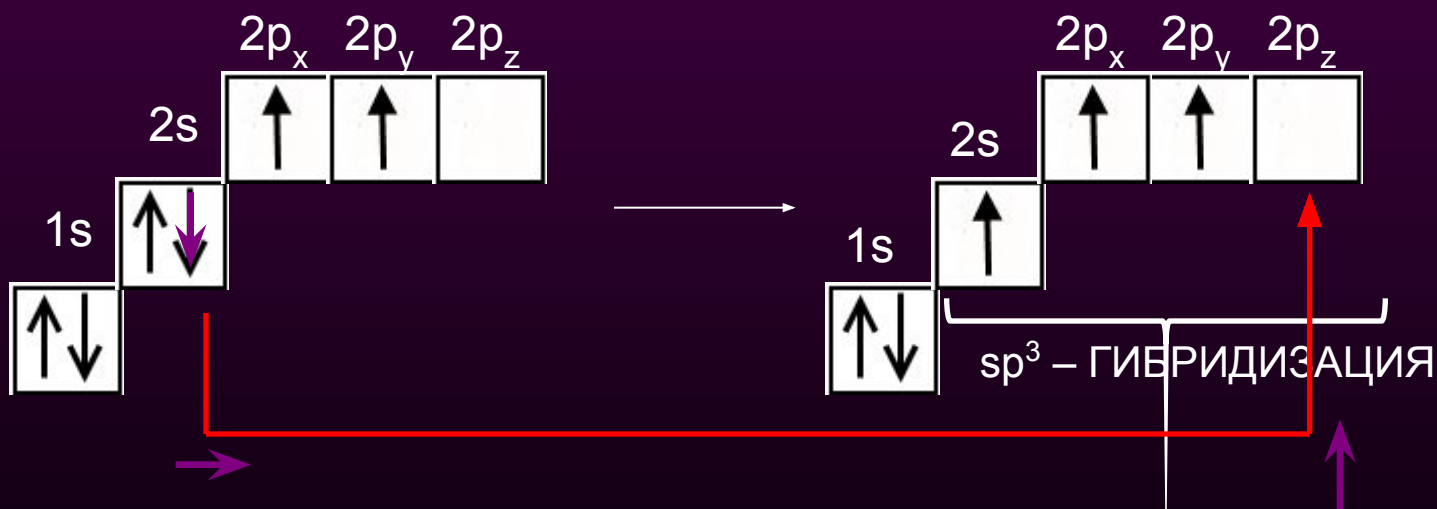


Валентные  
состояния атома  
углерода.  
Гибридизация.

# Электронная структура атома углерода



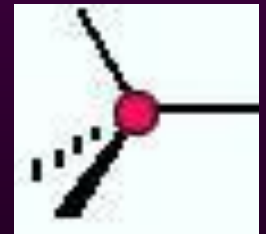
Процессы выравнивания орбиталей по форме и энергии называют  
гибридизацией.

# Первое валентное состояние углерода

## $sp^3$ -Гибридизация

$sp^3$ -Гибридизация - смешение одной  $2s$ - и трех  $2p$ -орбиталей. Все четыре гибридные орбитали строго ориентированы в пространстве под углом  $109^\circ 28'$  друг к другу, создавая утолщенными "лепестками" геометрическую фигуру - тетраэдр. Поэтому  $sp^3$ -гибридизованный атом углерода часто называют "тетраэдрическим".

Состояние углеродного атома с  $sp^3$ -гибридными орбиталями (первое валентное состояние) характерно для предельных углеводородов - алканов.



