

* ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Лекция 1

1. Особенности соединений углерода, их многообразие, роль в живой природе и практической деятельности человека.
2. Краткая история органической химии.
3. Классификация органических соединений
4. Химическая связь в органических соединениях

*** 1. Особенности соединений углерода, их многообразие, роль в живой природе и практической деятельности человека.**

Органическая химия - раздел химии, изучающий соединения углерода. Термин был введён шведским химиком Й.Я. Берцелиусом в 1808 году.

Органическая химия изучает свойства органических соединений и методы их получения

Органические соединения - это углеводороды и их производные. Производные углеводородов содержат **функциональные группы** - атомы или группы атомов, определяющих характерные химические свойства соединения и принадлежность к определённому классу соединений.

**Почему соединения одного элемента - углерода - необходимо рассматривать отдельно от всех остальных?*

1. Количество соединений углерода огромно

* Атомы углерода способны связываться друг с другом, образуя устойчивые цепочки и циклы, что делает количество соединений углерода в принципе бесконечным.

* Углерод способен образовывать одинарные, двойные и тройные связи, и устойчивые связи с другими элементами. Это определяет огромное разнообразие органических соединений.

2. Соединения углерода имеют очень практическое большое значение

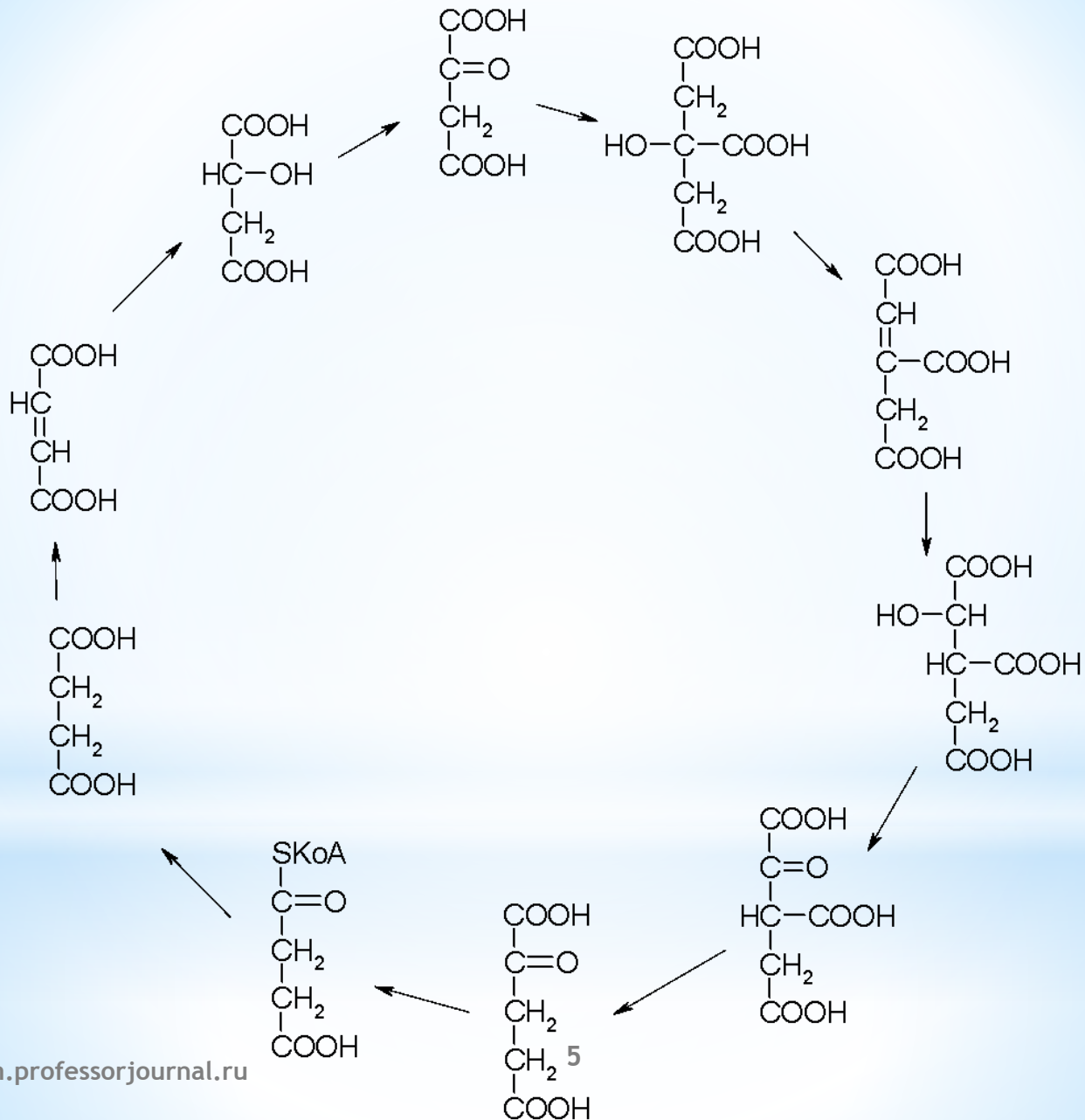
* Органическая химия - основа биологической химии, молекулярной биологии и фармакологии, и теоретическая основа для производства средств защиты растений, моющих средств, красителей, полимеров, различных нефтепродуктов и т.д.

**Зачем изучать органическую химию студентам нехимических специальностей, например на агротехническом, биологическом и медицинском факультетах?*

**1. Органическая химия - основа биологической химии и поэтому без знания органической химии невозможно понять химию живого организма.*

**2. Каждый специалист, работающий в области, связанной с удобрениями, гербицидами, инсектицидами, лекарственными препаратами, красителями, пищевыми добавками, нефтепродуктами должен знать основы органической химии чтобы иметь представление о свойствах этих веществ и потенциальных рисках.*

Цикл трикарбоновых кислот



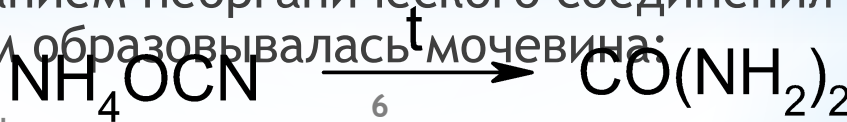
* 2. Краткая история органической химии

2.1. Эмпирический период

В 17-18 вв. было получено большое количество органических соединений в индивидуальном виде, таких например, как щавелевая, лимонная, яблочная, мочеваая, муравьиная кислоты, мочеина и т.д.

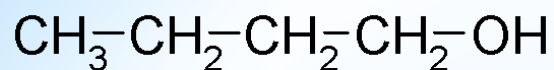
2.2. Аналитический период

- * Это 18 век - середина 19 века.
- * Все органические соединения содержат углерод.
- * Были созданы две теории - теория радикалов и теория типов.
- * Представление о “жизненной силе” и концепция “витализма”, утверждавшая наличие в организмах некой нематериальной “жизненной силы” (*vis vitalis*) с помощью которой организм синтезирует сложные органические вещества.
- * Первый органический синтез провёл немецкий химик Ф. Вёлер в 1828 году нагреванием неорганического соединения - изоцианата аммония, при этом образовывалась мочеина:

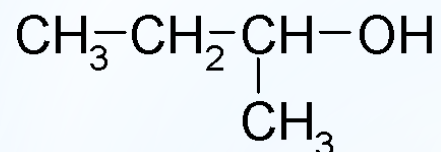


2.3. Структурный этап. 19 век - начало 20 века.

