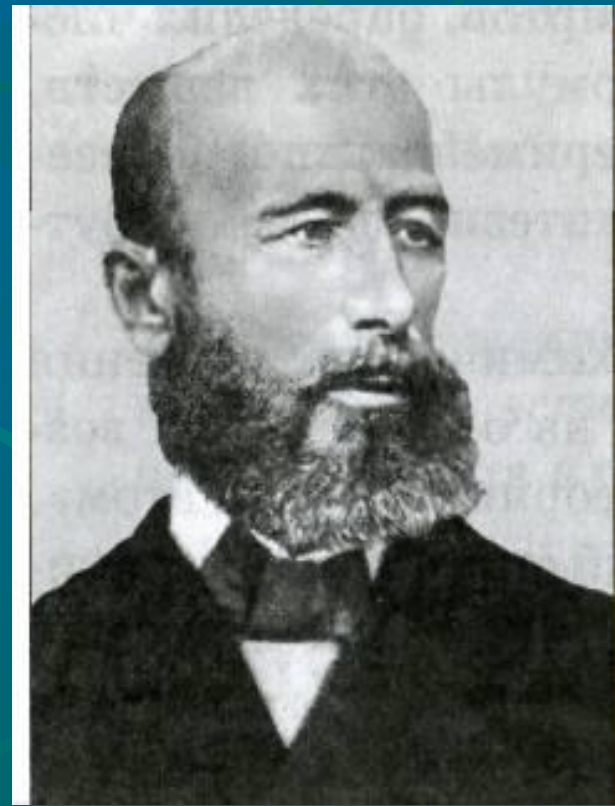


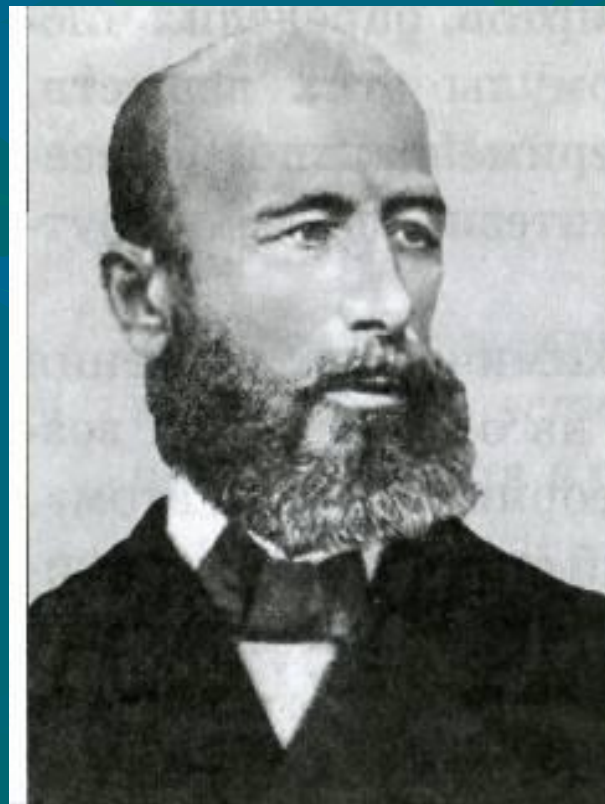
# Теория строения химических соединений А. М. Бутлерова



# Бутлеров Александр Михайлович (1828-1886)

А. М. Бутлеров создал первую в России школу химиков-органиков, из которой вышли блестящие ученые: В. В. Марковников, Д. П. Коновалов, А. Е. Фаворский и др.

Недаром Д. И. Менделеев писал: «А. М. Бутлеров — один из величайших русских ученых, он русский и по ученому образованию, и по оригинальности трудов».



# Теория строения органических соединений

Теория химического строения органических соединений, выдвинутая А. М. Бутлеровым во второй половине прошлого века (1861 г.), была подтверждена работами многих ученых, в том числе учениками Бутлерова и им самим.

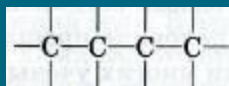
Оказалось возможным на ее основе объяснить многие явления, до той поры не имевшие толкования: изомерию, гомологию, проявление атомами углерода четырехвалентности в органических веществах.

Теория выполнила и свою прогностическую функцию: на ее основе ученые предсказывали существование неизвестных еще соединений, описывали свойства и открывали их.

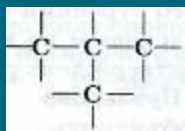
# Основные положения теории строения химических соединений

1. Атомы в молекулах соединяются в определенном порядке в соответствии с их валентностью.  
(Углерод четырехвалентен).