$sp^3$  -  
тетраэдрическое  
строение

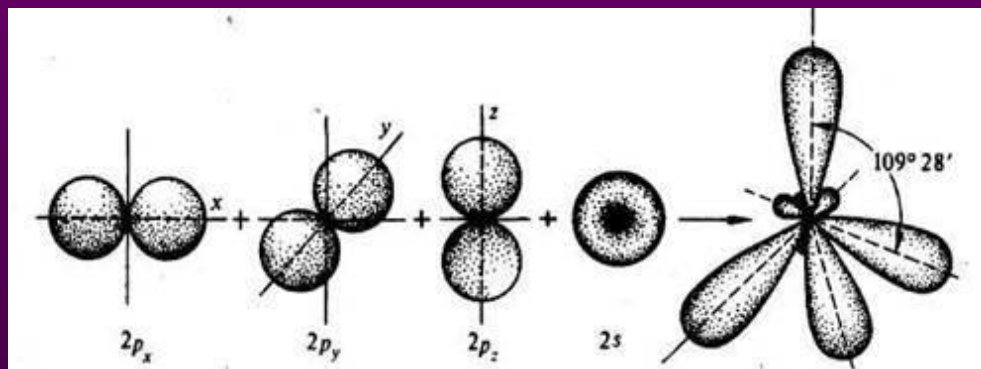
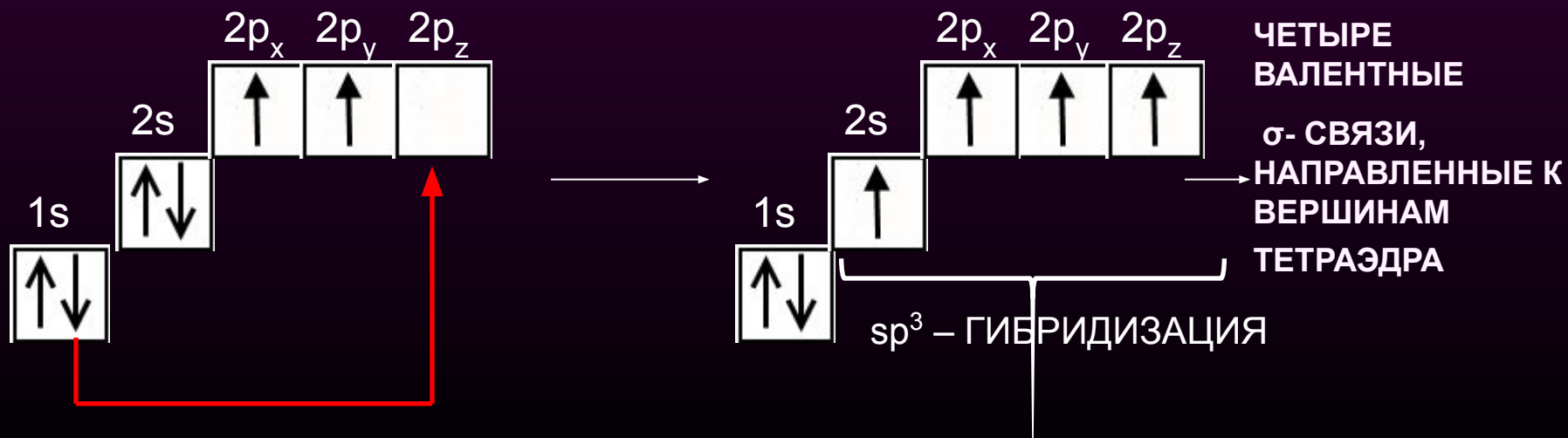
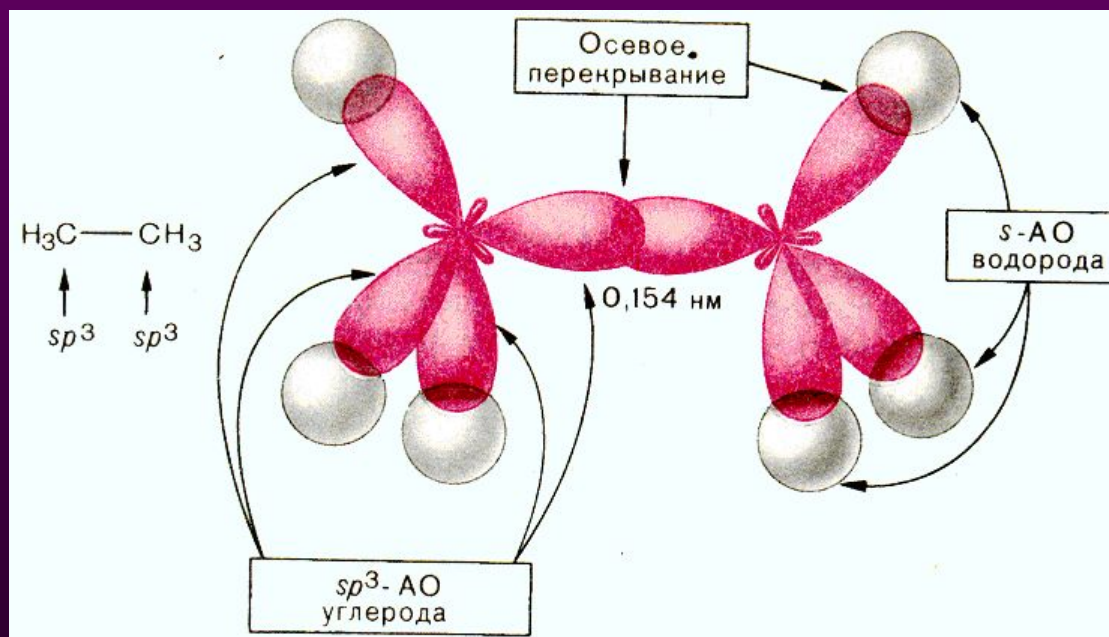


Схема образования четырех  $sp^3$ -гибридных орбиталей:

а - негибридизованные орбитали атома углерода;

б - орбитали атома углерода в состоянии  $sp^3$ -гибридизации





**Атомы углерода в молекулах алканов находятся в состоянии  $sp^3$ -гибридизации. Каждый такой атом способен образовывать четыре одинарные  $\sigma$ -связи как с атомами углерода, так и с атомами водорода. Например, в этане каждый атом углерода образует одну  $\sigma$ -связь за счет осевого перекрывания гибридной орбитали с гибридной орбиталью другого атома углерода и три  $\sigma$ -связи за счет перекрывания гибридных орбиталей с  $s$ -орбиталями трех атомов водорода**

# Молекулярная структура алканов

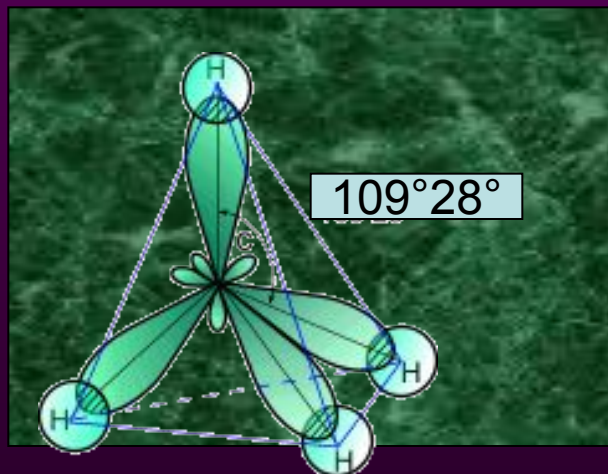
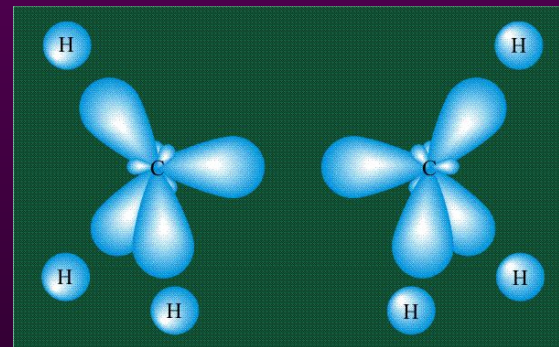
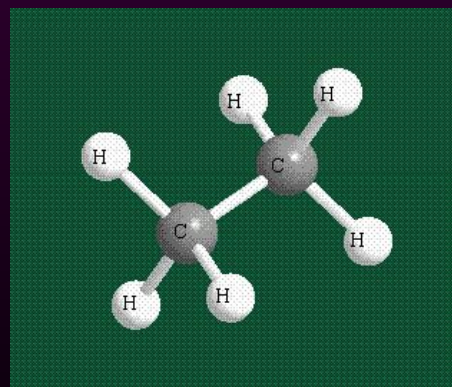


