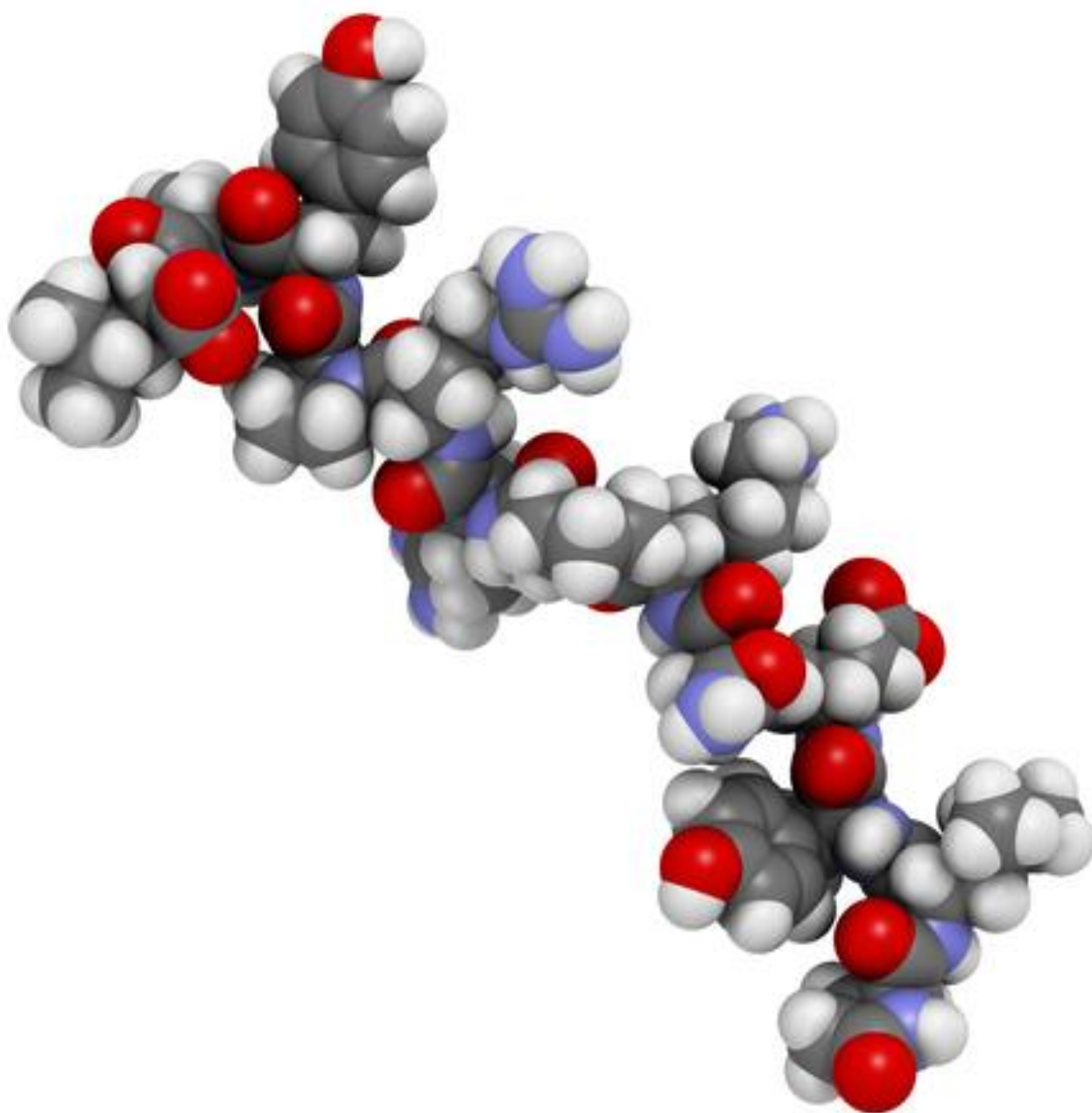


# ХИМИЯ

10 класс



**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ .....	2
УГЛЕВОДОРОДЫ .....	5
АЛКАНЫ.....	5
АЛКЕНЫ .....	11
АЛКАДИЕНЫ.....	14
АЛКИНЫ.....	16
ЦИКЛОАЛКАНЫ.....	19
АРЕНЫ .....	22
ГАЛОГЕНПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ.....	26
СПИРТЫ.....	28
ФЕНОЛЫ.....	32
КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ .....	33
КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ.....	36
ЭФИРЫ.....	39
АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ВЕЩЕСТВА.....	40
НИТРОСОЕДИНЕНИЯ .....	40
АМИНЫ .....	40
АМИНОКИСЛОТЫ .....	42



## ВВЕДЕНИЕ

**Органическая химия** – это наука о соединениях углерода.

**Органическая химия** – это наука об углеводородах и их производных, т.