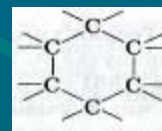
а) атомы четырехвалентного углерода могут соединяться друг с другом, образуя различные цепи:



открытые  
неразветвленные

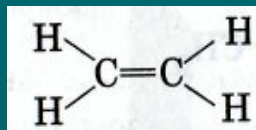
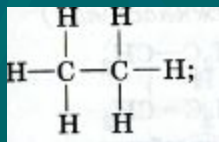


открытые  
разветвленные



замкнутые

б) порядок соединения атомов углерода в молекулах может быть различным и зависит от вида ковалентной химической связи между атомами углерода — одинарной или кратной (двойной и тройной):



# Второе положение

*Свойства веществ зависят не только от их качественного и количественного состава, но и от строения их молекул.*

Это положение объясняет явление изомерии.

Вещества, имеющие одинаковый состав, но разное химическое или пространственное строение, а следовательно, и разные свойства, называют *изомерами*.

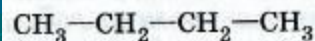
# Виды изомерии:

- Структурная ( изомерия углеродного скелета; изомерия положения; изомерия гомологических рядов)
- Пространственная ( цис -, трансизомерия)

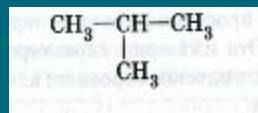
# Структурная изомерия

- Структурная изомерия, при которой вещества различаются порядком связи атомов в молекулах:

## 1) изомерия углеродного скелета



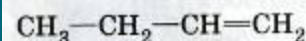
Н - Бутан



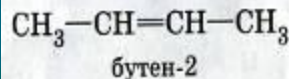
изобутан (2-метилпропан)

## 2) изомерия положения

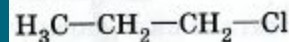
### а) кратных связей:



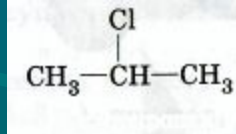
бутен-1



### б) заместителей

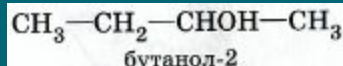


1-хлорпропан

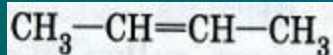


2-хлорпропан

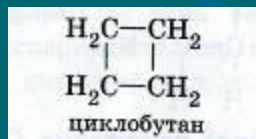
### в) изомерия положения функциональных групп



## 3) изомерия гомологических рядов (межклассовая)



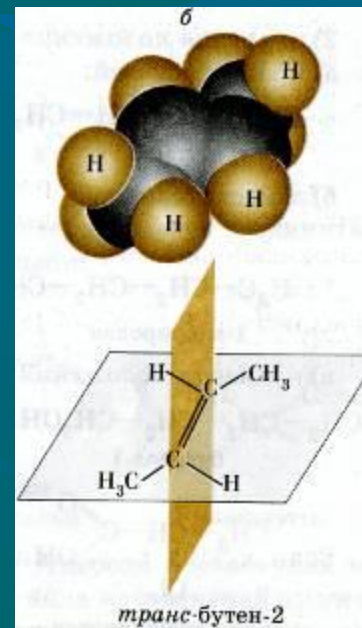
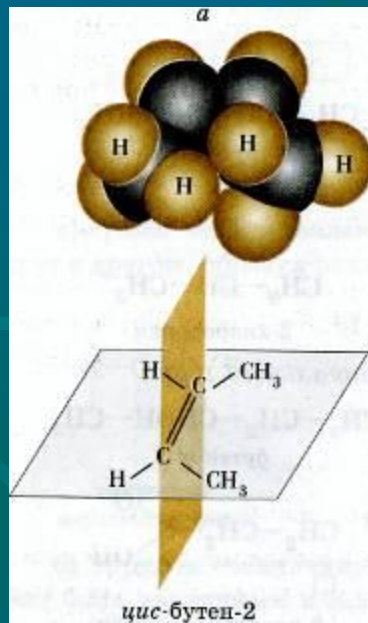
бутен-2





# Пространственная изомерия

- **Пространственная изомерия**, при которой молекулы веществ отличаются не порядком связи атомов, а положением их в пространстве: *цис-*, *транс*изомерия (геометрическая).

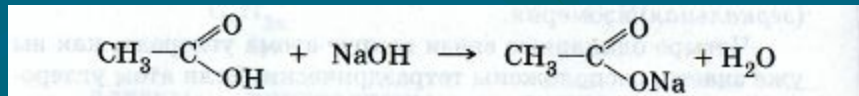




# Третье положение

- **Третье положение.** *Свойства веществ зависят от взаимного влияния атомов в молекулах.*

Например, в уксусной кислоте в реакцию со щелочью вступает только один из четырех атомов водорода. На основании этого можно предположить, что только один атом водорода связан с кислородом:



С другой стороны, из структурной формулы уксусной кислоты можно сделать вывод о наличии в ней одного подвижного атома водорода, то есть о ее одноосновности.

