

# Общие представления о классах органических веществ.

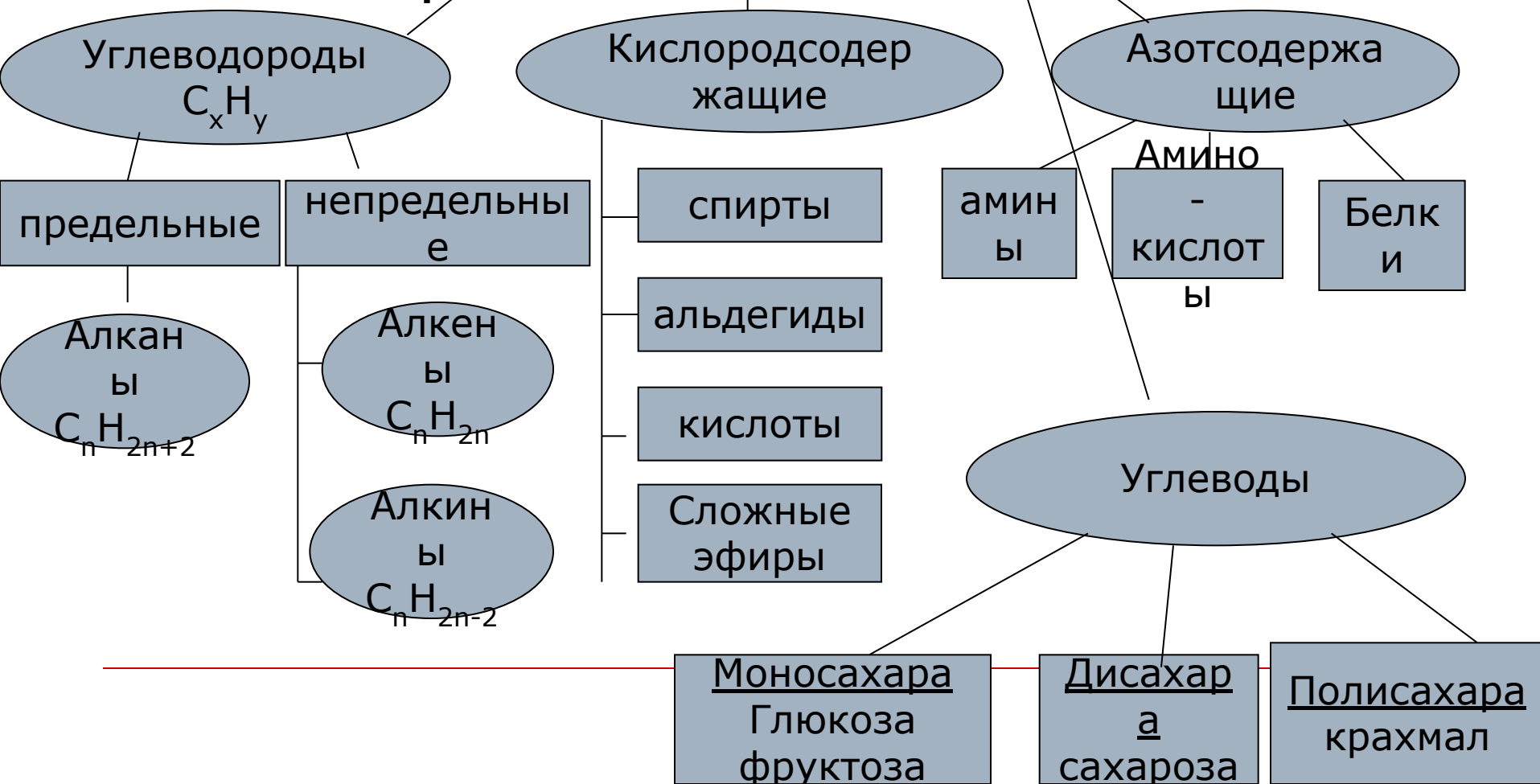
---

Классификация органических  
веществ.

Представители.

# Классификация

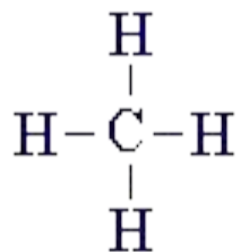
## Органические вещества



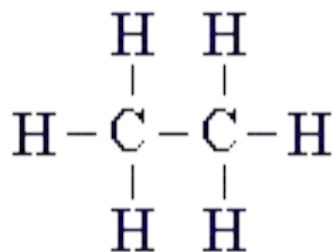
# Углеводороды.

## Пределные (насыщенные, алканы)

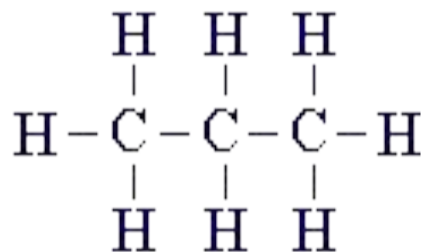
**Алканы - углеводороды, состав которых выражается общей формулой  $C_n H_{2n+2}$ , где  $n$  - число атомов углерода.**



метан



этан



пропан

*структурные  
формулы*

*молекулярные  
формулы*

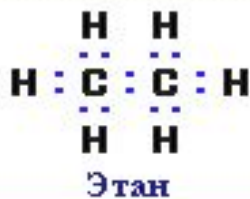
*названия*

## 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                             | твердые                     |

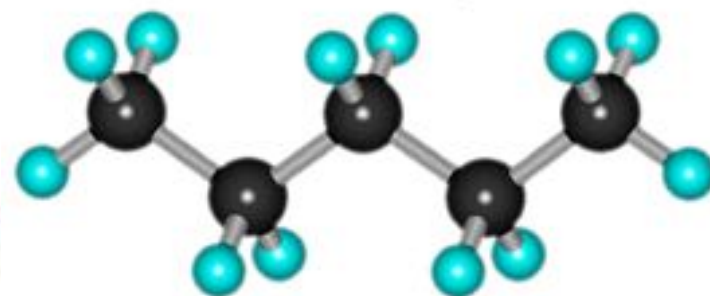
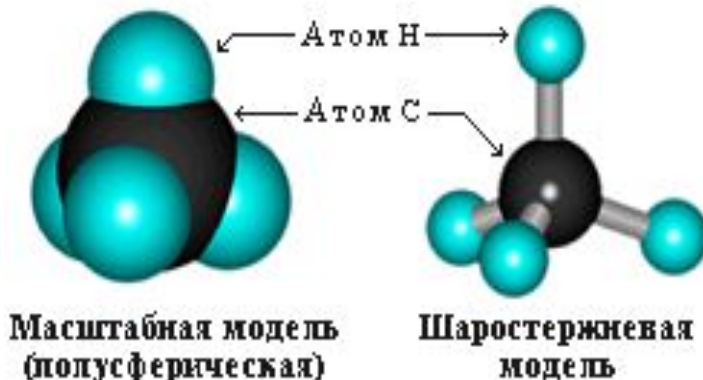
- 
- **Гомологи** – вещества одного класса, отличающиеся друг от друга на одну или несколько групп  $-\text{CH}_2-$
  - **Гомологический ряд** – ряд веществ, расположенных в порядке возрастания относительных молекулярных масс, сходных по строению и свойствам, но отличающиеся друг от друга на одну или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

# Строение алканов



Метан  $\text{CH}_4$

Пентан  $\text{C}_5\text{H}_{12}$

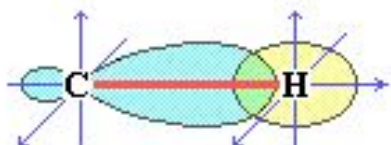


Масштабная модель (полусферическая)

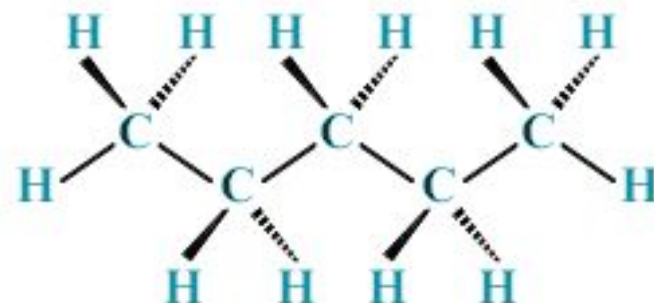
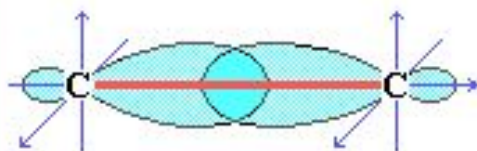
Шаростержневая модель

Модель молекулы

$\sigma$ -Связь C-H



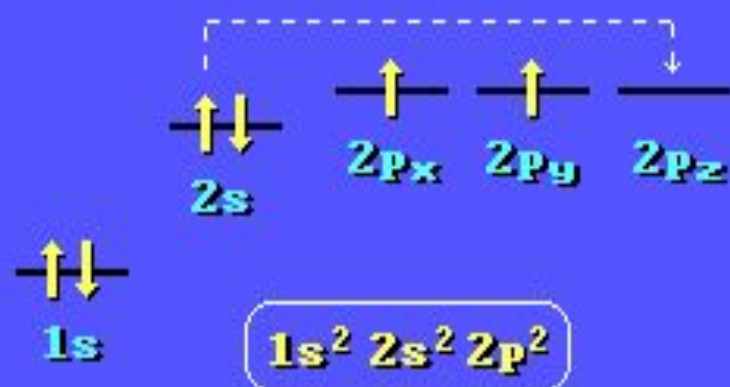
$\sigma$ -Связь C-C



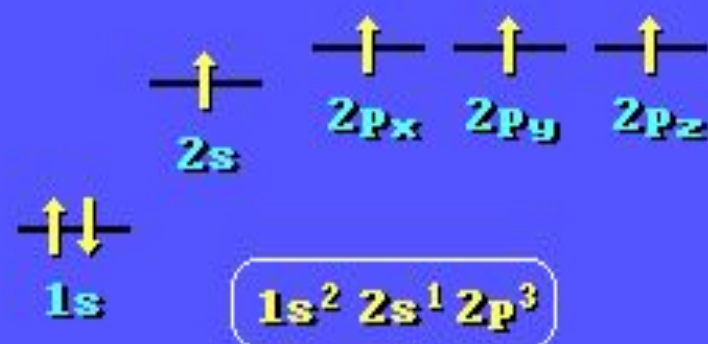
Стереохимическая формула

# СОСТОЯНИЯ АТОМА УГЛЕРОДА

## Невозбужденное (основное) состояние



## Возбужденное состояние



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

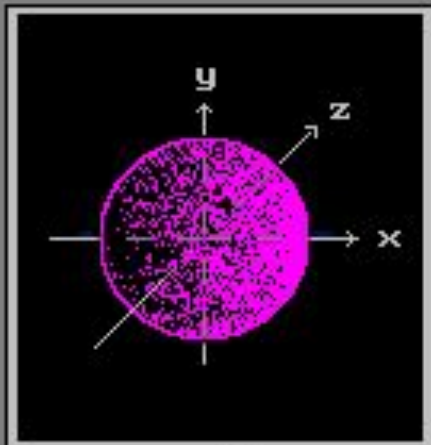
При этом происходит перегруппировка внешних валентных электронов: один электрон с  $2s$ -орбитали переходит на свободную  $2p$ -орбиталь.

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

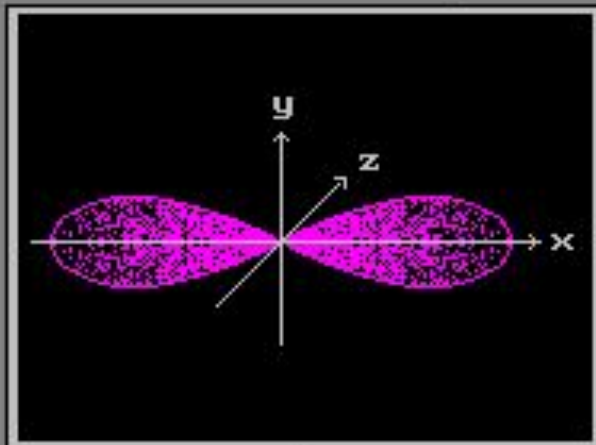
# Атомные орбитали

- Атомная орбиталь (АО) - область наиболее вероятного пребывания электрона (электронное облако) в электрическом поле ядра атома.