е. продуктов, образующихся при замене водорода в молекулах этих веществ другими атомами или группой атомов.

### Теория химического строения органических соединений

**1. Атомы в молекулах органических веществ соединены между собой химическими связями в определенной последовательности, согласно их валентности**

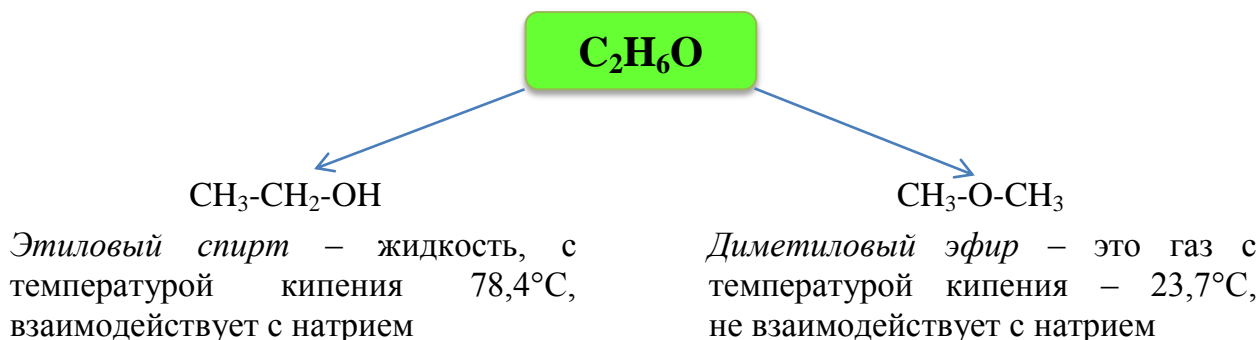
**Валентность** – это способность атомов химических элементов образовывать химические связи. Она определяет число химических связей, которыми данный атом соединен с другими атомами в молекуле.

$\text{H}-$ $\text{Cl}-$ $\text{Br}-$	$-\text{O}-$ ( $\text{O}=\text{}$ ) $-\text{S}-$ ( $\text{S}=\text{}$ )	$-\text{N}-$ $ $ ( $-\text{N}=\text{}$ )	$-\text{C}-$ $ $ ( $=\text{C}=\text{}$ )
---	--	---	---