**Создание теории строения веществ сыграло важнейшую роль в развитии органической химии.:**

**Значение теории химического строения А. М. Бутлерова для органической химии можно сравнить со значением Периодического закона и Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева для неорганической химии.**

**Реакции органических веществ можно разделить на четыре типа:**

- **Замещения;**
- **Присоединения;**
- **Отщепления (элиминирования);**
- **Перегруппировки (изомеризации)**

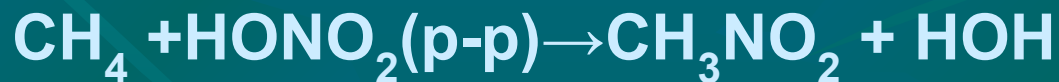
**Субстрат** – это главное органическое вещество, которое участвует в реакции.

**Реагент** – это другой компонент этой реакции.

Реакции замещения - это реакции, в ходе которых атомы или группы атомов в исходной молекуле замещаются на другие атомы или группы атомов

## Реакции замещения

- Характерны для веществ, имеющих простые одинарные связи.



Реакции присоединения – это реакции, в ходе которых молекулы реагирующих веществ соединяются в одну

1. Реакции гидрирования (присоединения водорода)



2. Реакции галогенирования (присоединения галогена)



3. Реакции гидрогалогенирования (присоединения галогеноводорода)

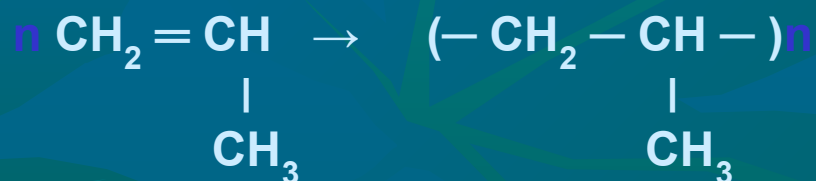


4. Реакции гидратации (присоединение воды)

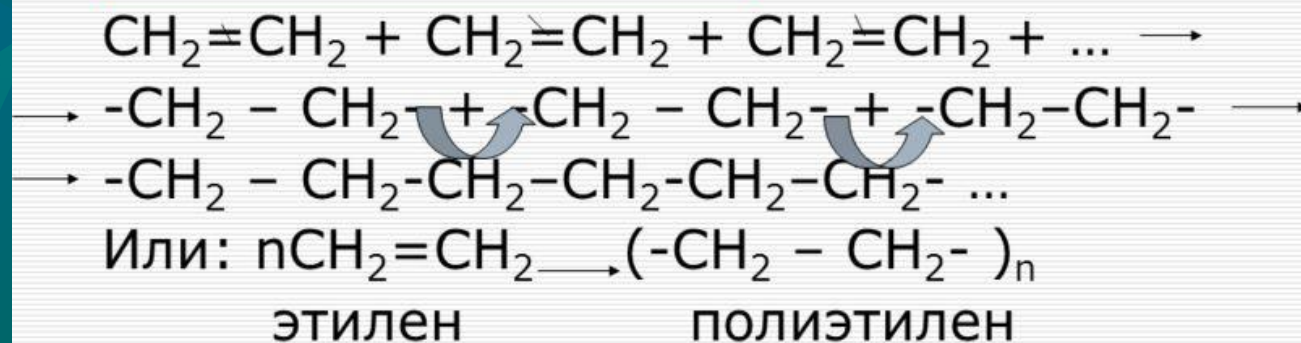


## 5. Реакции полимеризации

(образование полимеров)



### Реакция полимеризации





Реакции отщепления (элиминирования) – это реакции, в ходе которых из одной молекулы исходного вещества образуется несколько новых веществ

**1. Реакции дегидрирования (отщепления водорода)**



**2. Реакции дегалогенирования (отщепления галогена)**



**3. Реакции дегидрогалогенирования (отщепления галогеноводорода)**



**4. Реакции дегидратации (отщепление воды)**



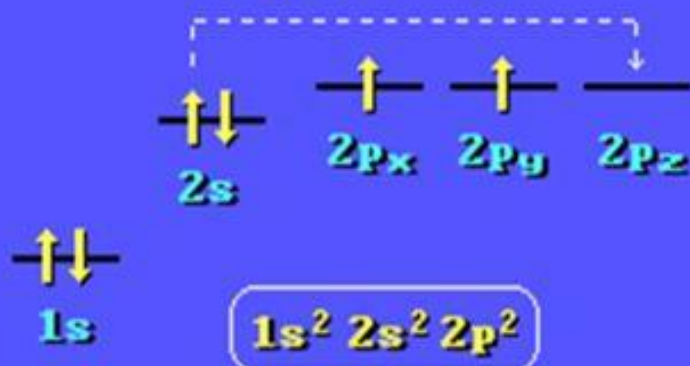
# Классификация ОС

а) по строению углеродного скелета:

