

# Общие представления о классах органических веществ.

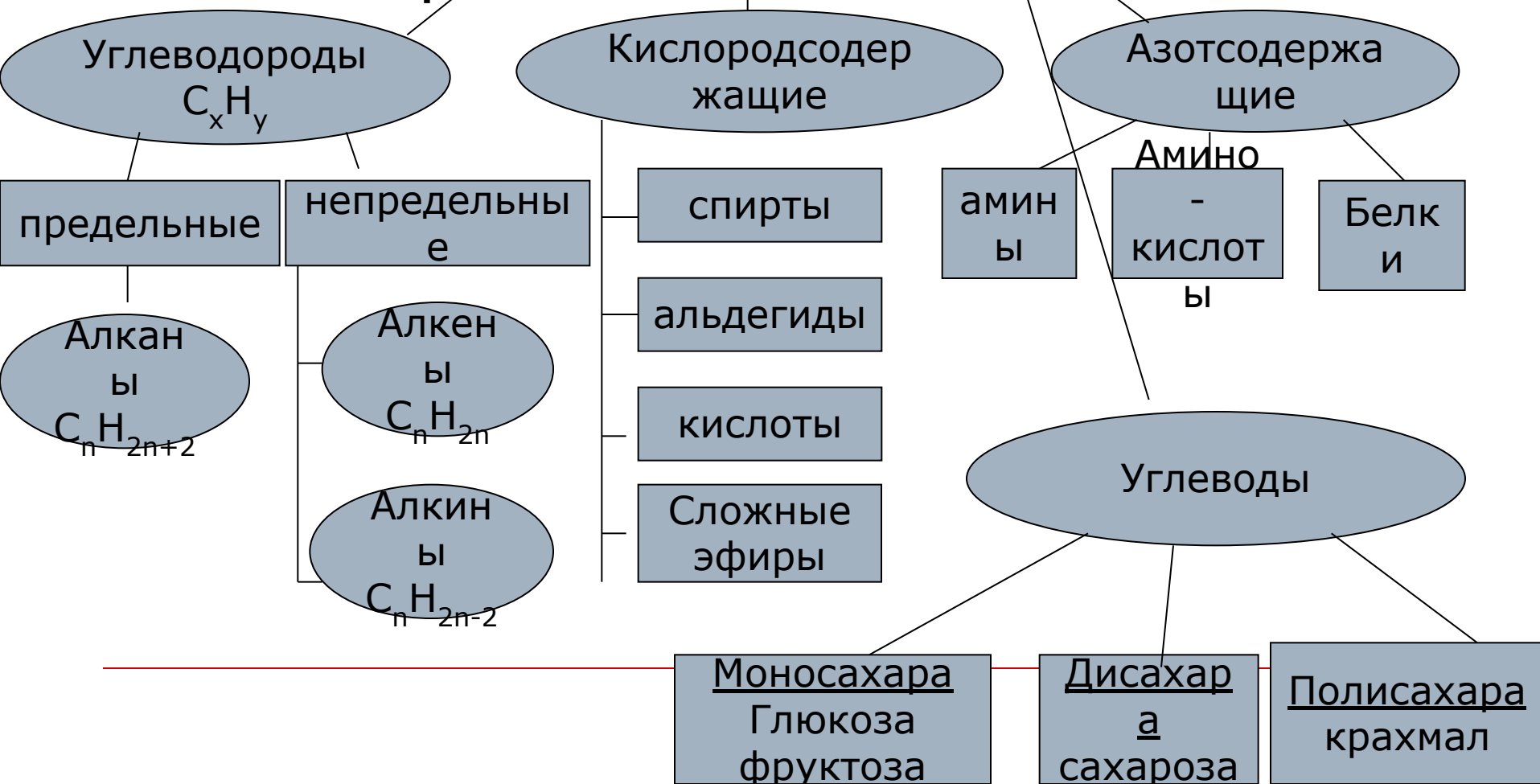
---

Классификация органических  
веществ.

Представители.

# Классификация

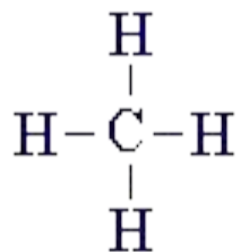
## Органические вещества



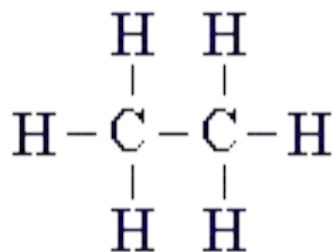
# Углеводороды.

## Пределные (насыщенные, алканы)

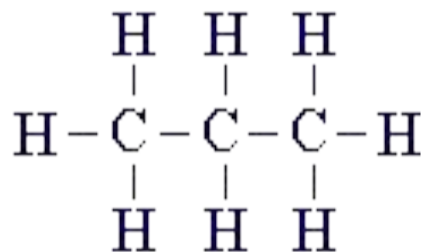
**Алканы - углеводороды, состав которых выражается общей формулой  $C_n H_{2n+2}$ , где  $n$  - число атомов углерода.**



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

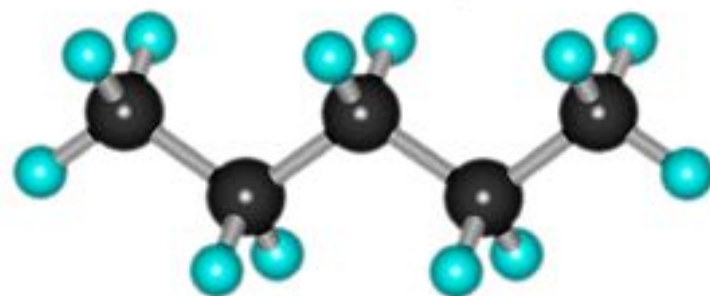
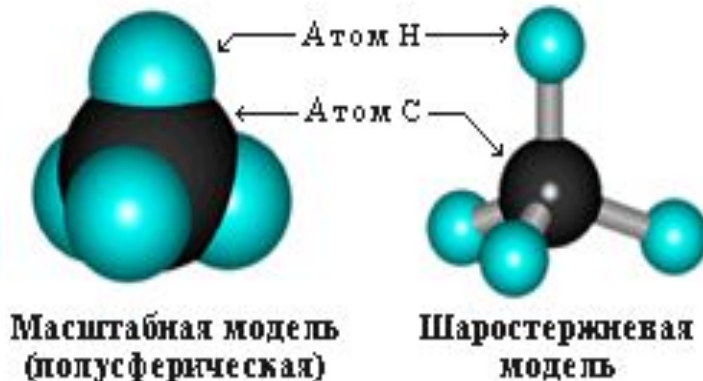
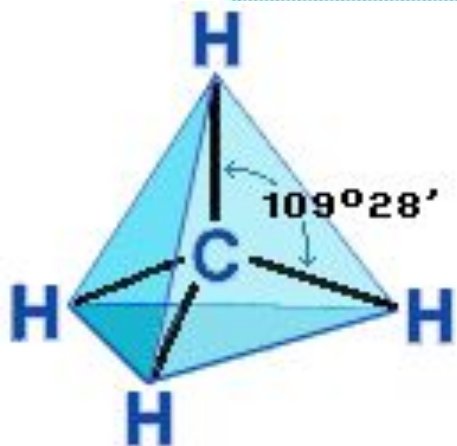
- 
- **Гомологи** – вещества одного класса, отличающиеся друг от друга на одну или несколько групп  $-\text{CH}_2-$
  - **Гомологический ряд** – ряд веществ, расположенных в порядке возрастания относительных молекулярных масс, сходных по строению и свойствам, но отличающиеся друг от друга на одну или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

# Строение алканов



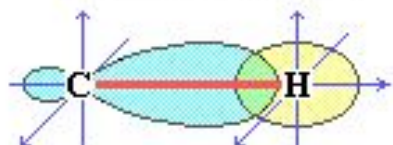
Метан  $\text{CH}_4$

Пентан  $\text{C}_5\text{H}_{12}$

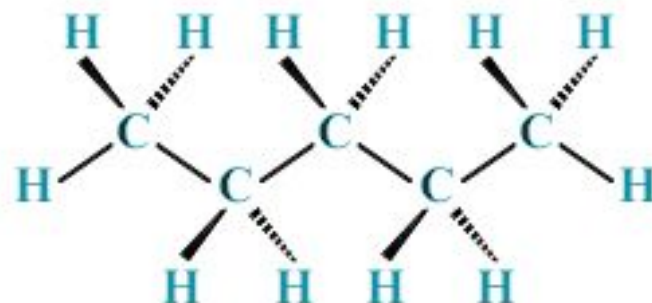
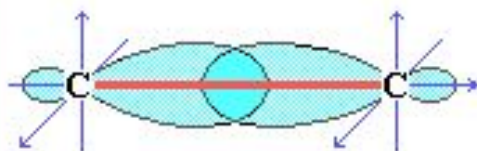


Модель молекулы

$\sigma$ -Связь C-H



$\sigma$ -Связь C-C

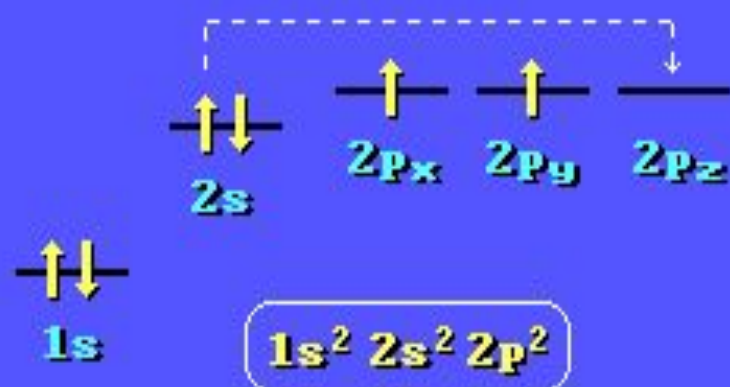


Стереохимическая формула

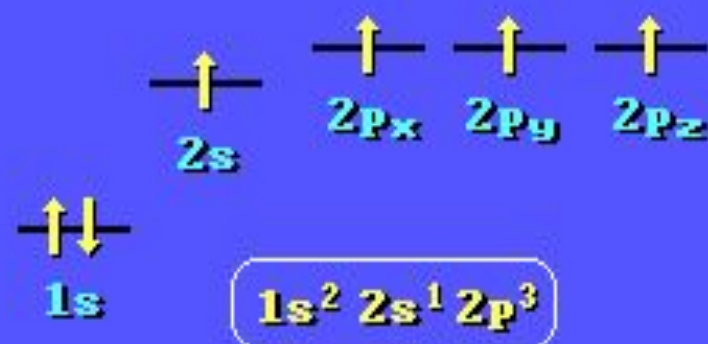


# СОСТОЯНИЯ АТОМА УГЛЕРОДА

## Невозбужденное (основное) состояние



## Возбужденное состояние



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

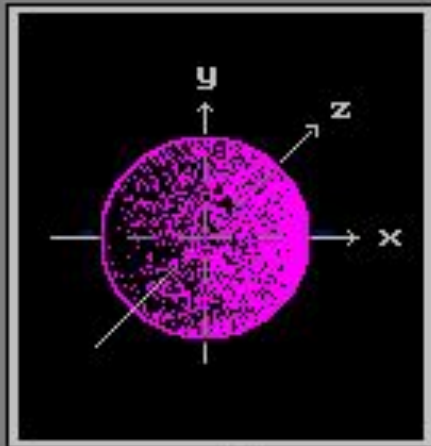
При этом происходит перегруппировка внешних валентных электронов: один электрон с  $2s$ -орбитали переходит на свободную  $2p$ -орбиталь.