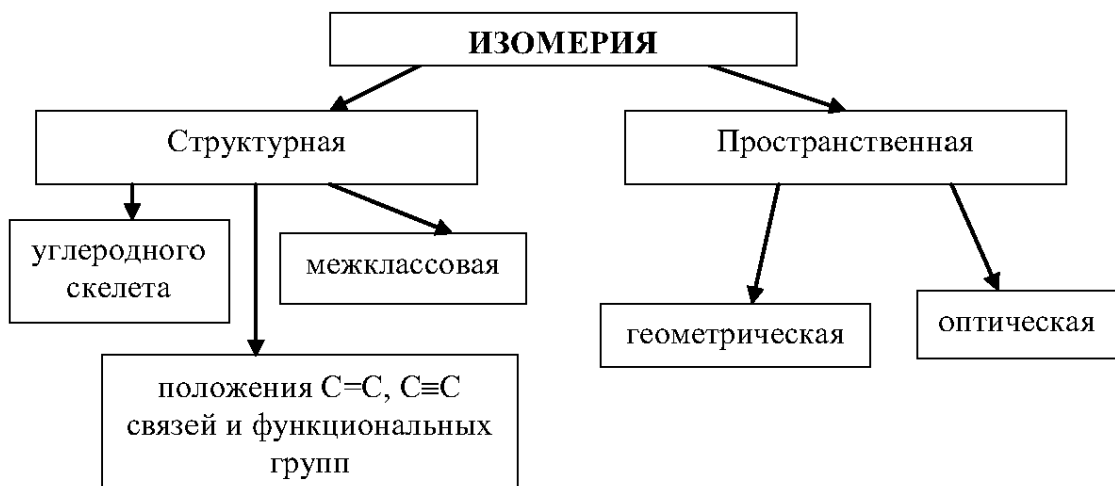
Порядок соединения атомов в молекуле согласно их валентности называется химическим строением.

Молекулярная	Полная структурная	Сокращенная структурная
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$  \begin{array}{ccccc}  & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \\  &   & &   & &   \\  \text{H} & - \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - \text{H} \\  &   & &   & &   \\  & \text{H} & & \text{H} & & \text{H} \\  & & &   & & \\  & & & \text{H} & &   \end{array}  $	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\    \\  \text{CH}_3  \end{array}  $

**2. Свойства (физические и химические) органических соединений зависят не только от количественного и качественного состава, но и от порядка расположения атомов в молекуле, т.е. от химического строения молекулы**

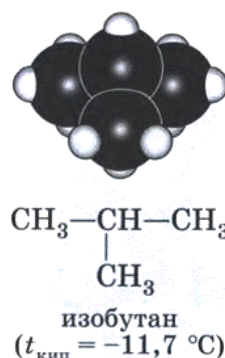
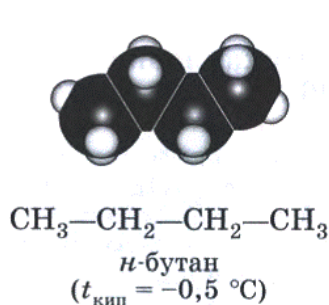


**Изомерия** – это явление существования различных веществ – *изомеров*, имеющих одинаковый качественный и количественный состав, но разное строение и свойства.



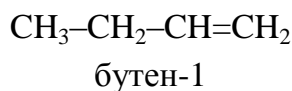
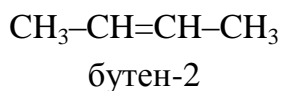
**Структурными** называются изомеры, имеющие различный порядок соединения атомов в молекуле.

**1) Изомерия углеродного скелета** – различный порядок соединения атомов углерода в молекуле

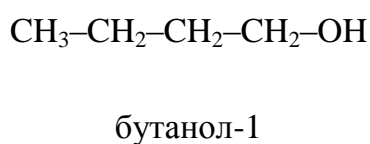
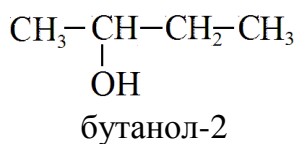


**2) Изомерия положения:**

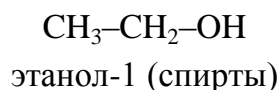
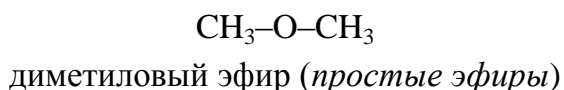
а) **кратной связи** (кратная связь – двойная или тройная: C=C или C≡C)



б) **функциональной группы**

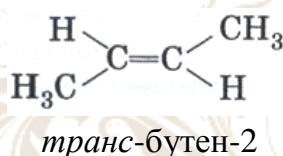
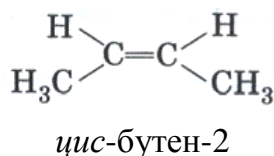


