



Первый Санкт-Петербургский государственный
медицинский университет им. акад. И. П. Павлова
Кафедра общей и биоорганической химии

Основные понятия органической химии

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ КАК НАУКА, ЕЁ ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ

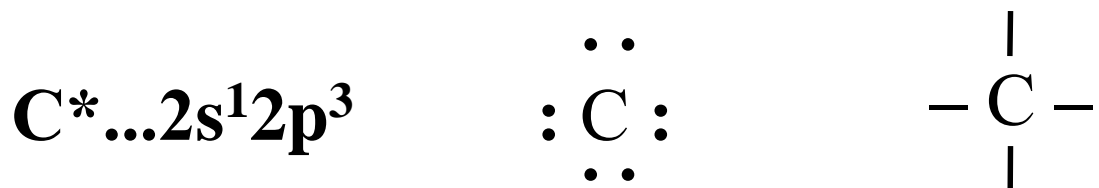
Органическая химия — это наука, изучающая соединения углерода, или её ещё называют *химией соединений углерода*.

Название «органическая химия» возникло ещё в середине XIX века, когда все соединения получались исключительно из растительных и животных организмов.

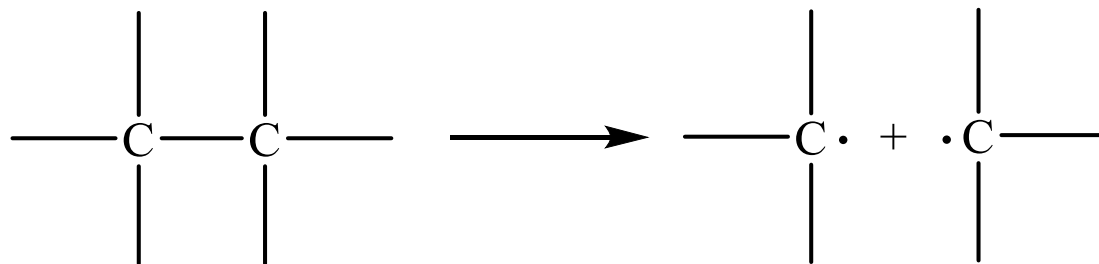
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ КАК НАУКА, ЕЁ ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ

Особенности элемента углерода:

1. четырёхвалентность атома углерода:



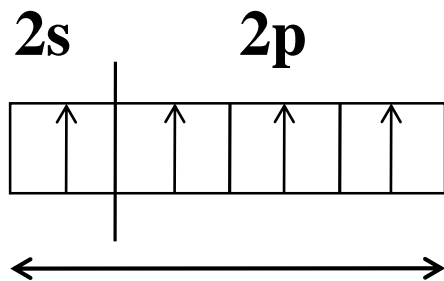
2. большая устойчивость С–С-связей и склонность углерода к образованию гомоцепей практически неограниченной длины:



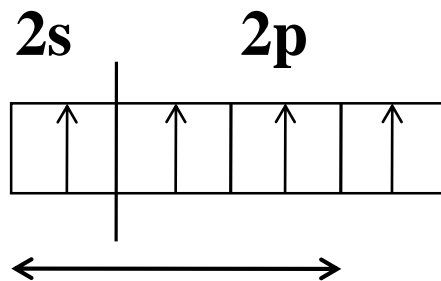
$$\Delta H = 350 \text{ кДж/моль}$$

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ КАК НАУКА, ЕЁ ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ

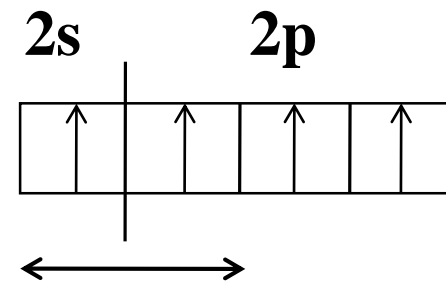
3. способность атома углерода существовать в нескольких гибридных состояниях:



sp^3 -гибридизация

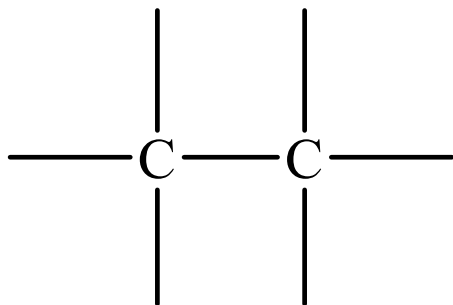


sp^2 -гибридизация

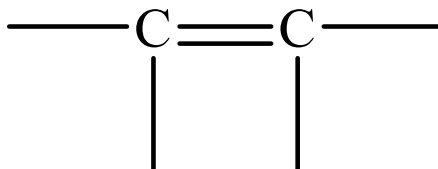


sp -гибридизация

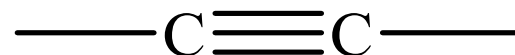
ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ КАК НАУКА, ЕЁ ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ



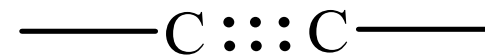
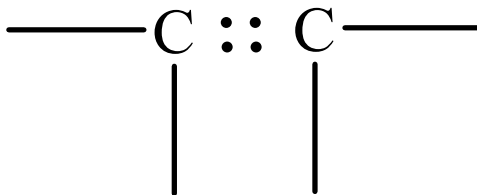
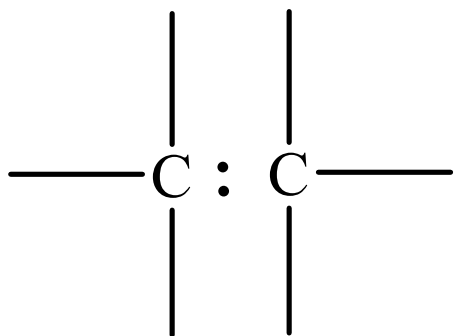
ИЛИ