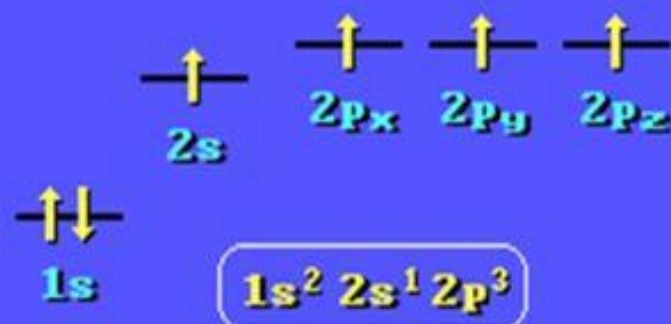


# СОСТОЯНИЯ АТОМА УГЛЕРОДА

Невозбужденное (основное)  
состояние



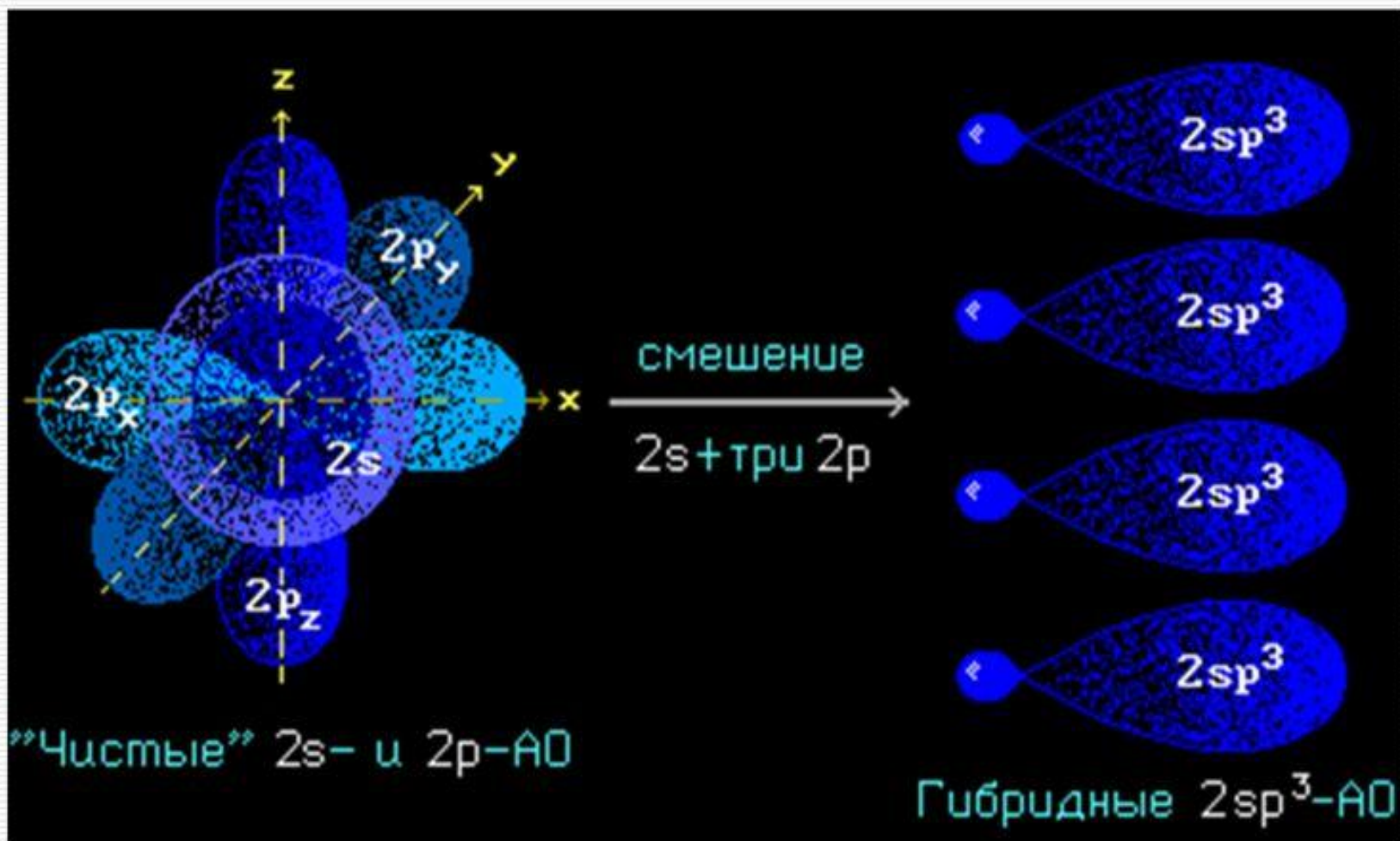
Возбужденное состояние



Возбуждение атома углерода происходит при получении им дополнительной энергии, например, в момент образования химической связи.