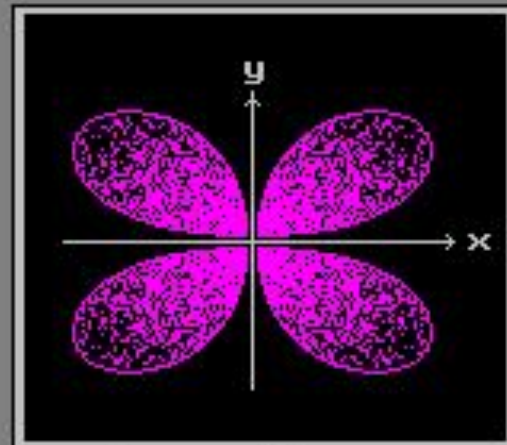
## Типы атомных орбиталей



$s$ -орбиталь



$p_x$ -орбиталь

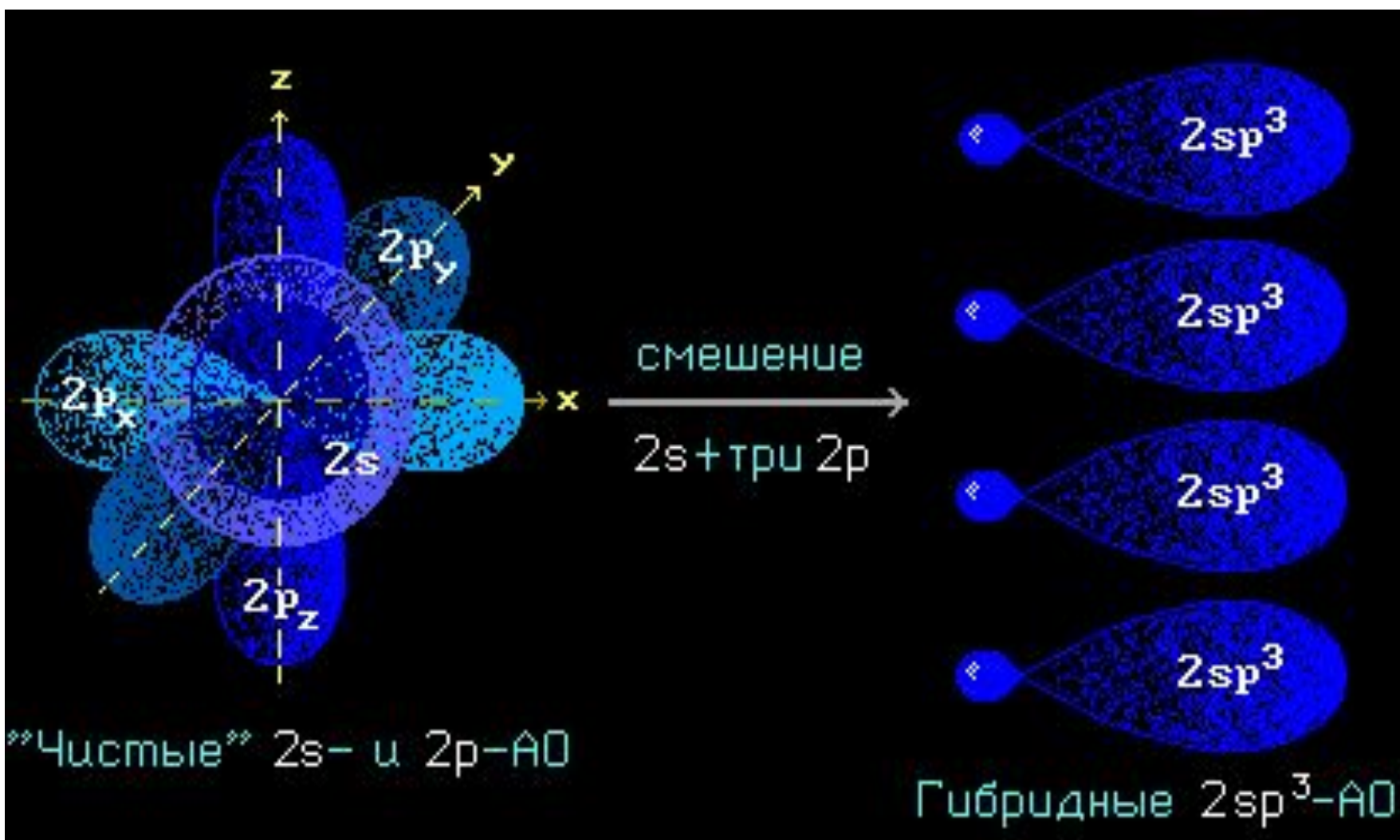


$d_{xy}$ -орбиталь

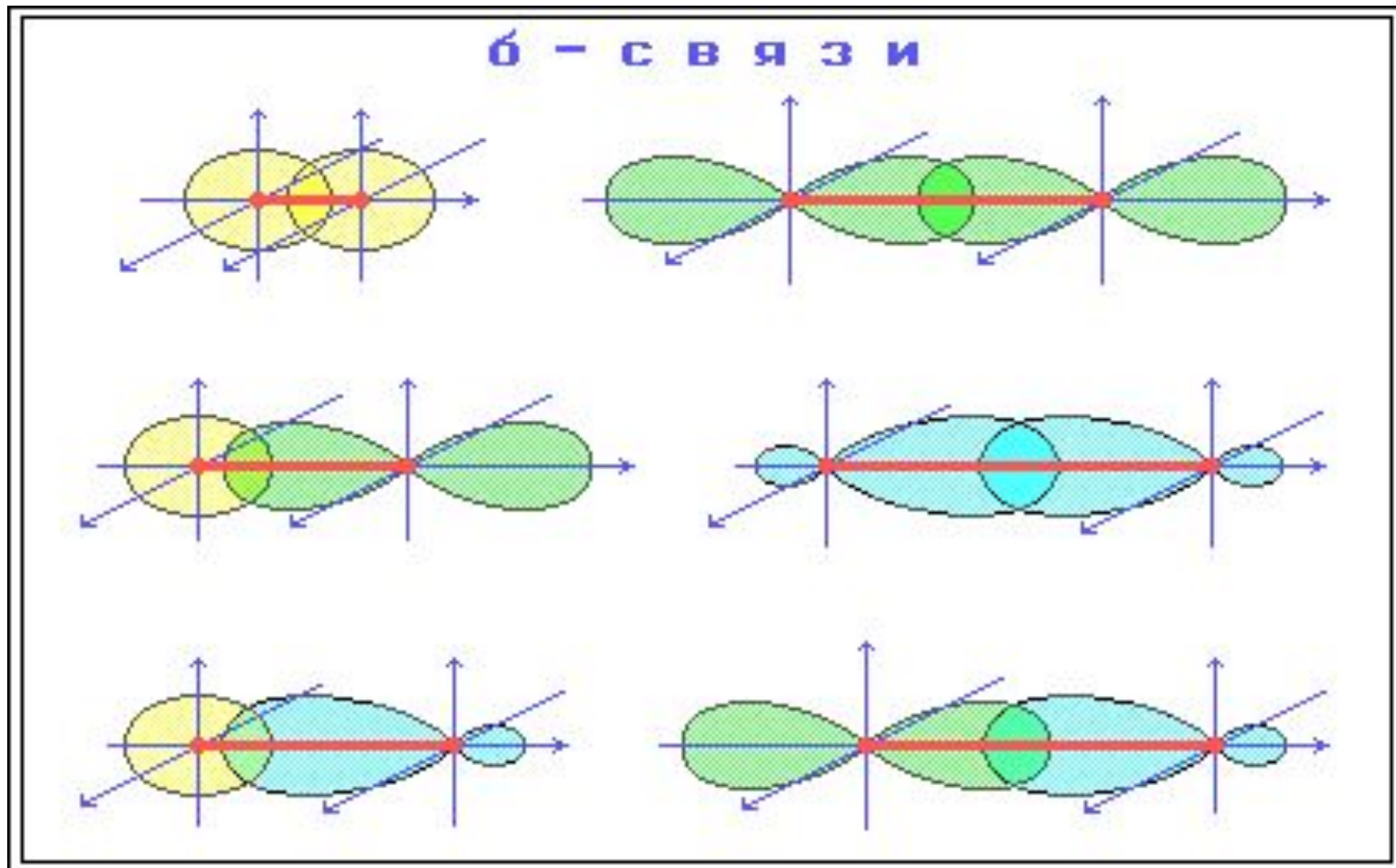


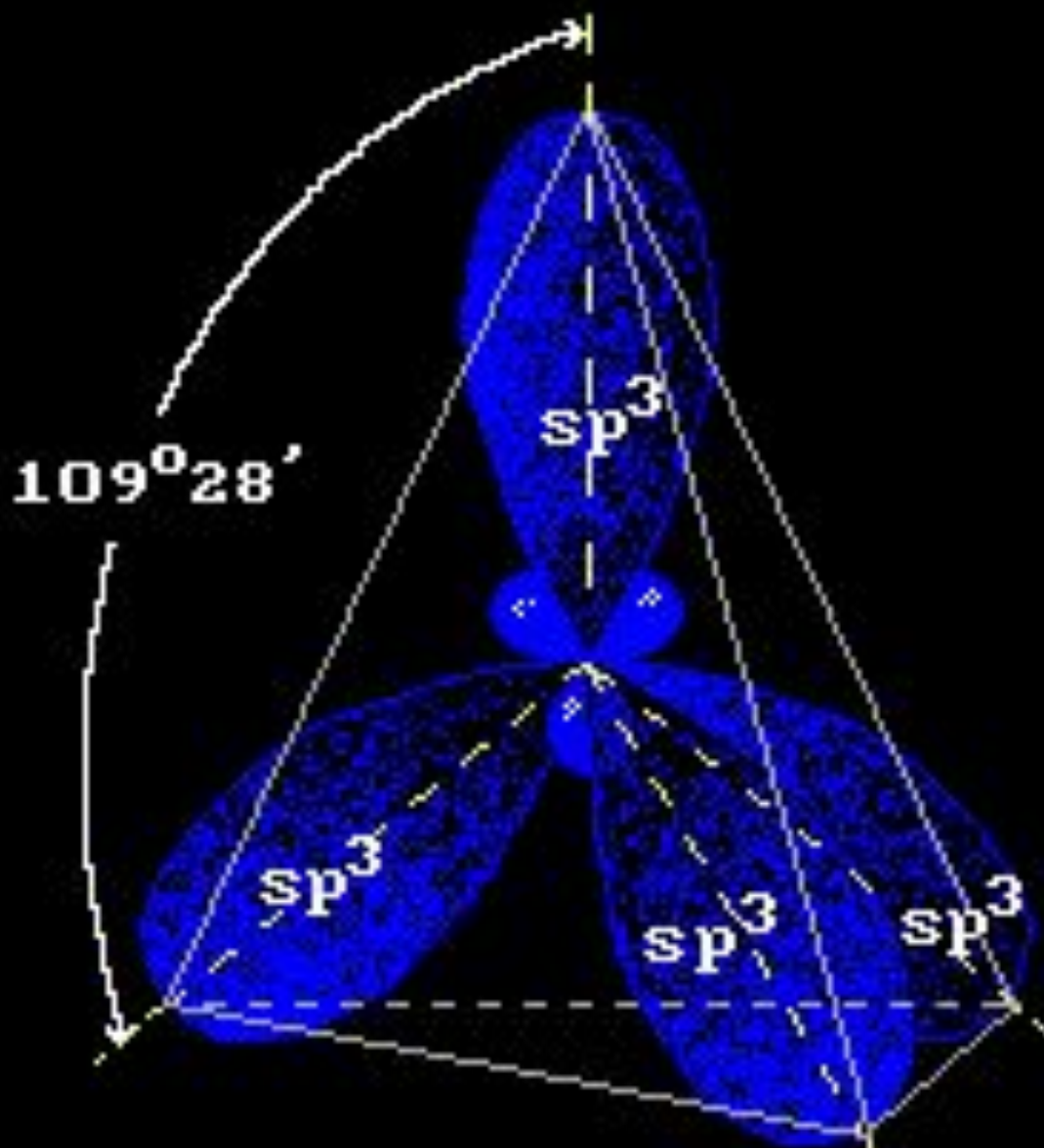


- **Гибридизация АО** - это взаимодействие (смешение) разных по типу, но близких по энергии атомных орбиталей данного атома с образованием гибридных орбиталей одинаковой формы и энергии.
- Гибридованные АО при взаимодействии с орбиталями различных типов (*s*-, *p*- или гибридными АО) других атомов обычно дают *s*-МО, т.е. образуют *s*-связи. Такая связь прочнее связи, образованной электронами негибридных АО, за счет более эффективного перекрывания.



**сигма-Связь** - ковалентная связь, образованная при перекрывании  $s$ -,  $p$ - и гибридных АО вдоль оси, соединяющей ядра связываемых атомов.





Расположение четырех  $sp^3$ -АО в пространстве

# Задание.

---

- Построить и назвать изомеры для гексана.
-

# Алгоритм построения изомеров для алканов

---

1. По корню слова строят углеродный скелет (гекса – 6 атомов углерода)  
 $C - C - C - C - C - C$  это первый изомер.
  2. Пускают разветвление с одной стороны (кроме последних атомов углерода)  
$$\begin{array}{cccccc} C & - & C & - & C & - & C & - & C \\ & & | & & & & & & \\ & & C & & & & & & \end{array}$$
 это второй изомер
-

3. Пускают разветвление с другой стороны

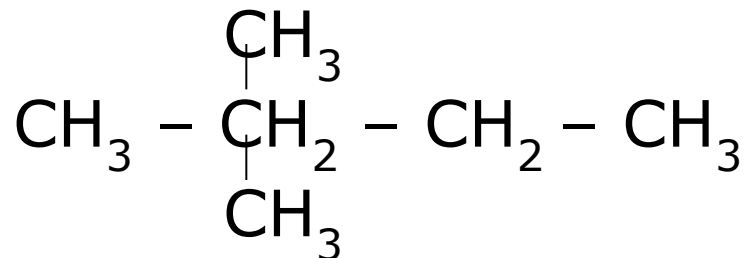
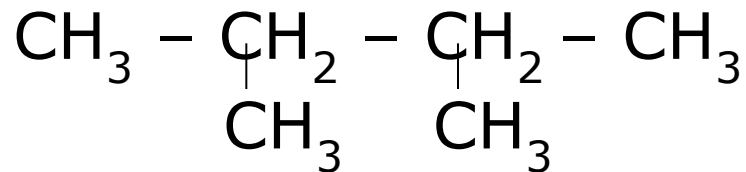
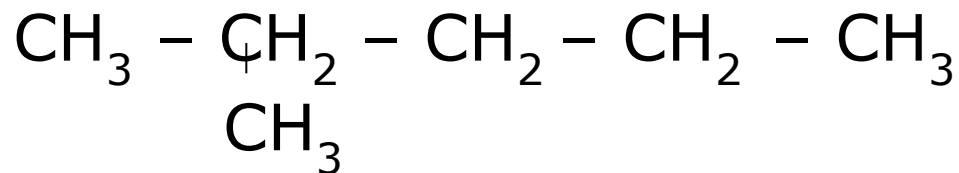
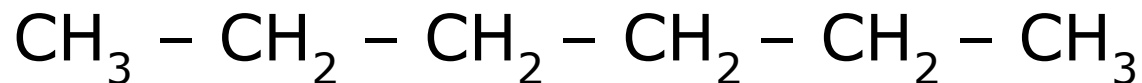
---



4. Можно сделать 2 разветвления у одного атома углерода кроме последних



5. Доставить атомы водорода с учётом, что углерод 4-хвалентен





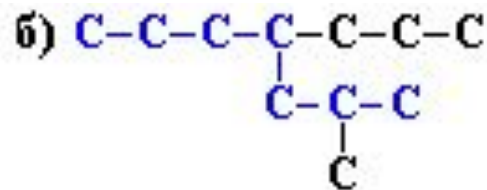
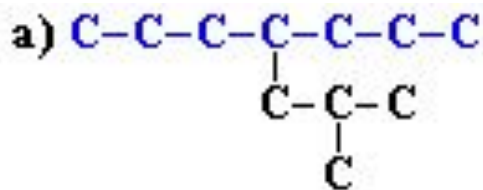
# Порядок построения названия

---

## 1. Выбрать в молекуле главную углеродную

цепь. Во-первых, она должна быть самой длинной. Во-вторых, если имеются две или более одинаковые по длине цепи, то из них выбирается наиболее разветвленная.

