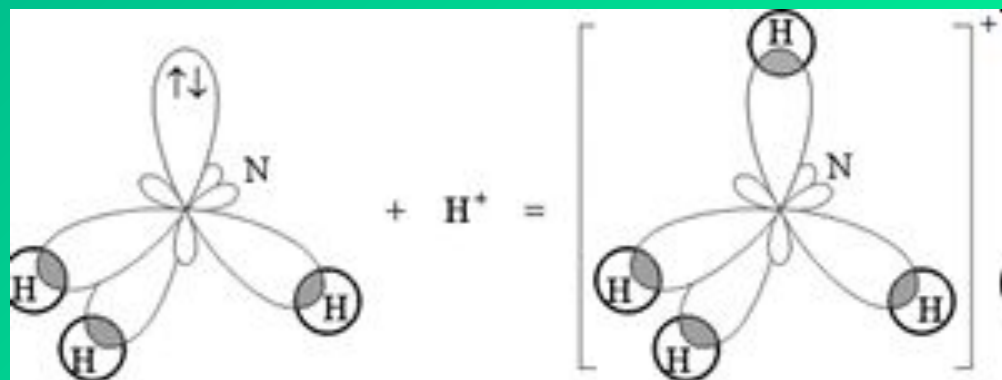
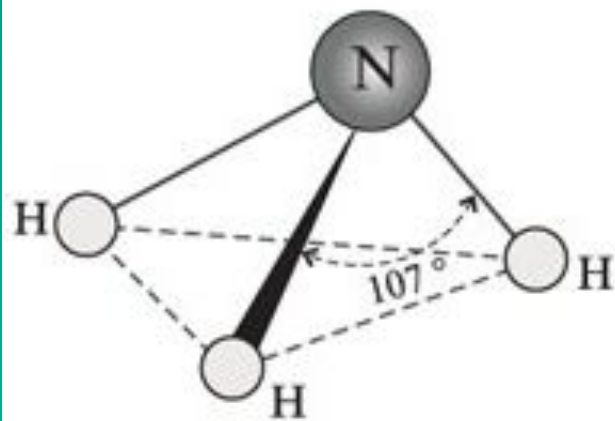
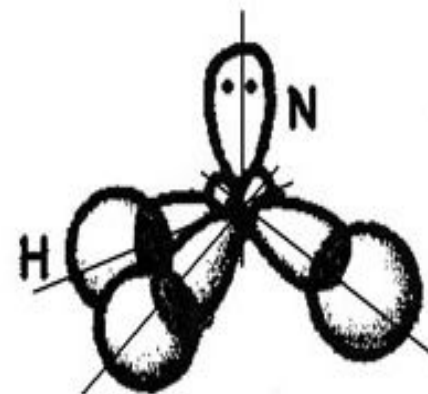
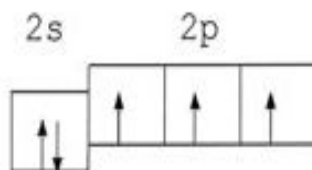
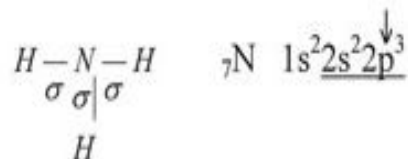
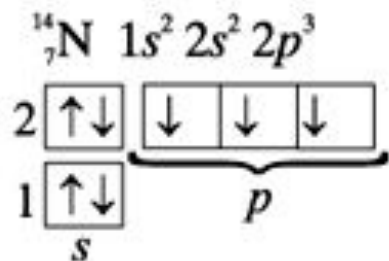
# Пространственное строение $\text{BF}_3$ .