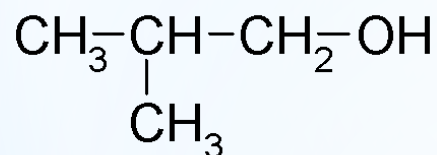
- * Немецкие химики А. Кекуле и Г. Кольбе установили четырёхвалентность углерода и высказали мысль о способности атомов углерода соединяться в длинные цепочки.
- * Русский химик А.М. Бутлеров создал структурную теорию :
 - * “структура” - последовательность атомов и связей между атомами в молекуле
 - * структура определяет химические и физические свойства веществ
- * Голландский химик Я.Х. Вант-Гофф и французский химик Ж. А. Ле Бель представили представление о пространственном трёхмерном строении органических молекул (1874).



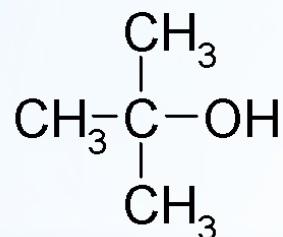
n-бутиловый спирт



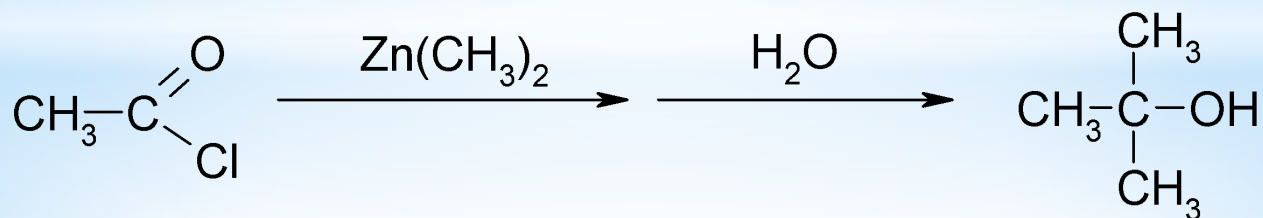
вт ор-бутиловый спирт



изобутиловый спирт



т рет -бутиловый спирт

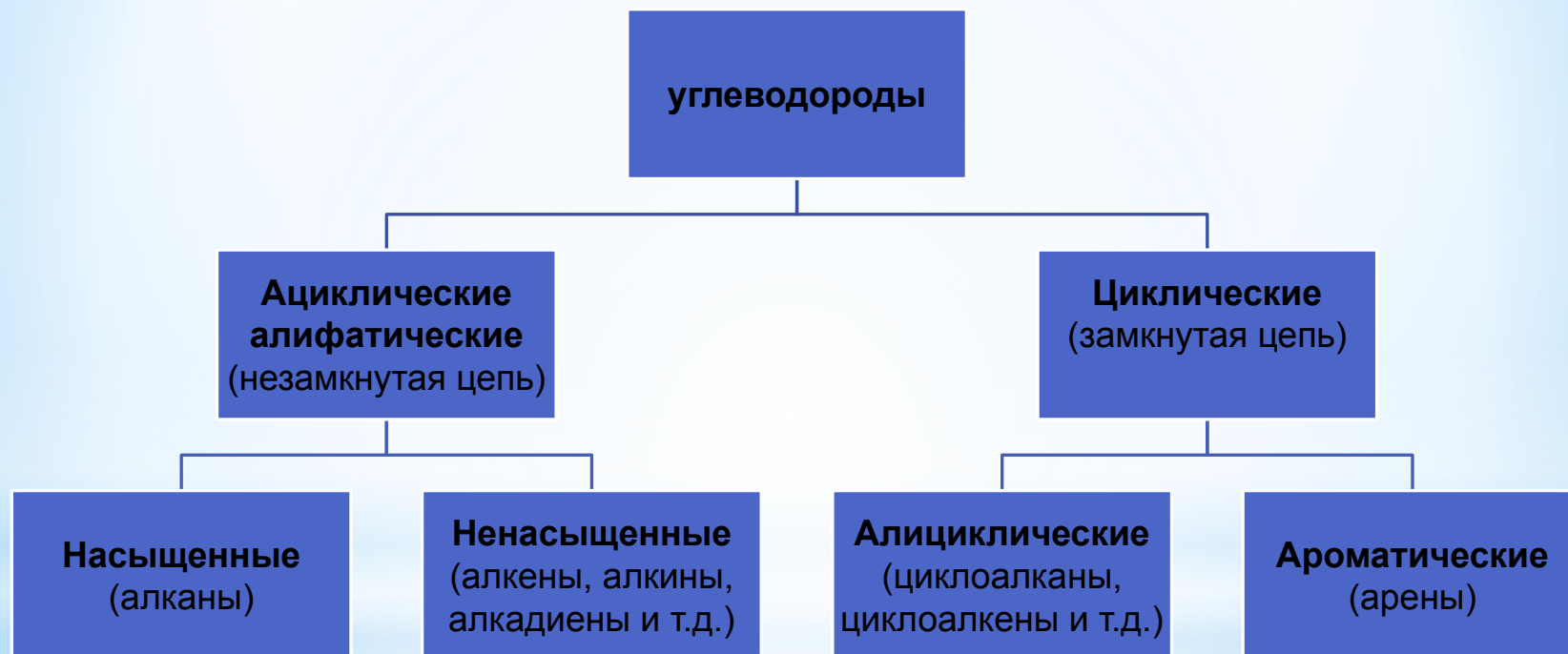


2.4. Современный период

- * Развитие синтетической органической химии
- * Внедрение квантово-механических представлений и физических методов исследования веществ
- * Тесная связь с другими дисциплинами - с физической, неорганической, биологической и координационной химией.

* 3. Классификация органических соединений

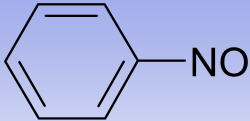
3.1. Классификация органических соединений по углеродному скелету.



*3.2. Классификация органических соединений по функциональным группам

Класс	Функциональная группа	Пример	
карбоновые кислоты	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \\ \backslash \\ \text{OH} \\ \text{—COOH} \end{array}$	карбоксильная группа, карбоксигруппа	$\text{CH}_3\text{—C} \begin{array}{l} \parallel \text{O} \\ \backslash \text{OH} \end{array}$
сульфо кислоты	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—S—OH} \\ \parallel \\ \text{O} \\ \text{—SO}_3\text{H} \end{array}$	сульфогруппа	
галогенангидриды	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \\ \backslash \\ \text{Cl} \\ \text{—COCl} \end{array}$	галогенокарбонильная	$\text{CH}_3\text{—C} \begin{array}{l} \parallel \text{O} \\ \backslash \text{Cl} \end{array}$
сложные эфиры	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \\ \backslash \\ \text{O—R} \\ \text{—COOR} \end{array}$	алкоксикарбонильная	$\text{CH}_3\text{—C} \begin{array}{l} \parallel \text{O} \\ \backslash \text{O—C}_2\text{H}_5 \end{array}$