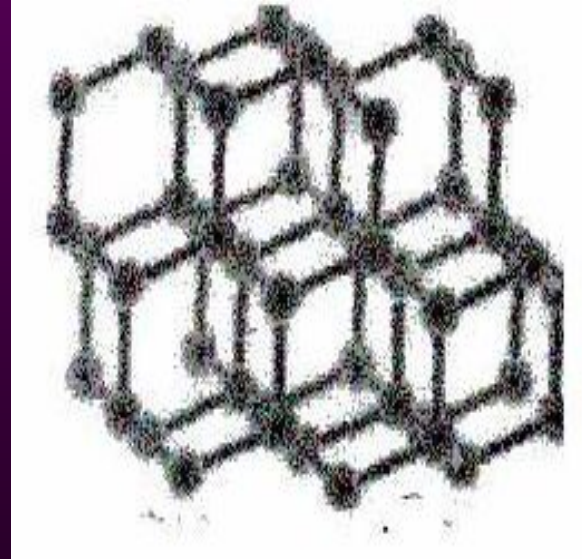
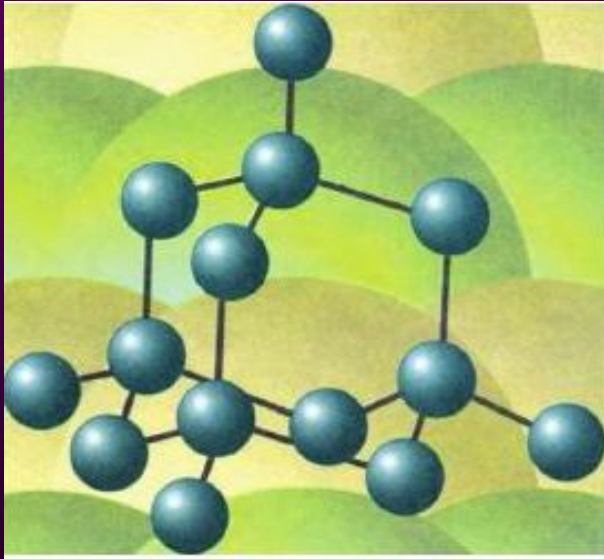
СХЕМА ОБРАЗОВАНИЯ  
ХИМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ  
В МОЛЕКУЛЕ МЕТАНА