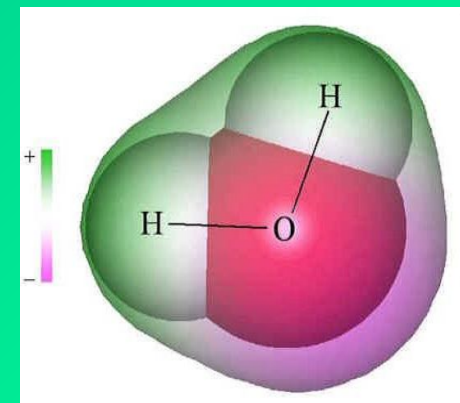
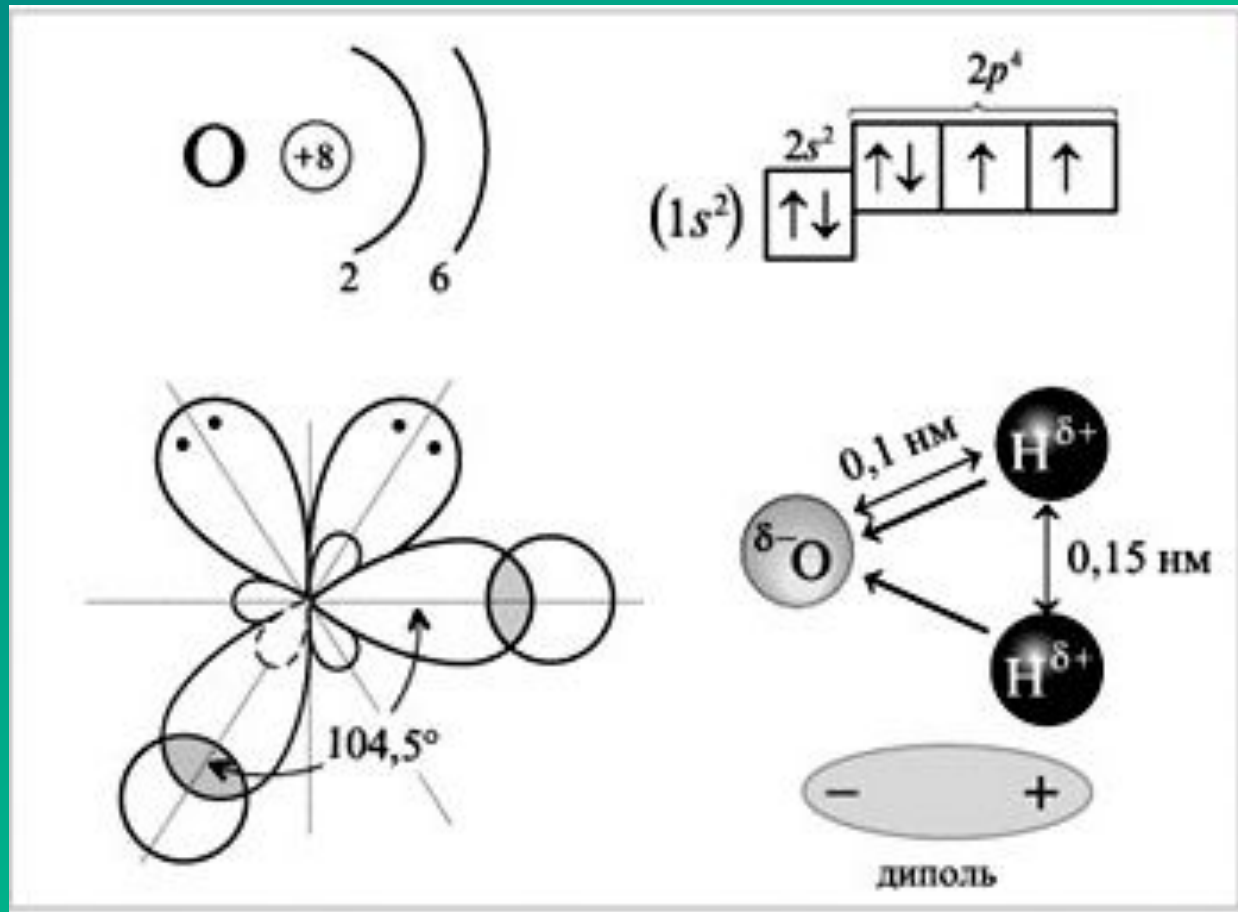
# Пространственное строение $\text{BeCl}_2$ .



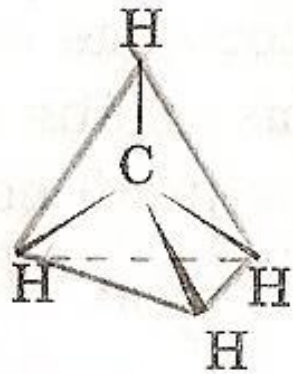
# Пространственное строение молекулы аммиака.



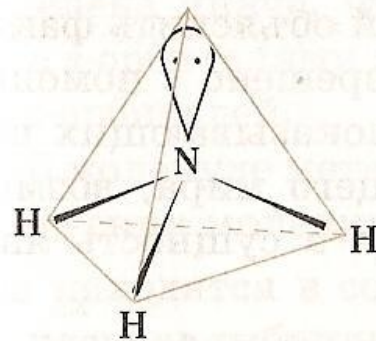
# Пространственное строение молекулы ВОДЫ.