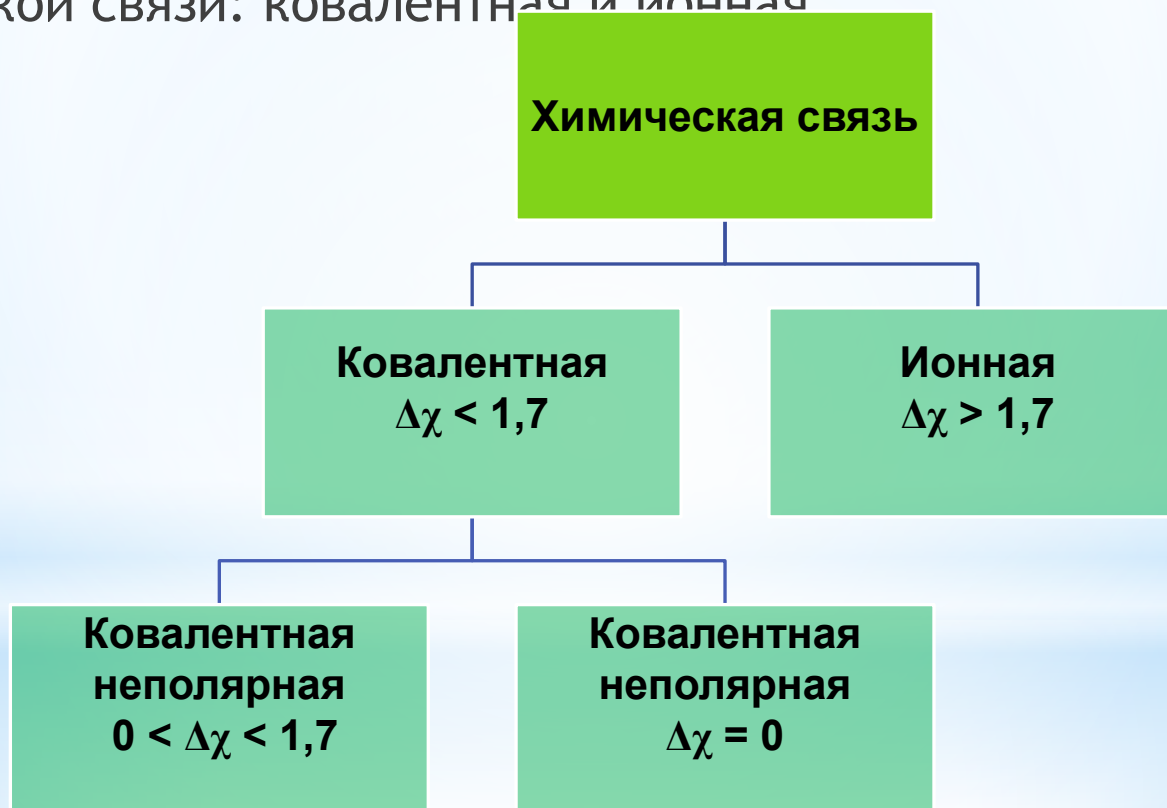
амиды	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{NH}_2 \\ \\ -\text{CONH}_2 \end{array}$	карбоксамидная (амидная)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C} \\ \backslash \\ \text{NH}_2 \end{array}$
нитрилы	$\begin{array}{c} -\text{C}\equiv\text{N} \\ \\ -\text{CN} \end{array}$	нитрильная	$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{N}$
альдегиды	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \\ \\ -\text{CHO} \end{array}$	формильная, альдегидная	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$
кетоны	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}- \end{array}$	оксогруппа кетогруппа, карбонильная группа	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$
спирты и фенолы	$-\text{OH}$	гидроксигруппа, оксигруппа	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

меркаптаны, тиолы	—SH	меркаптогруппа, тиогруппа, сульфанильная группа	C_2H_5SH
амины	—NH ₂	аминогруппа	$C_2H_5-NH_2$
простые эфиры	—O—R	алкоксигруппа	$C_2H_5-O-C_2H_5$
нитросоединения	$\begin{array}{c} \text{O}^- \\ \\ \text{—N}^+ \\ \\ \text{O} \end{array}$ —NO ₂	нитрогруппа	CH_3NO_2
нитрозосоединения	—N=O —NO	нитрозогруппа	
галогенопроизводные	—F, —Cl, —Br, —I	галоген	C_2H_5Cl

* 4. Химическая связь в органических соединениях

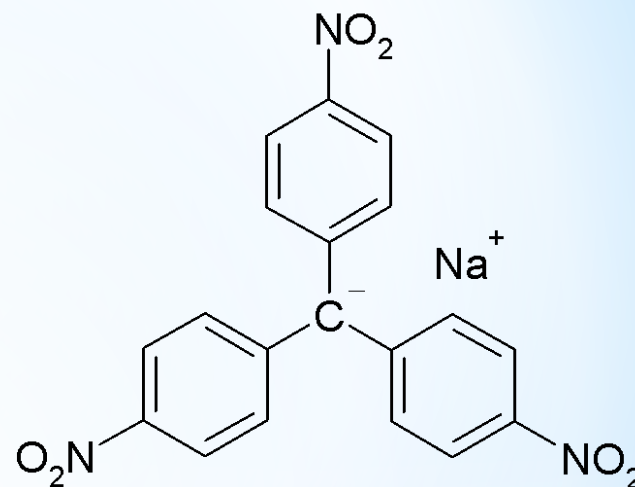
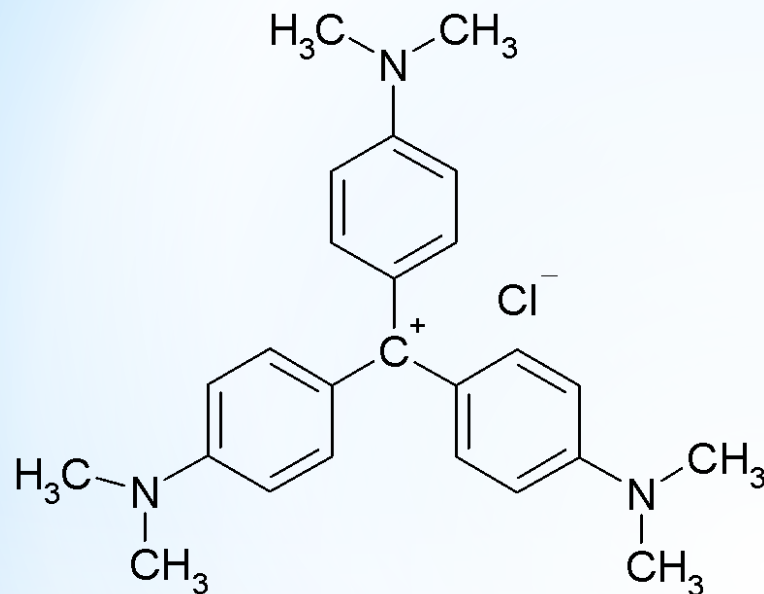
* Химическая связь - взаимодействие между атомами, приводящее к образованию молекул или кристаллов.