ОБРАЗОВАНИЯ  $\sigma$ -СВЯЗЕЙ в этане



ОБЪЕМНАЯ МОДЕЛЬ  
МОЛЕКУЛЫ ЭТАНА

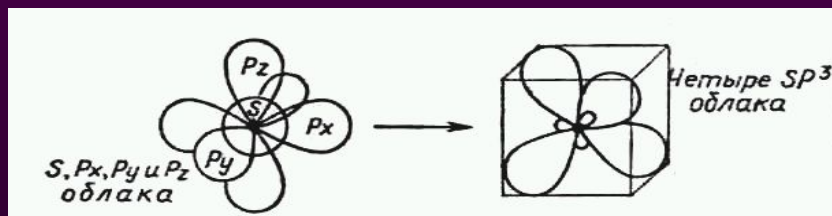


**Кристаллическая решетка алмаза**

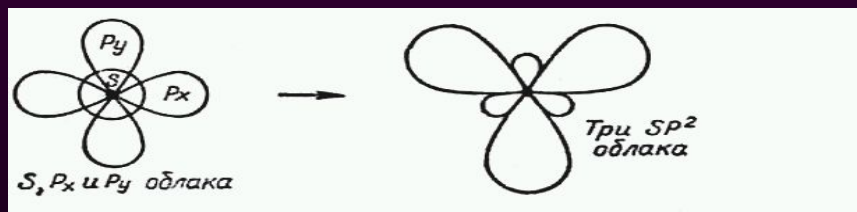


# Для атомной орбитали возможно три типа гибридизации (три валентных состояния)

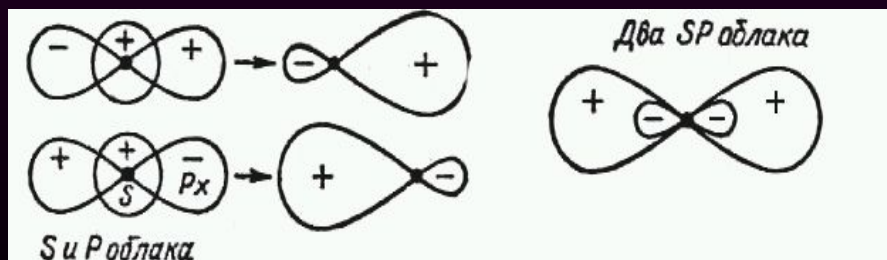
$sp^3$ -Гибридизация



$sp^2$ -Гибридизация



$sp$  -Гибридизация



# Второе валентное состояние углерода

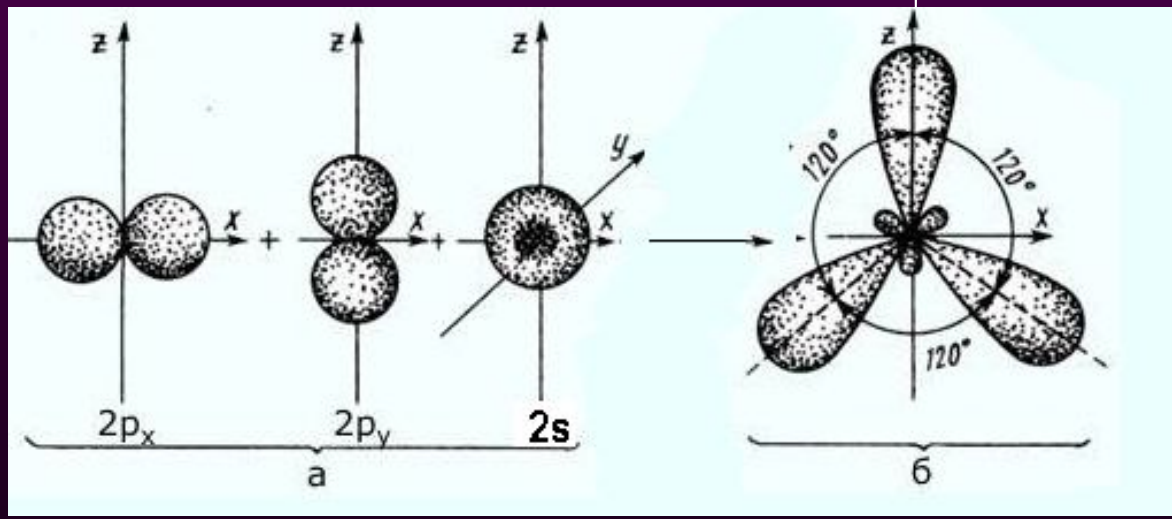
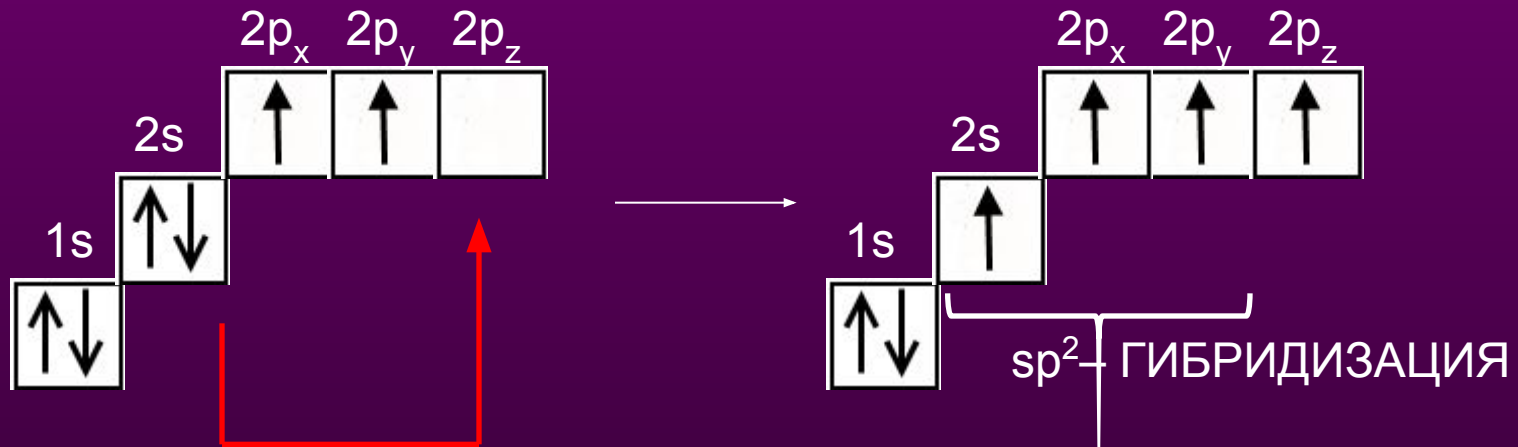
## $sp^2$ -Гибридизация

$sp^2$ -Гибридизация - смешение одной  $2s$ - и двух  $2p$ -орбиталей, одна  $2p$  не гибридизована и перпендикулярна плоскости, в которой расположены три  $sp^2$ -гибридные орбитали.

Состояние атома углерода с  $sp^2$ -гибридными орбиталями (второе валентное состояние) характерно для непредельных углеводородов ряда этилена - алкенов