При этом происходит перегруппировка внешних валентных электронов: один электрон с  $2s$ -орбитали переходит на свободную  $2p$ -орбиталь.

Валентность атома углерода, равная 4, т.е. его способность образовывать 4 связи с другими атомами, определяется числом неспаренных электронов в возбужденном состоянии.





- 
- **Гомологи** – вещества одного класса, отличающиеся друг от друга на одну или несколько групп  $\text{—CH}_2\text{—}$
  - **Гомологический ряд** – ряд веществ, расположенных в порядке возрастания относительных молекулярных масс, сходных по строению и свойствам, но отличающиеся друг от друга на одну или несколько групп  $\text{—CH}_2\text{—}$

## Гомологический ряд алканов неразветвленного строения

Формула алкана	Название	$t_{\text{пл.}}^{\circ\text{C}}$	$t_{\text{кип.}}^{\circ\text{C}}$	Агрегатное состояние (н.у.)
$\text{CH}_4$	метан	-184,0	-161,5	газы
$\text{C}_2\text{H}_6$	этан	-172,0	-88,3	
$\text{C}_3\text{H}_8$	пропан	-189,9	-42,17	
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	бутан	-135,0	-0,5	
$\text{C}_5\text{H}_{12}$	пентан	-131,6	36,2	жидкости
$\text{C}_6\text{H}_{14}$	гексан	-94,3	69,0	
$\text{C}_7\text{H}_{16}$	гептан	-90,5	98,4	
$\text{C}_8\text{H}_{18}$	октан	-56,5	125,8	
$\text{C}_9\text{H}_{20}$	нонан	-53,7	150,8	
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	декан	-29,7	174,0	
...				
$\text{C}_{20}\text{H}_{42}$	эйкозан	36,8	205,0	твёрдые



# Химические свойства алканов

---

□ Так как все связи насыщены до предела, для алканов характерны реакции

□ Замещение  $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{h\nu} \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$

□ Разложение (крекинг)

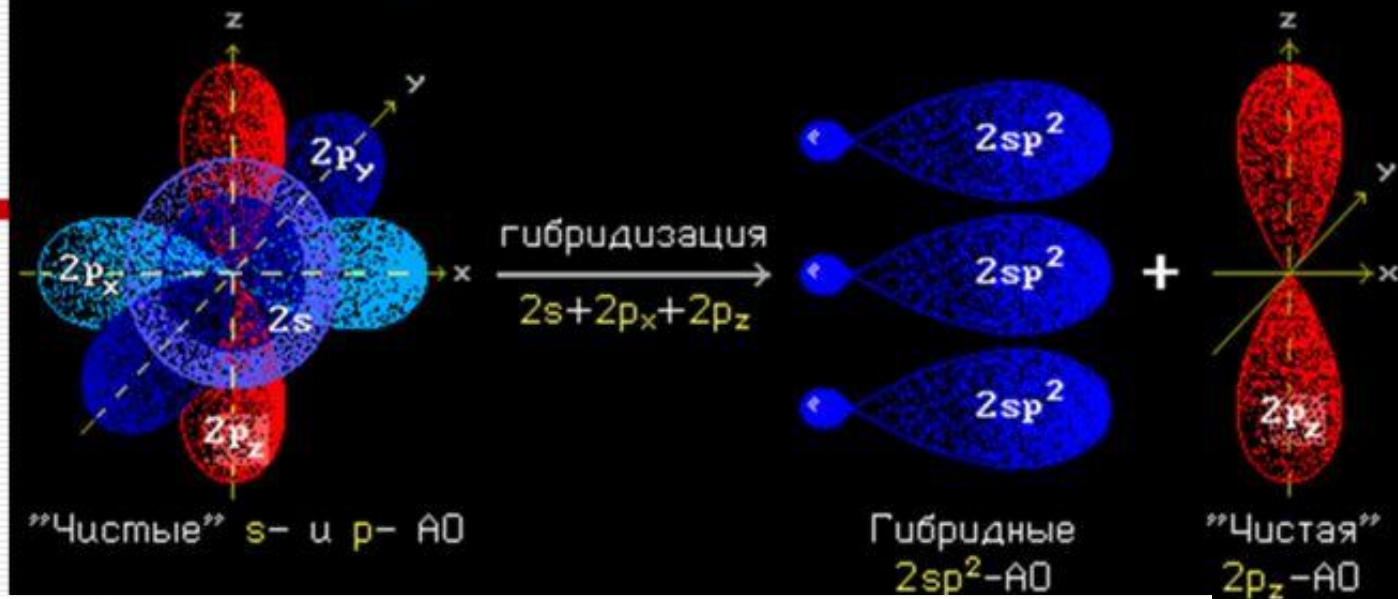


□ Отщепление (дегидрирование – отщепление водорода)