* В органических соединениях существует два основных типа химической связи: ковалентная и ионная

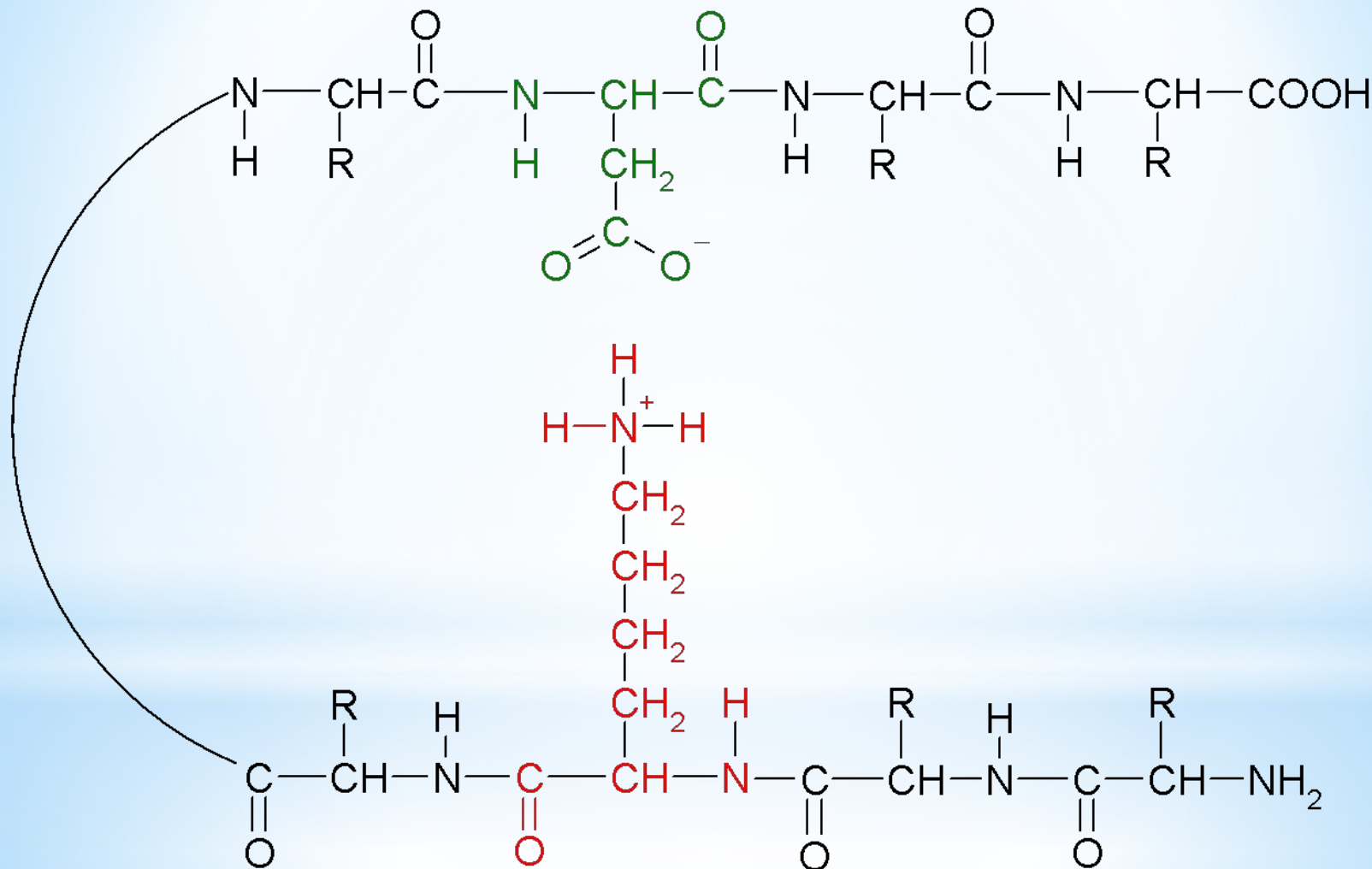


*4.1. Ионная связь

*Встречается в органических соединениях редко

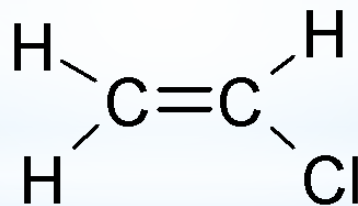
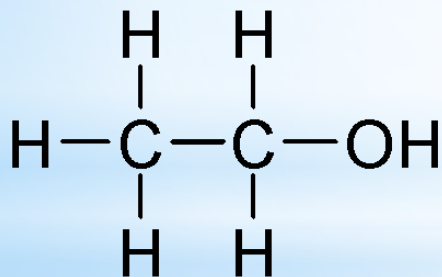
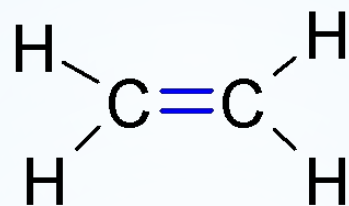
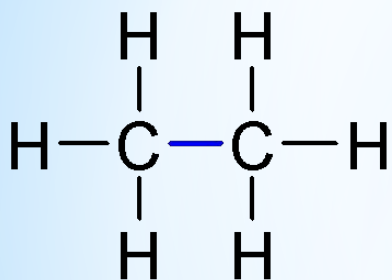


* В белках ионные связи могут завязываться между остатками моноаминодикарбоновых и диаминомонокрбоновых кислот, стабилизируя третичную структуру белка:



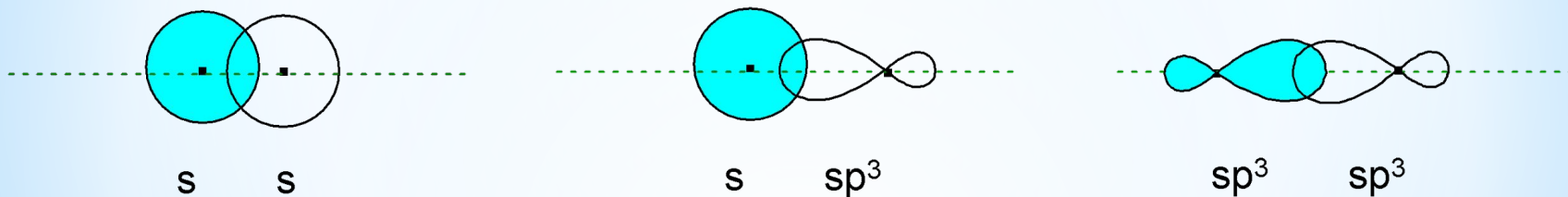
*4.2.1. Классификация ковалентных связей.

*I. По полярности.

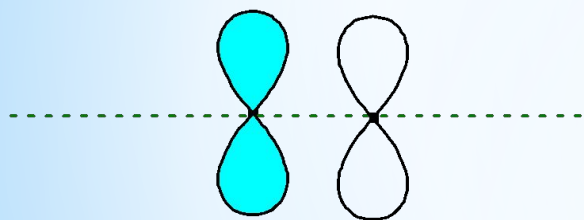


* II. По симметрии орбиталей

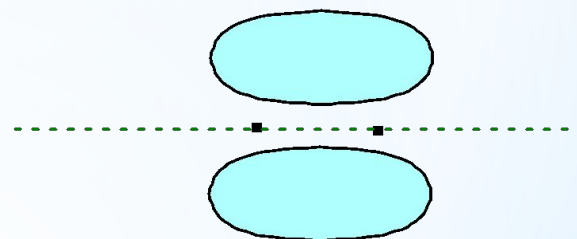
* σ -Связь - ковалентная связь, образованная при перекрывании атомных орбиталей вдоль оси, соединяющей ядра атомов:



* π -связь - ковалентная связь, возникающая при боковом перекрывании негибридных p -орбиталей. При этом локализованные p -атомные орбитали делокализуются, образуя π -орбитали:

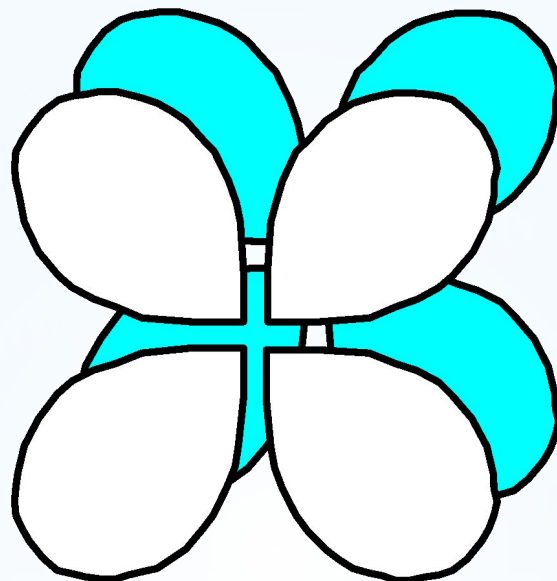


две p -атомные орбитали



π -связывающая молекулярная орбиталь

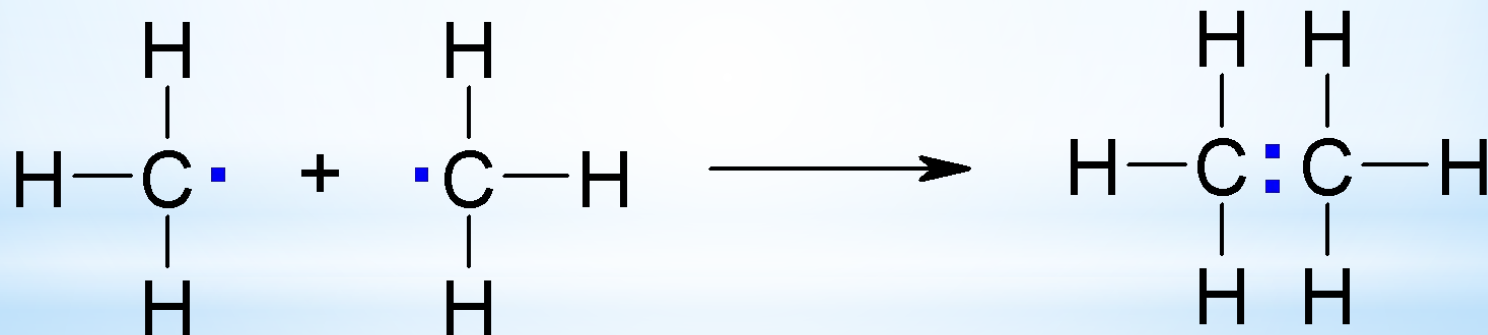
* δ -Связь - связь, образованная при фронтальном перекрывании d-орбиталей:



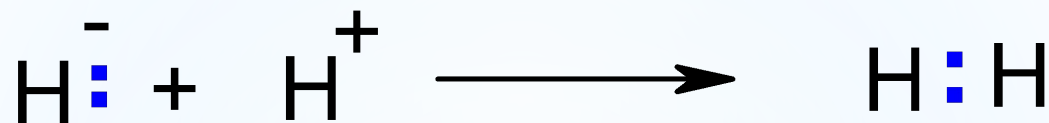
Такая связь образуется в неорганических соединениях между атомами металлов

* III. Классификация ковалентных связей по способу образования

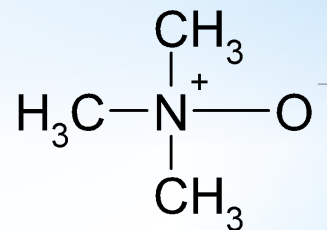
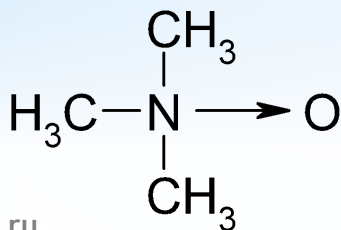
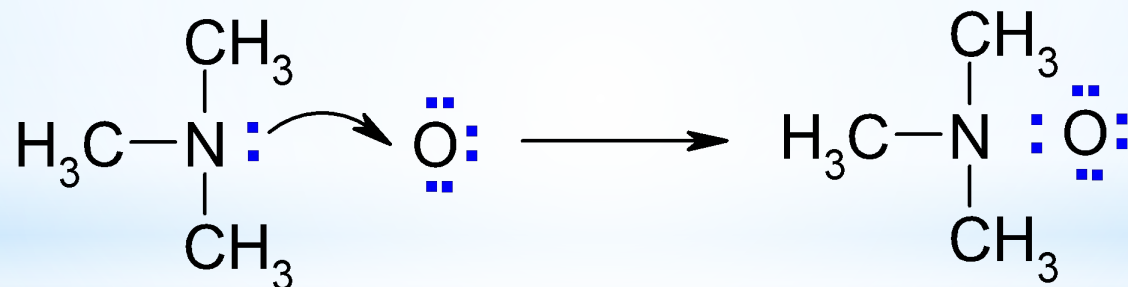
* *Обменный механизм.* В образовании связи участвуют одноэлектронные атомные орбитали. Каждый атом предоставляет 1 электрон для образования общей пары:



***Донорно-акцепторный механизм.** Образование связи происходит за счёт пары электронов донора и вакантной (свободной) орбитали акцептора.

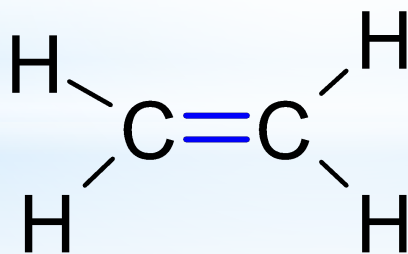
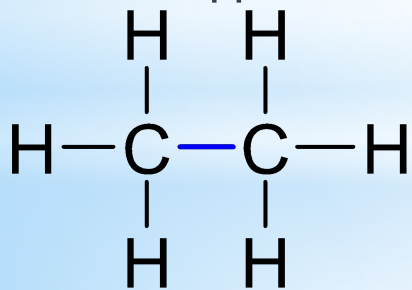


семиполярная связь, которая является результатом и ковалентного взаимодействия и притяжения противоположных зарядов:



* IV Классификация ковалентных связей по порядку связи

- * 1. Одинарные (одна σ -связь) например, между углеродами в молекуле этана
- * 2. Двойные (1 σ -связь и 1 π -связь), например, в молекуле этилена
- * 3. Тройные (1 σ -связь и 2 π -связи), как например, в молекуле ацетилен
- * 4. Четвертные (1 σ -связь, 2 π -связи и 1 δ -связь) - встречаются в неорганических соединениях между атомами металлов, например
- * Между двумя атомами металлов (Cr, Mo) возможно образование пяти и даже шести связей.