$sp^2$  - плоскостное строение

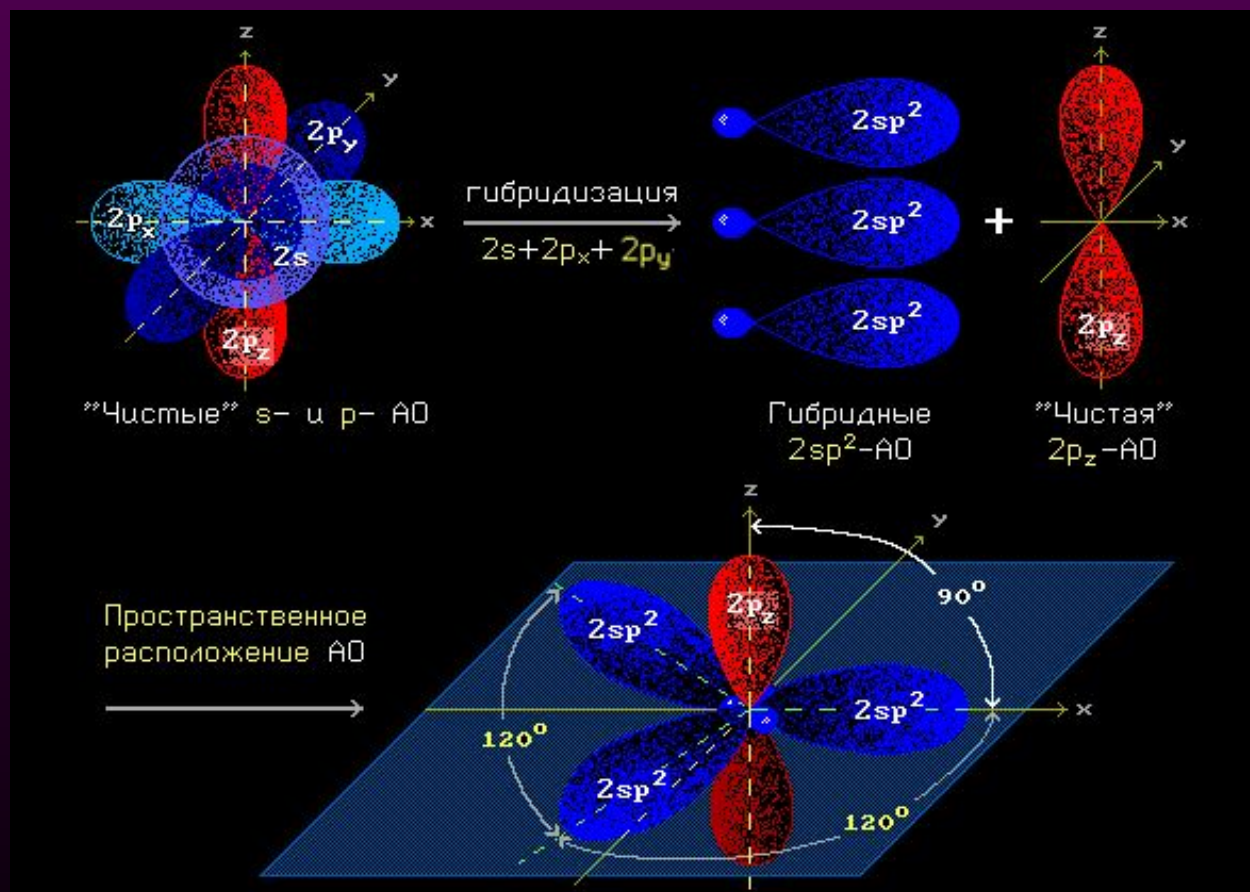


**Схема образования трех  $sp^2$ -гибридных орбиталей:**

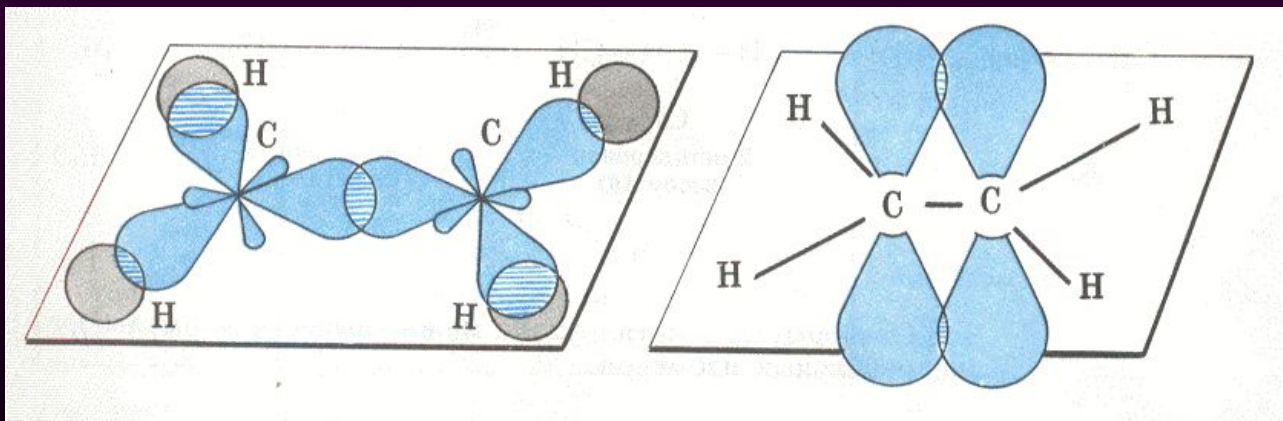
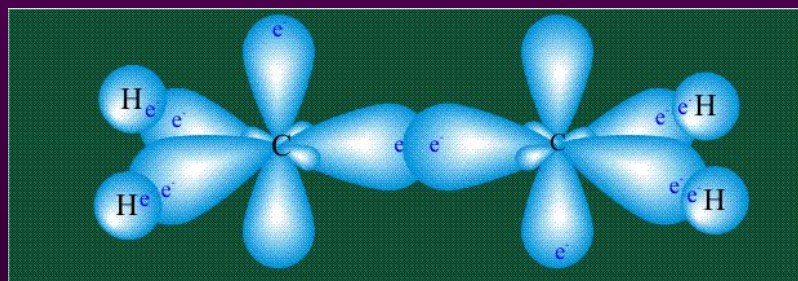
**а - негибридизованные орбитали атома углерода;**

**б - орбитали атома углерода в состоянии  $sp^2$ -гибридизации.**

# $sp^2$ -Гибридизация



# Молекулярная структура алкенов



ОБРАЗОВАНИЕ  $\sigma$ - и  $\pi$ -СВЯЗЕЙ В ЭТИЛЕНЕ

# Третье валентное состояние углерода

$sp$ –

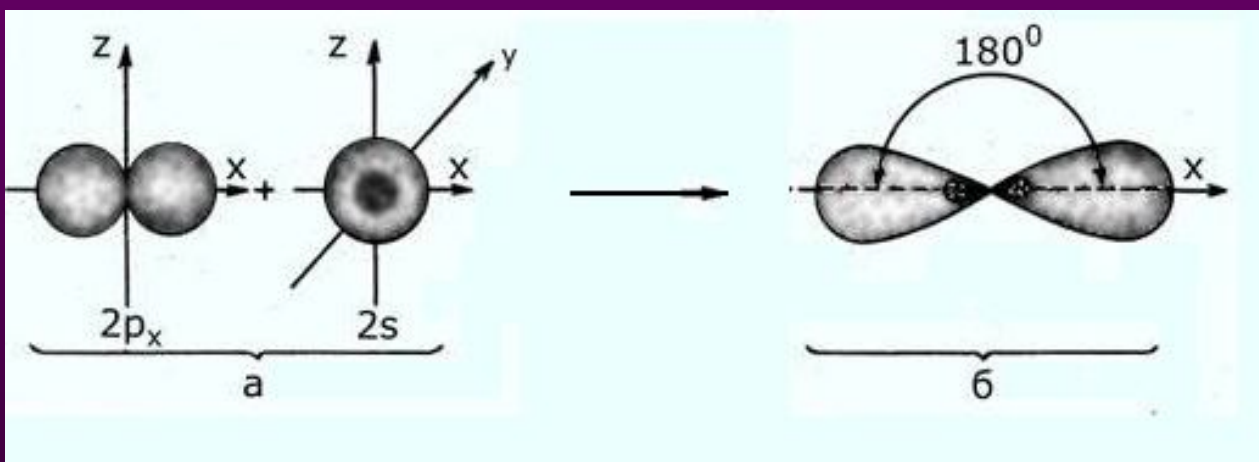
## Гибридизация

$sp$ -Гибридизация - смешение одной  $2s$ - и одной  $2p$ -орбитали. Две гибридные орбитали расположены на одной прямой линии под углом  $180^\circ$  друг к другу. Остальные две негибридизованные  $2p$ -орбитали расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях.



$sp$  - линейное строение

Состояние атома углерода с  $sp$ -гибридными орбиталями (третье валентное состояние) характерно для непредельных углеводородов ацетиленового ряда - алкинов.