□ Горение  $2\text{C}_2\text{H}_6 + 5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

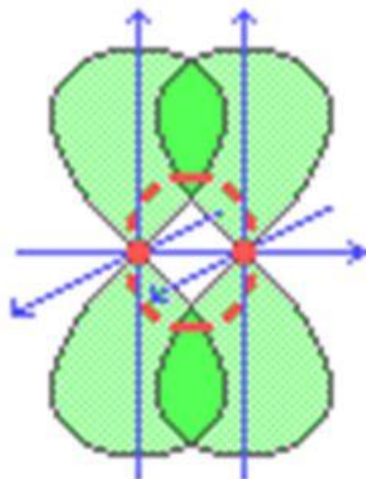
# $sp^2$ – Гибридизация



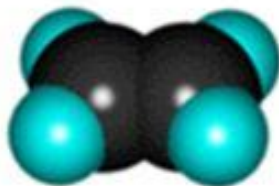
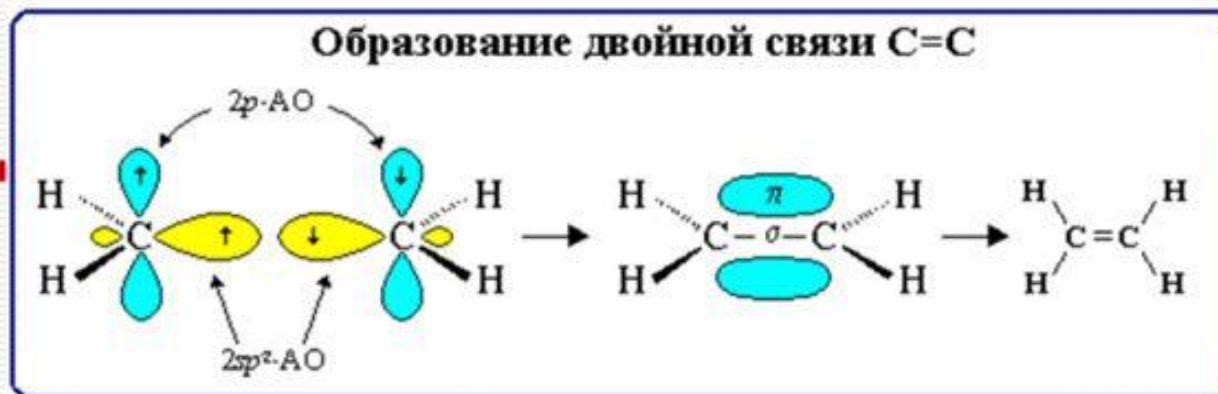
## пи-СВЯЗЬ

**пи-Связь** - ковалентная связь, возникающая при боковом перекрывании негибридных  $p$ -АО. Такое перекрывание происходит вне прямой, соединяющей ядра атомов

## $\pi$ - СВЯЗЬ



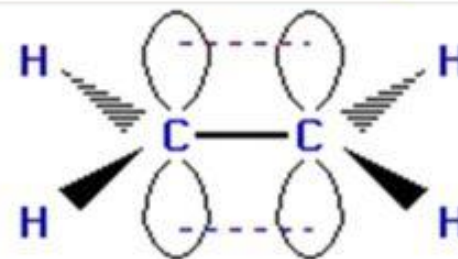
# Алкены. Строение



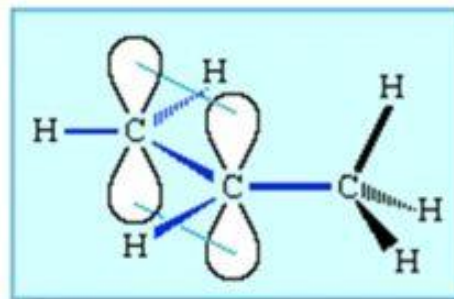
Масштабная модель  
(полусферическая)