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

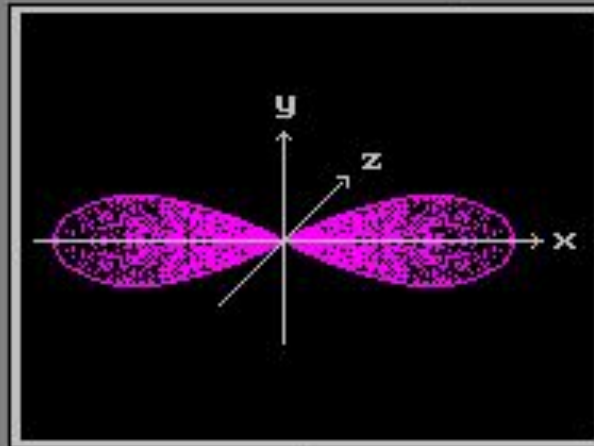
# Атомные орбитали

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

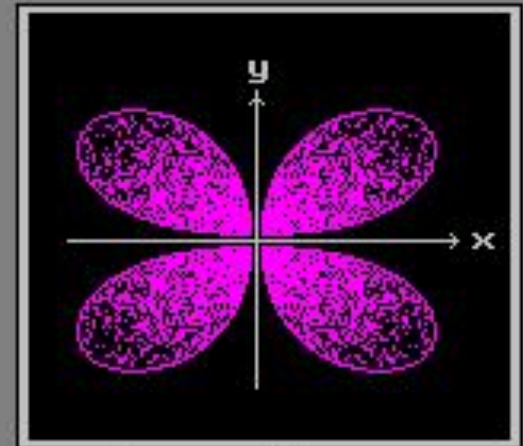
## Типы атомных орбиталей



*s*-орбиталь



*p<sub>x</sub>*-орбиталь

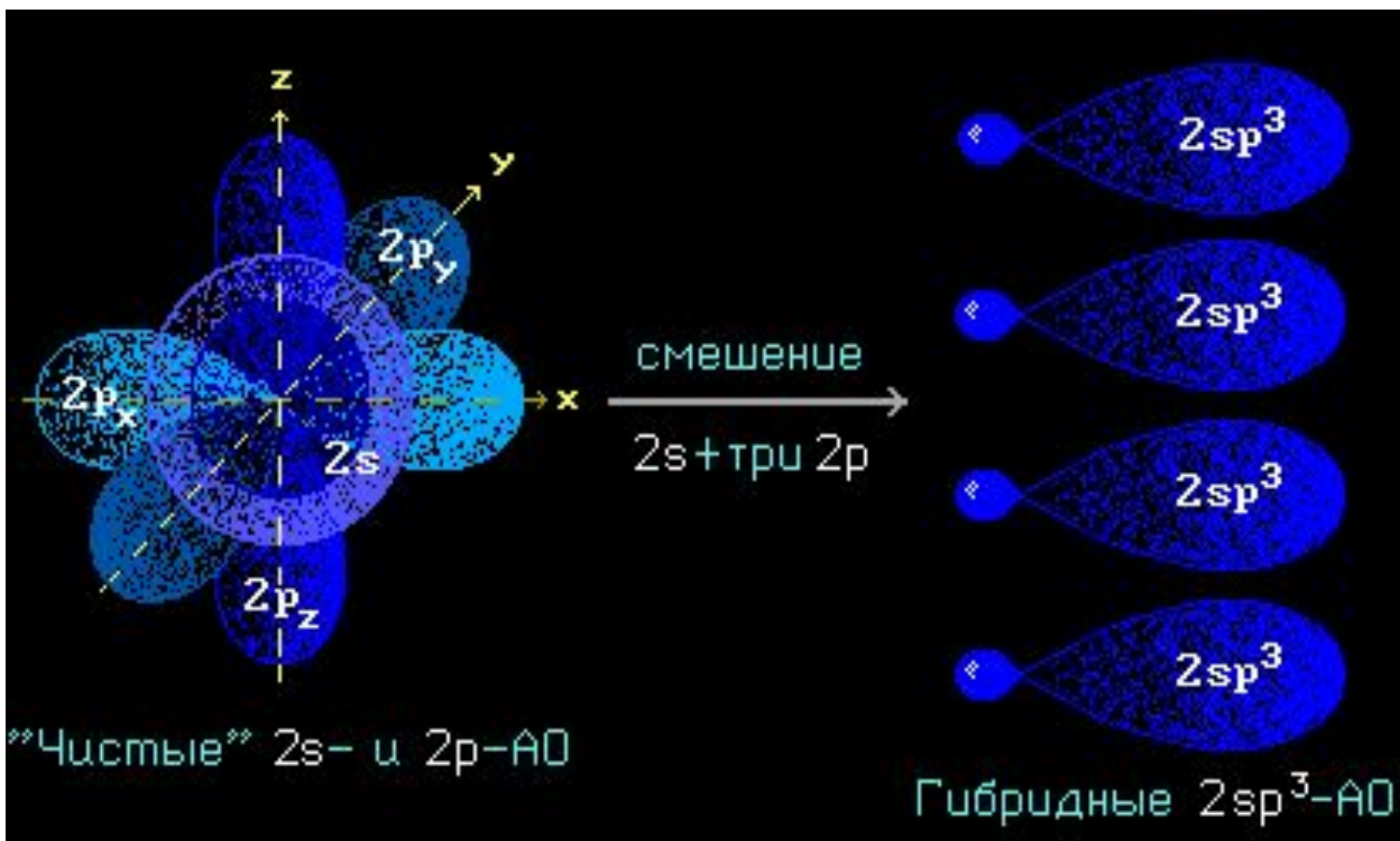


*d<sub>xy</sub>*-орбиталь

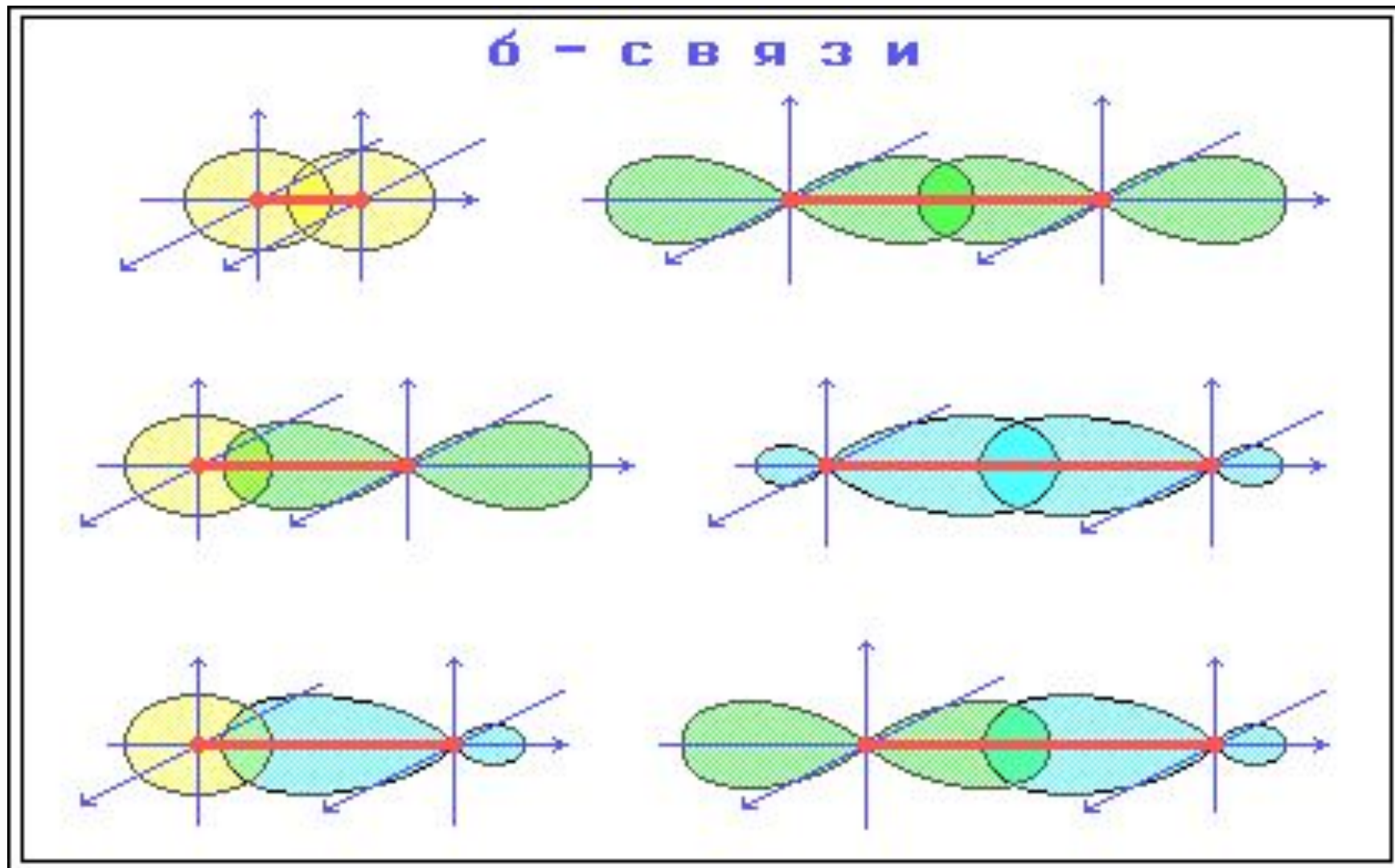


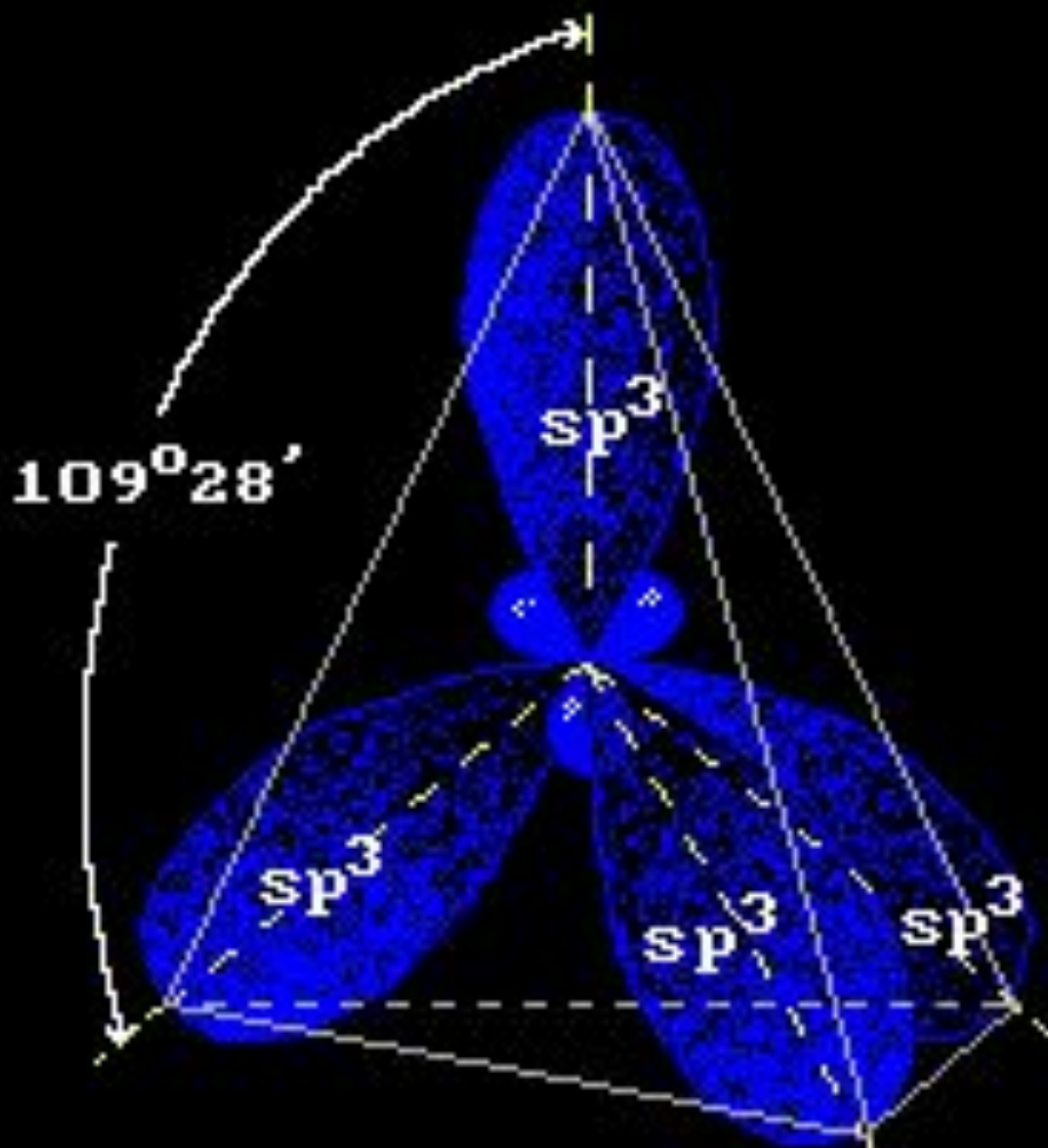


- **Гибридизация АО** - это взаимодействие (смешение) разных по типу, но близких по энергии атомных орбиталей данного атома с образованием гибридных орбиталей одинаковой формы и энергии.
- Гибридованные АО при взаимодействии с орбиталями различных типов (*s*-, *p*- или гибридными АО) других атомов обычно 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)  
$$\begin{array}{ccccccccc} C & - & C & - & C & - & C & - & C \\ & & | & & & & & & \\ & & C & & & & & & \end{array}$$
 это второй изомер
-



### 3. Пускают разветвление с другой стороны

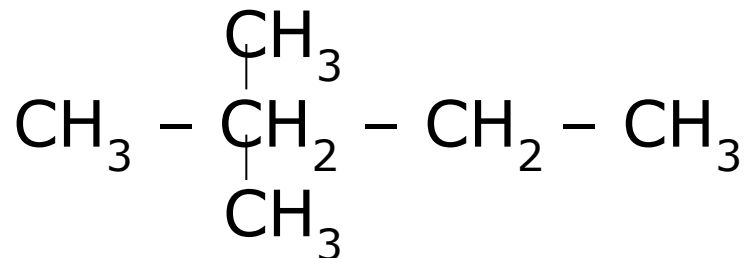
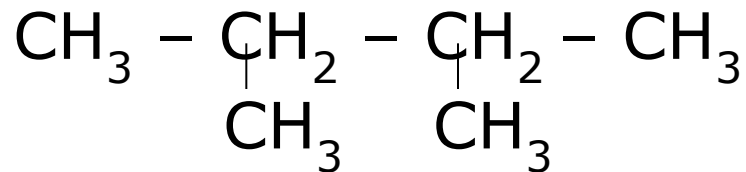
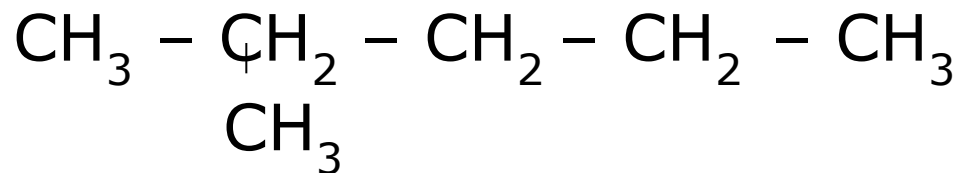
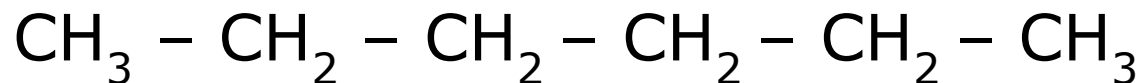
---