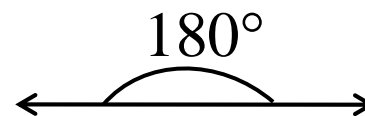
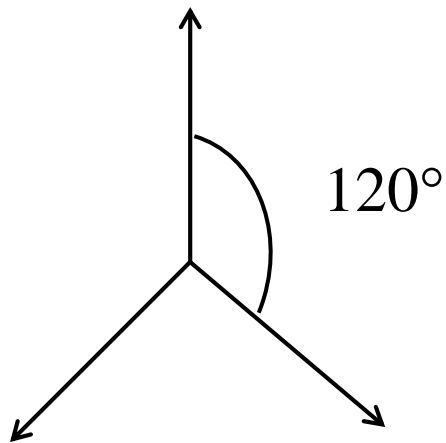
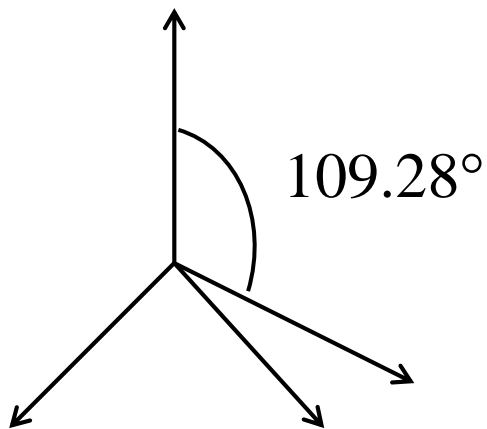
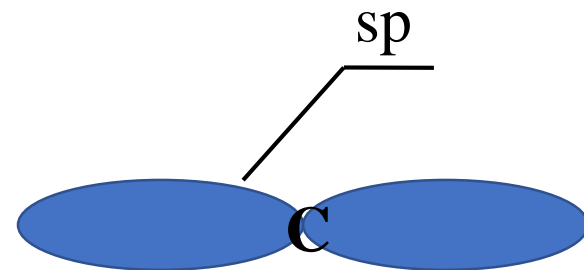
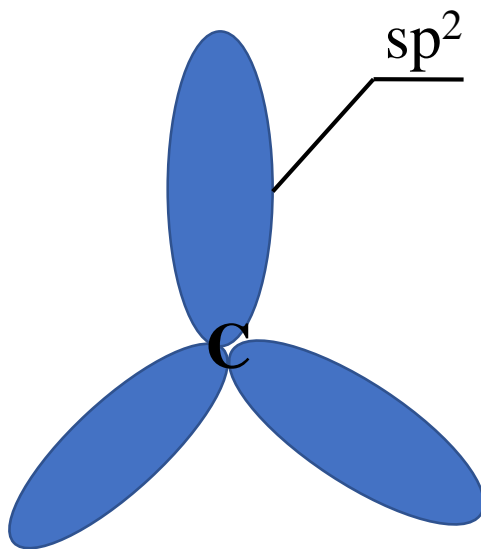
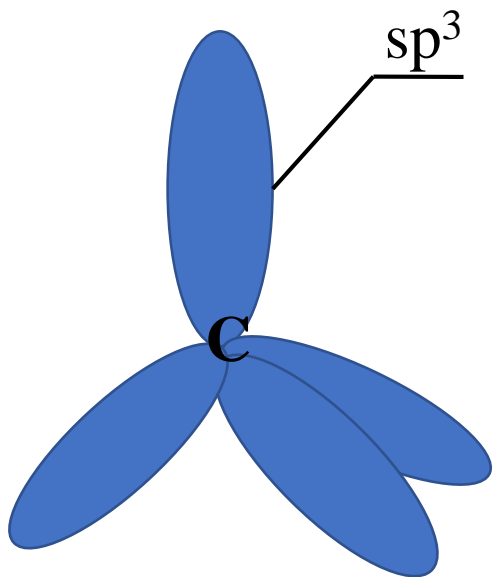
ИЛИ



ИЛИ



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ КАК НАУКА, ЕЁ ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ

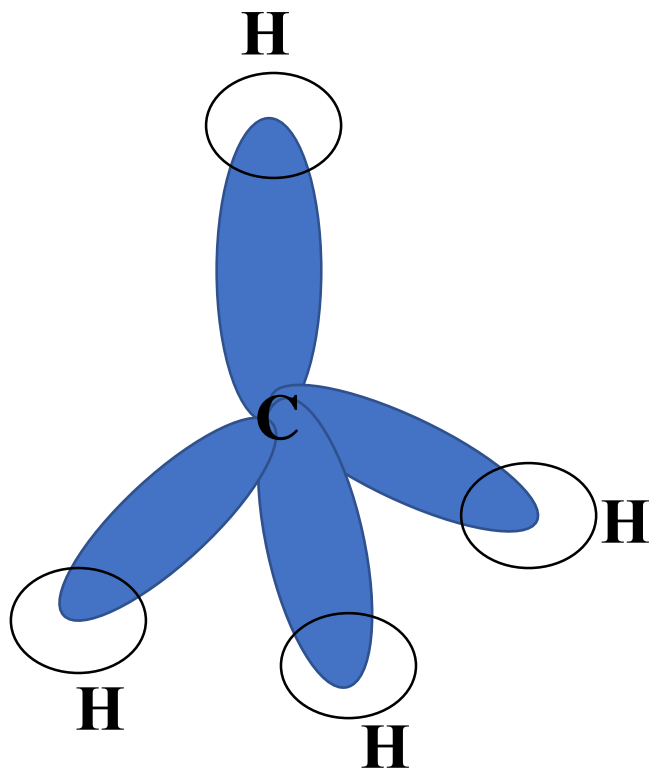
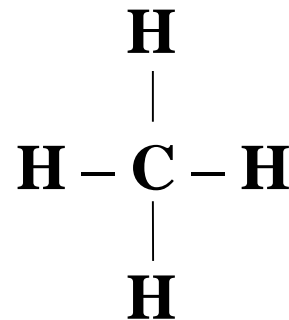


ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ КАК НАУКА, ЕЁ ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ СВОЙСТВА УГЛЕРОДА

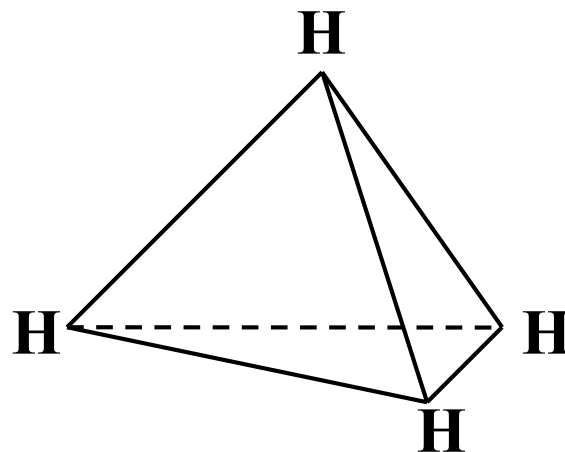
sp^3 -гибридизация. Строение метана.



или



или

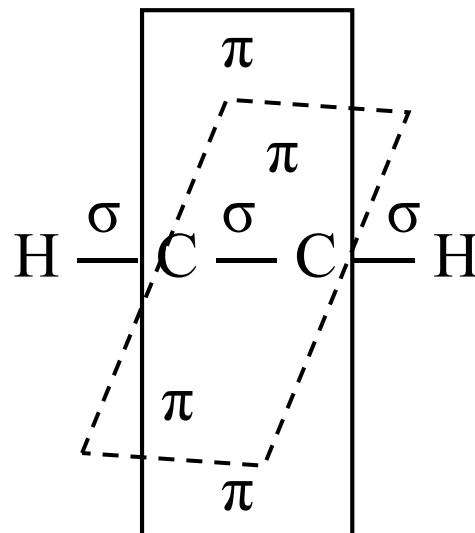
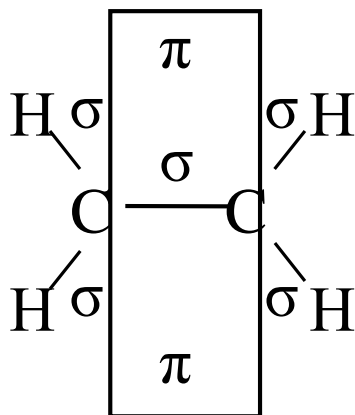
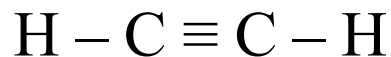
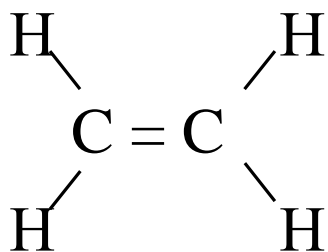


ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ КАК НАУКА, ЕЁ ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ

sp^3 -гибридизация: одинарные связи

sp^2 -гибридизация: двойные связи

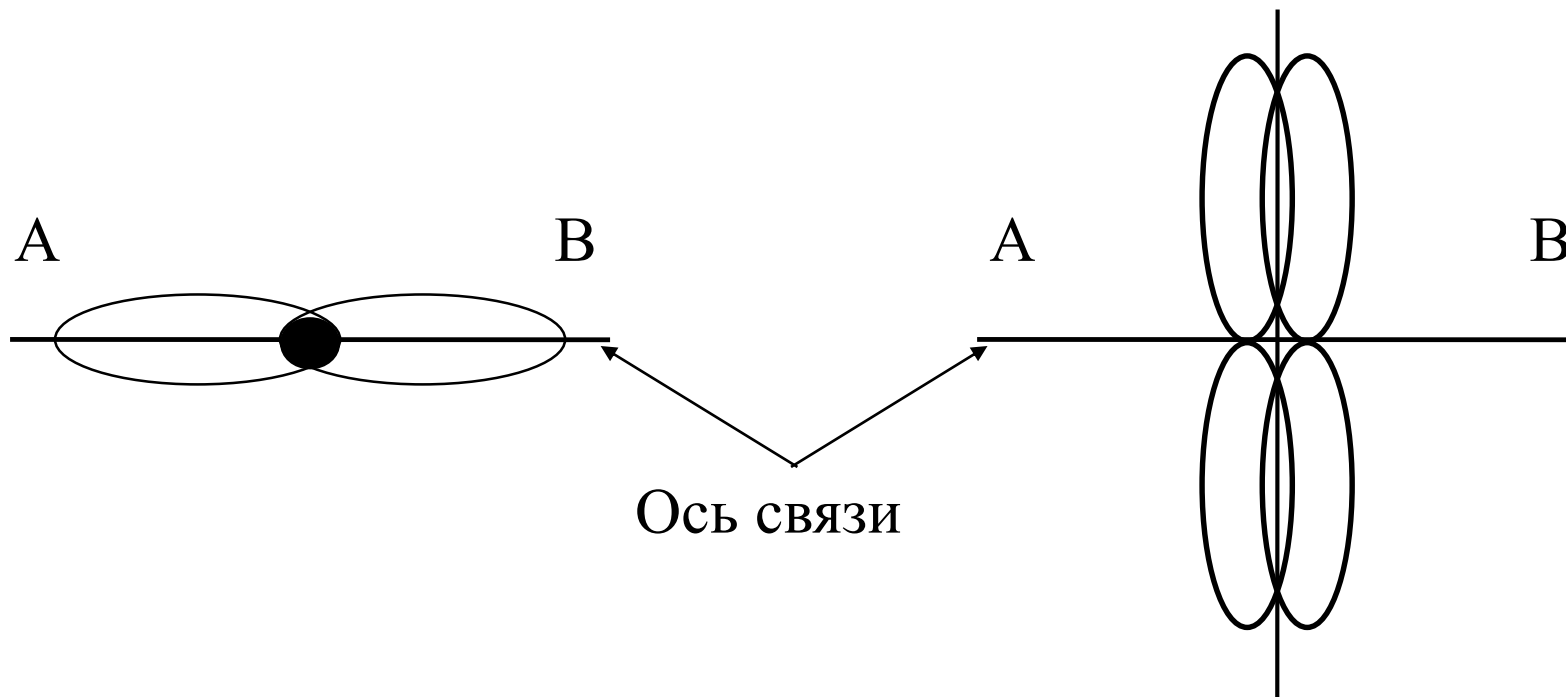
sp -гибридизация: тройные связи



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ КАК НАУКА, ЕЁ ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ

σ -СВЯЗЬ – это связь, при которой перекрывание орбиталей вдоль оси связи

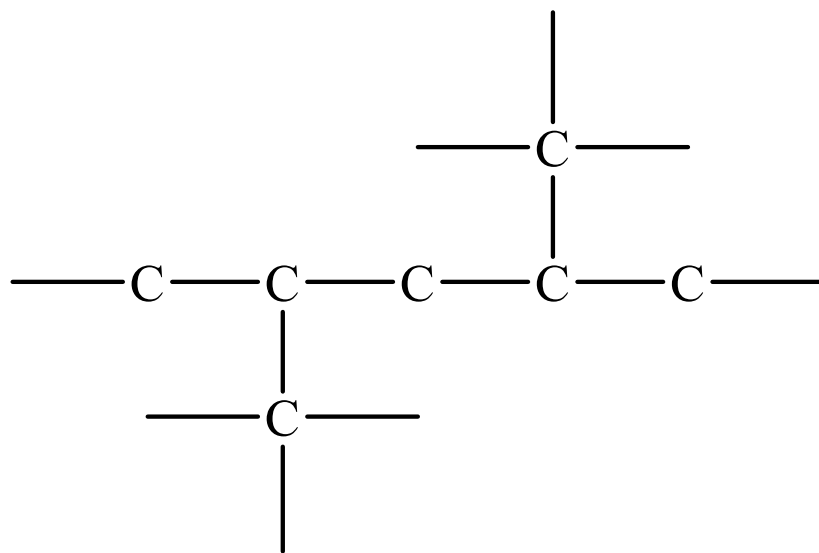
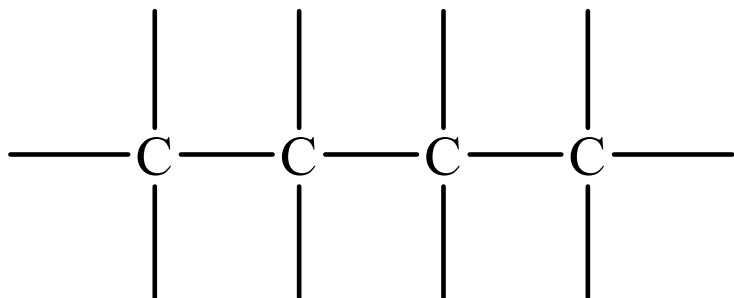
π -СВЯЗЬ:



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ КАК НАУКА, ЕЁ ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ

Классификация органических веществ

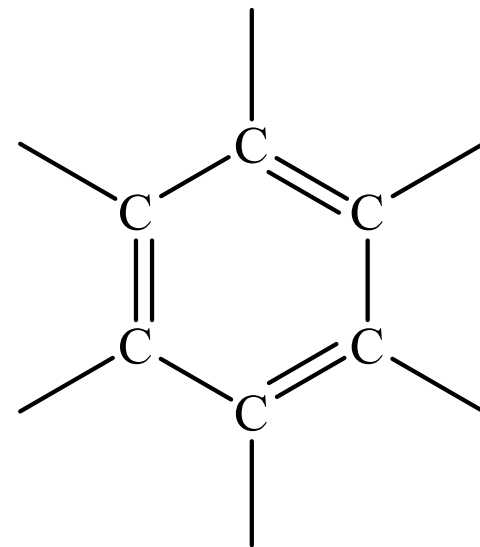
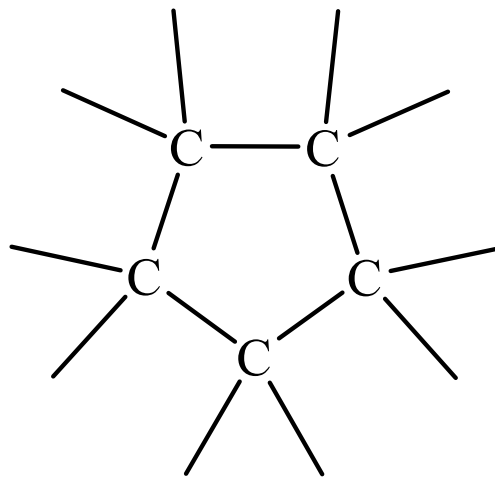
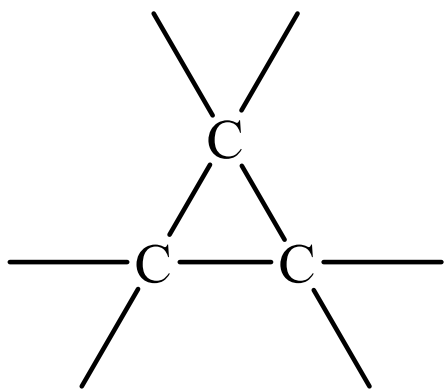
1) Соединения с открытой цепью углеродных атомов
(алифатические или ациклические):



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ КАК НАУКА, ЕЁ ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ

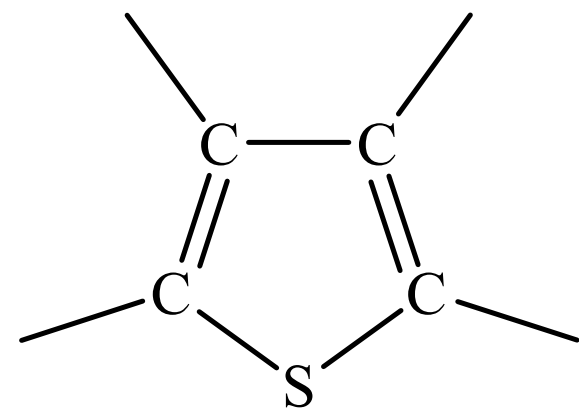
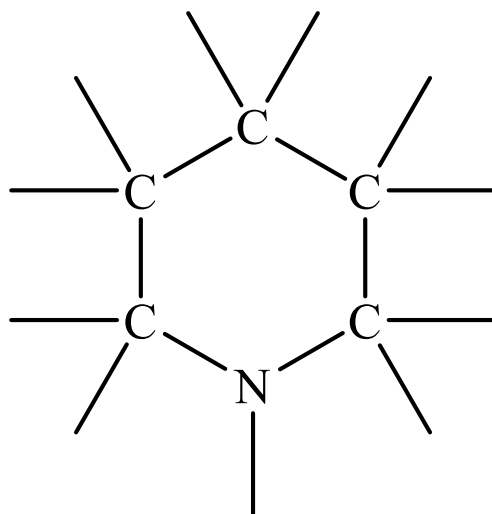
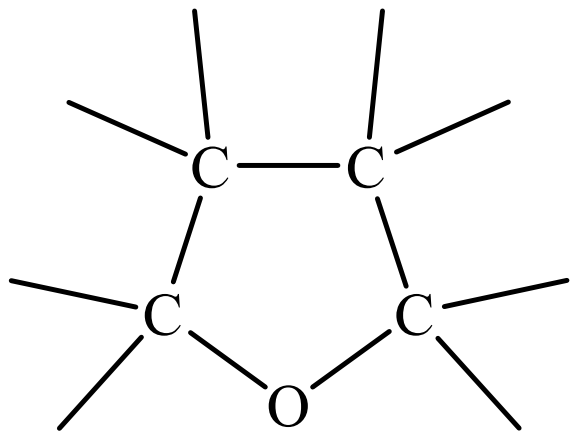
2) Соединения с замкнутой цепью углеродных атомов (циклические):

2.1 карбоциклические (алициклические и ароматические):



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ КАК НАУКА, ЕЁ ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ

2.2 гетероциклические:

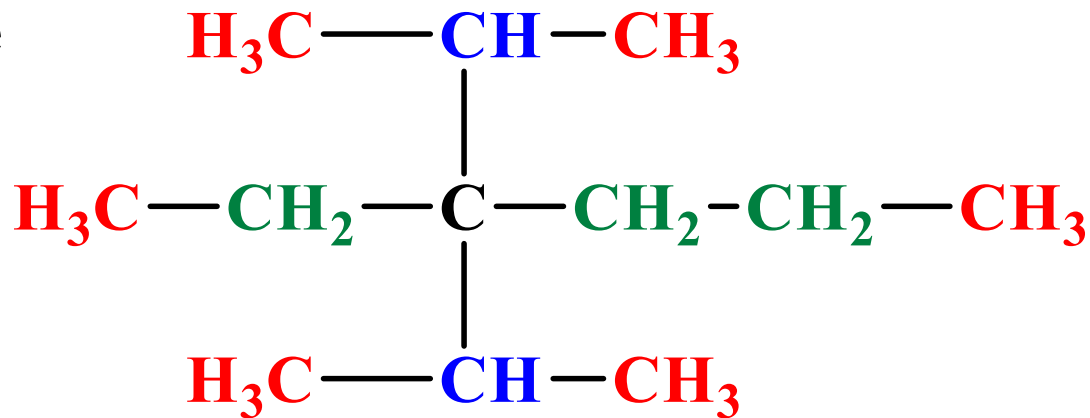


ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ КАК НАУКА, ЕЁ ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ

КЛАССИФИКАЦИЯ УГЛЕРОДНЫХ АТОМОВ:

Атомы углерода в зависимости от того с каким числом других углеродных атомов они связаны делятся на:

- **первичные**
- **вторичные**
- **третичные**
- **четвертичные**



ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ КАК НАУКА, ЕЁ ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ

Классы органических соединений

1. Углеводороды (R–H): **предельные** (C_nH_{2n+2}),
непредельные (C_nH_{2n} , C_nH_{2n-2} , C_nH_{2n-6})
2. Галогенопроизводные (R–Hal)
3. Спирты (R–OH) и простые эфиры (R–O–R')
4. Карбонильные соединения (R–CO–R' кетоны, [R' = H] альдегиды)
5. Карбоновые кислоты (RCOOH) и сложные эфиры (R–C(O)OR')
6. Амины (R–NH₂, R₂–NH, R₃N)
7. Нитросоединения (R–NO₂)

ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

Основные положения теории строения органических соединений Бутлерова.

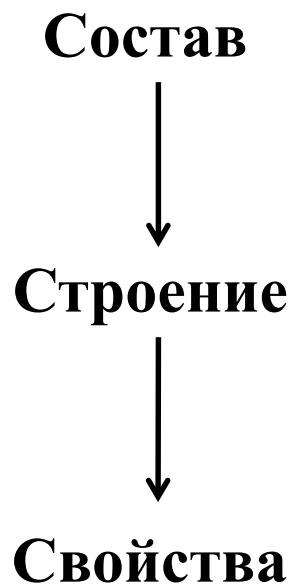
1. Атомы в молекулах соединяются в определённом порядке в соответствии с их валентностью. *Порядок связи атомов в молекуле называется химическим строением.*

2. Свойства веществ зависят не только от того, какие атомы и в каком количестве входят в состав молекулы, но и от их расположения.

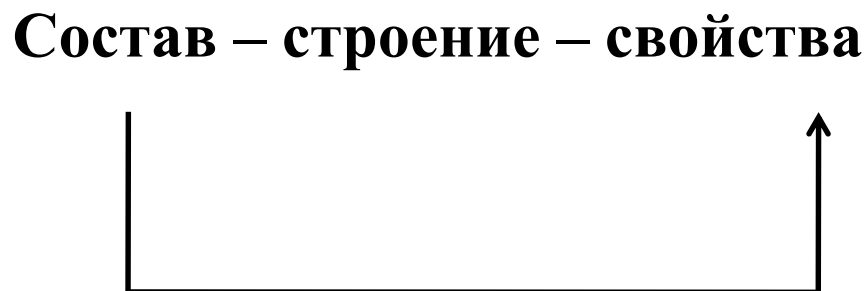
ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

После деятельности Бутлерова появилась другая догма: «Строение вещества определяет его свойства».

В органической химии:



В неорганической химии:



3. Атомы в молекулах (или группы атомов) взаимно влияют друг на друга, от чего собственно зависит реакционная способность в целом.

ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

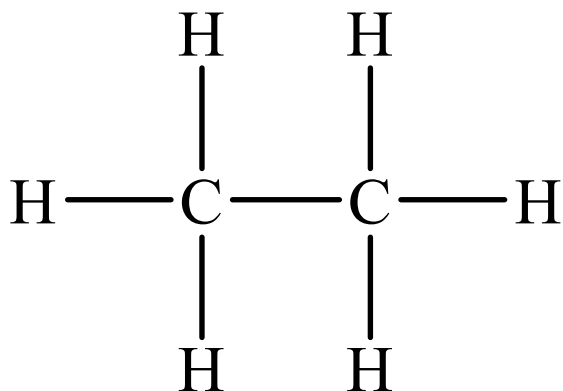
Отличие теории радикалов и теории типов состояло в том, что Бутлеров, несмотря на то, что пользовался старыми обозначениями, он предавал совершенно новый смысл химическому мировоззрению. *Химическая формула* – это формула строения (по Бутлерову). Она отображает не только состав, но и порядок.