Шаростержевая  
модель



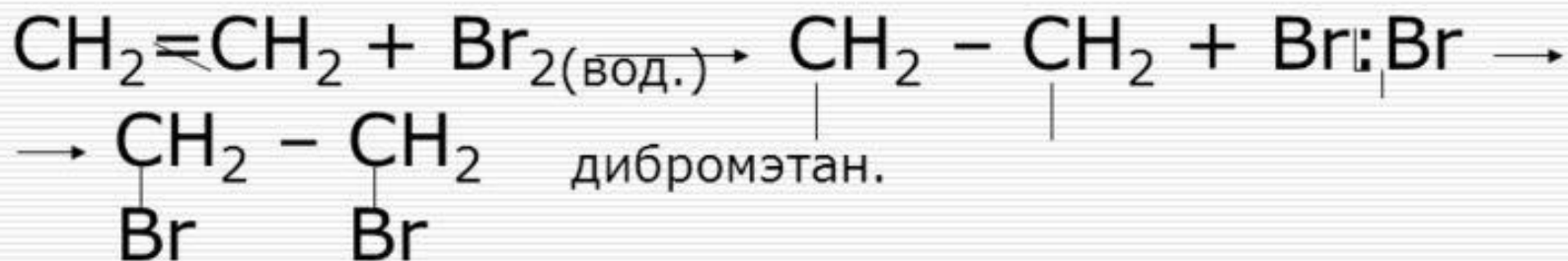
Атомно-орбитальная  
модель



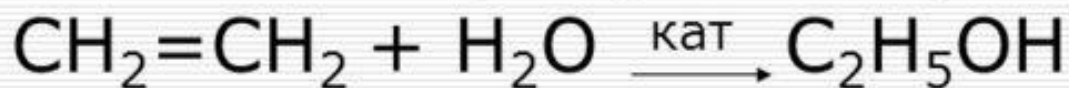
Химические свойства алкенов.

Характерны реакции присоединения по двойной связи:

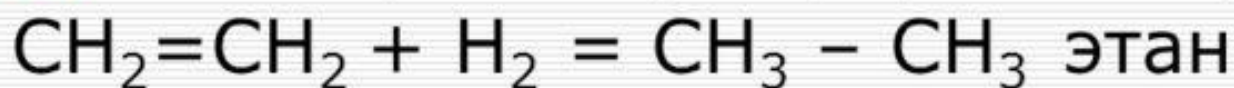
### 1. С галогенами



### 2. С водой (гидратация)



### 3. С водородом (гидрирование)



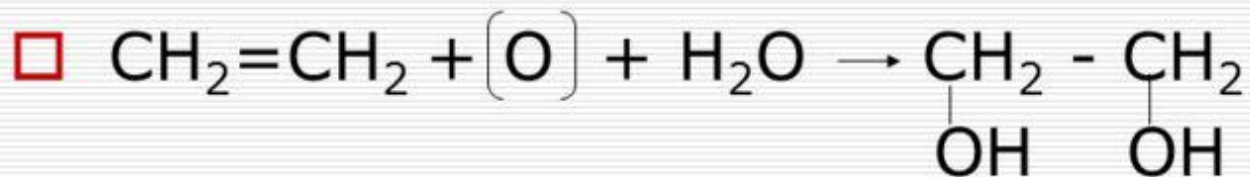
# Реакции окисления

---

1. Полное окисление (горение)



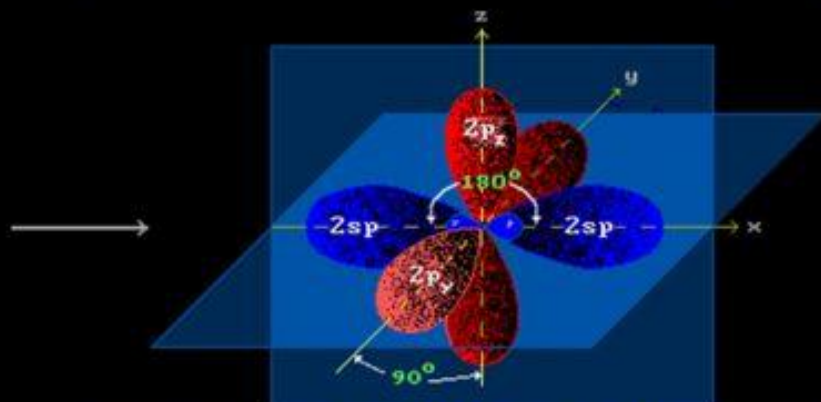
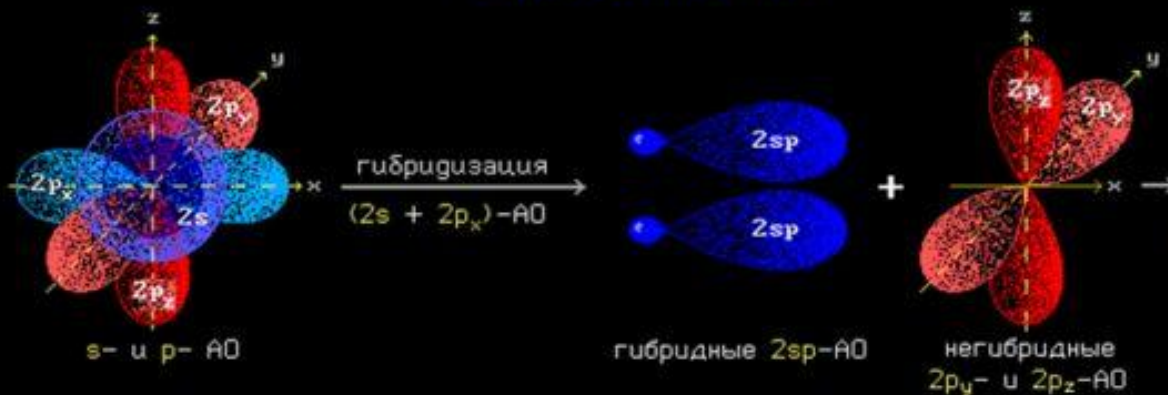
2. Частичное окисление