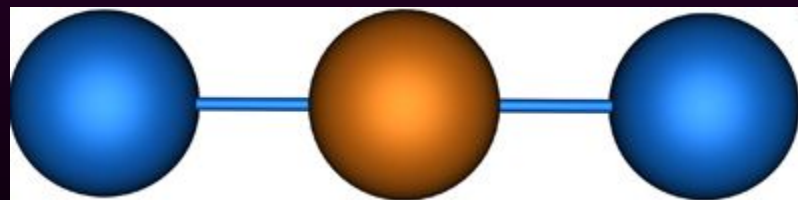


**Схема образования двух  $sp$ -гибридных орбиталей:**

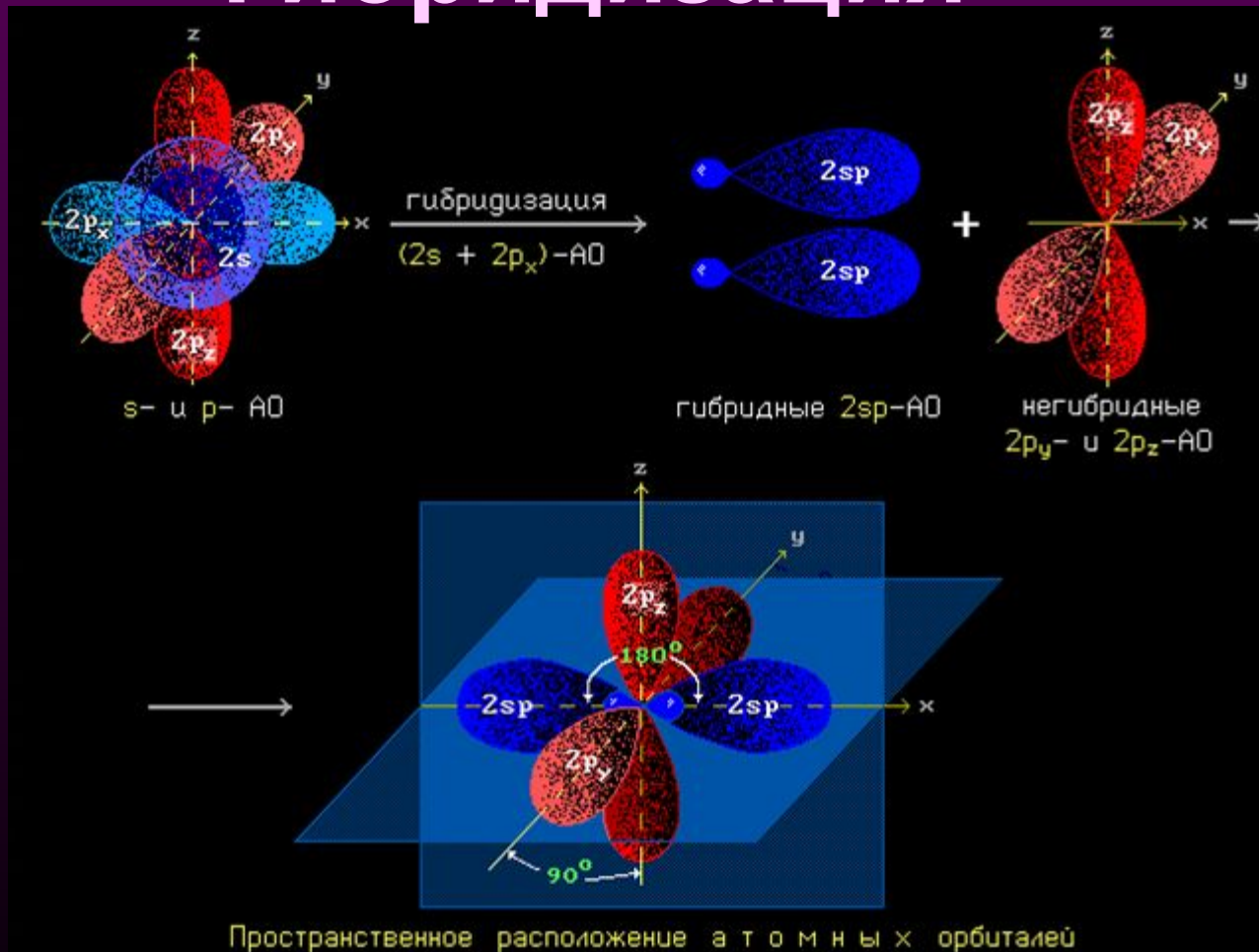
**а - негибридизованные орбитали атома углерода;**

**б - орбитали атома углерода в состоянии  $sp$ -гибридизации**

Пространственная  
конфигурация молекулы,  
центральный атом которой  
образует две  $sp$ -гибридные орбитали