Например, в молекуле есть 2 цепи с одинаковым числом (7) атомов С (выделены цветом):

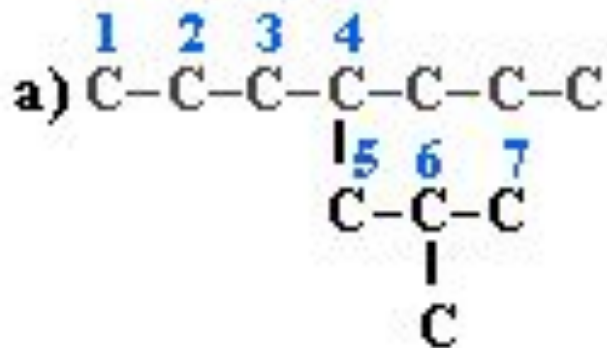


В случае (а) цепь имеет 1 заместитель, а в (б) – 2. Поэтому следует выбрать вариант (б).

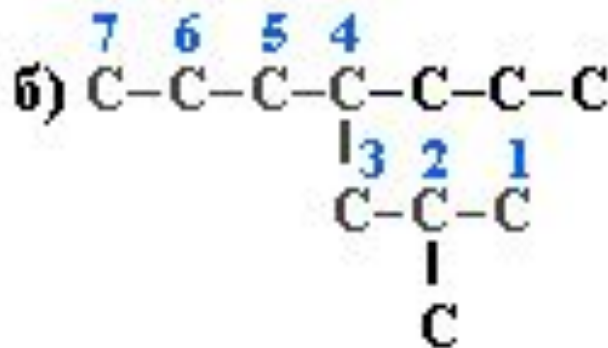
---

## Порядок построения названия

2. Пронумеровать атомы углерода в главной цепи с той стороны, к которой ближе радикалы, или старший заместитель, или кратная связь (в зависимости от класса веществ) Например:



неправильно



правильно

## Порядок построения названия

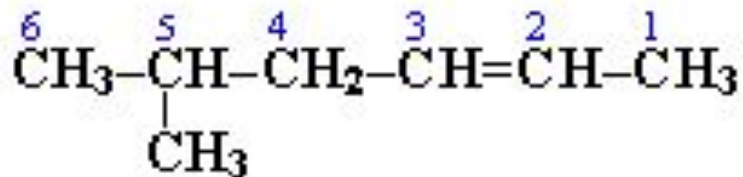
---

3. Указать в префиксе (приставке) положение (номер атома углерода) и название радикала, заместителя, функциональной группы в алфавитном порядке. Если есть несколько одинаковых заместителей, то для каждого из них через запятую записывается цифра (местоположение), а их количество указывается приставками *ди-2, три-3, тетра-4, пента-5* и т.д. название радикала от количества атомов углерода в нём + суффикс ил
- Например , *2,2-диметил* или *2,3,3,5-тетраметил.*
-

## Порядок построения названия

---

4. Записать корень, соответствующий числу атомов углерода в главной цепи.
5. Если есть двойная связь, то после корня поставить суффикс -ен с указанием положения связи в цепи



*5-метилгексен-2*

для тройной связи использовать суффикс **-ин**.  
Если кратных связей нет – суффикс **-ан**

---

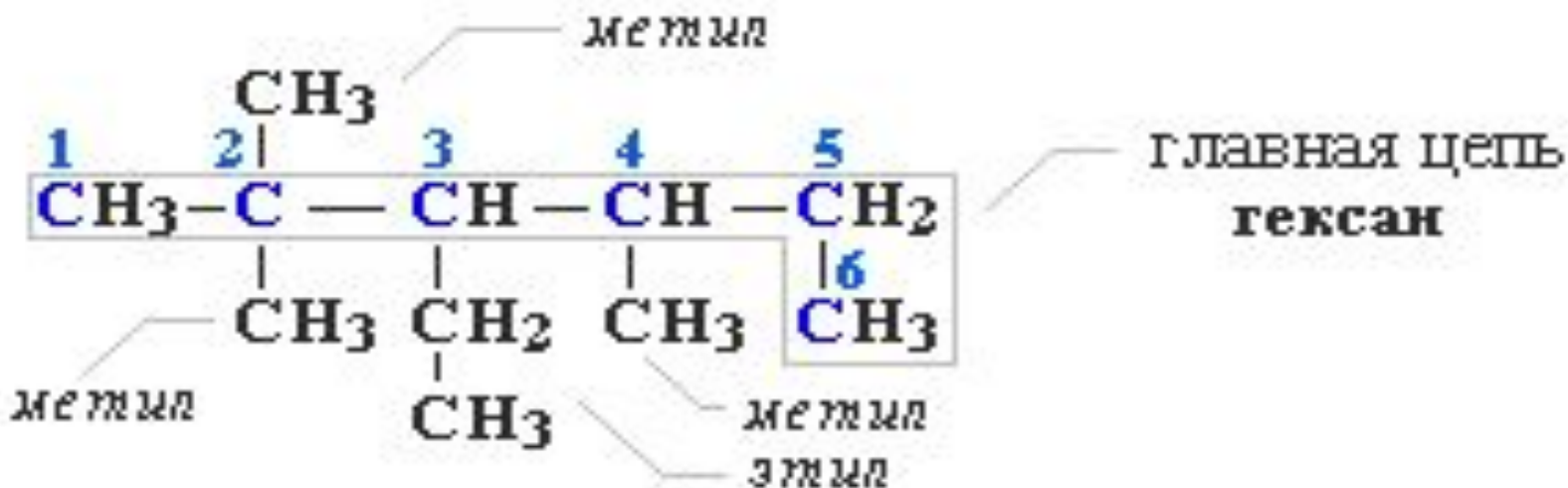
Таким образом, в названии разветвленного алкана

корень+суффикс – название нормального алкана

(греч. числительное+суффикс "ан"),

приставки – цифры и названия углеводородных радикалов.

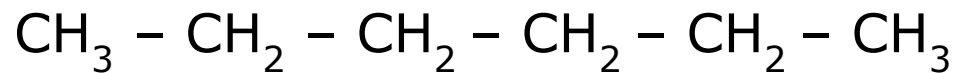
Пример построения названия:



**2,2,4-триметил-3-этилгексан**

# Назовём полученные изомеры

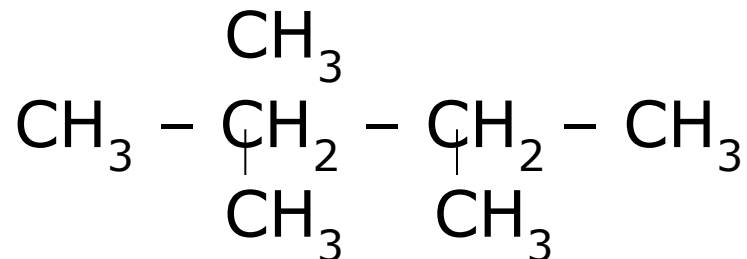
---



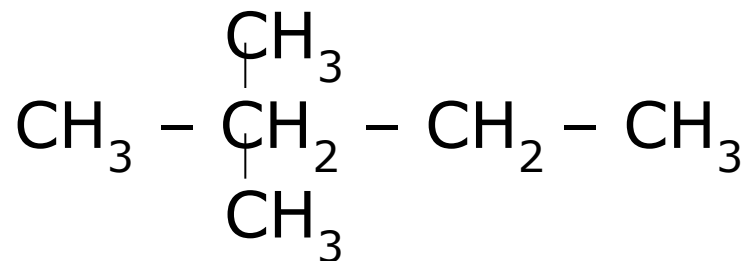
н-гексан



2-метилпентан



2,3 - диметилбутан



2,2 - диметилбутан

---

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

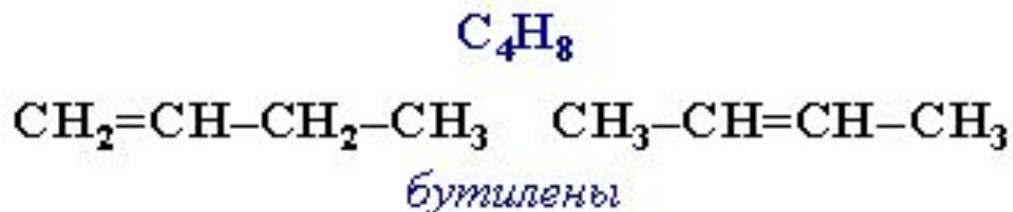
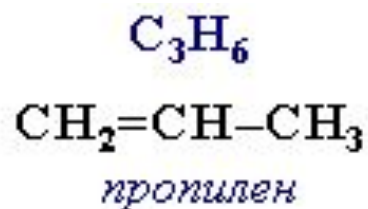
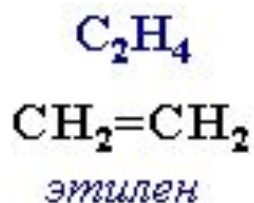
---

# алкены

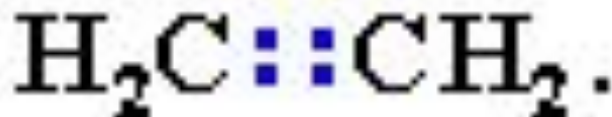
- Алкены (этиленовые углеводороды, олефины) - непредельные алифатические углеводороды, молекулы которых содержат двойную связь.

- Общая формула ряда алкенов - **C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>**.

- Простейшие представители:

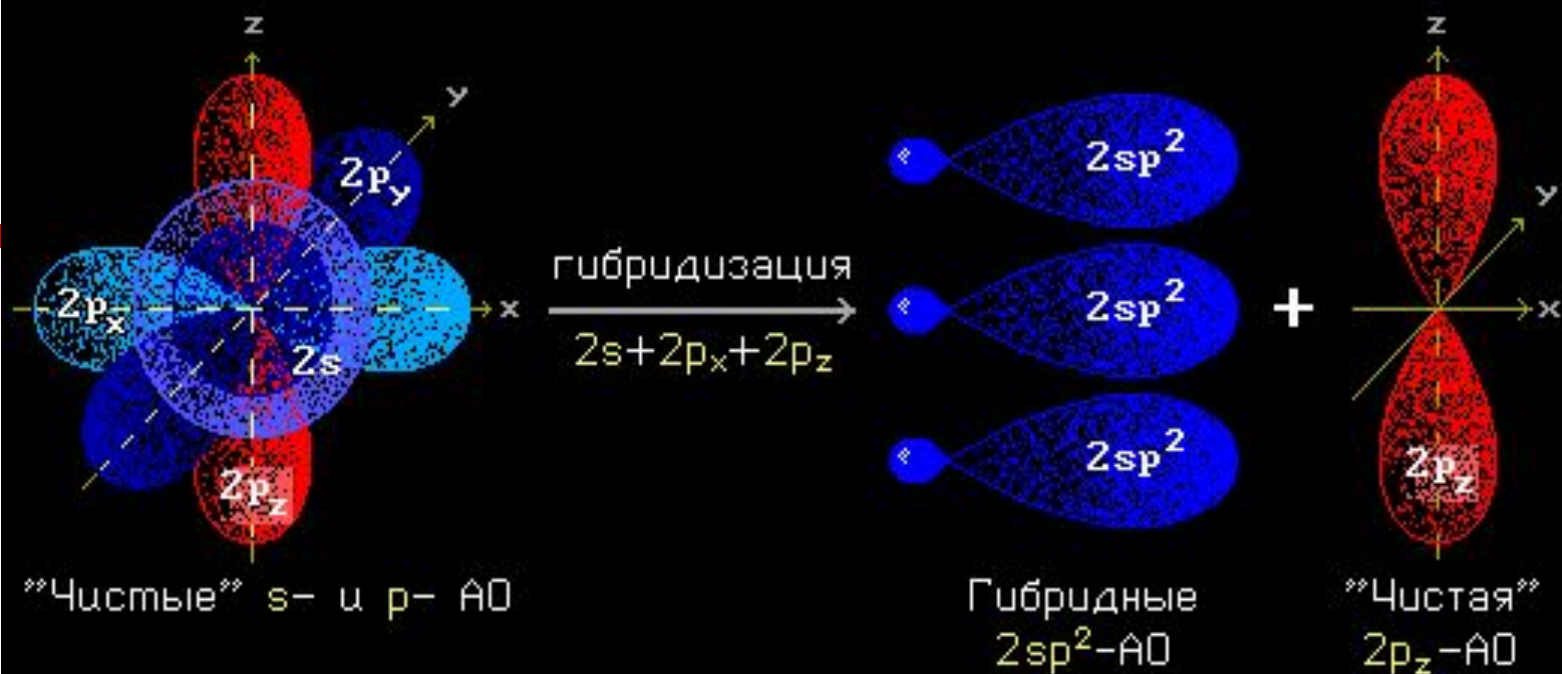


- В отличие от предельных углеводородов, алкены содержат двойную связь **C=C**, которая осуществляется 4-мя общими электронами:





# $sp^2$ – Гибридизация

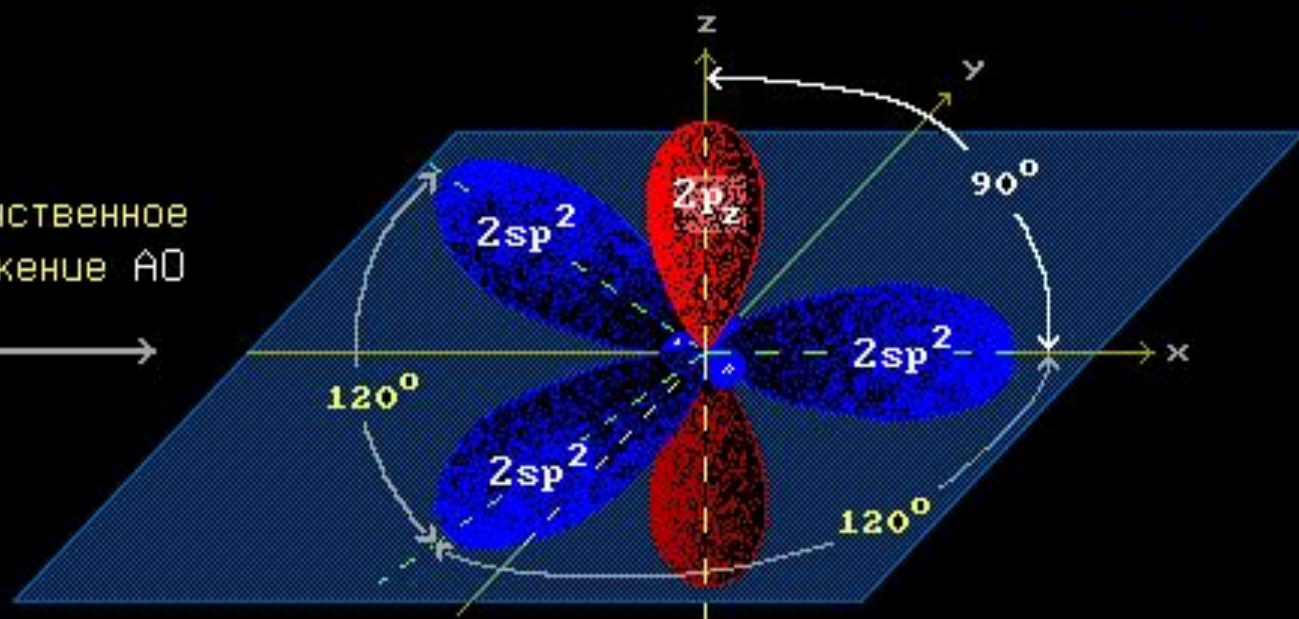


«Чистые» s- и p- АО

Гибридные  $2sp^2$ -АО

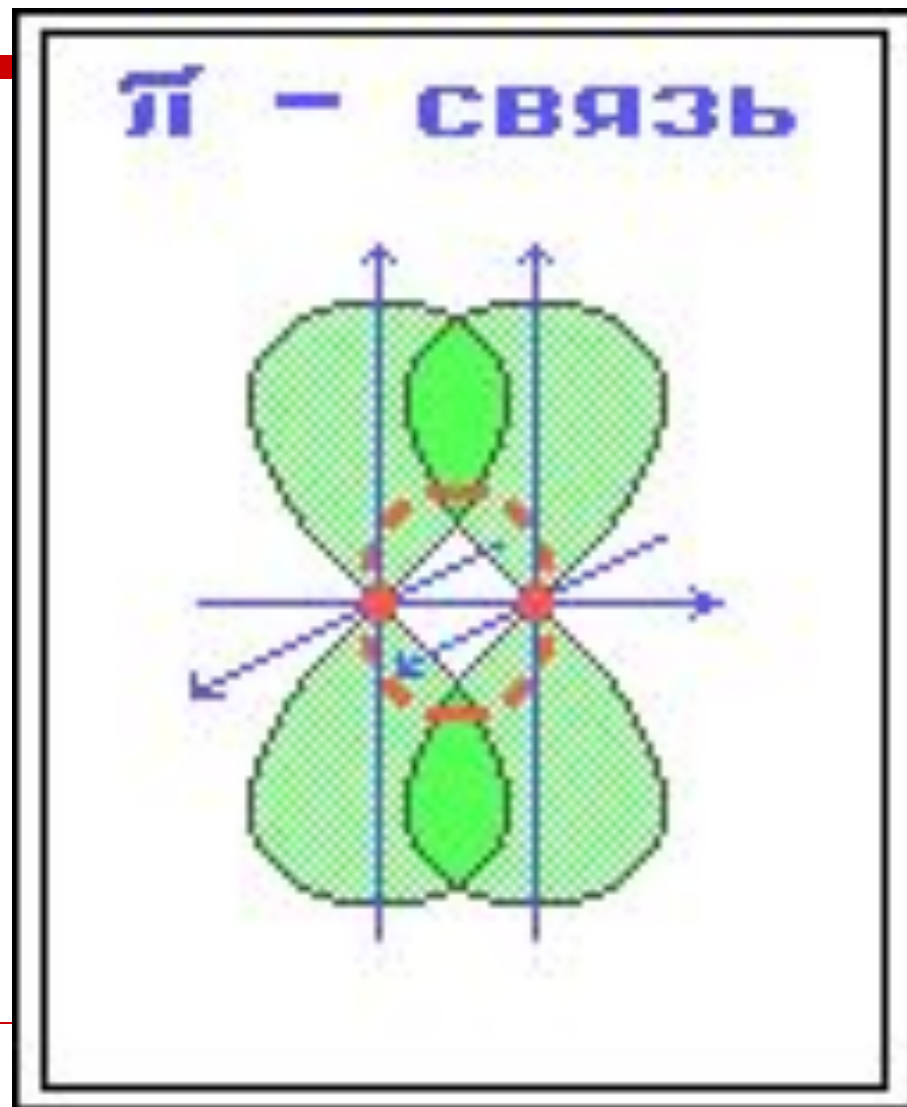
«Чистая»  $2p_z$ -АО

Пространственное  
расположение АО

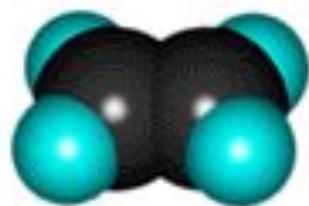
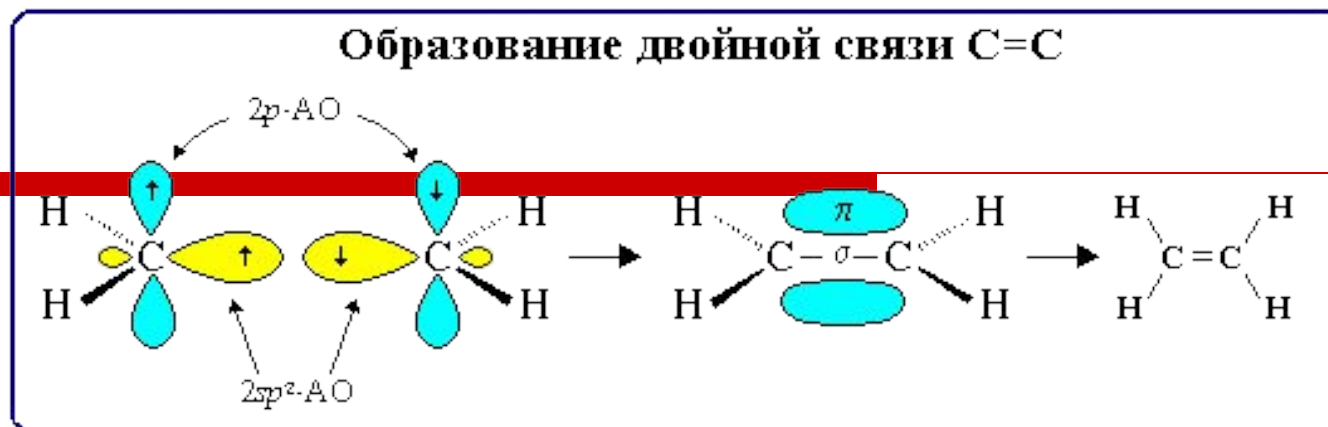


# ПИ-СВЯЗЬ

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



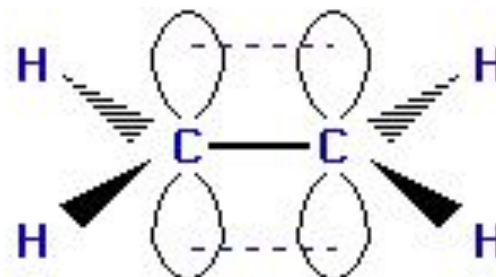
# Алкены. Строение



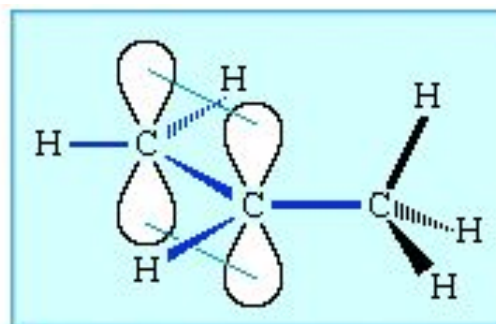
**Масштабная модель  
(полусферическая)**



**Шаростержевая  
модель**

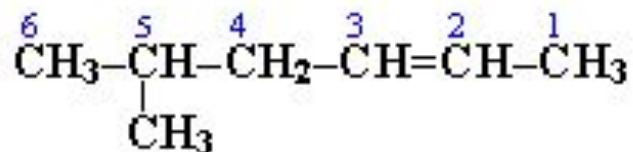


**Атомно-орбитальная  
модель**



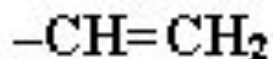
# Номенклатура алкенов

- По систематической номенклатуре названия алкенов производят от названий соответствующих алканов (с тем же числом атомов углерода) путем замены суффикса **-ан** на **-ен**:
- 2 атома С - **этен**;  
3 атома С - **пропен** и т.д.
- Главная цепь выбирается таким образом, чтобы она обязательно включала в себя двойную связь (т.е. она может быть не самой длинной).
- Нумерацию углеродных атомов начинают с ближнего к двойной связи конца цепи. Цифра, обозначающая положение двойной связи, ставится обычно после суффикса -ен. Например:

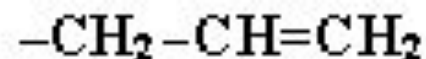


*5-метилгексен-2*

- Для простейших алкенов применяются также исторически сложившиеся названия: *этилен* (этен), *пропилен* (пропен), *бутилен* (бутен-1), *изобутилен* (2-метилпропен) и т.п.
- В номенклатуре различных классов органических соединений наиболее часто используются следующие одновалентные радикалы алкенов:



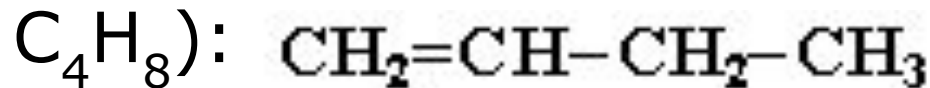
*винил*



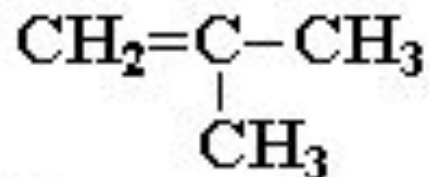
*аллил*

# Изомерия алкенов

- Изомерия углеродного скелета (начиная с  $C_4H_8$ ):

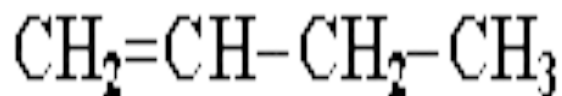


*бутен-1*

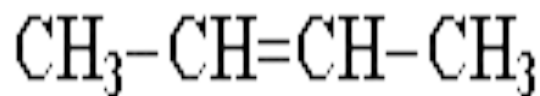


*2-метилпропен*

- Изомерия положения двойной связи (начиная с  $C_4H_8$ ):

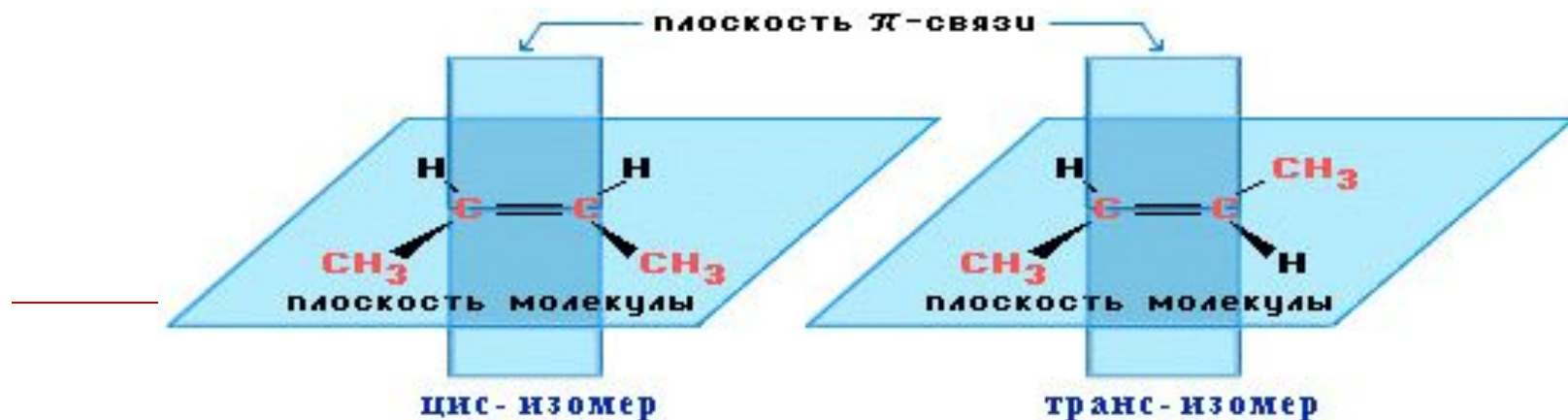


*бутен-1*



*бутен-2*

- Пространственная изомерия

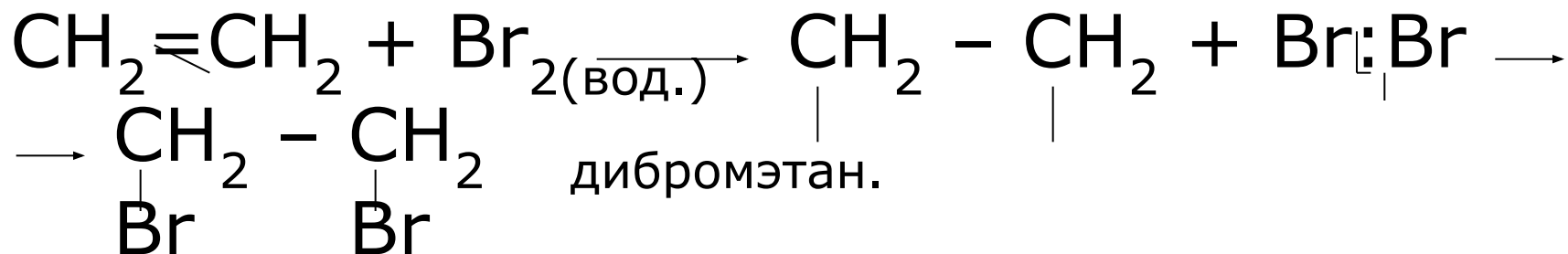


Химические свойства алкенов.