этиленгликоль

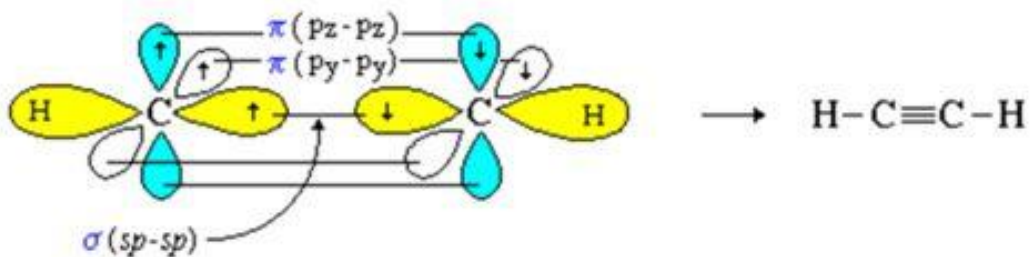


## sp – Гибридизация



Пространственное расположение атомных орбиталей

## Образование тройной связи $C \equiv C$



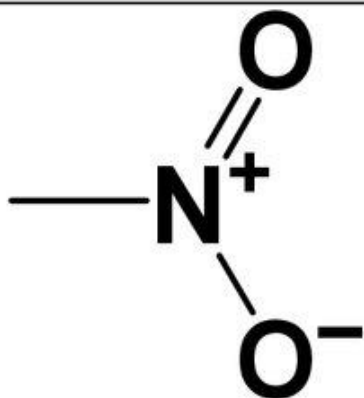


- **Функциональная группа** – атом или группа атомов, которые определяют принадлежность соединения к определенному классу и отвечают за его химические свойства.
- Все классы ОС взаимосвязаны.

# Основные функциональные группы и соответствующие им классы органических соединений

Функциональная группа		Название класса	Общая формула класса R-H
Формула	Название		
-	-	<b>Углеводороды</b>	R-H
-F,-Cl,-Br,-I	Галогены	<b>Галогенопроизводные</b>	R-Hal

-ОН	Гидроксильная	Спирты Фенолы	R-OH Ar-OH
-O-	Окси	Простые эфиры	R-O-R
	Карбонильная	Альдегиды Кетоны	R-CH=O R-CO-R <sub>1</sub>
	Карбоксильная	Карбоновые кислоты	R-COOH



Нитро

Нитро  
соединения

R-NO<sub>2</sub>

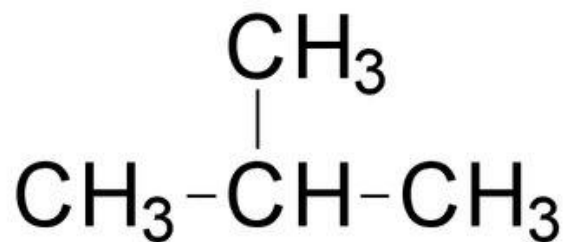
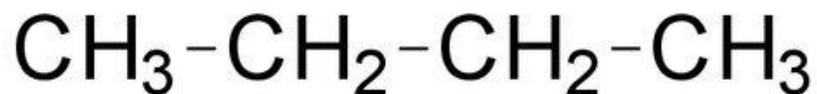


АМИНО

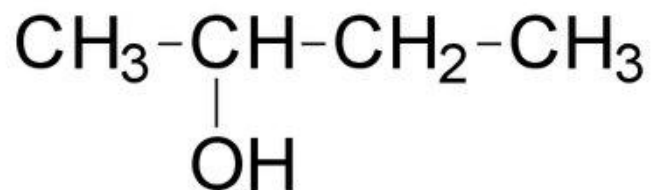
Амины  
(первичные)

R-NH<sub>2</sub>

- **Структурные изомеры** – вещества, имеющие одинаковый состав (молекулярную формулу), но разную структурную формулу.
- **Изомеры углеродного скелета** – изомеры, различающиеся последовательностью связывания атомов углерода.



- **Изомеры положения** – изомеры, различающиеся положением одинаковых функциональных групп или двойных связей при одинаковом углеродном скелете.





- Изомеры функциональной группы (межклассовые изомеры) – изомеры, различающиеся характером функциональной группы.