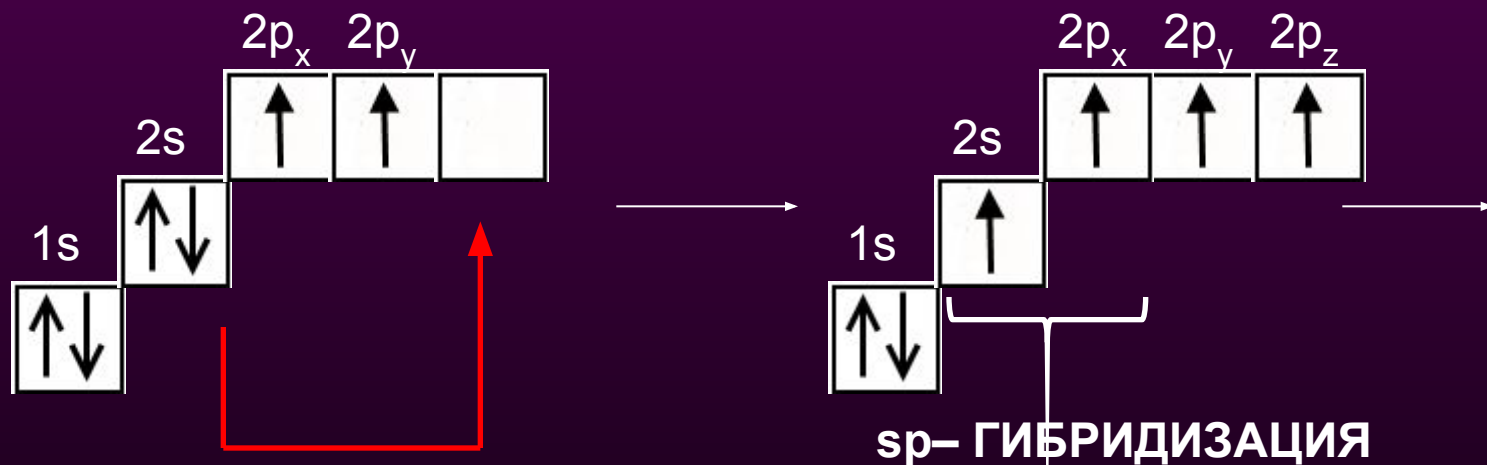


# sp- Гибридизация



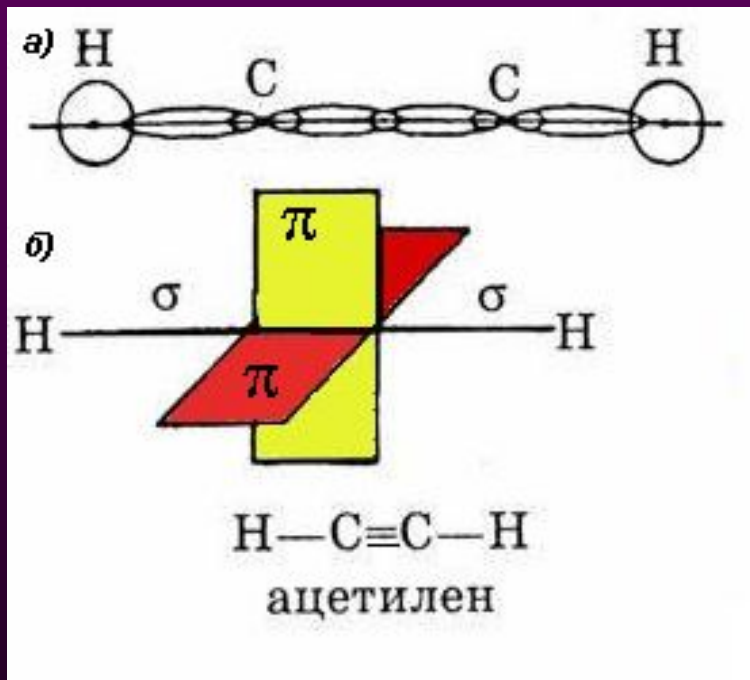


# Молекулярная структура алкинов



2  $\sigma$ -связи каждого атома углерода;

2p-электрона, не участвующие в гибридизации, образуют две  $\pi$ -связи, расположенные в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.



- а) схема образования  $\sigma$ -связей  
б) взаимное расположение  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей

# Молекулярная структура алкинов

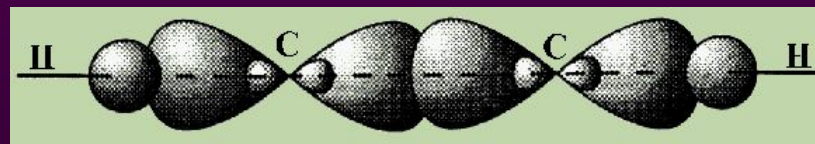
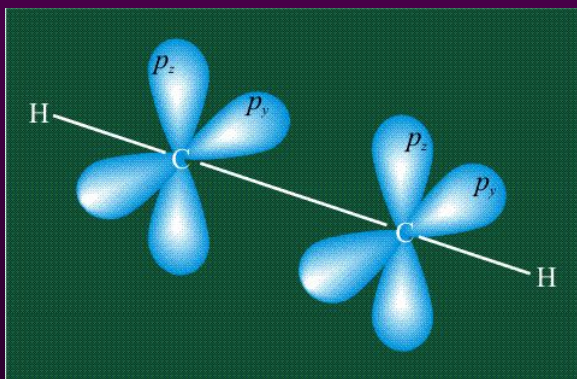
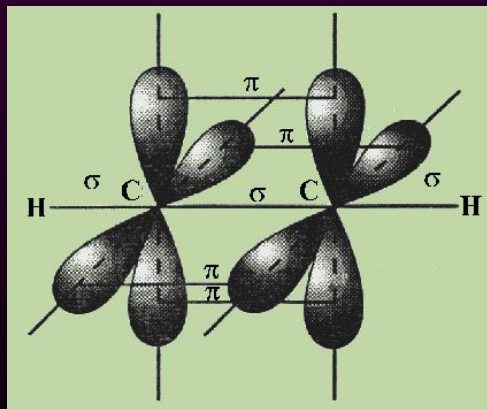
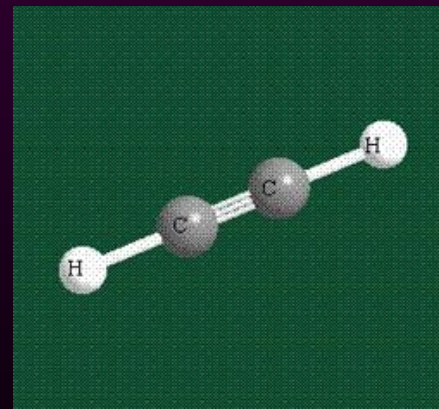