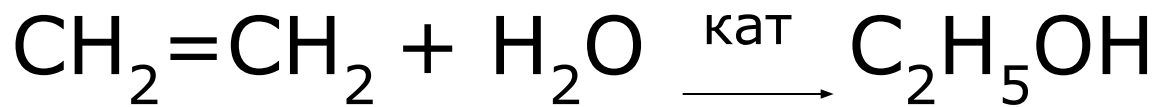
Характерны реакции присоединения по двойной связи:

---

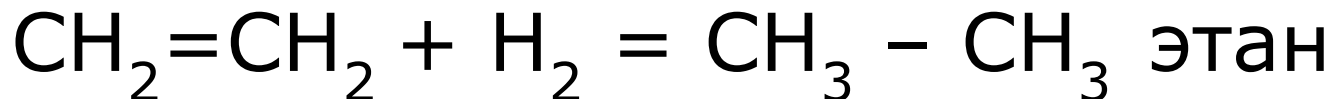
1. С галогенами



2. С водой (гидратация)

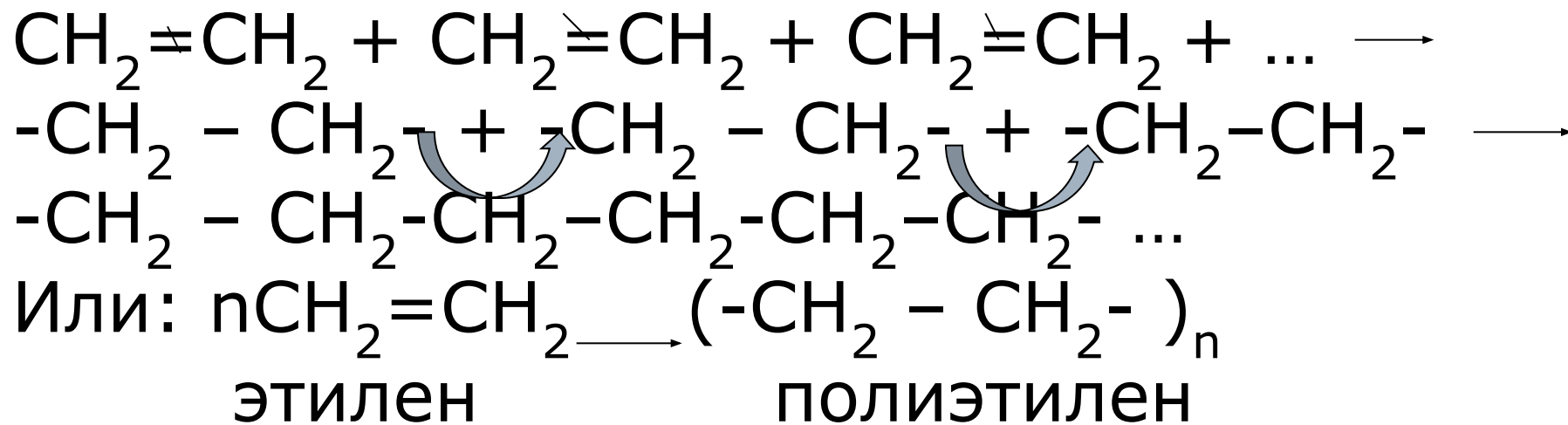


3. С водородом (гидрирование)



# Реакция полимеризации

---



**Полимеризация** – это ..... (см. учебник стр. 208)

**Мономер** – это .....

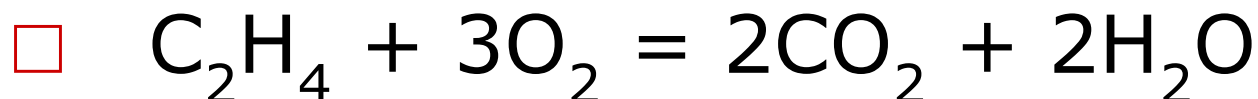
**Полимер** – это .....

---

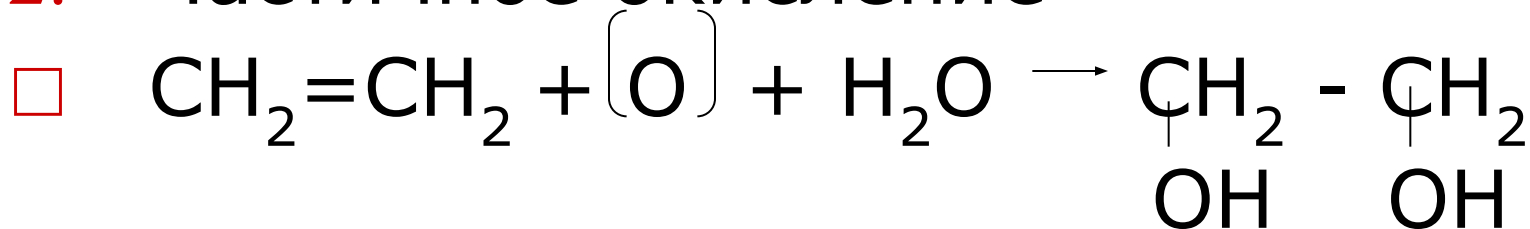
# Реакции окисления

---

1. Полное окисление (горение)



2. Частичное окисление



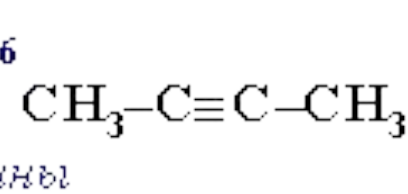
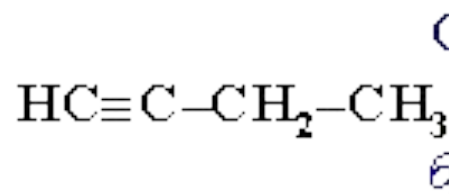
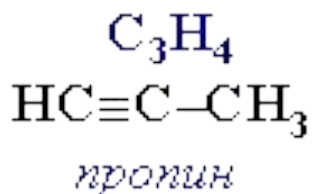
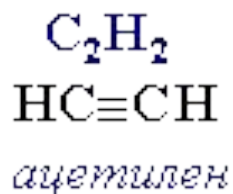
ЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ

---



# алкины

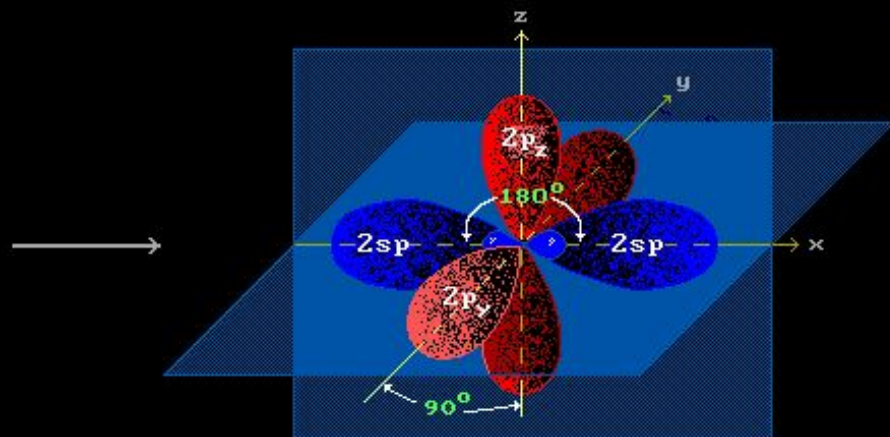
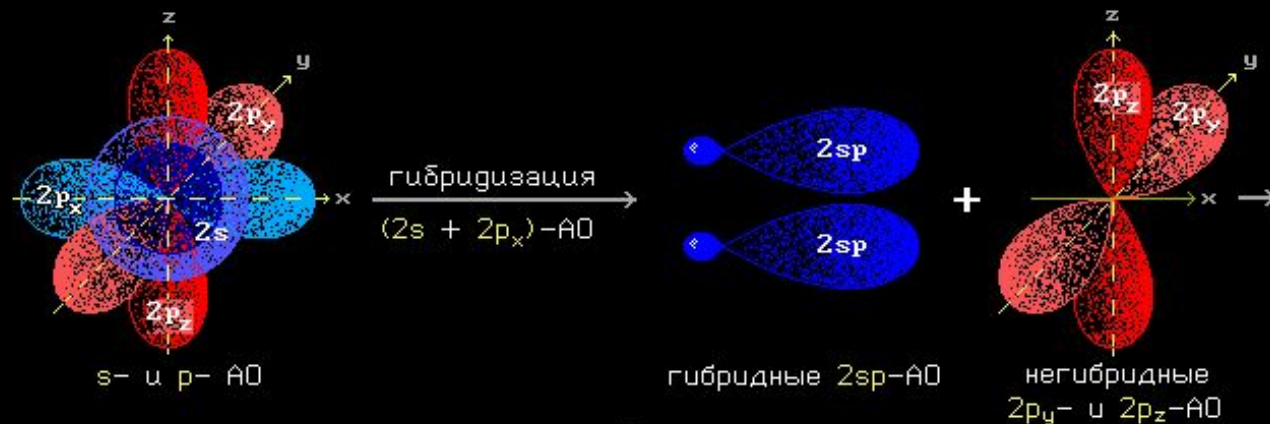
- Алкины (ацетиленовые углеводороды) – непредельные углеводороды, молекулы которых содержат одну тройную связь.
- Общая формула алкинов  **$C_nH_{2n-2}$** .  
Простейшие представители:



- Тройную связь осуществляют 6 общих электронов:

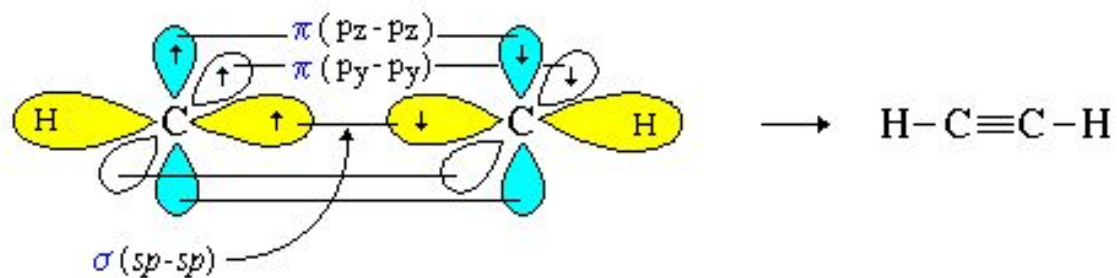


# sp – Гибридизация



Пространственное расположение атомных орбиталей

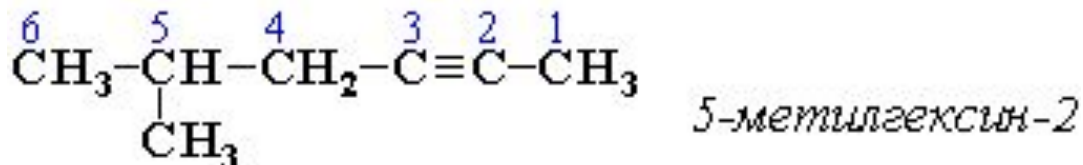
## Образование тройной связи $C \equiv C$



# Номенклатура алкинов

- По систематической номенклатуре названия ацетиленовых углеводородов производят от названий соответствующих алканов (с тем же числом атомов углерода) путем замены суффикса **-ан** на **-ин**: 2 атома С - *этин*; 3 атома С - *пропин* и т.д.
- Главная цепь выбирается таким образом, чтобы она обязательно включала в себя тройную связь (т.е. она может быть не самой длинной).
- Нумерацию углеродных атомов начинают с ближнего к тройной связи конца цепи. Цифра, обозначающая положение тройной связи, ставится обычно после суффикса -ин.

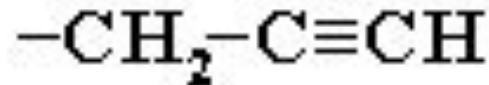
Например:



- Для простейших алкенов применяются также исторически сложившиеся названия: *ацетилен* (этин), *аллилен* (пропин), *кротонилен* (бутин-1), *валерилен* (пентин-1).
- В номенклатуре различных классов органических соединений наиболее часто используются следующие одновалентные радикалы алкинов:



*этинил*

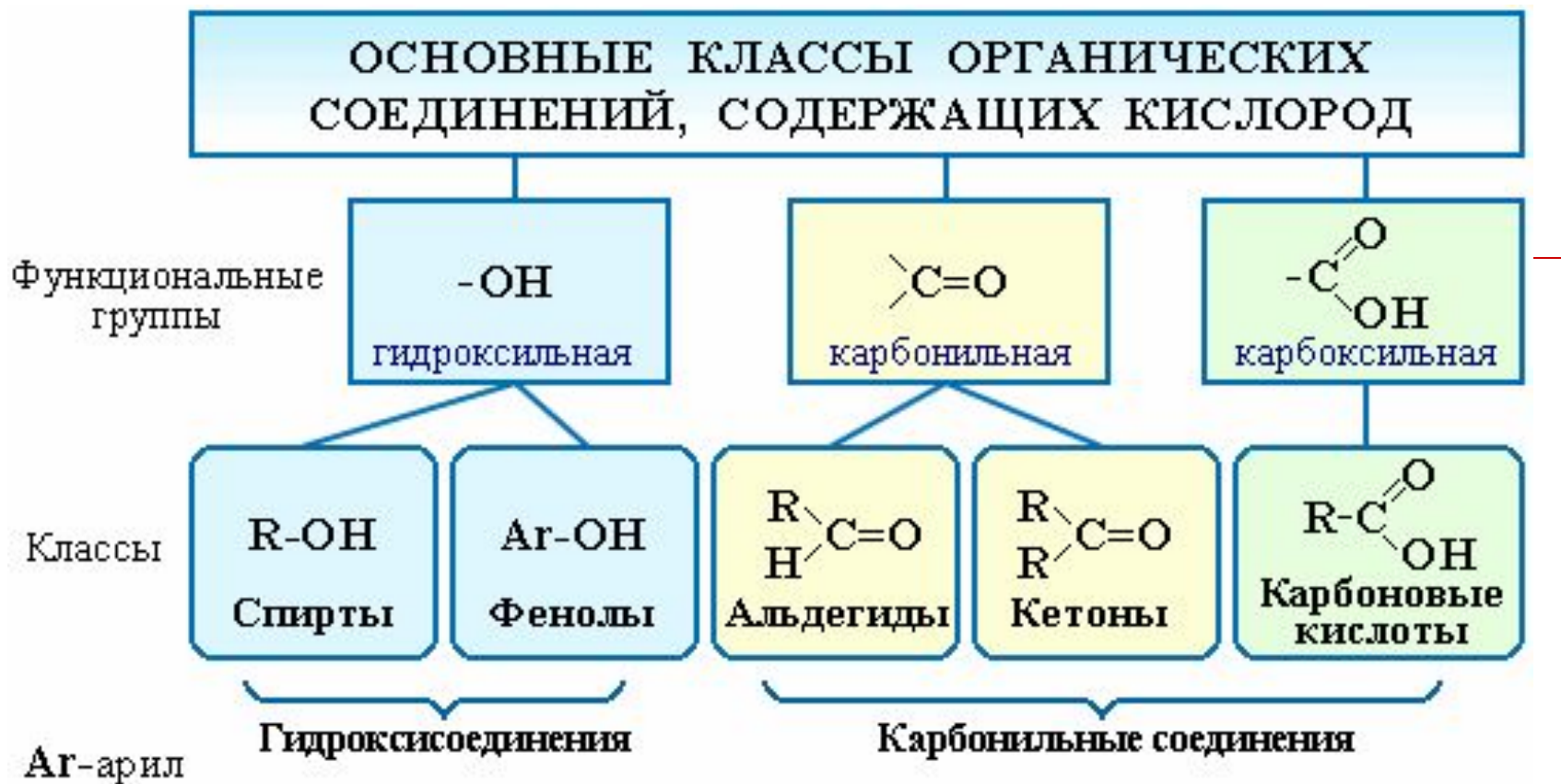


*пропаргил*

# Химические свойства алкинов

---

- Как и для этиленовых характерны реакции присоединения, окисления.
  - Запишите в тетрадях уравнения реакций:
  - Гидрирования ацетилена
  - Полного окисления ацетилена
-



**Функциональная группа** – группа атомов, обеспечивающая **химические свойства** органических веществ

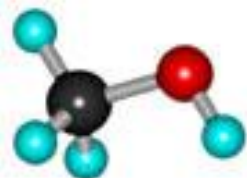
---

# Спирты.

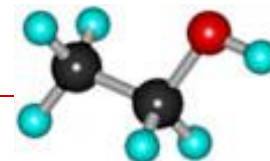
---

- Спирты – производные углеводородов, в которых углеводородный радикал связан с одной или несколькими гидроксильными группами.
- Общая формула спиртов с одной гидроксигруппой **R-OH.**
- **Простейшие одноатомные спирты**

Метиловый спирт (метанол) - **CH<sub>3</sub>-OH**



Этиловый спирт (этанол) - **CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>-OH**



# Многоатомные спирты

---

- Этиленгликоль – двухатомный спирт  
$$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ | \quad | \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$$

*Как его можно получить?*

Бесцветная густая жидкость тяжелее воды, имеет сладкий вкус.  $t$  кип -  $+197^\circ\text{C}$ , замерзания -  $(-13^\circ\text{C})$

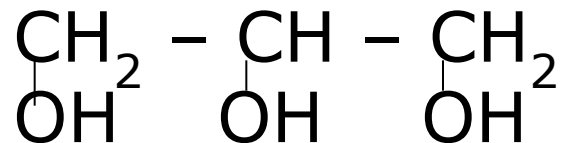
Применяют в качестве антифриза – незамерзающей охлаждающей жидкости.