В современной химии получили широкое использование 3 *типа формул*:

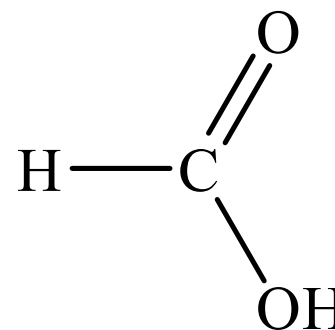
1. Эмпирические CH_4 , C_2H_6 , C_2H_4 . Эмпирические формулы отображают состав.

ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

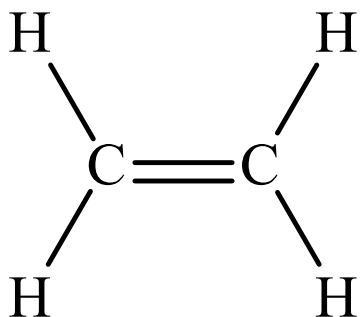
2. Структурные формулы отображают не только состав, но и порядок взаимной связи.



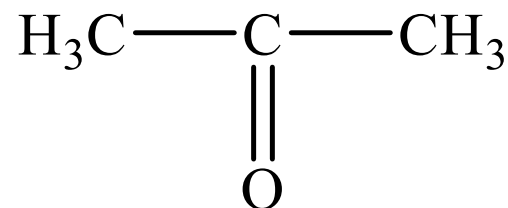
Этан



**Метановая
(муравьиная) кислота**



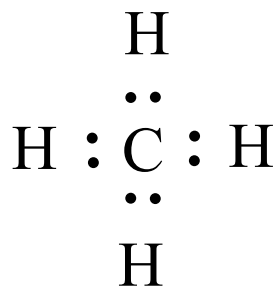
Этен



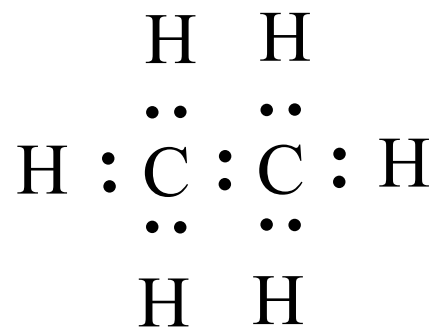
Пропанон (ацетон)

ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

3. **Электронные формулы**, в них чёрточка заменяется парой электронов. Чёрточка символизирует ковалентную химическую связь. Число чёрточек, соединённых с данным атомом, должно соответствовать его валентности.



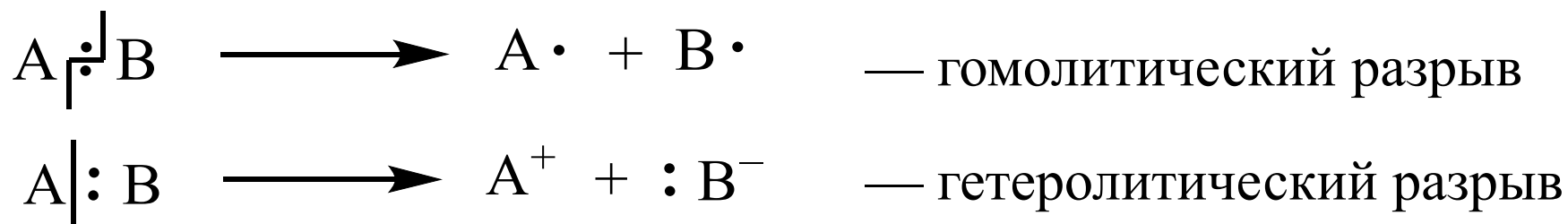
Метан



Этан

ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА



ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

ЯВЛЕНИЕ ГОМОЛОГИИ

Еще впервой половине XIX века было замечено, что многие органические вещества образуют ряды, в каждом из которых вещества обладают сходными химическими свойствами и отличаются друг от друга на одну или несколько групп CH_2 . Это явление было названо гомологией (Ш. Жерар, 1844 г.).

Гомологи — вещества, обладающие сходными химическими свойствами и отличающиеся друг от друга на одну или несколько групп CH_2 .

Было установлено, что гомология является естественным следствием цепеобразной связи атомов углерода. Поэтому можно дать определение:

Гомологи — это соединения, имеющие одинаковый функциональный характер, но отличающиеся числом углеродных атомов, входящих в состав их углеводородных радикалов.

ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

Явление гомологии

Явление гомологии заключается в том, что многие органические вещества образуют ряды (классы), в каждом из которых вещества обладают сходными химическими свойствами (содержат одну и ту же функциональную группу) и отличаются по составу друг от друга на группу $-\text{CH}_2-$ (гомологическая разность)



Номенклатура первых десяти представителей

1 – мет (meth)

2 – эт (eth)

3 – проп (prop)

4 – бут (but)

5 – пент (pent)

6 – гекс (hex)

7 – гепт (hept)

8 – окт (oct)

9 – нон (non)

10 – дек (dec)

ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

Гомологический ряд алканов

Название алкана	Формула алкана (C_nH_{2n+2})	Название радикала	Формула радикала (C_nH_{2n+1})
метан	CH_4	метил	$-CH_3$
этан	C_2H_6	этил	$-CH_2-CH_3$
пропан	C_3H_8	пропил	$-CH_2-CH_2-CH_3$
<i>n</i> -бутан	C_4H_{10}	бутил	$-C_4H_9$
<i>n</i> -пентан	C_5H_{12}	пентил	$-C_5H_{11}$
<i>n</i> -гексан	C_6H_{14}	гексил	$-C_6H_{13}$
<i>n</i> -гептан	C_7H_{16}	гептил	$-C_7H_{15}$
<i>n</i> -октан	C_8H_{18}	октил	$-C_8H_{17}$
<i>n</i> -нонан	C_9H_{20}	нонил	$-C_9H_{19}$
<i>n</i> -декан	$C_{10}H_{22}$	декил	$-C_{10}H_{21}$

ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

ИЗОМЕРИЯ

Изомерия — явление существования веществ, имеющих одинаковый состав, но разные свойства и строение.