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



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



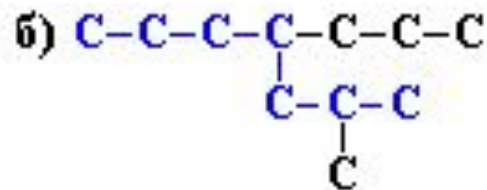
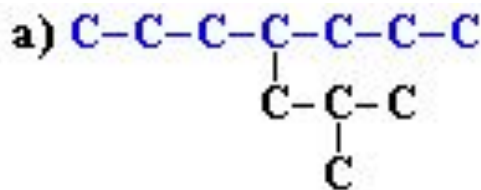
# Порядок построения названия

---

## 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):

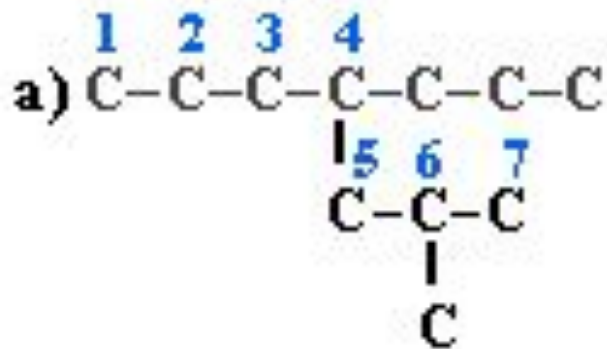


В случае (а) цепь имеет 1 заместитель, а в (б) – 2. Поэтому следует выбрать вариант (б).

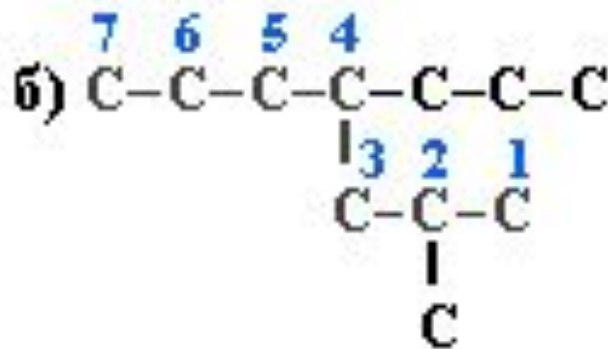
---

## 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

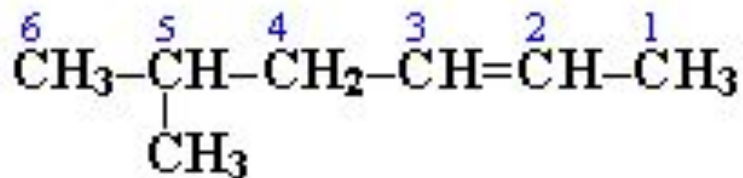
---

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**

---



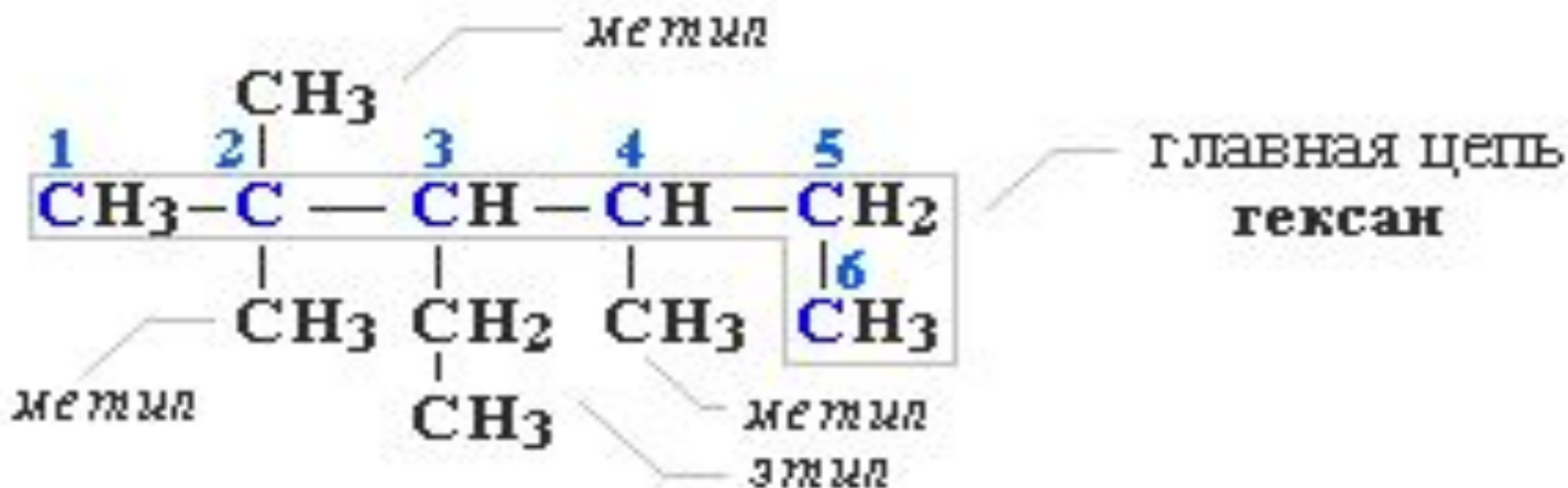
Таким образом, в названии разветвленного алкана

корень+суффикс – название нормального алкана

(греч. числительное+суффикс "ан"),

приставки – цифры и названия углеводородных радикалов.

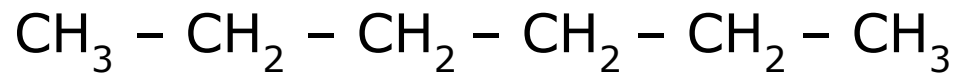
Пример построения названия:



**2,2,4-триметил-3-этилгексан**

# Назовём полученные изомеры

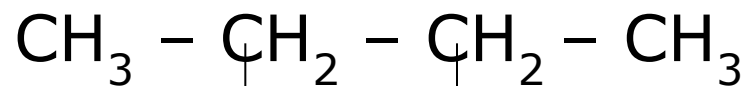
---



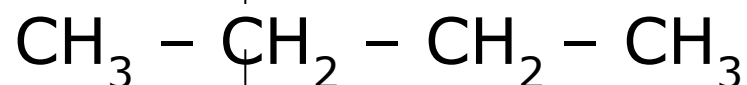
н-гексан



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

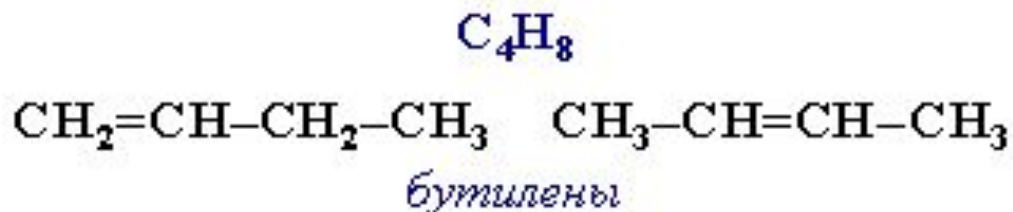
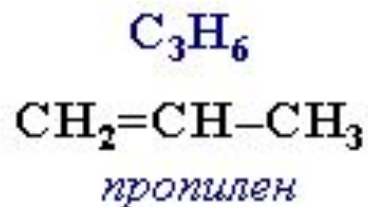
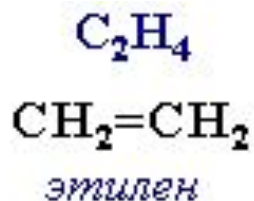
---

# 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>**.

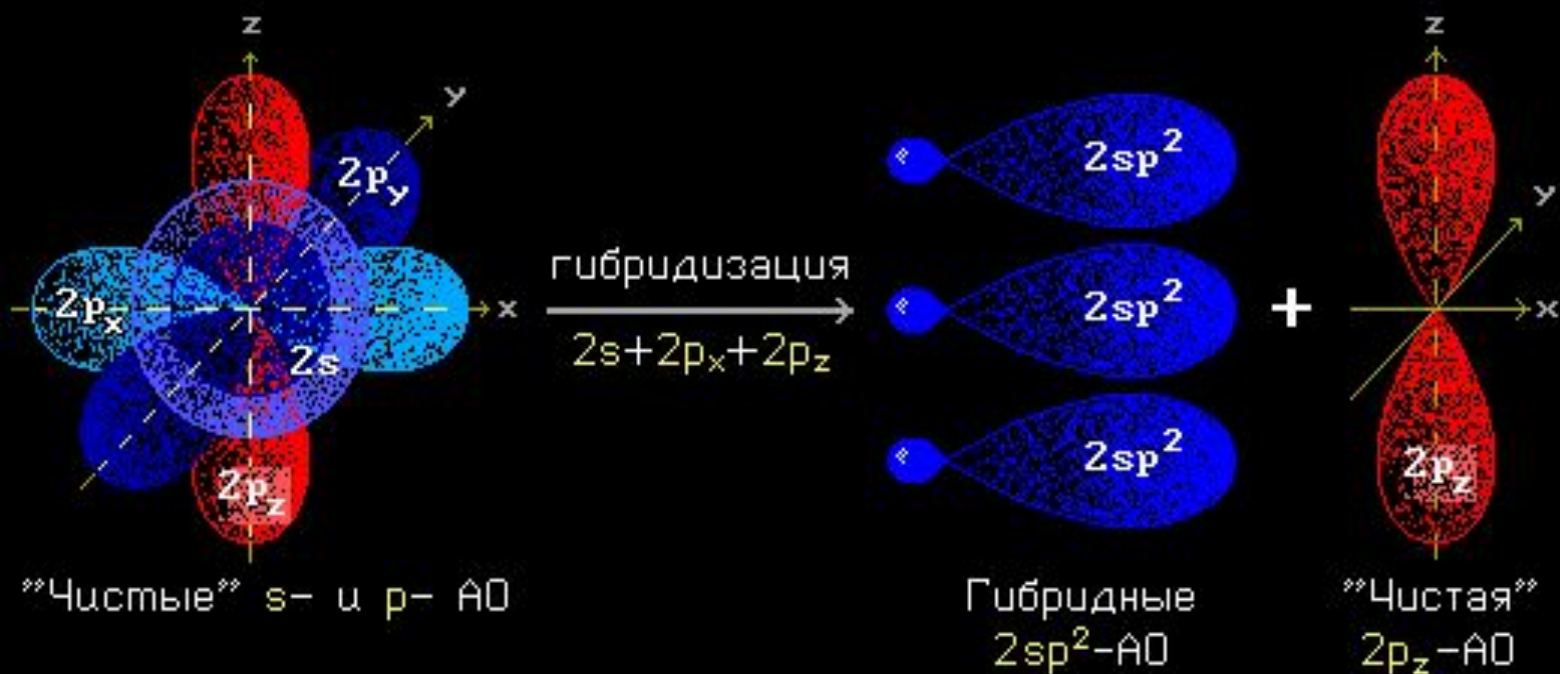
- Простейшие представители:



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



# $sp^2$ – Гибридизация

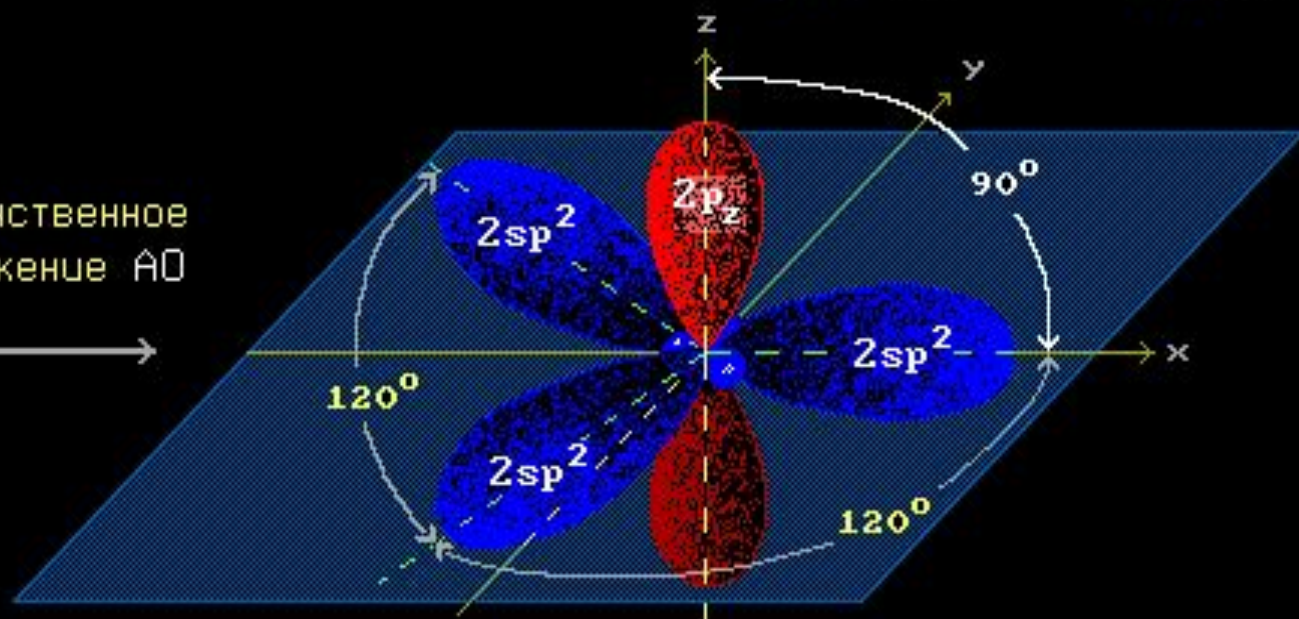


«Чистые» s- и p- АО

Гибридные  $2sp^2$ -АО

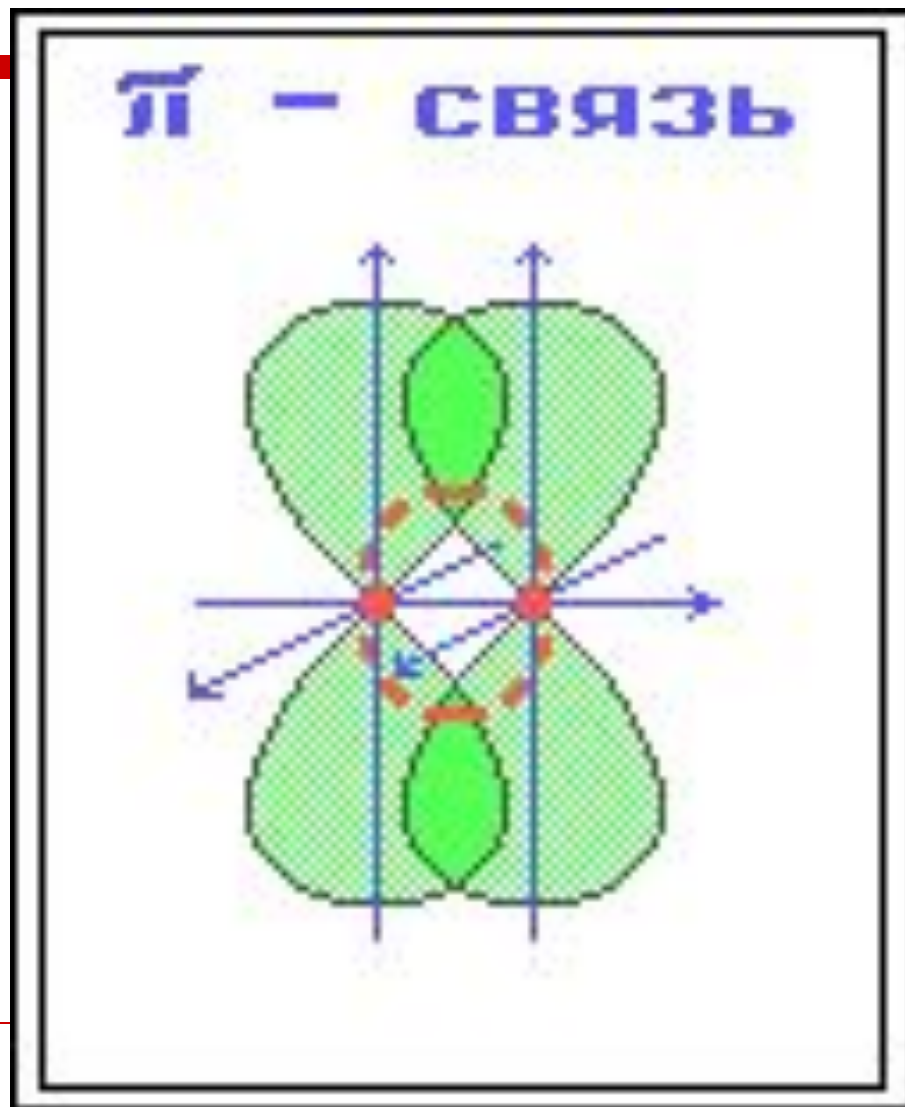
«Чистая»  $2p_z$ -АО

Пространственное  
расположение АО



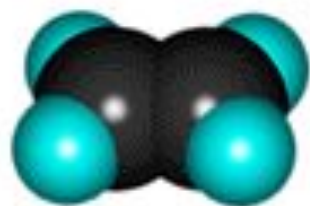
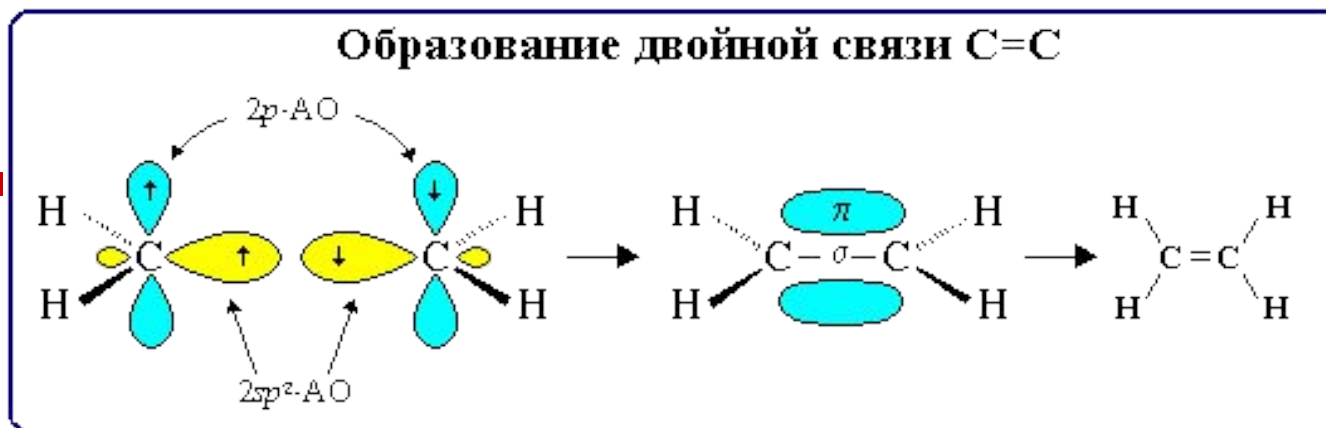
# ПИ-СВЯЗЬ

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





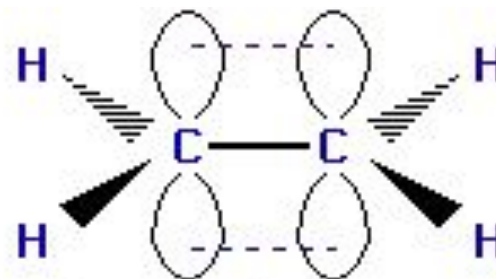
# Алкены. Строение



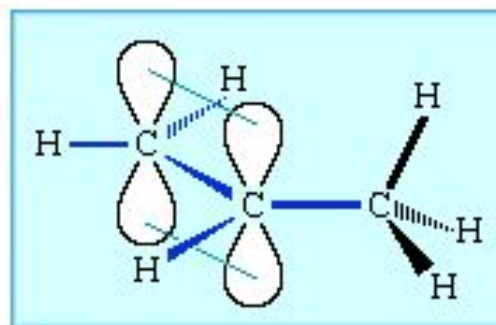
**Масштабная модель  
(полусферическая)**



**Шаростержевая  
модель**

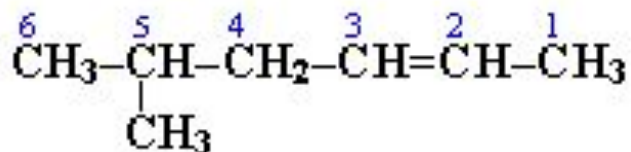


**Атомно-орбитальная  
модель**



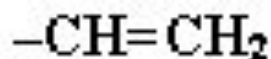
# Номенклатура алкенов

- 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:

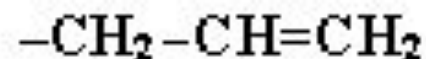


*5-метилгексен-2*

- 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:



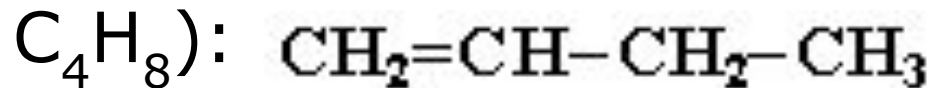
*винил*



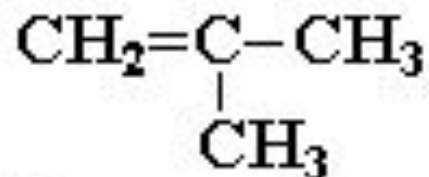
*аллил*

# Изомерия алкенов

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

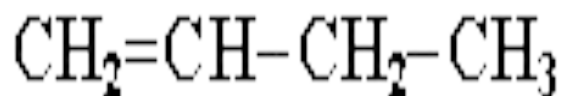


бутен-1

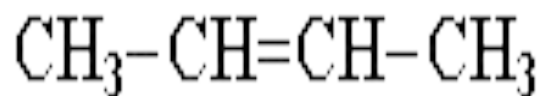


2-метилпропен

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



бутен-1



бутен-2

- Пространственная изомерия

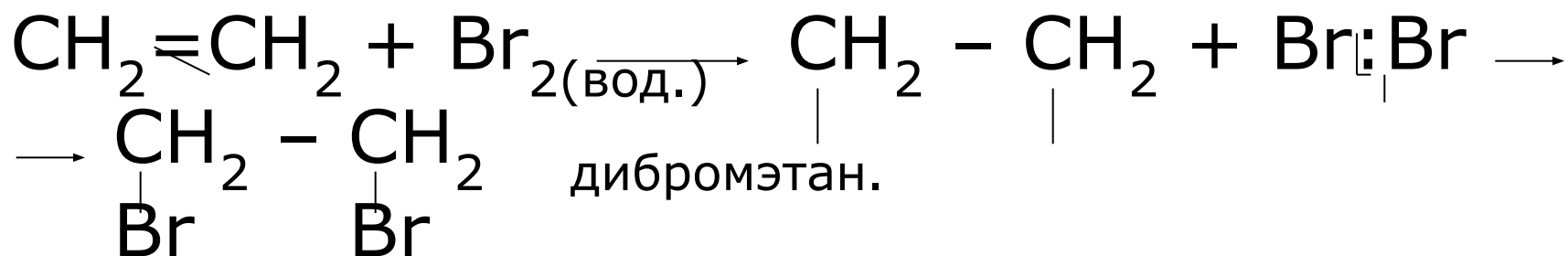


Химические свойства алкенов.

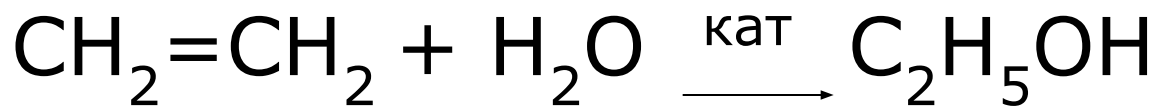
Характерны реакции присоединения по двойной связи:

---

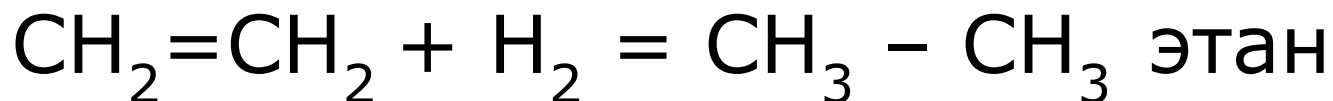
1. С галогенами



2. С водой (гидратация)

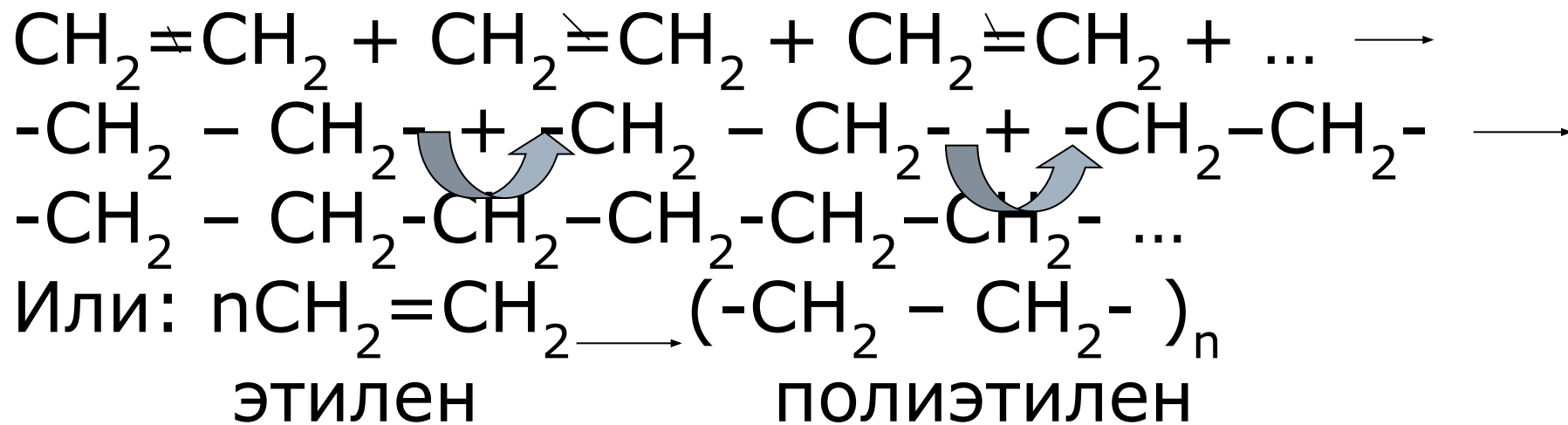


3. С водородом (гидрирование)



# Реакция полимеризации

---



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

**Мономер** – это .....

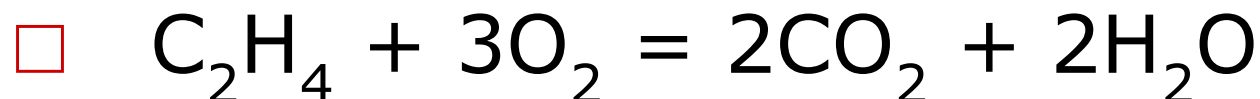
**Полимер** – это .....