---

# Многоатомные спирты

---

- Глицерин – трёхатомный спирт



- Густая сиропообразная бесцветная жидкость сладкого вкуса. Хорошо растворяется в воде.
  - Применяют при выделке кожи и отдельных тканей (предохраняет предметы от высыхания), в парфюмерии и медицине используют только водные растворы, так как безводный глицерин очень гигроскопичен и поэтому обезвоживает кожу.
-

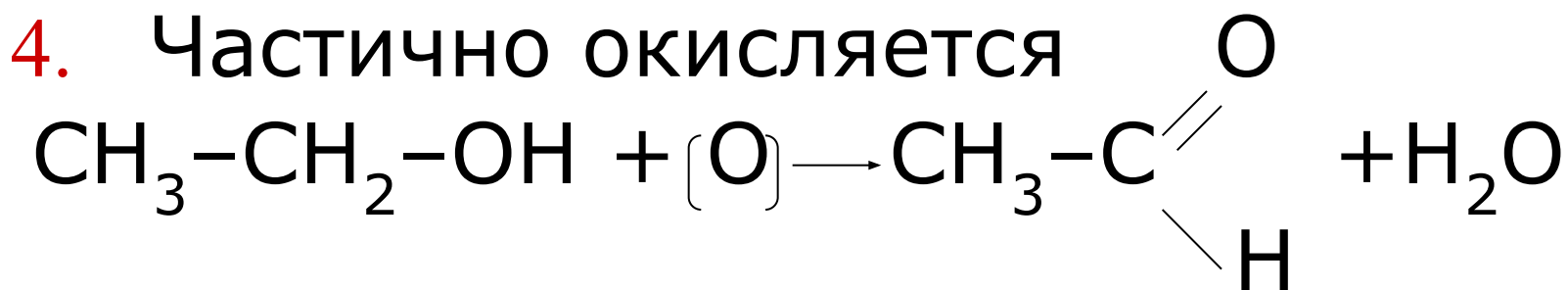


# Химические свойства спиртов обусловлены наличием функциональной группы - OH

---

Взаимодействует:

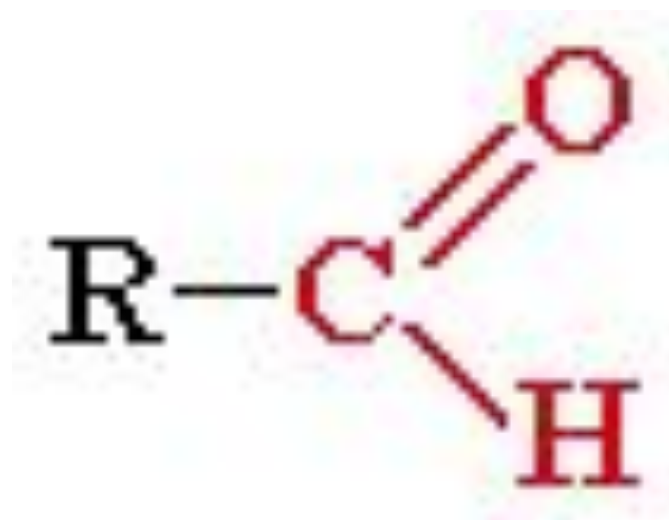
1. С кислотами
2. С активными металлами
3. Горит с выделением углекислого газа и воды (составьте уравнение реакции)



**Альдегиды** – производные углеводородов, в молекуле которых углеводородный радикал связан с альдегидной группой

---

Общая формула: **R-CH=O** или



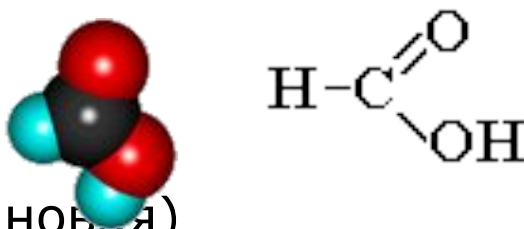
- Функциональная группа  $\text{-CH=O}$  называется альдегидной.
-

## Карбоновые кислоты

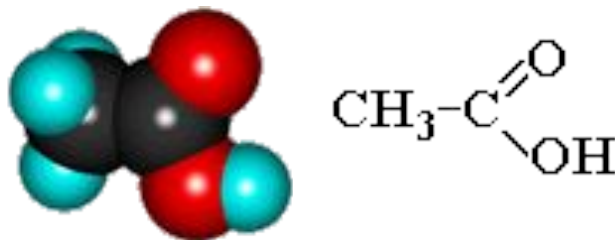
- Карбоновые кислоты - органические соединения, содержащие одну или несколько карбоксильных групп  $-\text{COOH}$ , связанных с углеводородным радикалом.
- 

### □ Простейшие карбоновые кислоты

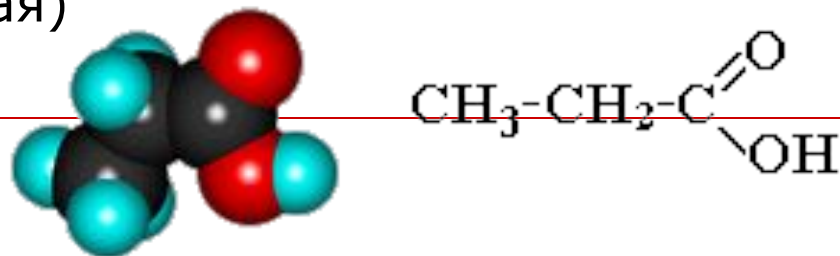
Муравьиная кислота (метановая)



Уксусная кислота (этановая)



Пропионовая кислота (пропановая)



Систематические названия кислот даются по названию соответствующего углеводорода с добавлением суффикса **-овая** и слова **кислота**.

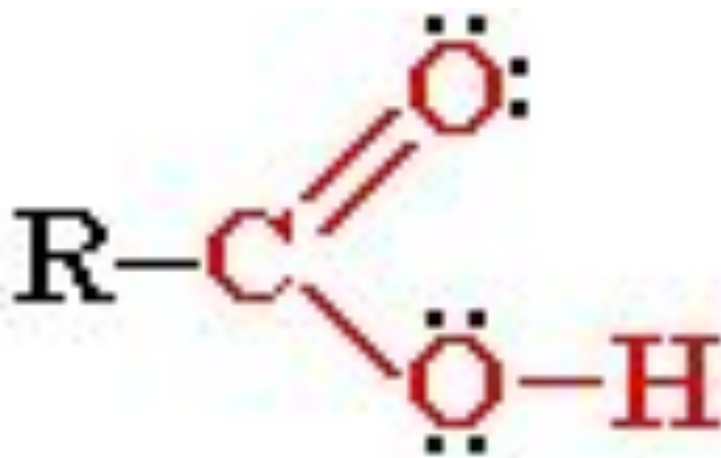
---

- $\text{HCOOH}$  метановая муравьиная
  - $\text{CH}_3\text{COOH}$  этановая уксусная
  - $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$  пропановая пропионовая
  - $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$  бутановая масляная
  - $\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$  пентановая валерьяновая
  - $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$  гексановая капроновая
  - $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$  пентадекановая пальмитиновая
  - $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$  гептадекановая стеариновая
  - Общая формула предельных одноосновных кислот:  
 $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$
-

## Химические свойства

---

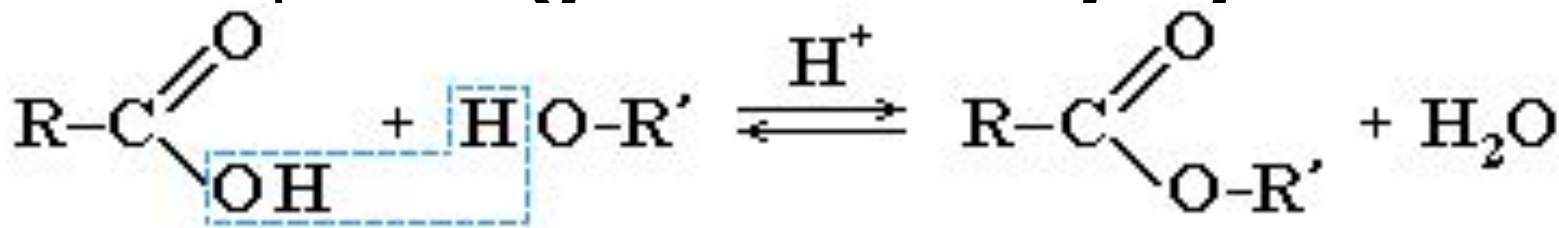
Карбоксильная группа содержит две функциональные группы - карбонил  $>C=O$  и гидроксил  $-OH$ , непосредственно связанные друг с другом:



# Характерны реакции с:

---

- Со спиртами (**реакция этерификации**)



Продуктом является сложный эфир

*Составьте уравнение реакции взаимодействия уксусной кислоты и этилового спирта.*

- С металлами *Составьте уравнение реакции взаимодействия уксусной кислоты и натрия, назовите продукты реакции (соли уксусной кислоты называются ацетатами)*
-

---

□ С солями более слабых карбоновых  
КИСЛОТ

*Составьте уравнение реакции взаимодействия уксусной кислоты и карбоната натрия, назовите продукты реакции*

***Получить одноосновную  
карбоновую кислоту можно  
окислением альдегида***

См. учебник стр. 217

---

# Жиры.

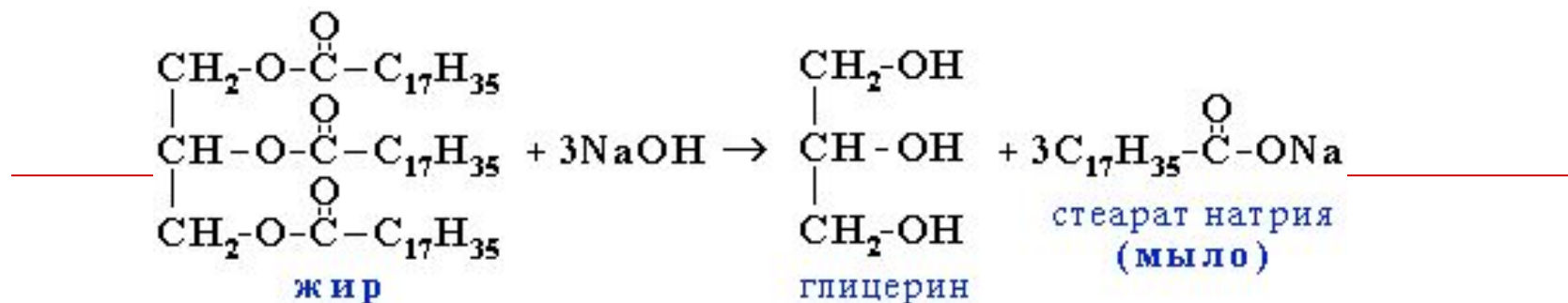
- Жиры - сложные эфиры глицерина и высших одноатомных карбоновых кислот.



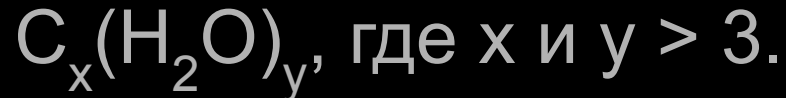
- В состав природных триглицеридов входят остатки насыщенных кислот (пальмитиновой  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ , стеариновой  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ ) и ненасыщенных (олеиновой  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ , линолевой  $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$ ).
- Жиры содержатся во всех растениях и животных.  
**Животные жиры** (бараний, свиной, говяжий и т.п.), как правило, являются **твердыми** веществами с невысокой температурой плавления (исключение - рыбий жир). Жиры состоят главным образом из триглицеридов **предельных кислот**.
- Растительные жиры** - масла (подсолнечное, соевое, хлопковое и др.) - **жидкости** (исключение - кокосовое масло). В состав триглицеридов масел входят остатки **непредельных кислот**.



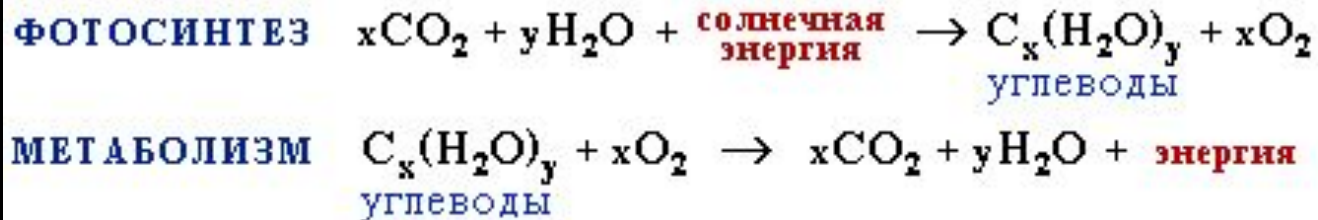
- Жидкие жиры превращают в твердые путем реакции гидрирования. При этом водород присоединяется по двойной связи, содержащейся в углеводородном радикале молекул масел.
- Продукт гидрогенизации масел - твердый жир (искусственное сало, *саломас*).
- *Маргарин* - пищевой жир, состоит из смеси гидрогенизированных масел (подсолнечного, кукурузного, хлопкового и др.), животных жиров, молока и вкусовых добавок (соли, сахара, витаминов и др.).
- Продуктами щелочного гидролиза жиров являются **мыла** - соли высших карбоновых кислот и щелочных металлов. (**Омыление жиров**)



Углеводы (сахара) - органические вещества, состав которых выражается формулой



В природе образуются в результате фотосинтеза.