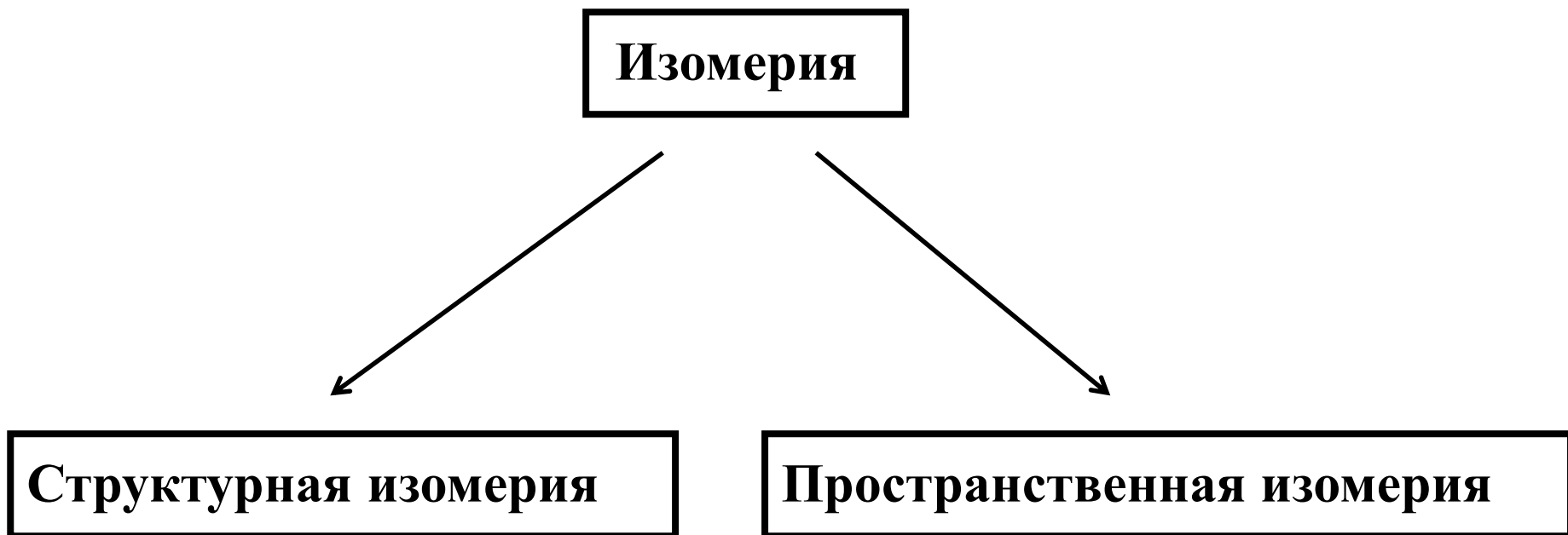
Своё объяснение изомерия получила на основе теории строения А. М. Бутлерова.

Сегодня все типы изомерии органических соединений классифицируются следующим образом:

ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

Изомерия

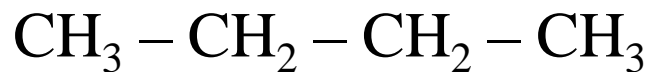
Для органических соединений очень широко распространено явление изомерии.



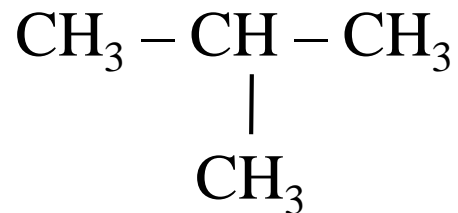
ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

СТРУКТУРНАЯ ИЗОМЕРИЯ:

а) изомерия углеродного скелета



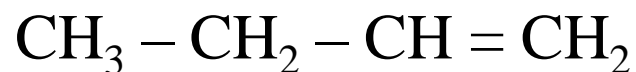
бутан



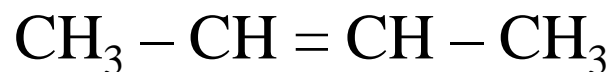
изобутан

ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

б) ИЗОМЕРИЯ ПОЛОЖЕНИЯ (бутен-1, бутен-2)



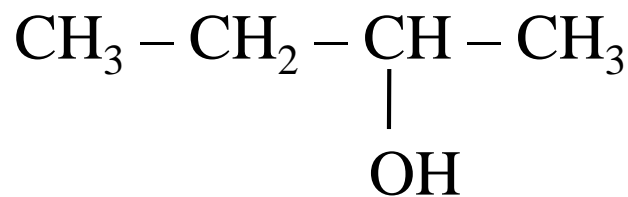
бутен-1



бутен-2



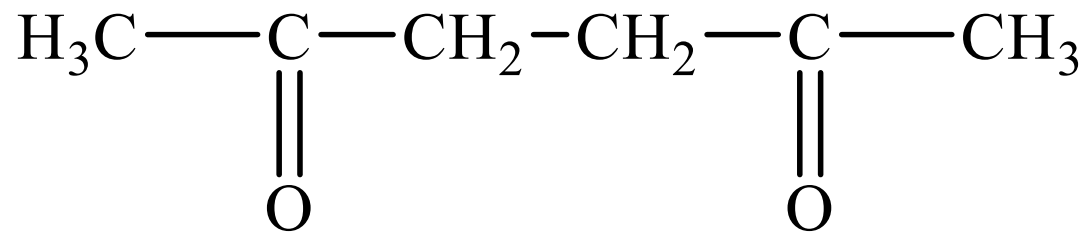
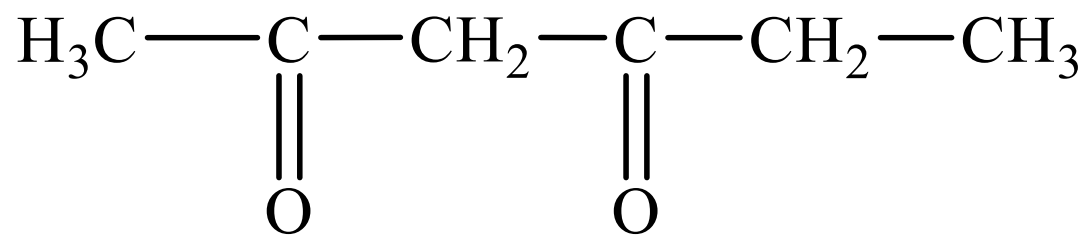
бутанол-1



бутанол-2

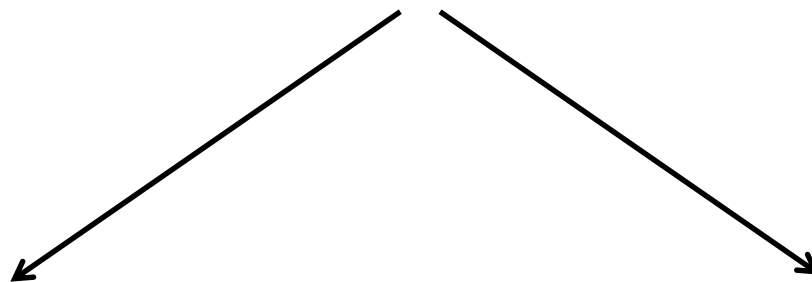
ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

в) ИЗОМЕРИЯ ВЗАИМНОГО ПОЛОЖЕНИЯ:



ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

МЕЖКЛАССОВАЯ ИЗОМЕРИЯ



Этиловый спирт
($T_{\text{кип}} = 78.3 \text{ }^\circ\text{C}$)

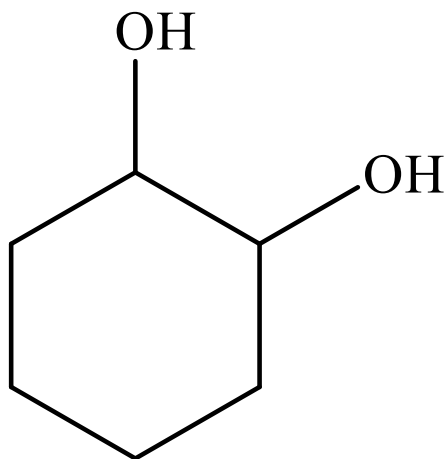


Диметиловый эфир
($T_{\text{кип}} = -23.6 \text{ }^\circ\text{C}$)

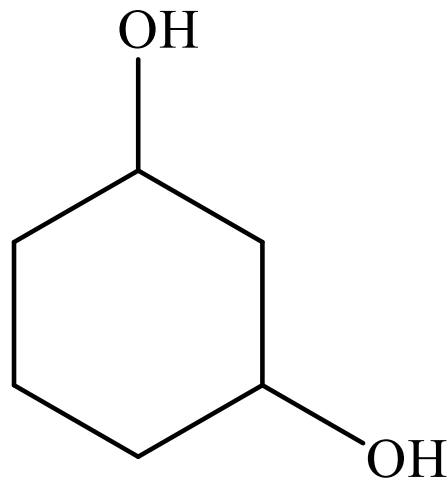
Наблюдается различие в свойствах

ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

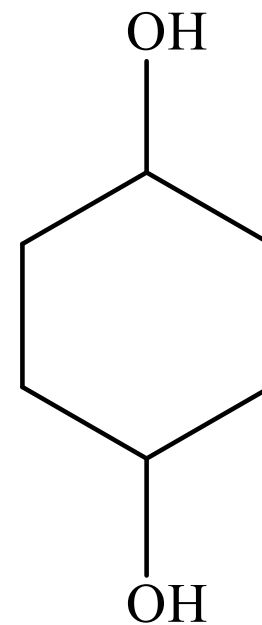
Изомерия взаимного расположения



(орто-)