---

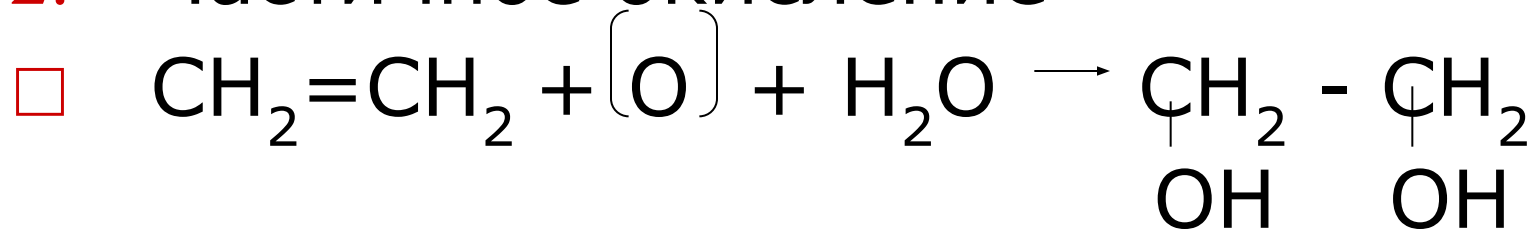
# Реакции окисления

---

1. Полное окисление (горение)



2. Частичное окисление

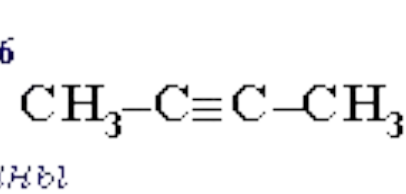
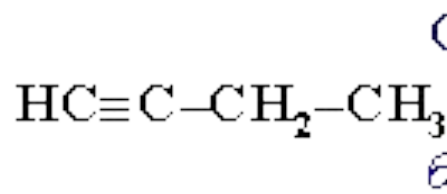
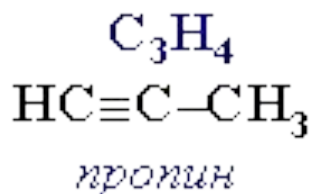
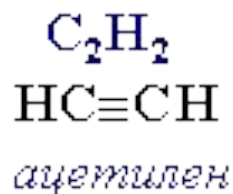


ЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ

---

# алкины

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

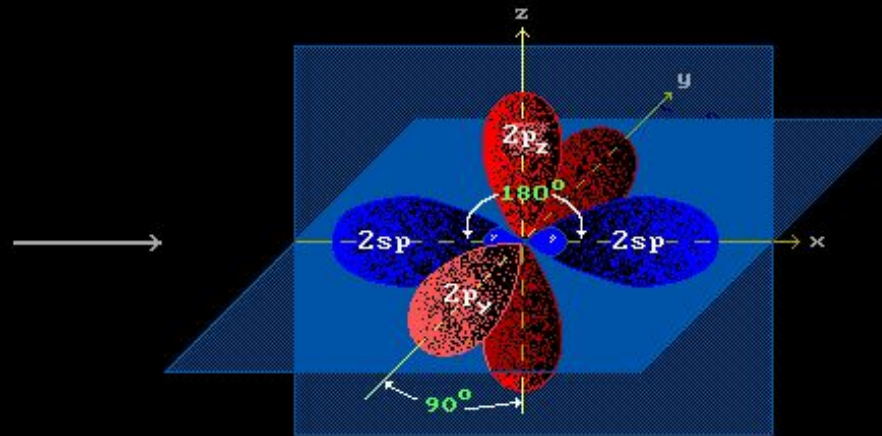
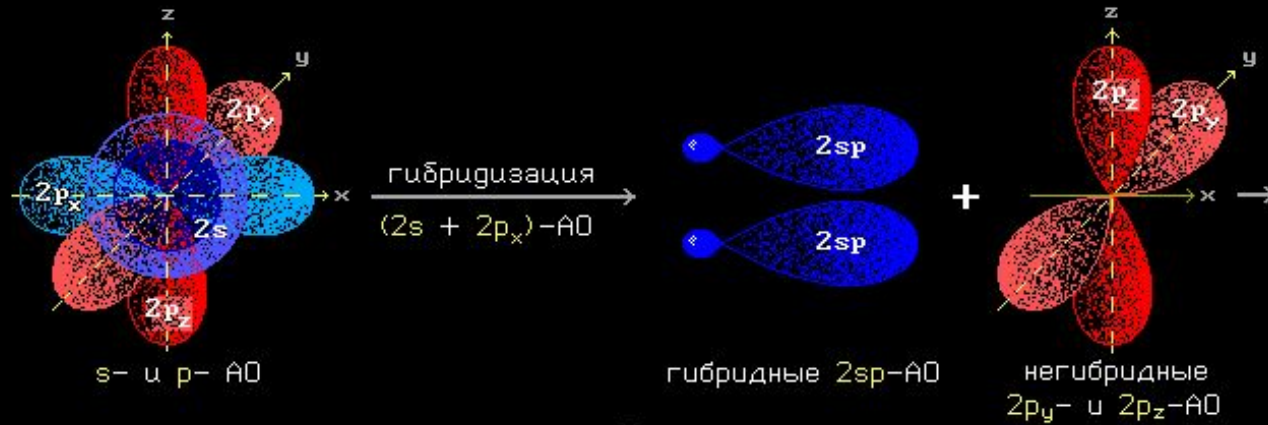


- Тройную связь осуществляют 6 общих электронов:



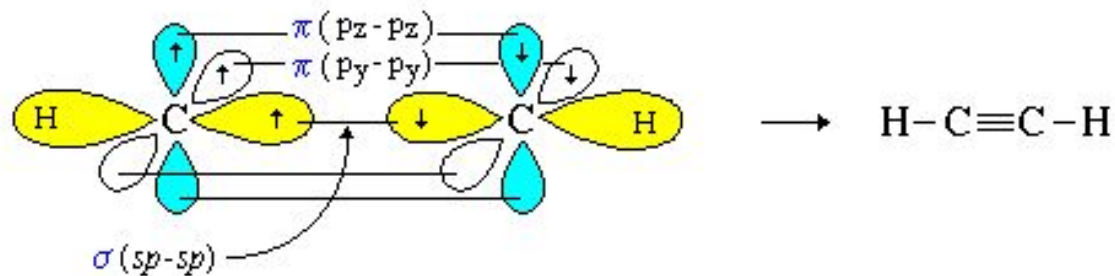


# sp – Гибридизация



Пространственное расположение атомных орбиталей

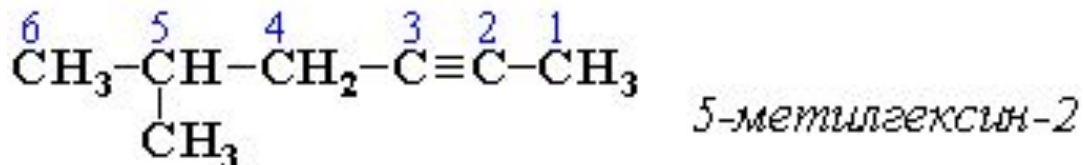
## Образование тройной связи C≡C



# 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.

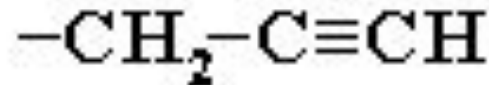
Например:



- 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*

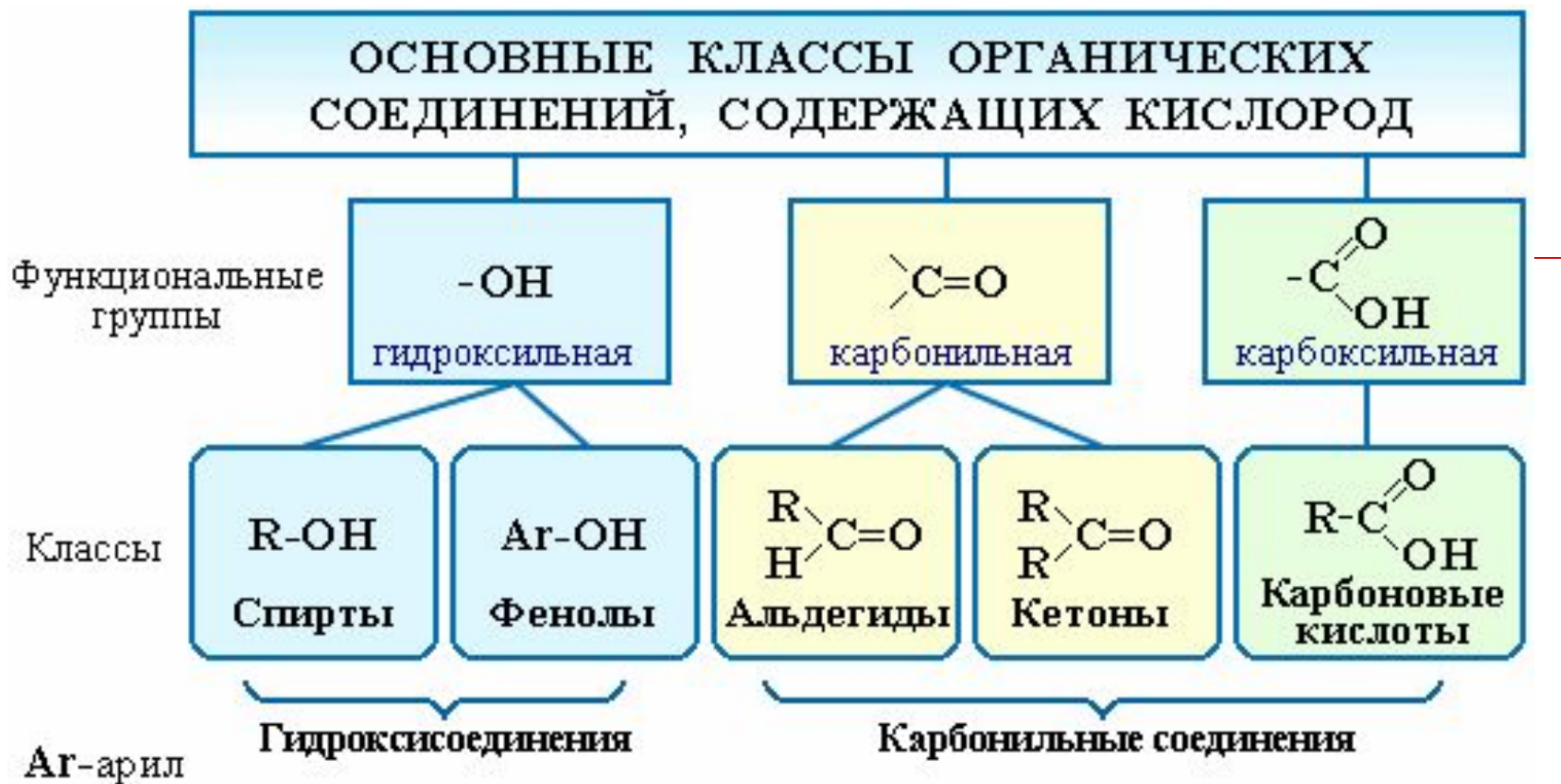


*пропаргил*

# Химические свойства алкинов

---

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



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

---

# Спирты.

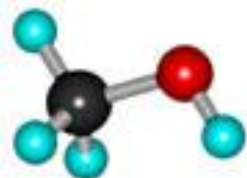
---

□ Спирты – производные углеводородов, в которых углеводородный радикал связан с одной или несколькими гидроксильными группами.