НЕКОТОРЫЕ ВАЖНЕЙШИЕ УГЛЕВОДЫ

Простые (негидролизующиеся) - Моносахариды:

- глюкоза  $C_6H_{12}O_6$
- фруктоза  $C_6H_{12}O_6$
- рибоза  $C_5H_{10}O_5$

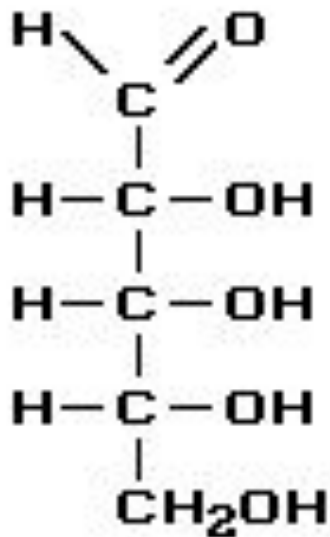
Сложные (гидролизующиеся) - Олигосахариды:

сахароза (дисахарид)  $C_{12}H_{22}O_{11}$

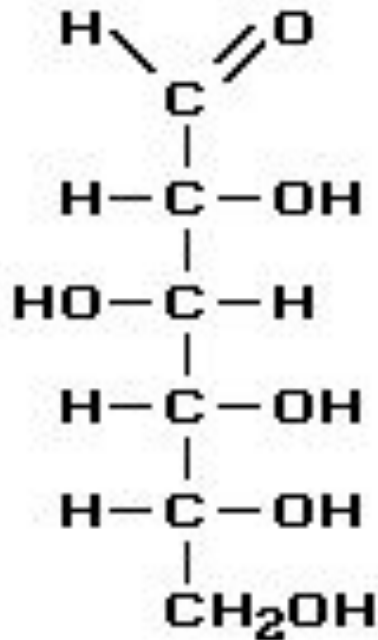
Полисахариды: крахмал  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , целлюлоза  $(C_6H_{10}O_5)_n$

# Моносахариды

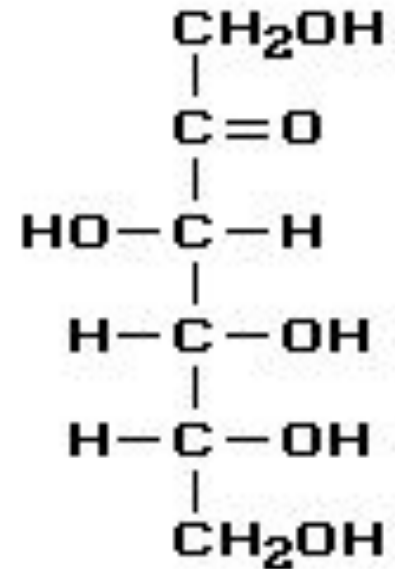
- Моносахариды - гетерофункциональные соединения, в состав их молекул входит одна карбонильная группа (альдегидная или кетонная) и несколько гидроксильных.



**Рибоза**  
(пентоза)



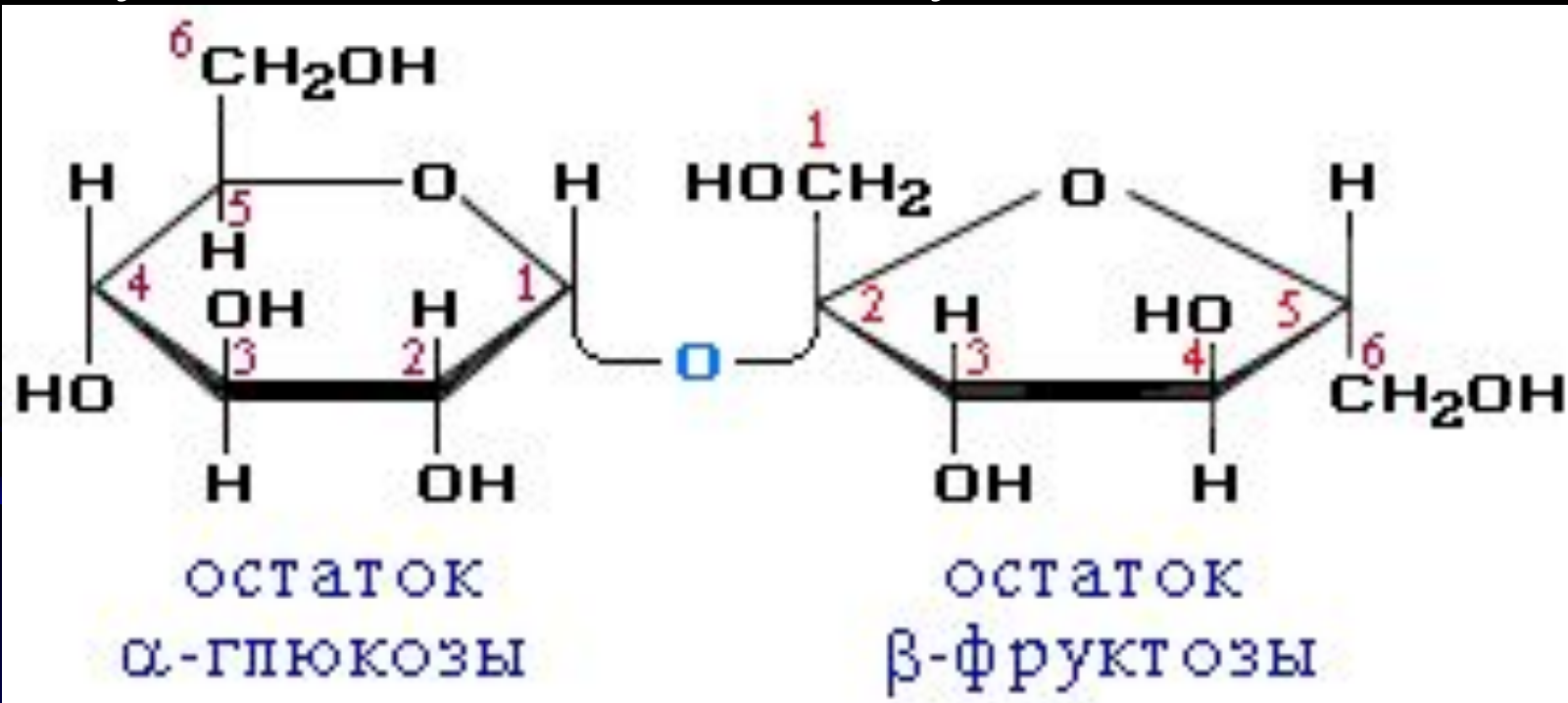
**Глюкоза**  
(гексозы)



**Фруктоза**  
(гексозы)

# Дисахариды.

- это углеводы, молекулы которых состоят из двух остатков моносахаридов, соединенных друг с другом за счет взаимодействия гидроксильных групп (двух полуацетальных или одной полуацетальной и одной

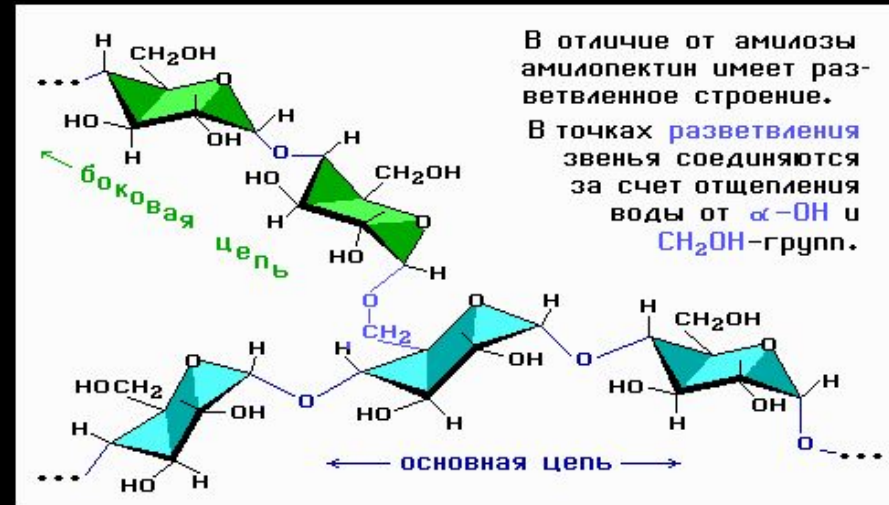
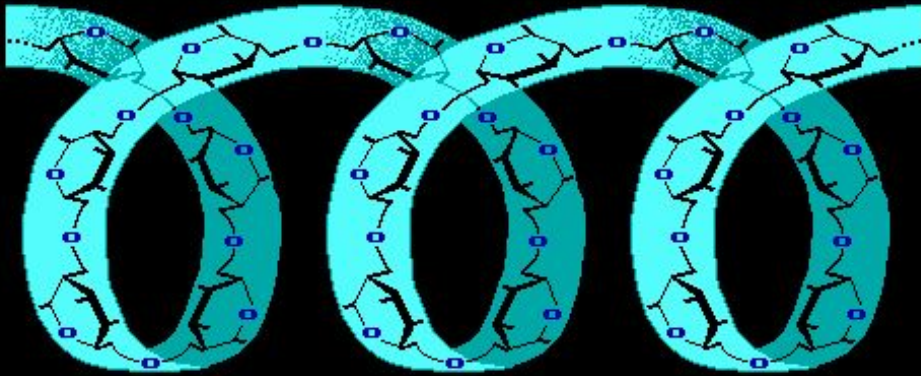


сахароза

# Крахмал

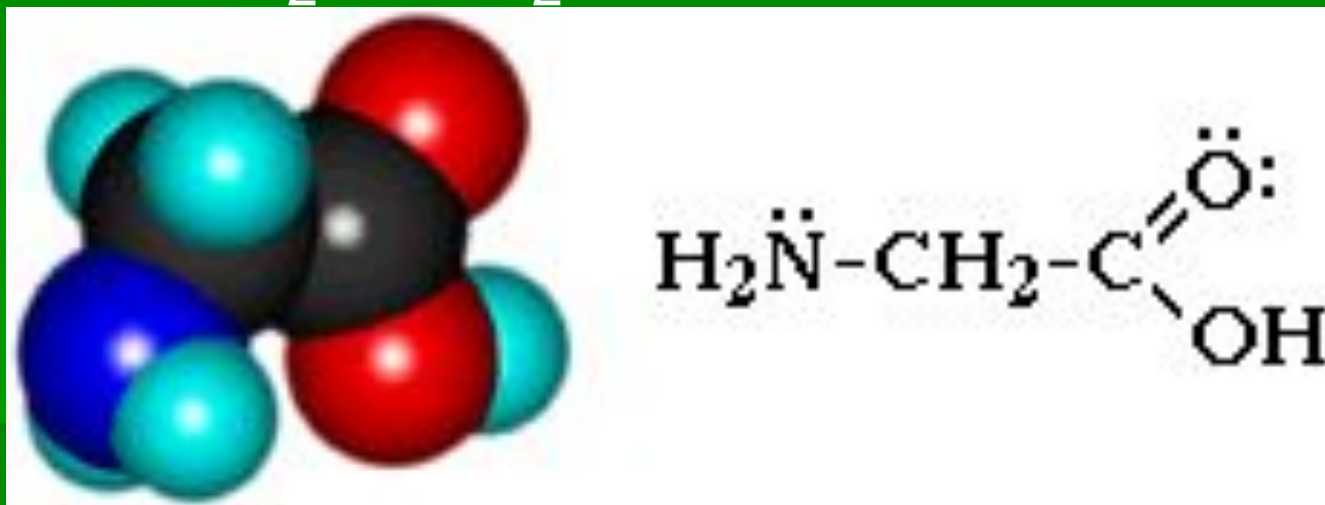
В его состав входят:

- амилоза (внутренняя часть крахмального зерна) - 10-20%
- амилопектин (оболочка крахмального зерна) - 80-90%
- Макромолекула амилозы представляет собой спираль, каждый виток которой состоит из 6 звеньев  $\alpha$ -глюкозы.
- **Амилопектин** состоит из разветвленных макромолекул, молекулярная масса которых достигает 1 - 6 млн. Подобно амилопектину построен гликоген (животный крахмал).



Аминокислоты – органические бифункциональные соединения, в состав которых входят карбоксильные группы  $-\text{COOH}$  и аминогруппы  $-\text{NH}_2$ .

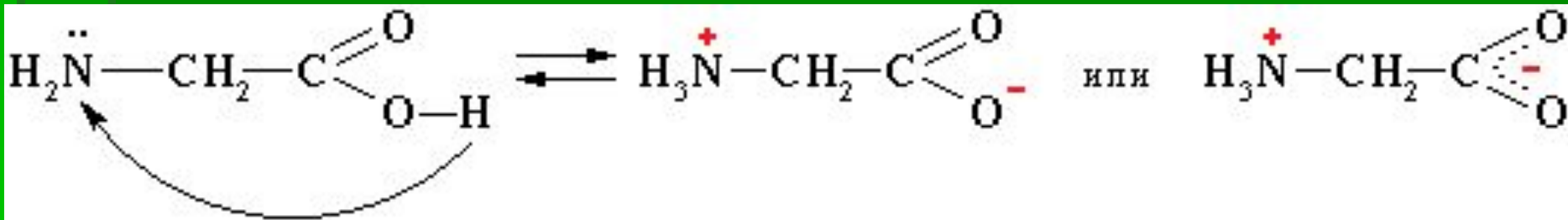
- Простейший представитель – аминокислота  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$  (глицин)



- Общая формула:  $\text{NH}_2 - \underset{\text{R}}{\text{CH}} - \text{COOH}$

## Физические свойства

- Аминокислоты – твердые кристаллические вещества с высокой т.пл., при плавлении разлагаются. Хорошо растворимы в воде, водные растворы электропроводны. Эти свойства объясняются тем, что молекулы аминокислот существуют в виде внутренних солей, которые образуются за счет переноса протона от карбоксила к аминогруппе.