*4.2.3. Характеристики ковалентных связей

*I. Энергия связи

*II. Длина связи

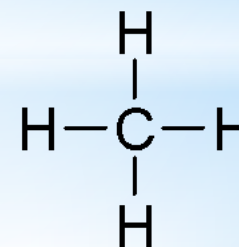
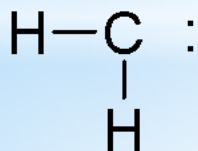
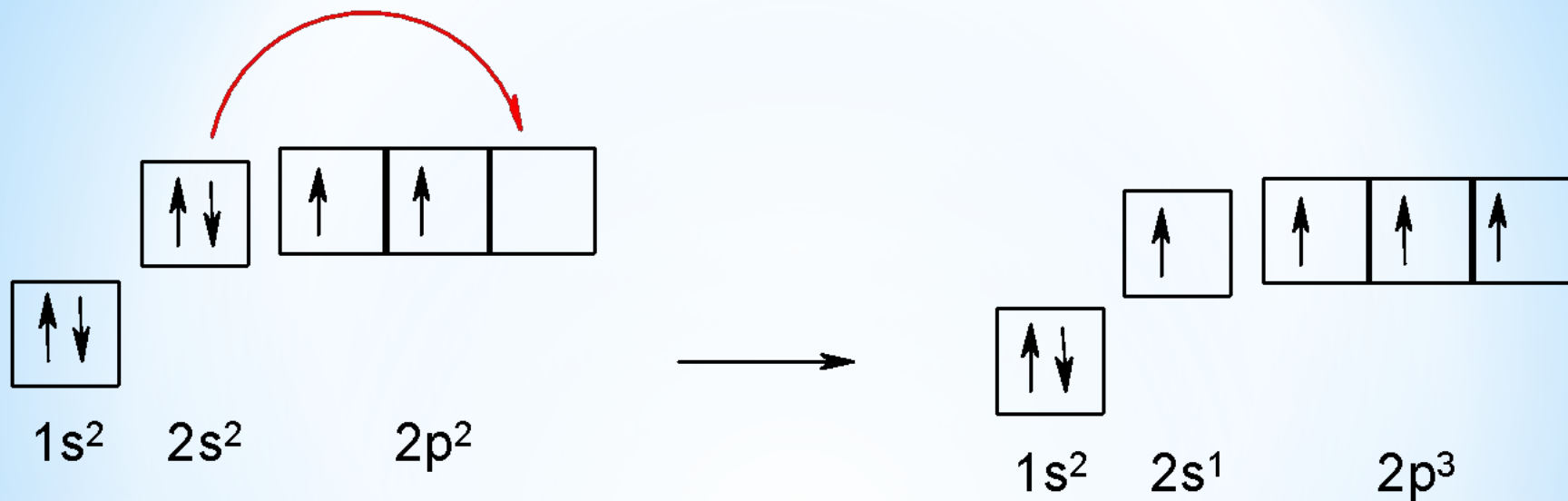
*III. Полярность

*IV. Полярность

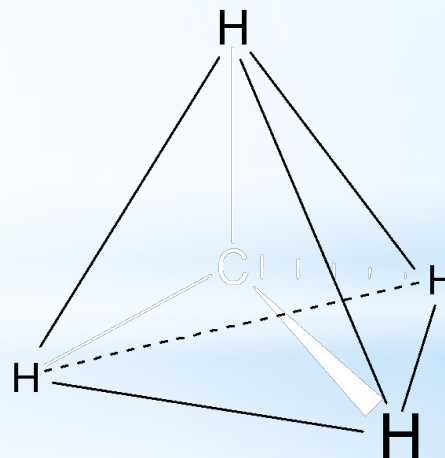
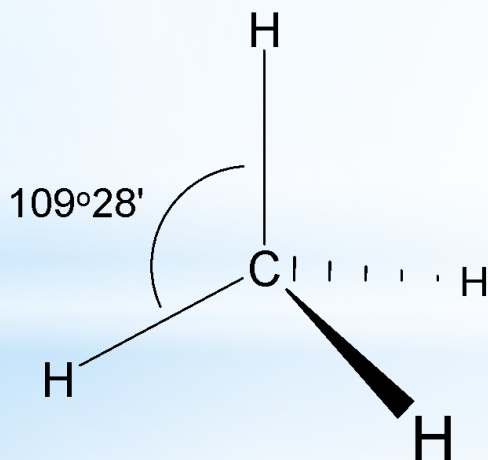
связь	Энергия связи, кДж/моль*	Длина связи, нм**
C-C	346	0,154
C=C	606	0,134
C≡C	828	0,120

*4.2.4. Гибридизация

*Электронное строение атома углерода



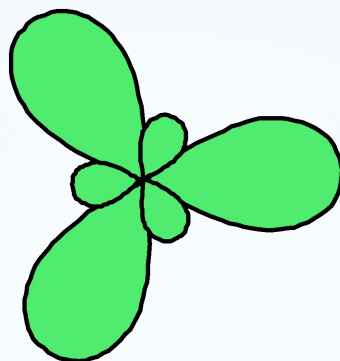
* sp^3 -Гибридизация. В этом случае выравниваются энергии одной $2s$ и трёх $2p$ -орбиталей, при этом образуются 4 одинаковые sp^3 - орбитали:



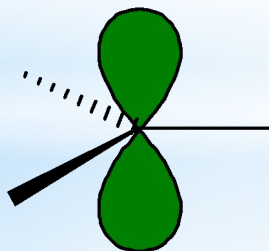
* sp^2 -Гибридизация. Энергии одной $2s$ и двух $2p$ -орбиталей выравниваются, при этом образуются 3 одинаковые sp^2 -орбитали и остаётся одна негибридная p -орбиталь:



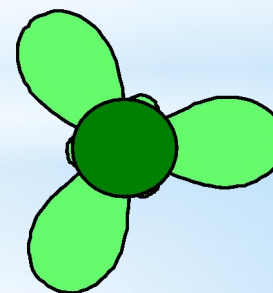
* Гибридные орбитали отталкиваются друг от друга, образуя треугольную (тригональную) структуру, поэтому атом углерода в состоянии sp^2 -называется тригональным:



Негибридная p -орбиталь располагается перпендикулярно плоскости, проходящей через три гибридные орбитали:

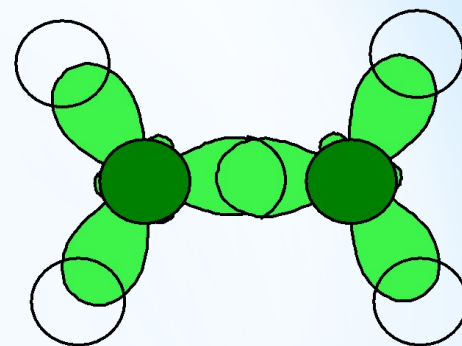
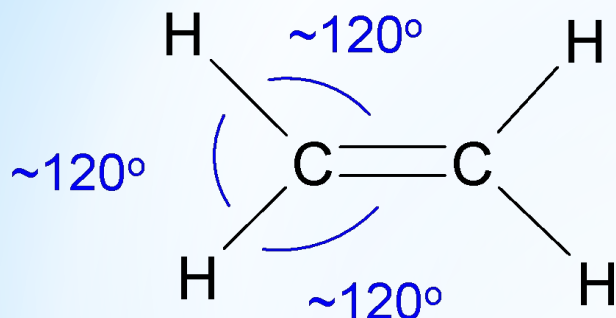