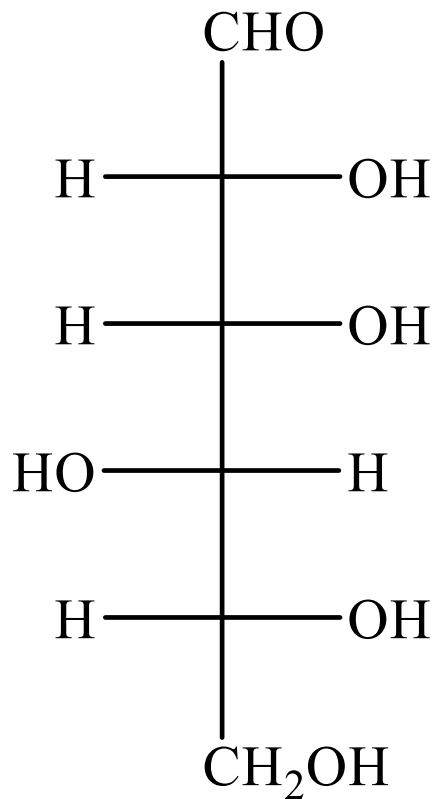
(мета-)



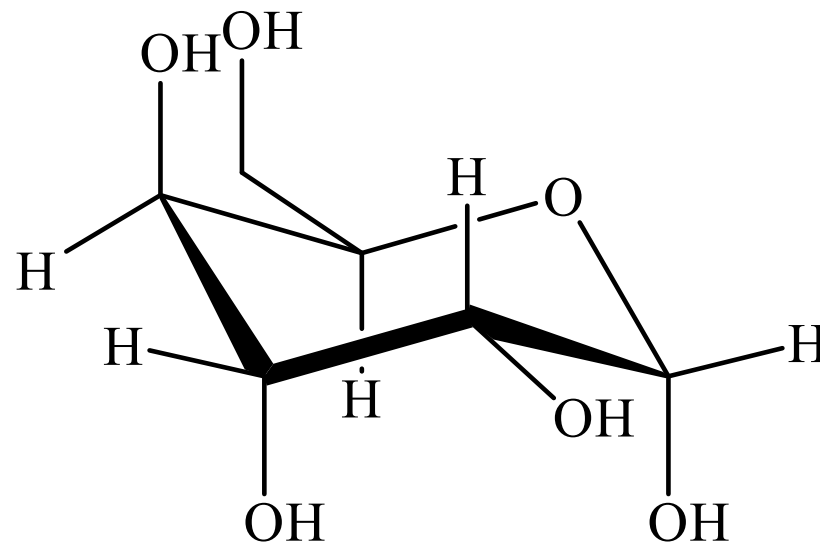
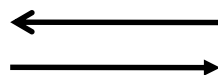
(пара-)

ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

Динамическая изомерия (подвижная)



Глюкоза
(открытая форма)

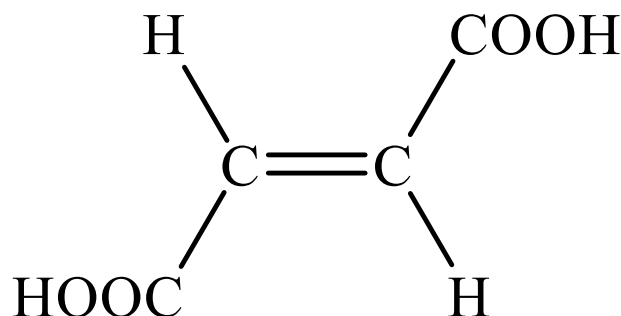


Глюкоза
(циклическая форма)

ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А. М. БУТЛЕРОВА

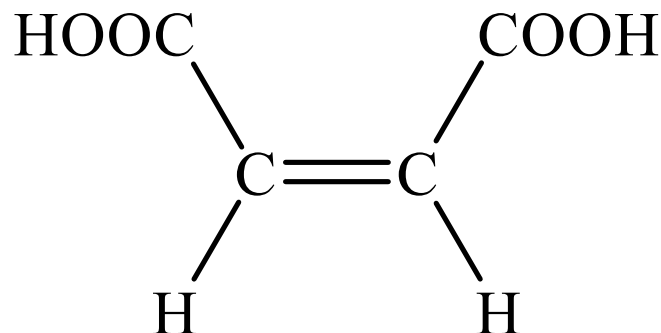
ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗОМЕРИЯ

- геометрическая (цис-транс-изомерия)



Фумаровая кислота

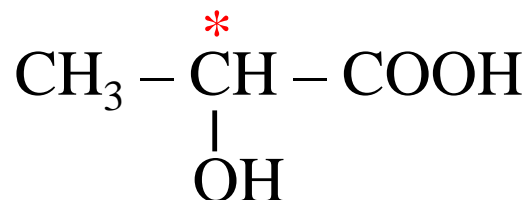
(транс-изомер) $T_{\text{кип}} = 287 \text{ }^\circ\text{C}$