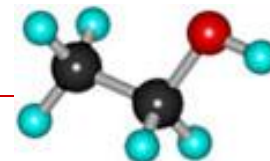
□ Общая формула спиртов с одной гидроксигруппой **R-OH.**

□ **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 -  $(-13^\circ\text{C})$

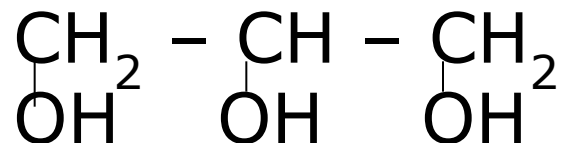
Применяют в качестве антифриза – незамерзающей охлаждающей жидкости.

---

# 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.
-



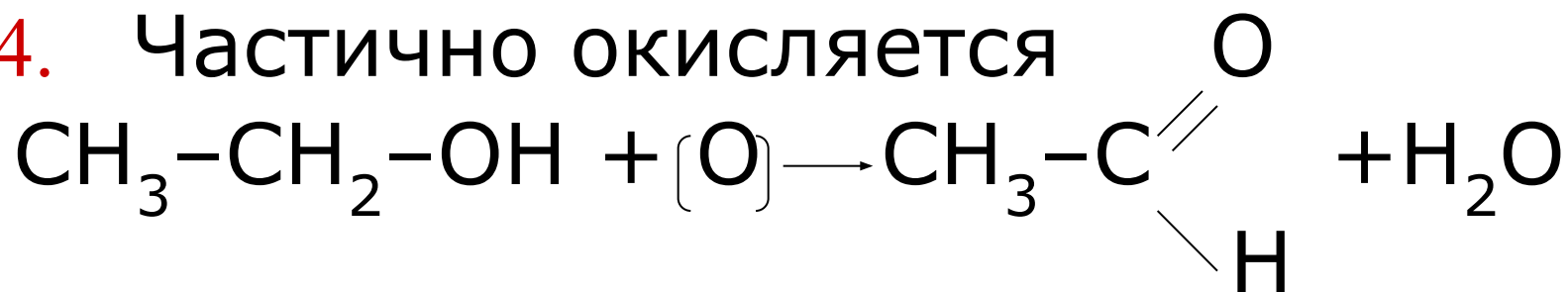
# Химические свойства спиртов обусловлены наличием функциональной группы - OH

---

Взаимодействует:

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

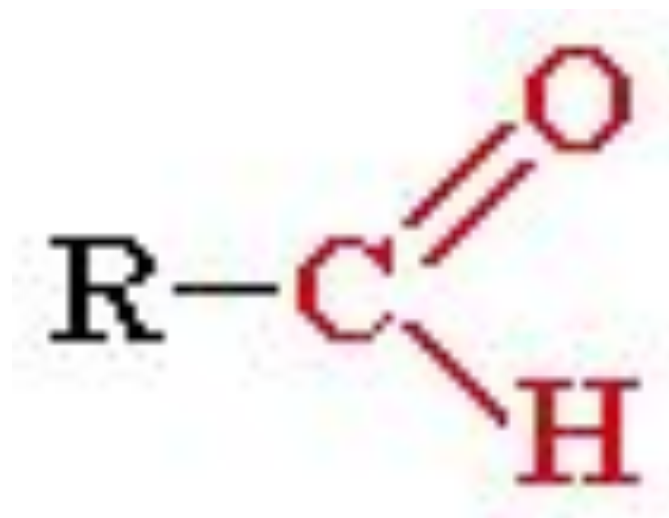
4. Частично окисляется



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

---

Общая формула: **R-CH=O** или



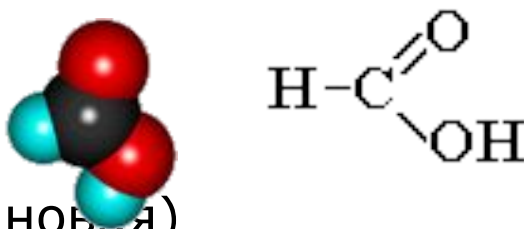
- Функциональная группа  $\text{-CH=O}$  называется альдегидной.
-

## Карбоновые кислоты

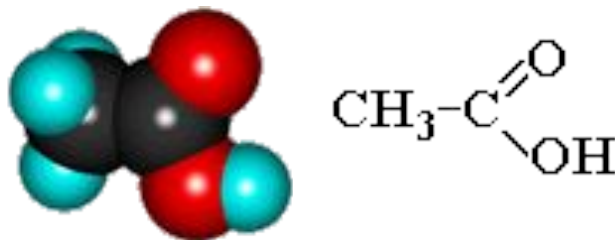
- Карбоновые кислоты - органические соединения, содержащие одну или несколько карбоксильных групп  $-\text{COOH}$ , связанных с углеводородным радикалом.
- 

### □ Простейшие карбоновые кислоты

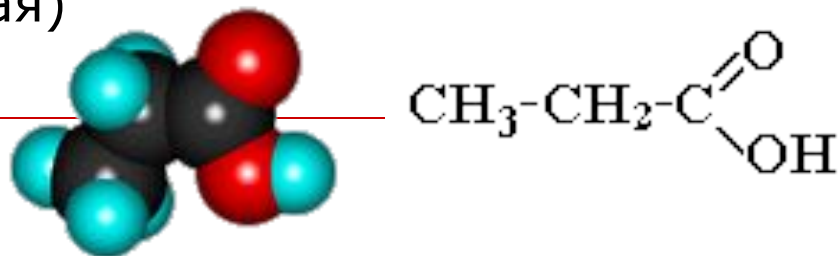
Муравьиная кислота (метановая)



Уксусная кислота (этановая)



Пропионовая кислота (пропановая)



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

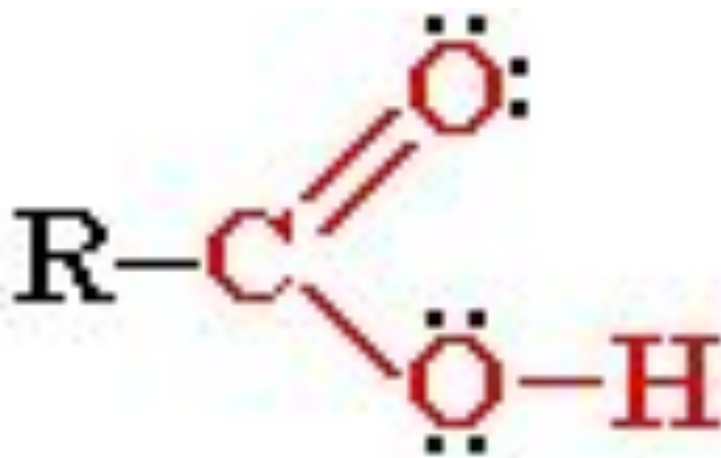
---

- $\text{HCOOH}$  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

---

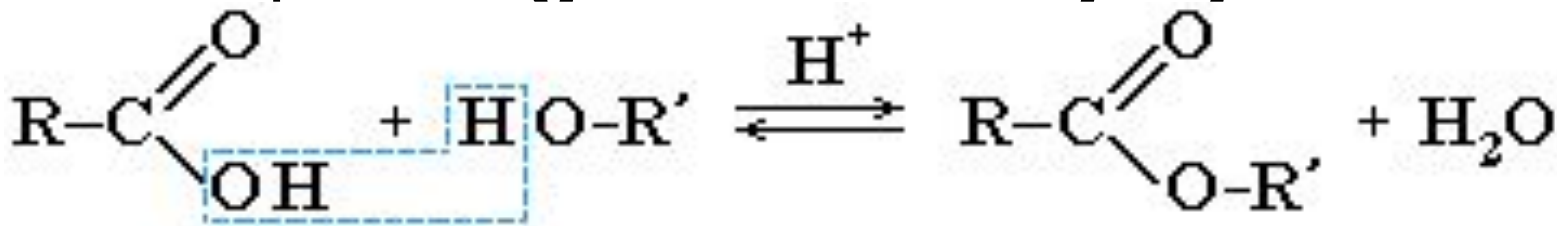
Карбоксильная группа содержит две функциональные группы - карбонил  $>C=O$  и гидроксил  $-OH$ , непосредственно связанные друг с другом:



# 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

---



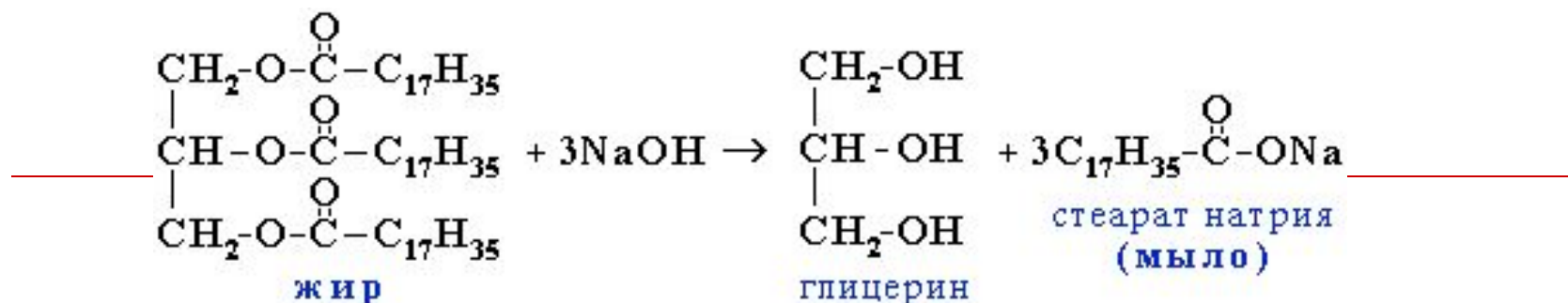
# Жиры.

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

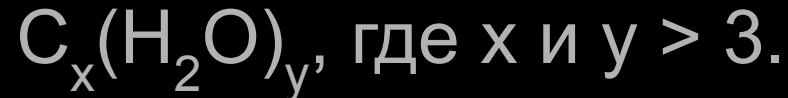


- В состав природных триглицеридов входят остатки насыщенных кислот (пальмитиновой  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$ , стеариновой  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ ) и ненасыщенных (олеиновой  $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ , линолевой  $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$ ).
- 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**.

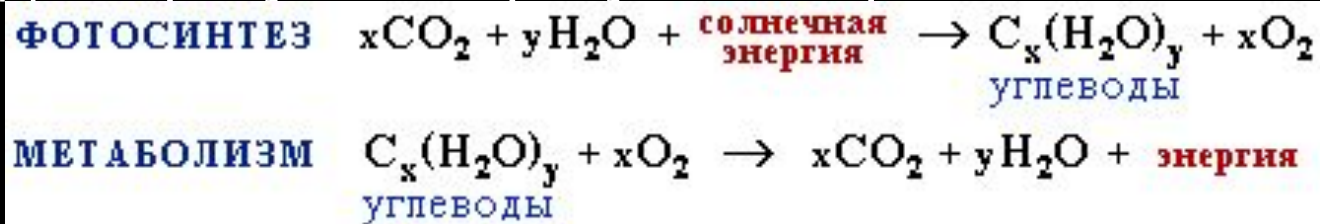
- Жидкие жиры превращают в твердые путем реакции гидрирования. При этом водород присоединяется по двойной связи, содержащейся в углеводородном радикале молекул масел.
- Продукт гидрогенизации масел - твердый жир (искусственное сало, *саломас*).
- *Маргарин* - пищевой жир, состоит из смеси гидрогенизированных 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  $C_5H_{10}O_5$

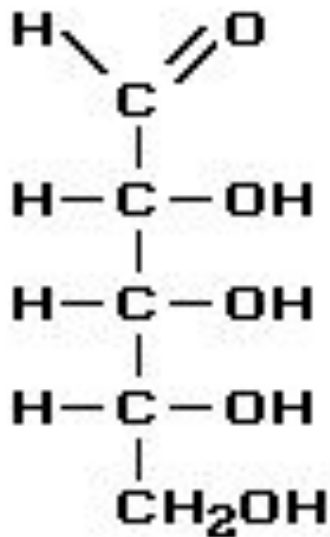
Сложные (гидролизующиеся) - Олигосахариды:

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

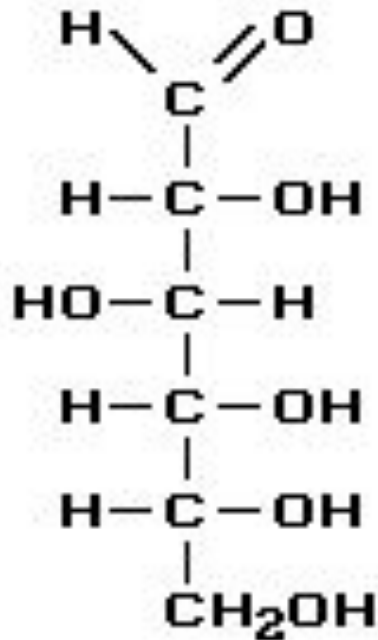
Полисахариды: крахмал  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , целлюлоза  $(C_6H_{10}O_5)_n$

# Моносахариды

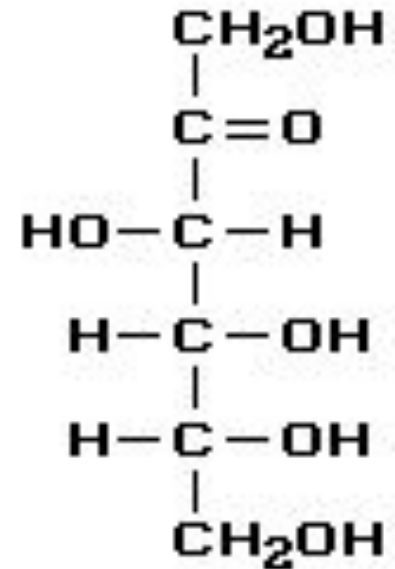
- Моносахариды - гетерофункциональные соединения, в состав их молекул входит одна карбонильная группа (альдегидная или кетонная) и несколько гидроксильных.