вид сбоку

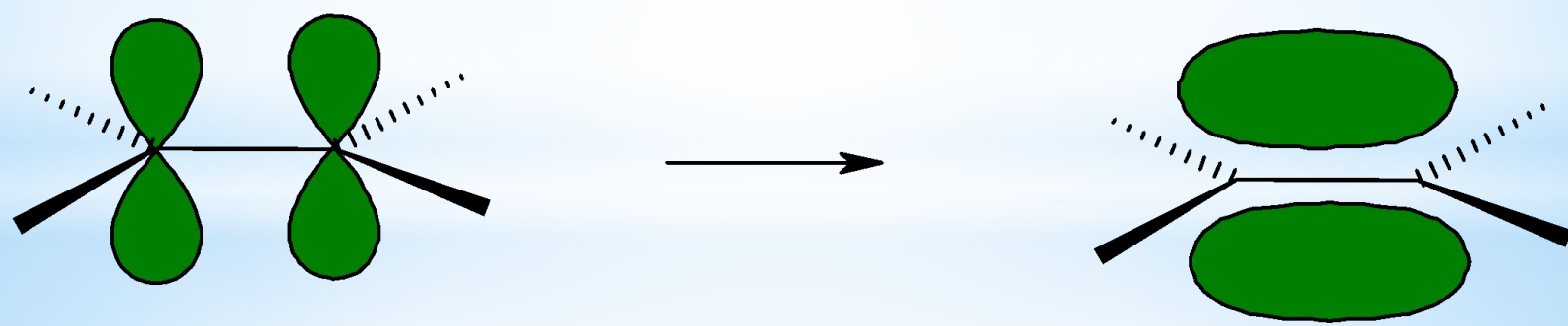


вид сверху

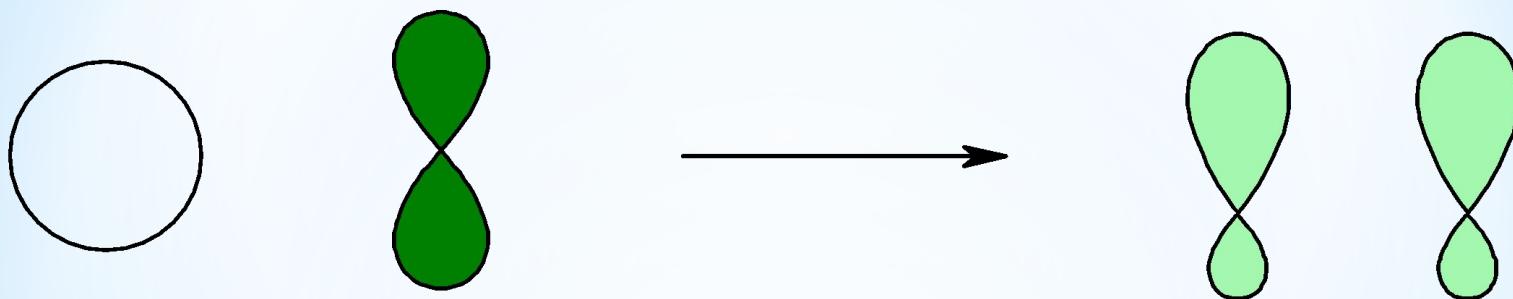
* Три sp^2 -гибридные орбитали участвуют в образовании трёх σ -связей:
например в этилене:



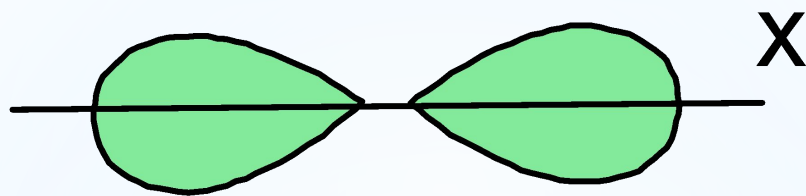
Две негибридные орбитали перекрываются с образованием π -связи:



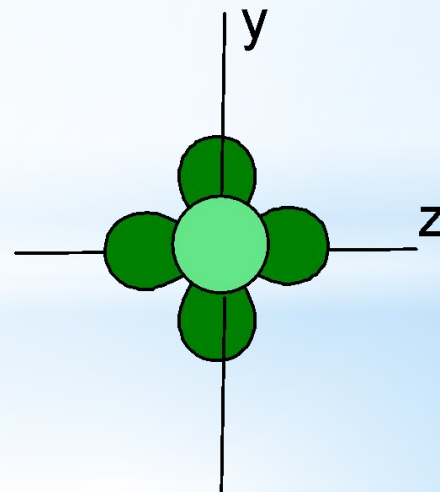
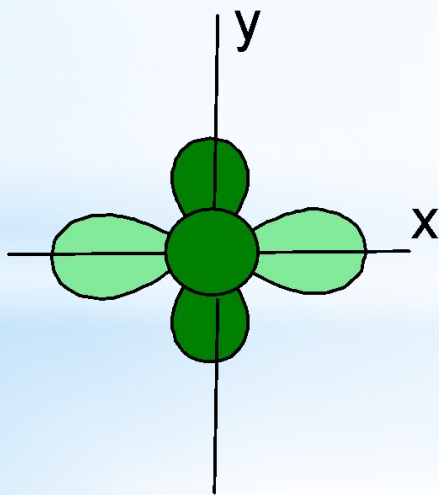
****sp*-Гибридизация.** В этом случае выравниваются энергии одной $2s$ и одной $2p$ -орбиталей, при этом образуются 2 одинаковые *sp*-орбитали и остаются негибридными две p -орбитали:



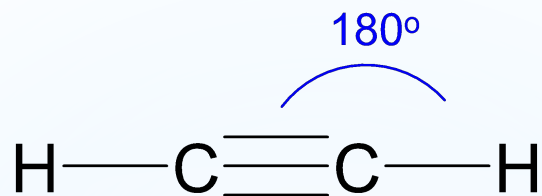
* Две *sp*-гибридные орбитали отталкиваются друг от друга, при этом максимумы электронной плотности располагаются на одной прямой



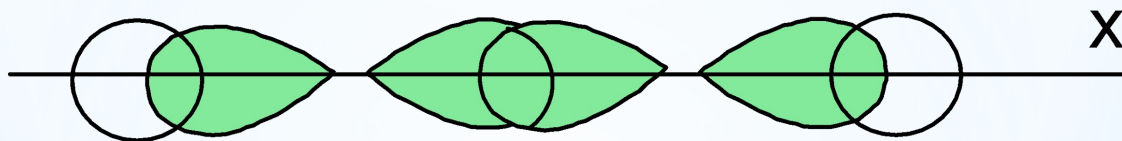
Две негибридные *p*-орбитали располагаются перпендикулярно друг другу в одной плоскости, которая перпендикулярна этой прямой *x*:



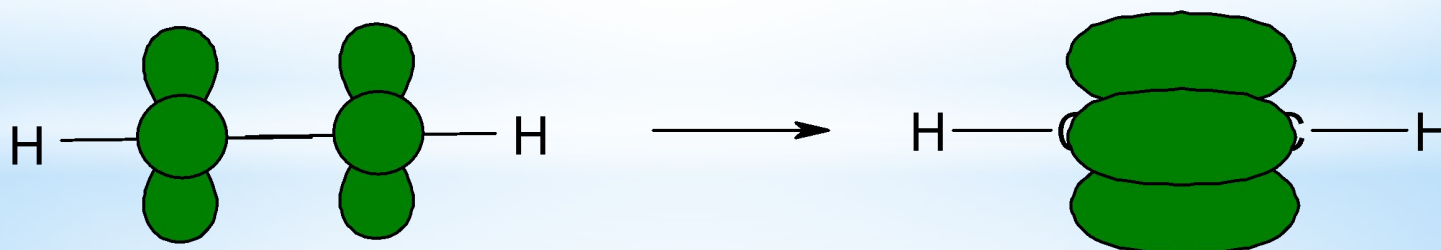
* Молекула ацетилена содержит атомы углерода в состоянии sp -гибридизации



За счёт гибридных орбиталей образуют связи с атомами водорода и σ -связь между атомами углерода:



Негибридные p -орбитали перекрываются, образуя две π -связи:

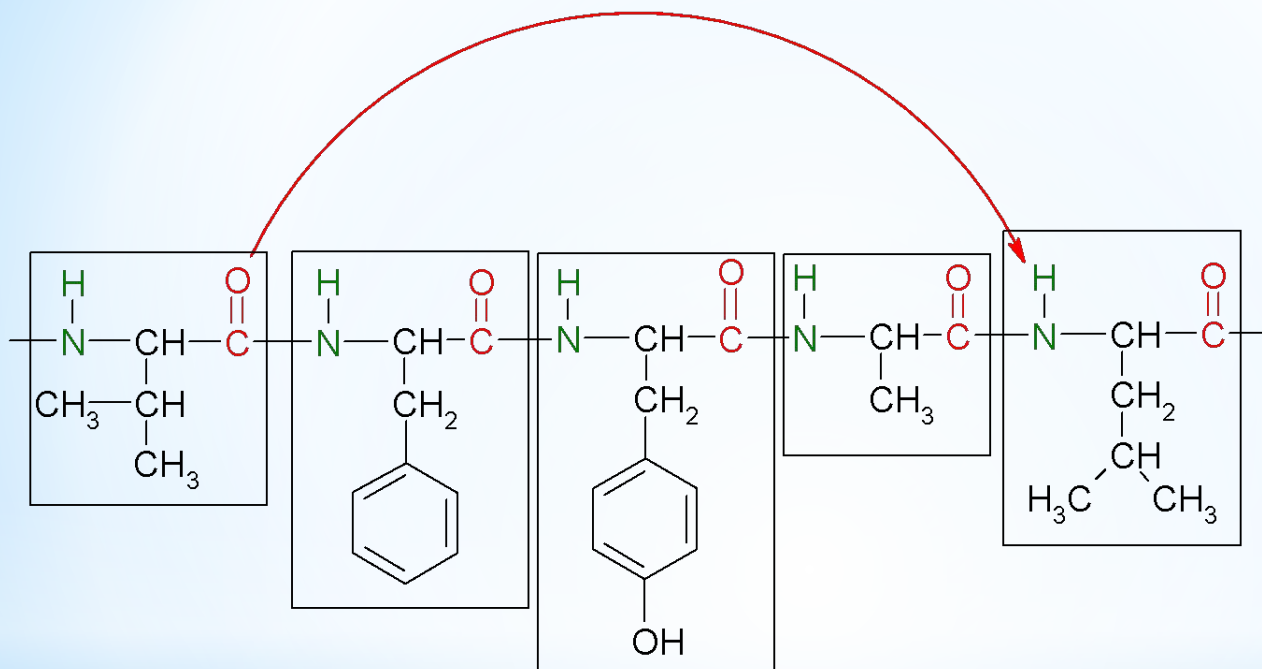


*4.3. Другие типы взаимодействий

Водородная связь - притяжение протонизированного атома водорода, присоединённого к атому электроотрицательного элемента, к любому другому атому, несущему отрицательный заряд.

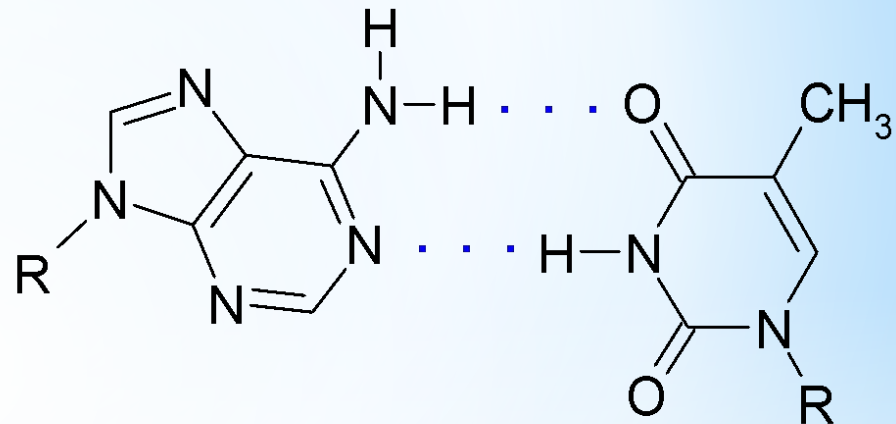
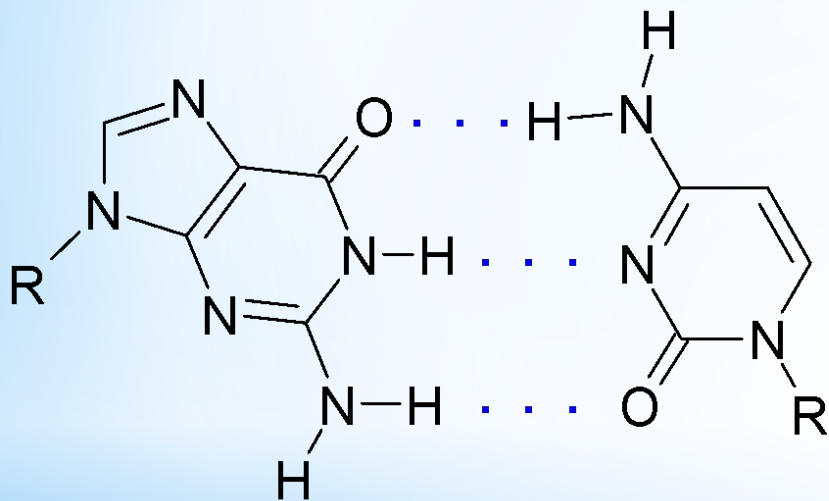


* В α -структуре белков каждый первый и пятый остатки аминокислот образуют между собой водородные связи, формируя спираль:



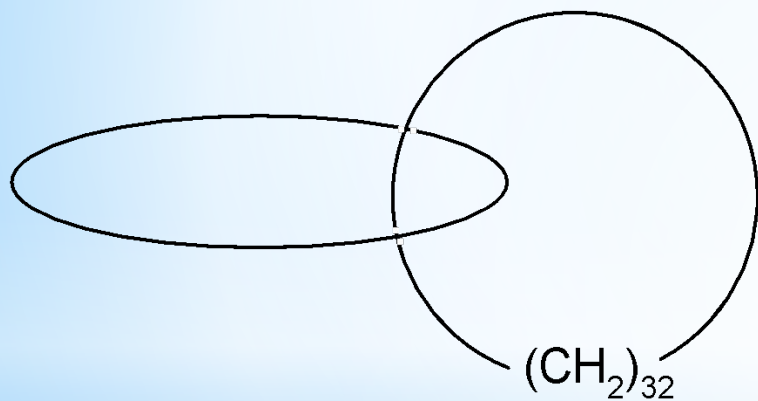
(А.В. Финкельштейн. Введение в физику белка.
http://phys.protres.ru/lectures/protein_physics/)

* водородные связи между комплементарными основаниями в двойной спирали ДНК: между аденином и тимином образуются три водородные связи, а между гуанином и цитозином завязываются две связи:

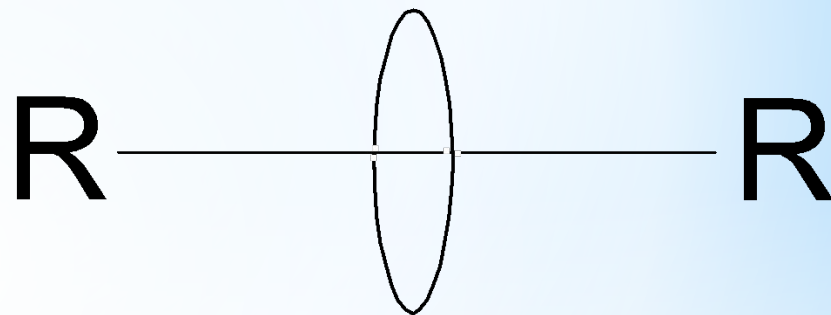


*Слабые электростатические взаимодействия - диполь-дипольные, ион-дипольные взаимодействия и дисперсионные силы Лондона (взаимодействия ван-дер-Ваальса).

*Топологическая связь - механическая связь



катенан



ротаксан

**Спасибо
за
Ваше внимание!**