Малеиновая кислота

(цис-изомер) $T_{\text{кип}} = 130 \text{ }^\circ\text{C}$

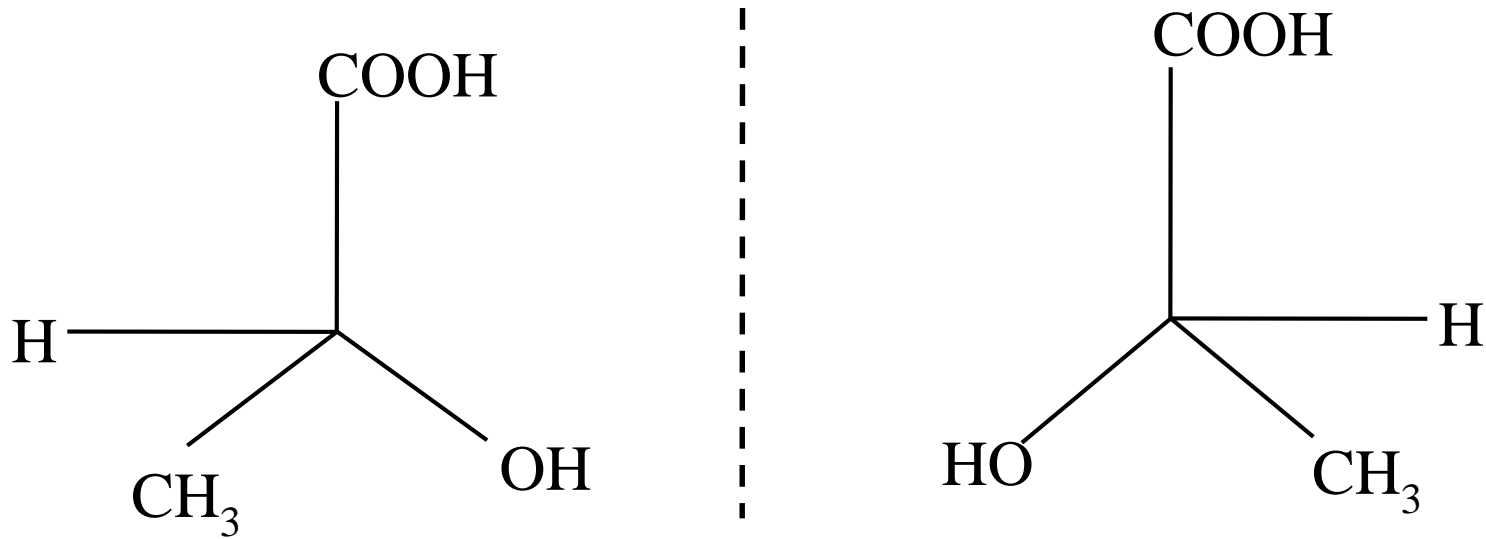
- оптическая (зеркальная) изомерия



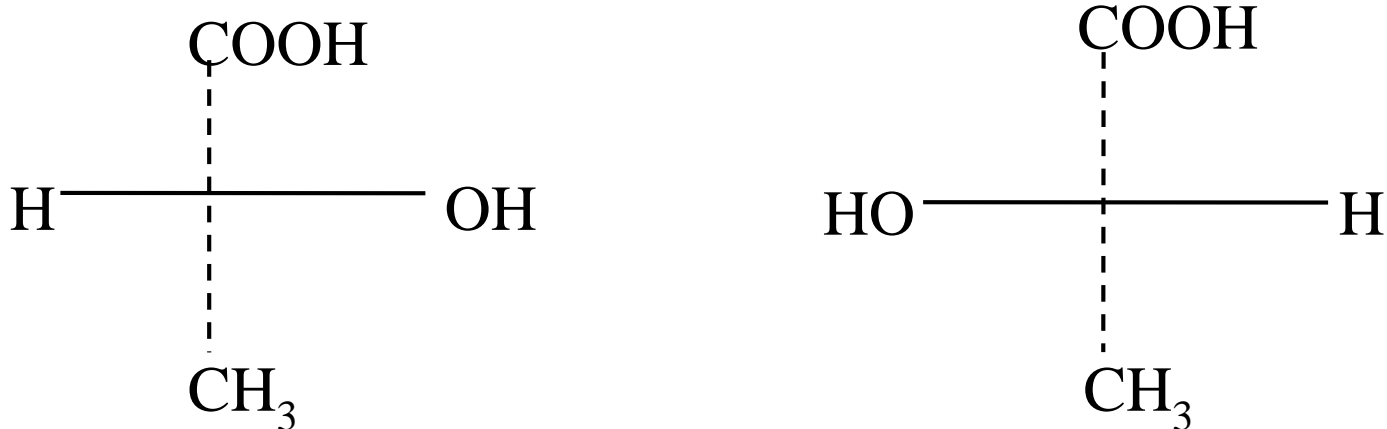
* - асимметрический атом углерода

ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ А.М. БУТЛЕРОВА

- ОПТИЧЕСКАЯ (ЗЕРКАЛЬНАЯ) ИЗОМЕРИЯ



Проекция Фишера



НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Номенклатура — это система наименований органических соединений, её разработкой занимается **IUPAC (International Union Of Pure Applied Chemistry)** — международный союз теоретической и прикладной химии.

НОМЕНКЛАТУРА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

ЗАМЕСТИТЕЛЬНАЯ НОМЕНКЛАТУРА.

Универсальной является заместительная номенклатура, её также называют международной (систематической):

В основу **заместительных названий** соединений нециклического строения кладутся названия главных углеродных цепей, а для циклического строения – соответствующий цикл (**циклопентан, циклогексан, нафталин, пиридин** и т.д.); а сама структура наименования по заместительной номенклатуре включает в себя **корень, суффиксы, приставки.**

ЗАМЕСТИТЕЛЬНАЯ НОМЕНКЛАТУРА

В основу названий соединений нециклического строения кладут **корни** названий главных углеродных цепей:

число атомов углерода в главной цепи	названия главных углеродных цепей (кроме первых четырёх, это корни греческих числительных)
1	мет (meth)
2	эт (eth)
3	проп (prop)
4	бут (but)
5	пент (pent)
6	гекс (hex)
7	гепт (hept)
8	окт (oct)
9	нон (non)
10	дек (dec)

ЗАМЕСТИТЕЛЬНАЯ НОМЕНКЛАТУРА

В основе названий соединений циклического строения лежат обозначения соответствующих циклов: циклопентан, циклогексан, бензол, нафталин, пиридин и др. Все остальные особенности структуры отражаются добавлением к основе суффиксов (окончаний) и префиксов (приставок).

АЛГОРИТМ

составления названий по заместительной номенклатуре

1. Определить главную функциональную группу и выбрать для неё обозначение в суффиксе, руководствуясь следующей таблицей:

Уменьшение старшинства групп



Классы	Общая формула класса R-X	Формула -X	Обозначение в приставке	Обозначение в суффиксе
Карбоновые кислоты	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OH} \end{matrix}$	$-\text{COOH}$ $-\text{COOH}$	карбоксо-	-овая кислота -карбоновая кислота
Соли карбоновых кислот	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O}^-\text{Me}^+ \end{matrix}$	$-\text{COO}^-\text{Me}^+$ $-\text{COO}^-\text{Me}^+$		-оат металла -карбоксилат металла
Сложные эфиры	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{OR} \end{matrix}$	$-\text{COOR}$ $-\text{COOR}$	R-оксикарбонил-	алкил...оат алкил...карбоксилат
Ацилгалогениды	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{Hal} \end{matrix}$	$-\text{COOHal}$ $-\text{COOHal}$	галокарбонил-	-оилгалогенид -карбонилгалогенид
Амиды	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{NH}_2 \end{matrix}$	$-\text{COONH}_2$ $-\text{COONH}_2$	карбамоил-	-амид -карбоксамид
Альдегиды	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{matrix}$	$-\text{CH}=\text{O}$ $-\text{CH}=\text{O}$	оксо- формил-	-аль -карбальдегид
Кетоны	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}^1 \end{matrix}$	$-\text{C}(\text{R})=\text{O}$	оксо-	-он
Спирты	$\text{R}-\text{OH}$	$-\text{OH}$	гидрокси-	-ол
Тиолы	$\text{R}-\text{SH}$	$-\text{SH}$	меркапто-	-тиол
Амины	$\text{R}-\text{NH}_2$	$-\text{NH}_2$	амино-	-амин

АЛГОРИТМ

названий по заместительной номенклатуре

2. Выявить и назвать родоначальную структуру (главную цепь, основную циклическую систему). Это можно сделать с помощью предыдущего пункта, т.к. старшая функция должна быть составной частью родоначальной структуры.

3. Затем нужно определить степень насыщенности соединения, используя для её обозначения суффиксы: -ан- (C – C), -ен- (C = C), -ин- (C ≡ C) и др.

4. Установить характер имеющихся заместителей (боковых цепей, младших характеристических групп) и расположить их обозначения в алфавитном порядке в префиксной части названия.

5. Определить умножающие приставки, имея в виду, что они не влияют на алфавитное положение префиксов.

АЛГОРИТМ

названий по заместительной номенклатуре

6. Провести нумерацию родоначальной структуры, придавая атому углерода старшей функции наименьшей из возможных номеров. Цифры, обозначающие положения отдельных элементов структуры (короткие боковые цепи, младшие характеристические группы), поставить перед префиксами и после суффиксов, к которым они относятся. Например, $\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ следует назвать так: 1-хлор-бутен-2

Примечание к п/п 6. В отсутствии главной функции нумерацию производят таким образом, чтобы числа, указывающие положения заместителей, образовали наименьшую совокупность. Например, нумерация 1,2,7,8 меньше, чем 1,3,4,9.

7. Скомпоновать названия, отделяя цифры от цифр запятыми, а от слов дефисами. Например, «2,2-ди...».