**Рибоза**  
(пентоза)



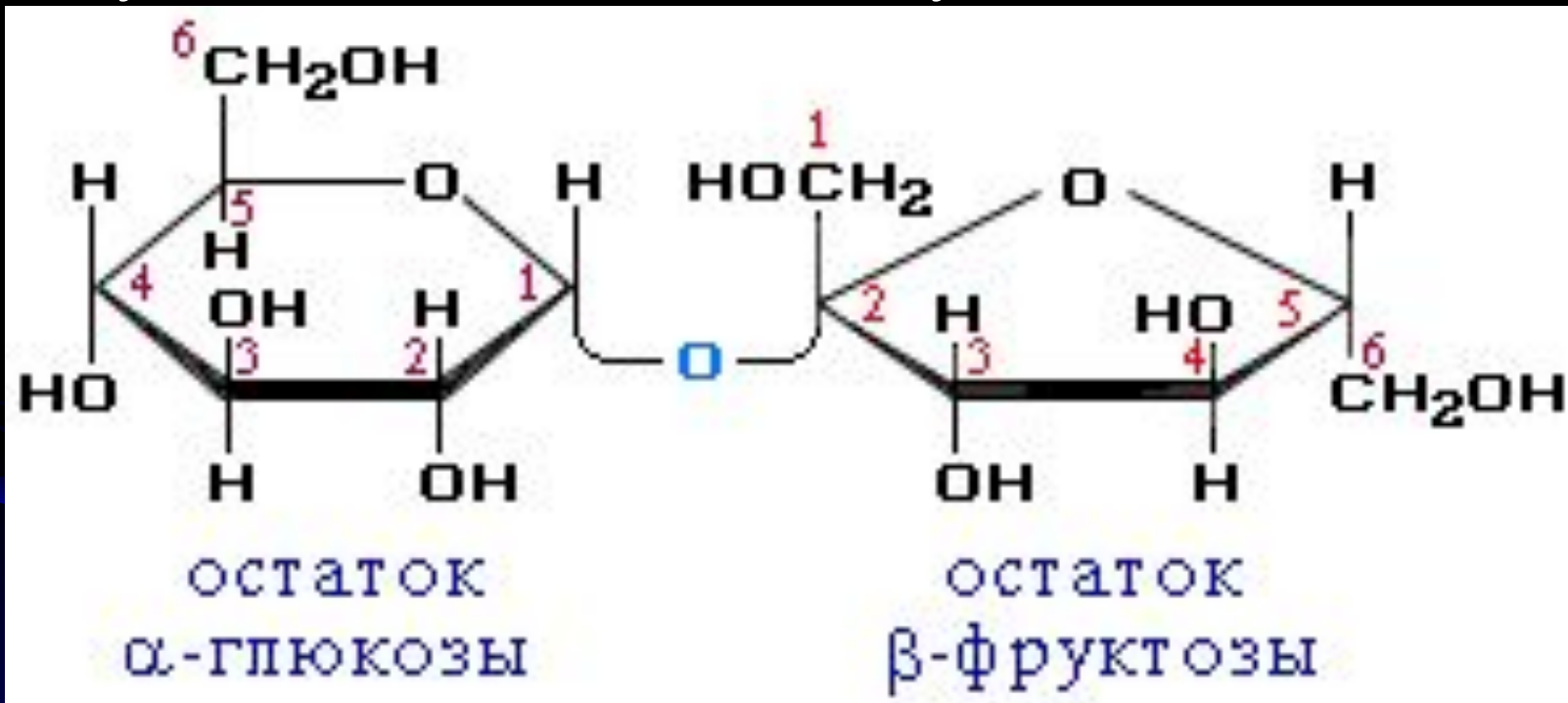
**Глюкоза**  
(гексозы)



**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

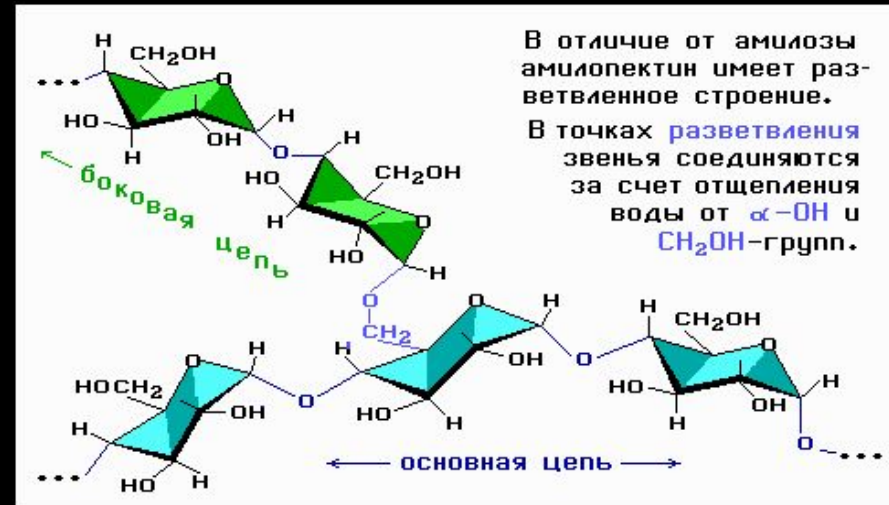
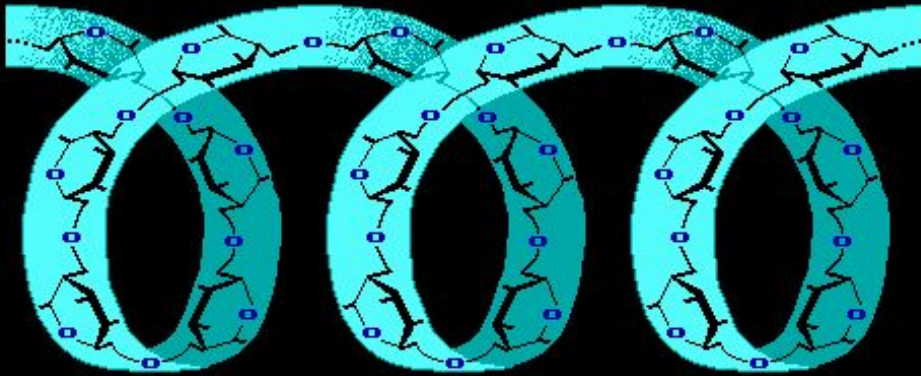


сахароза

# Крахмал

В его состав входят:

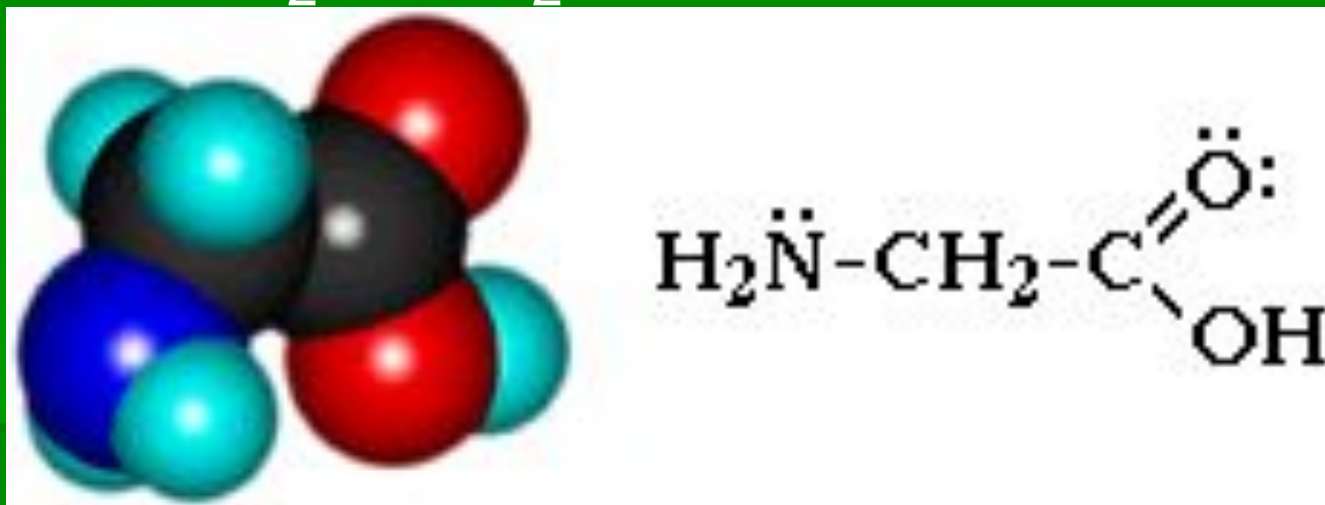
- амилоза (внутренняя часть крахмального зерна) - 10-20%
- амилопектин (оболочка крахмального зерна) - 80-90%
- Макромолекула амилозы представляет собой спираль, каждый виток которой состоит из 6 звеньев  $\alpha$ -глюкозы.
- **Амилопектин** состоит из разветвленных макромолекул, молекулярная масса которых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





Аминокислоты – органические бифункциональные соединения, в состав которых входят карбоксильные группы –COOH и аминогруппы **-NH<sub>2</sub>**.

- Простейший представитель – аминоксусная кислота H<sub>2</sub>N-CH<sub>2</sub>-COOH (*глицин*)

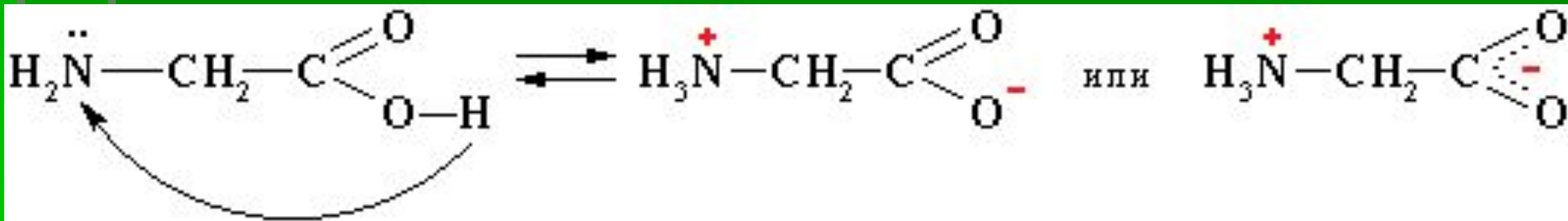


- Общая формула:  $\text{NH}_2 - \underset{\text{R}}{\text{CH}} - \text{COOH}$



## 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.



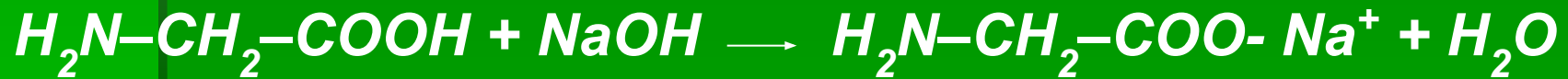
## *Химические свойства*

- 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:

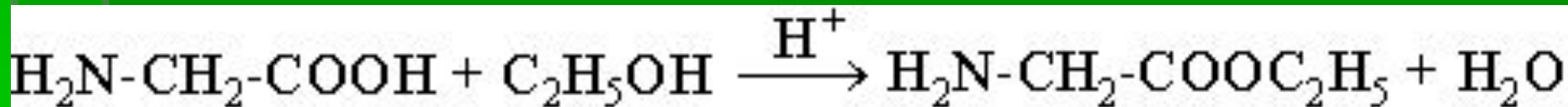


Как карбоновые кислоты они образуют функциональные производные:

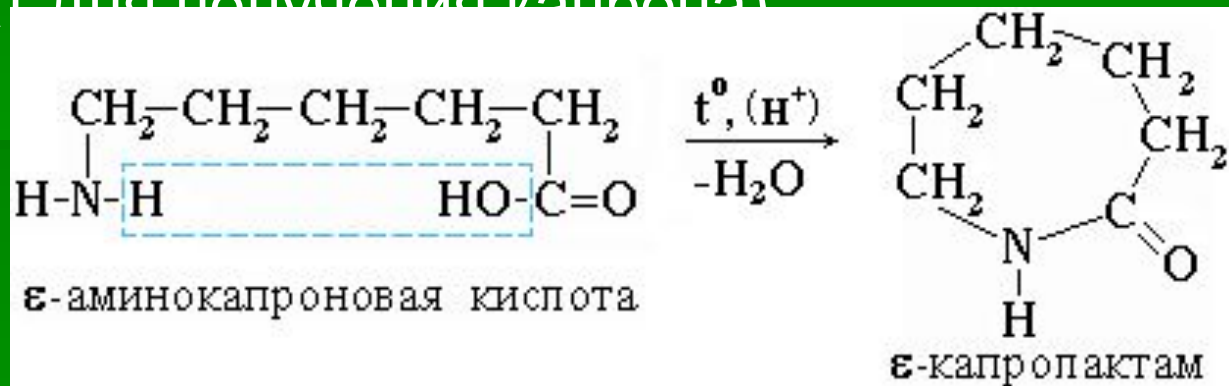
а) соли



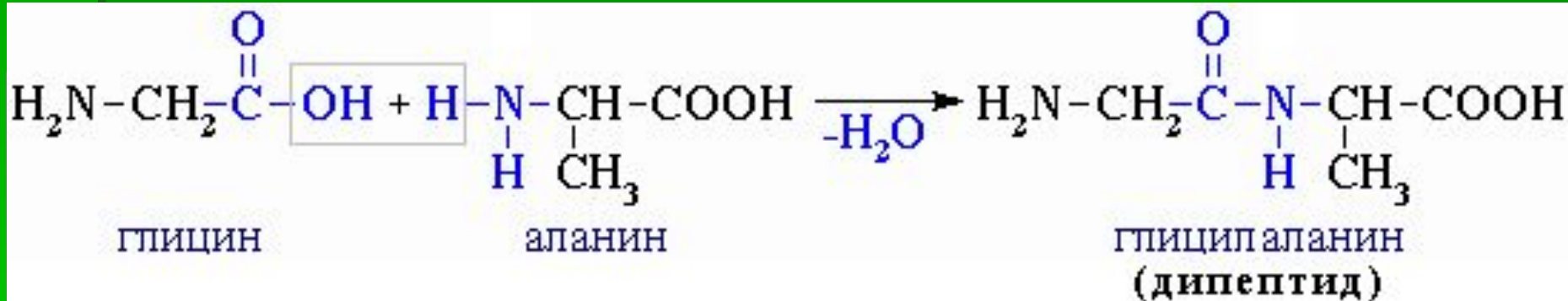
- б) сложные эфиры



- 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

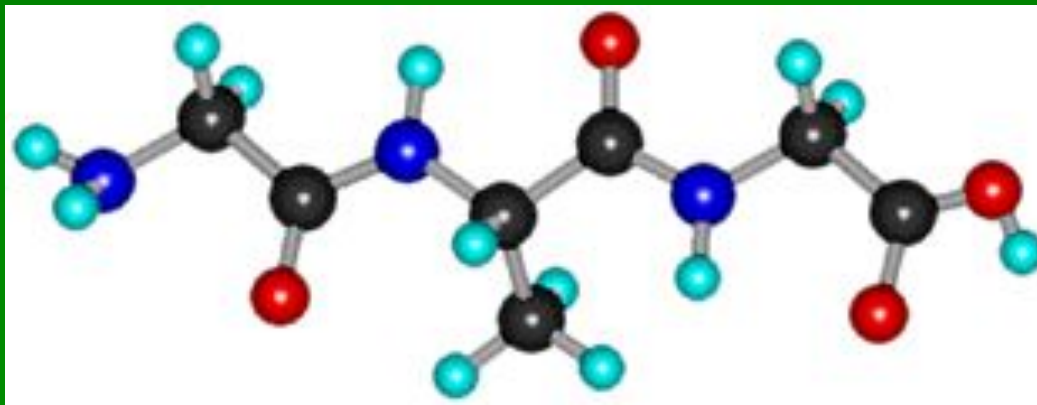


*Белки (полипептиды) - биополимеры, построенные из остатков **α**-аминокислот, соединённых пептидными (амидными) связями.*

## **Функции белков в природе :**

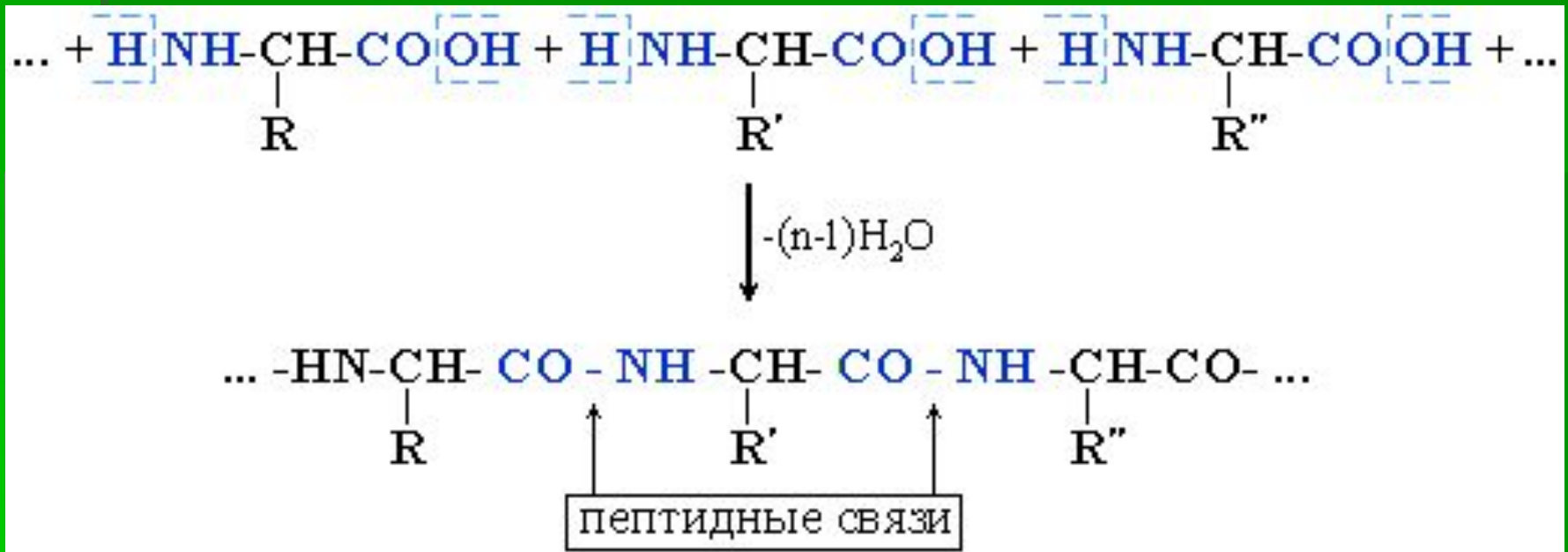
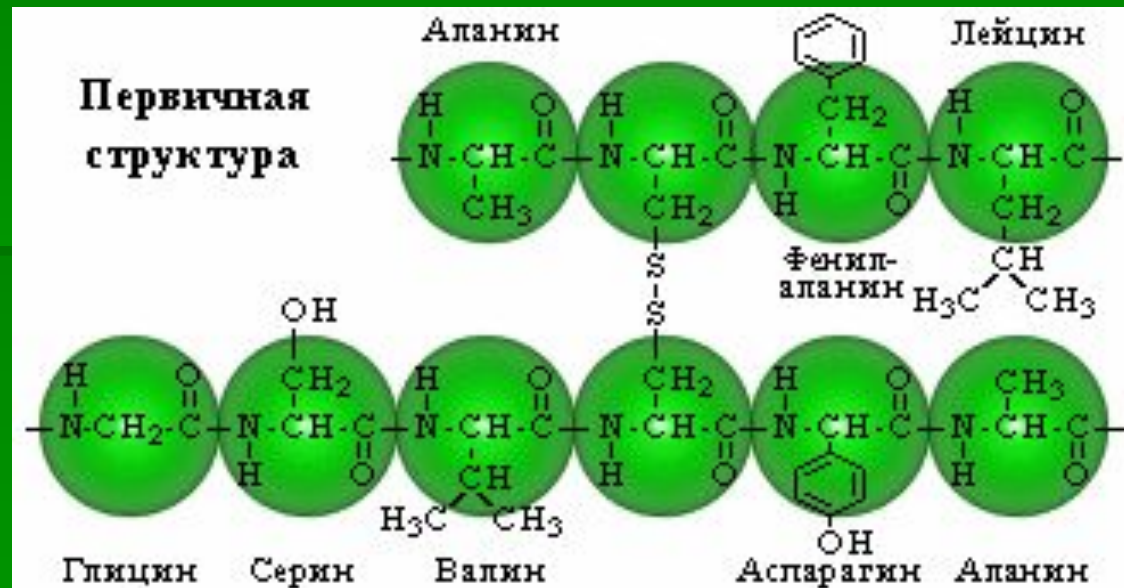
- каталитические (ферменты);
- регуляторные (гормоны);
- структурные (кератин шерсти, фиброин шелка, коллаген);
- двигательные (актин, миозин);
- транспортные (гемоглобин);
- запасные (казеин, яичный альбумин);
- защитные (иммуноглобулины) и т.д.

# Уровни структурной организации белков.



# Первичная структура

определенная  
последовательность  
 $\alpha$ -аминокислотных  
остатков  
в полипептидной  
цепи.

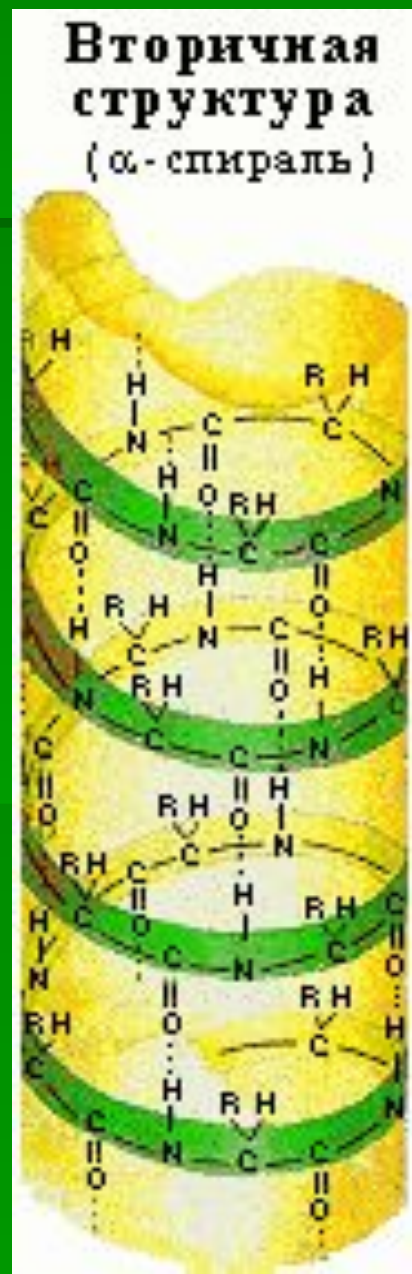




# Вторичная структура

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

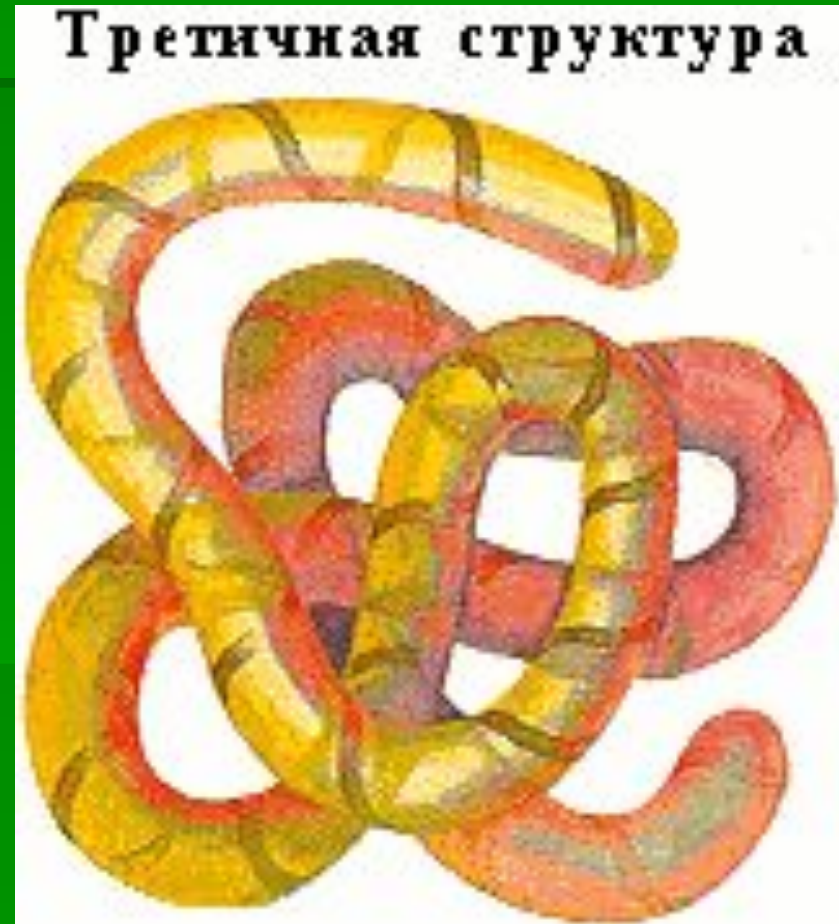
Одна из моделей вторичной структуры -  $\alpha$ -спираль.





# 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.