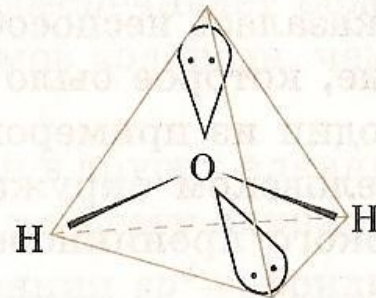
# Зависимость формы молекулы от наличия неподеленных электронных пар



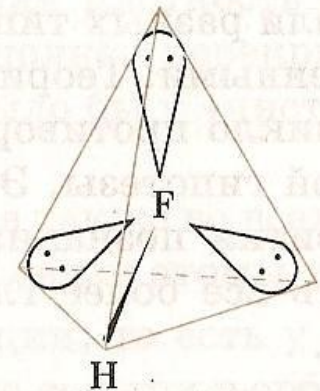
109°28'



107°3'


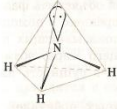
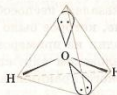
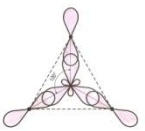



104°5'



180°

# Геометрические конфигурации молекул

Тип гибридизации	Число гибридных орбиталей	Число неподеленных электронных пар	Тип молекулы	Валентный угол	Пространственная конфигурация	Примеры
$sp^3$	4	0	$AB_4$ , алканы	$109^\circ 28'$	Тетраэдр 	$CH_4$ , $CCl_4$ , $SiH_4$ , $NH_4^+$ , C (алмаз)
		1	$:AB_3$	$107^\circ 3'$	Тригональная пирамида 	$NH_3$ , $SO_3^{2-}$ , $NF_3$
		2	$:AB_2$ ..	$104^\circ 5'$	Угловая 	$H_2O$ , $XeO_2$
$sp^2$	3	0	$AB_3$ , алкены	$120^\circ$	Плоская треугольная 	$C_2H_4$ , $BCl_3$ , $AlF_3$ , $C_6H_6$ , $O_3$ , C (графит)
$sp$	2	0	$AB_2$ , алкины	$180^\circ$	Линейная 	$C_2H_2$ , $BeCl_2$ , $CO_2$ , C (карбин)

# Вопросы для закрепления

Даны формулы веществ:

- а)  $C_2H_4$ ;      г)  $H_2O$ ;      ж)  $C$  (алмаз);      к)  $C_2H_2$ ;  
б)  $CH_4$ ;      д)  $BCl_3$ ;      з)  $C$  (карбин);      л)  $C_6H_6$ ;  
в)  $BeH_2$ ;      е)  $NH_3$ ;      и)  $C$  (графит);      м)  $SiCl_4$ .

**1. Выберите формулы веществ, имеющих направленность связей, обусловленную**

$sp^3$ -гибридизацией

$sp^2$ -гибридизацией

3. Анионы  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{ClO}_4^-$  имеют тетраэдрическое строение.

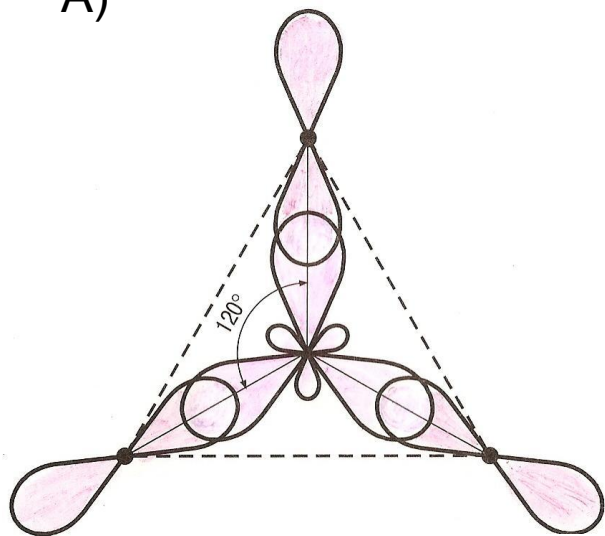
Анионы  $\text{BO}_3^{3-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  имеют форму плоского треугольника.

Какой тип гибридизации характерен для центральных атомов данных анионов?



# 4. Определите, молекулы каких веществ изображены

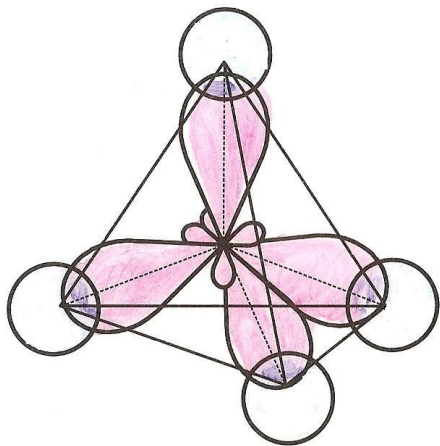
A)



Б)



В)



Г)