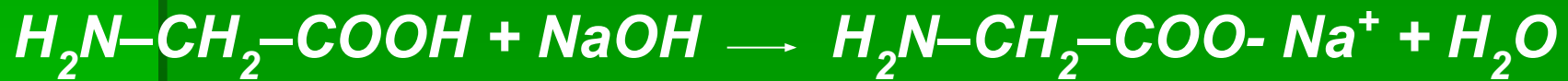
## *Химические свойства*

- Аминокислоты проявляют свойства оснований за счет аминогруппы и свойства кислот за счет карбоксильной группы, т.е. являются амфотерными соединениями. Подобно аминам, они реагируют с кислотами с образованием солей аммония:

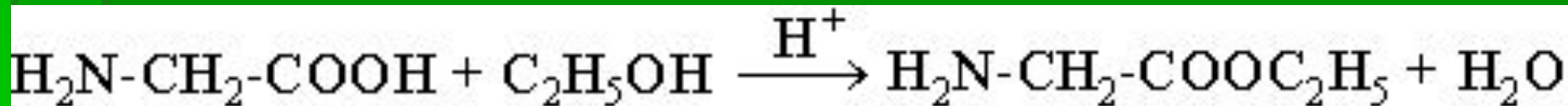


Как карбоновые кислоты они образуют функциональные производные:

а) соли

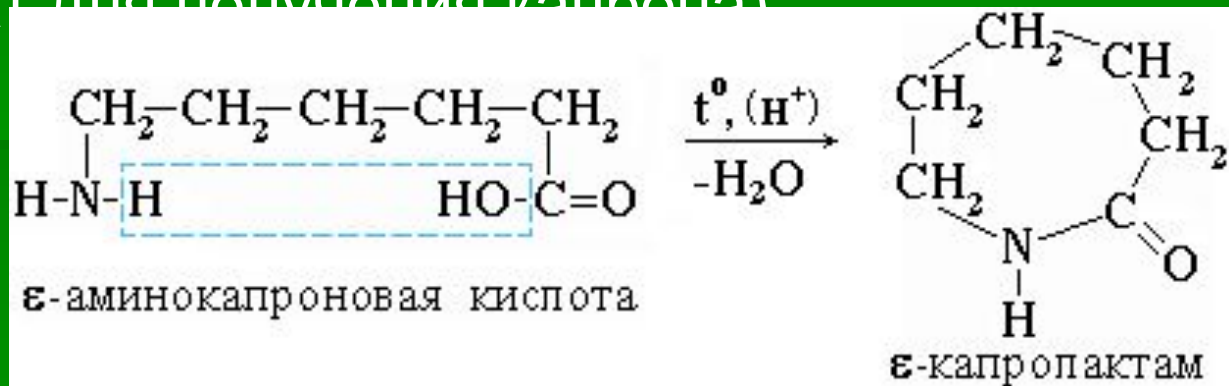


- б) сложные эфиры

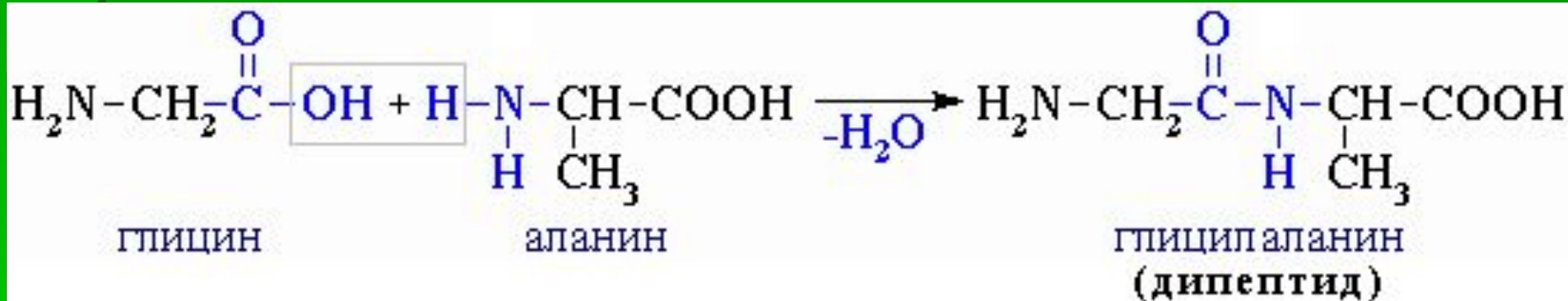




- Практическое значение имеет внутримолекулярное взаимодействие функциональных групп  $\epsilon$ -аминокапроновой кислоты, в результате которого образуется  $\epsilon$ -капролактам (полупродукт для получения капрона):



- Межмолекулярное взаимодействие  $\alpha$ -аминокислот приводит к образованию пептидов. При взаимодействии двух  $\alpha$ -аминокислот образуется дипептид.



(см. учебник стр. 225 - 226)

# Белки



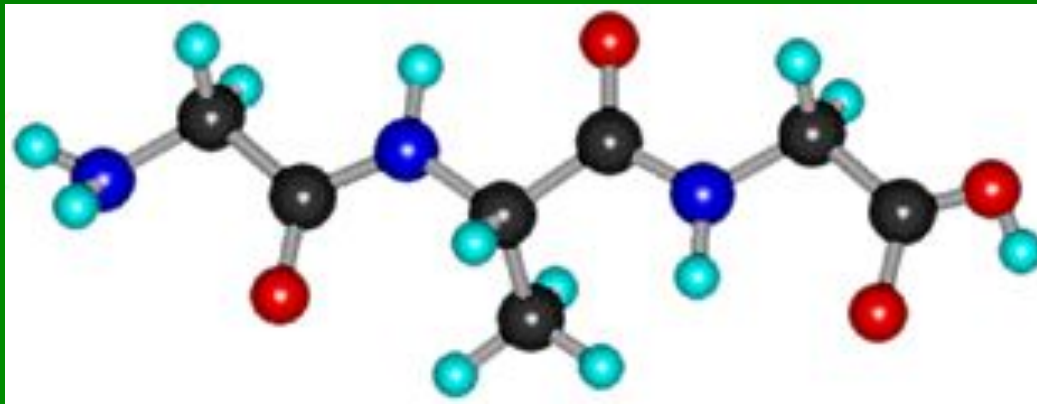
*Белки (полипептиды) - биополимеры, построенные из остатков **α**-аминокислот, соединённых пептидными (амидными) связями.*

## **Функции белков в природе :**

---

- каталитические (ферменты);
- регуляторные (гормоны);
- структурные (кератин шерсти, фиброин шелка, коллаген);
- двигательные (актин, миозин);
- транспортные (гемоглобин);
- запасные (казеин, яичный альбумин);
- защитные (иммуноглобулины) и т.д.

# Уровни структурной организации белков.

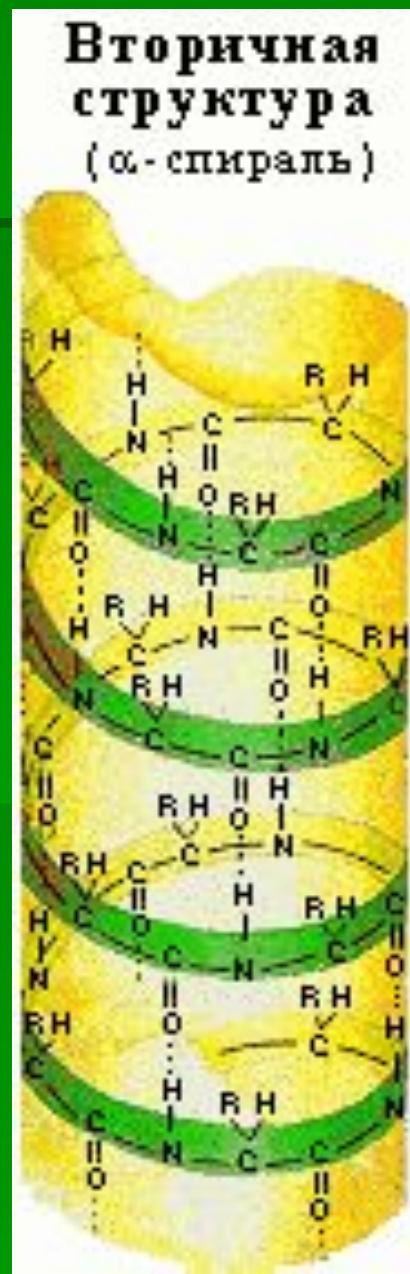




# Вторичная структура

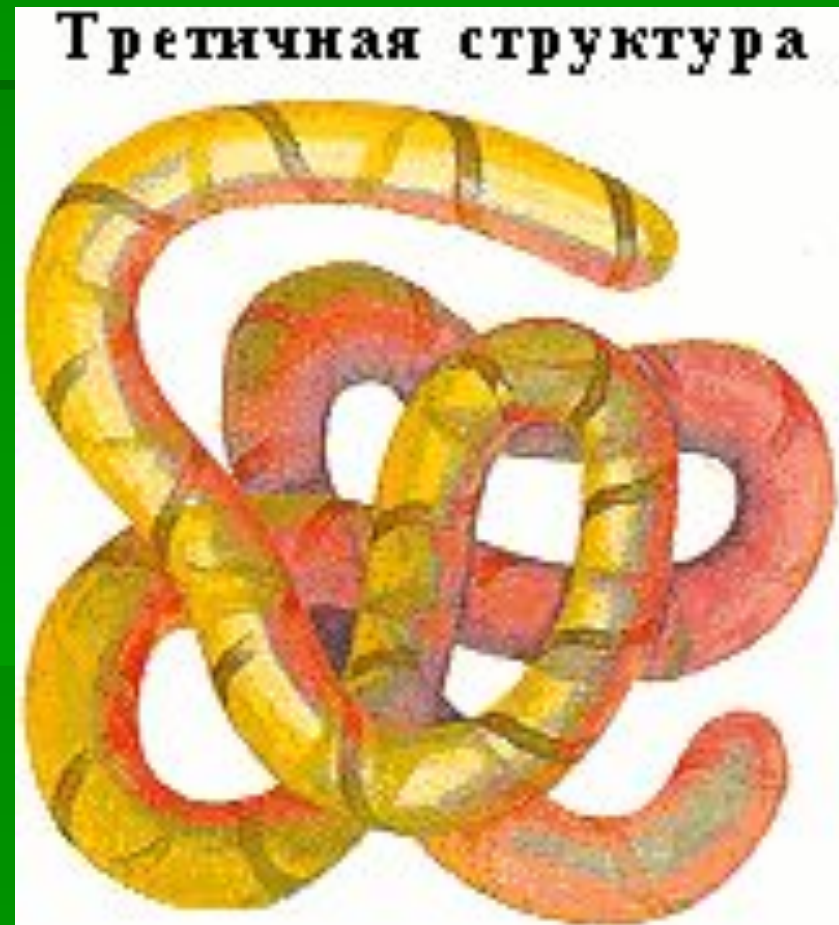
конформация полипептидной цепи, закрепленная множеством водородных связей между группами N-H и C=O.

Одна из моделей вторичной структуры -  $\alpha$ -спираль.



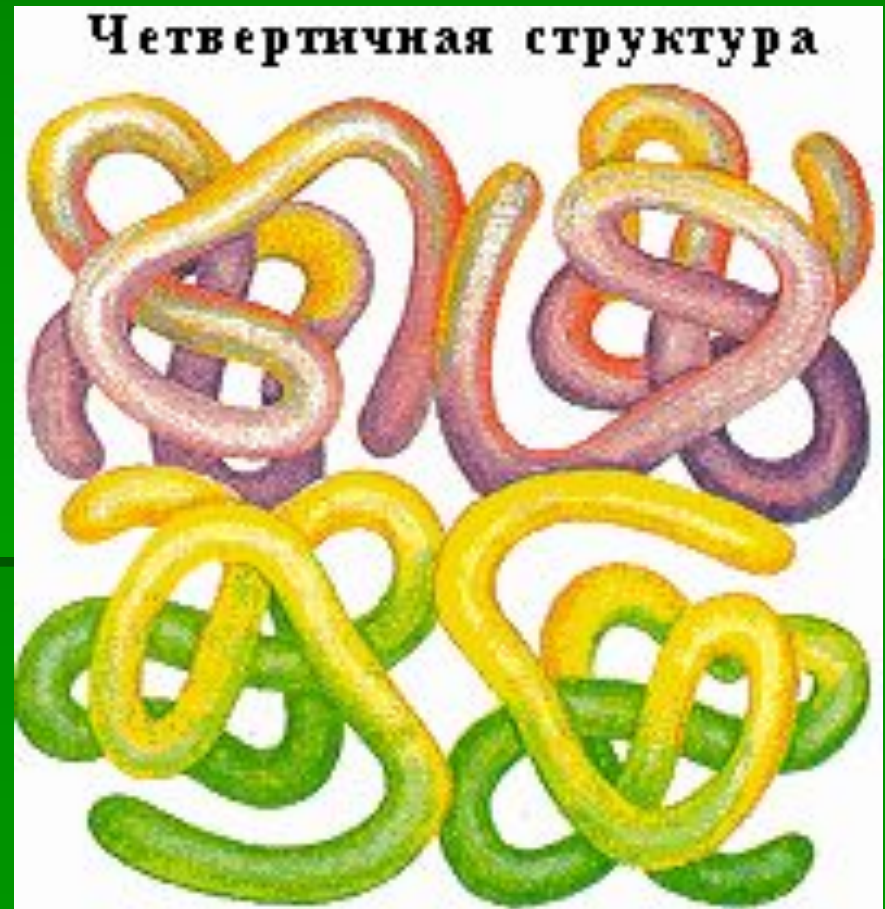
# Третичная структура -

форма закрученной спирали в пространстве, образованная главным образом за счет дисульфидных мостиков -S-S-, водородных связей, гидрофобных и ионных взаимодействий.



# Четвертичная структура -

агрегаты нескольких белковых макромолекул (белковые комплексы), образованные за счет взаимодействия разных полипептидных цепей.







### Lightning

Lightning is a massive discharge of electricity that occurs between a cloud and the ground, or between two clouds. It is caused by the buildup of static electrical charges within the clouds.

### Lightning Safety



Lightning strikes a tree in a field. A glass of orange juice sits on a table in the foreground.

Lightning is a massive discharge of electricity that occurs between a cloud and the ground, or between two clouds. It is caused by the buildup of static electrical charges within the clouds.

- Lightning strikes trees and buildings.
- Lightning strikes people and animals.
- Lightning strikes cars and boats.
- Lightning strikes power lines.