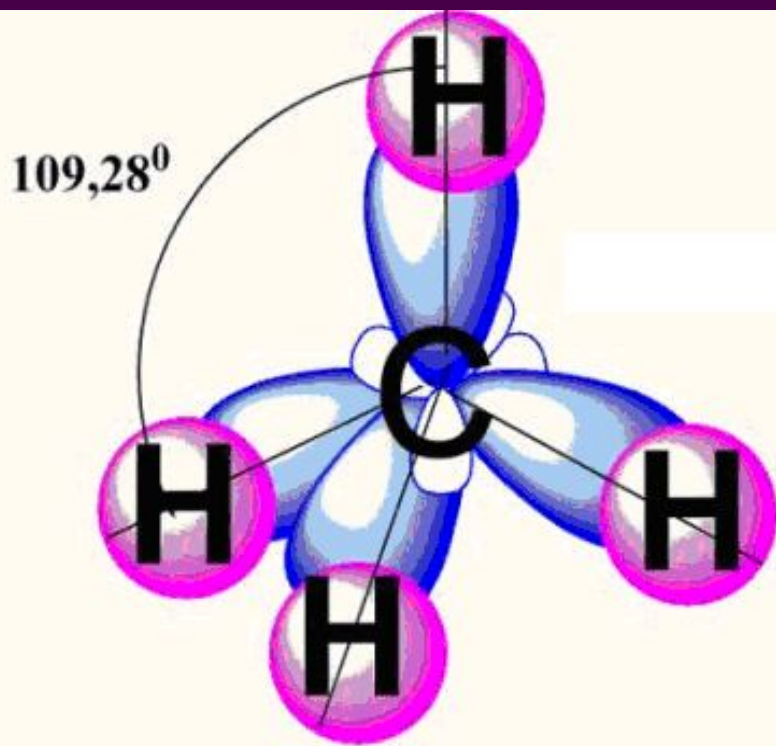
СХЕМА ОБРАЗОВАНИЯ  $\sigma$ -СВЯЗЕЙ  
В АЦЕТИЛЕНЕ



ОБРАЗОВАНИЯ  $\pi$ -СВЯЗЕЙ В АЦЕТИЛЕНЕ

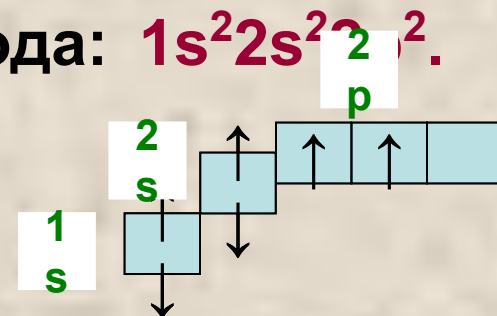


# Молекула метана $\text{CH}_4$

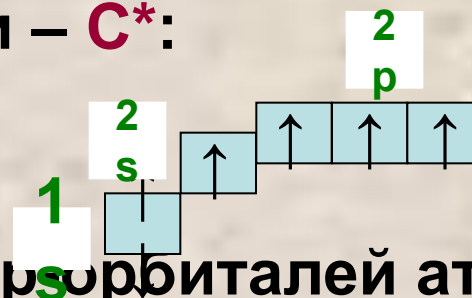
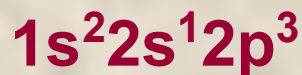


# Пример 3. Образование молекулы $\text{CH}_4$

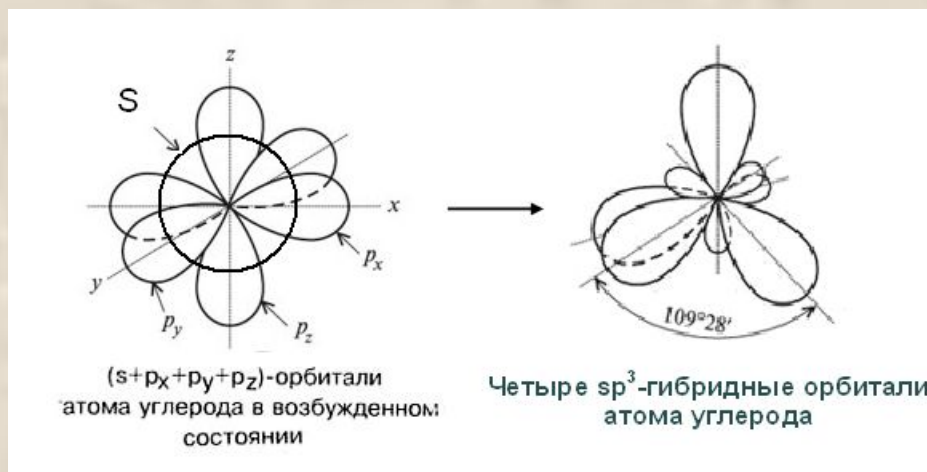
- 1. Электронная формула атома углерода:  $1s^2 2s^2 2p^2$ .
- 2. Электронно-структурная формула атома C:



- 3. Электронная и электронно-структурная формула атома C в возбужденном состоянии –  $\text{C}^*$ :



- 4. Гибридизация одной  $2s$ - и двух  $2p$ -орбиталей атома углерода в возбужденном состоянии –  $\text{C}^*$ :

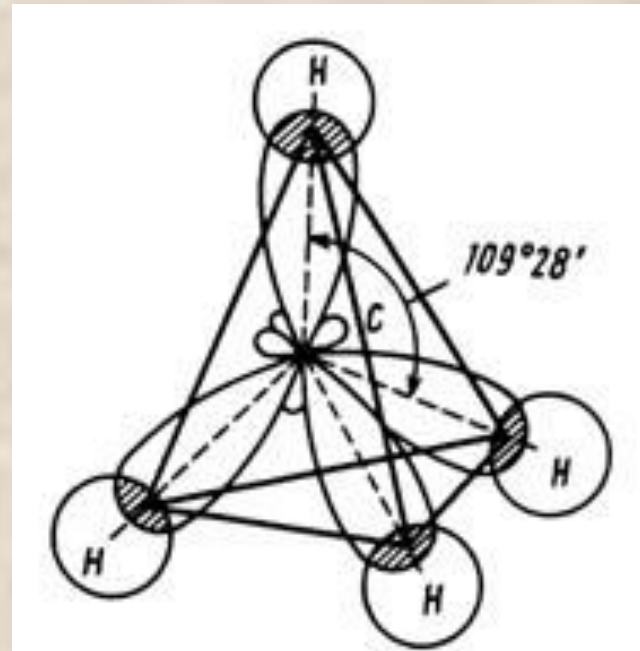


### Пример 3. Образование молекулы $\text{CH}_4$ (продолжение)

- 4. Электронная формула атома H:  $1s^1$ .
- 5. Электронно-структурная формула атома H:



- 6. Перекрывание
- $sp^3$ -гибридных
- орбиталей атома C
- и s-орбиталей атома H:



# Типы гибридизации