в) **межклассовая изомерия**

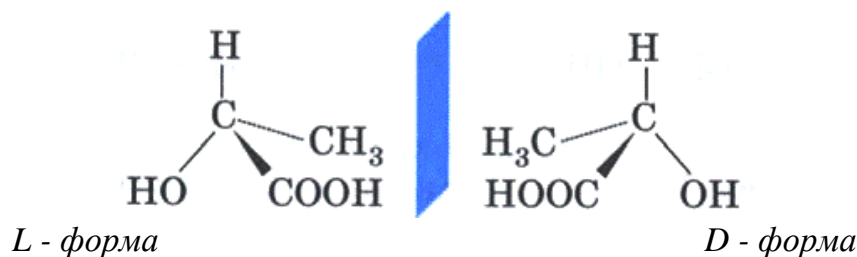


**Пространственные** изомеры имеют одинаковые заместители у каждого атома углерода, но отличаются их взаимным расположением в пространстве.

а) **геометрическая изомерия**



## б) оптическая изомерия



**3. Изменяя свойства вещества, можно определить химическое строение его молекулы, а по строению молекулы – предвидеть свойства вещества.**

**4. Атомы или группы атомов, образующие молекулу, взаимно влияют друг друга, от чего зависят и химические свойства соединений.**

Реакции органических соединений подчиняются тем же законам, что и неорганических веществ, но имеют некоторые особенности:

- в реакциях органических соединений, как правило, участвуют молекулы; при этом происходит разрыв одних ковалентных связей и образование других. Такие реакции протекают медленно, и для их ускорения требуется *повысить температуру*, иногда *увеличить давление*, добавить *катализатор*. Поэтому в уравнениях реакций с участием органических веществ, как правило, указывают условия их протекания.
- реакции органических веществ обычно сопровождается побочными процессами, поэтому выход целевого продукта невысокий.
- реакции органических соединений протекают, как правило, в несколько стадий через образование промежуточных соединений, поэтому в органической химии обращают большое внимание на механизм протекания реакций.

## УГЛЕВОДОРОДЫ

**Углеводороды** – это простейшие по качественному составу органические соединения, молекулы которых состоят только из атомов углерода и водорода.



**Предельные углеводороды** – это углеводороды, в молекулах которых все атомы углерода соединены между собой одинарной ( $\sigma$ ) связью.

### АЛКАНЫ

**Алканы** (парафины) – это углеводороды, в молекулах которых все атомы углерода находятся в  $sp^3$ -гибридном состоянии, соединены между собой только  $\sigma$  – связями и имеющие общую формулу  $C_nH_{2n+2}$ .

### НОМЕНКЛАТУРА АЛКАНОВ

**Гомологический ряд** – называется ряд веществ, расположенных в порядке возрастания их относительных молекулярных масс, сходных по строению, где каждый член отличается от предыдущего на гомологическую разницу  $-CH_2-$ .

*Таблица алканов нормального строения*

Название	Формула	Агрегатное состояние при н.у.	Формула радикала	Название радикала
Метан	$CH_4$	газ	$CH_3-$	метил
Этан	$CH_3-CH_3$		$CH_3-CH_2-$	этил
Пропан	$CH_3-CH_2-CH_3$		$CH_3-CH_2-CH_2-$	пропил
Бутан	$C_4H_{10}$		$C_4H_9-$	бутил
Пентан	$C_5H_{12}$	жидкость		
Гексан	$C_6H_{14}$			
Гептан	$C_7H_{16}$			
Октан	$C_8H_{18}$			
Нонан	$C_9H_{20}$			
Декан	$C_{10}H_{22}$			





Названия углеводородов формируются по систематической (ИЮПАК), рациональной и тривиальной номенклатуре.

Чтобы подчеркнуть, что алкан имеет нормальную (неразветвленную) цепь, иногда используют приставку **н-**. Однако, в отсутствии этой приставки углеводород рассматривается как нормальный.

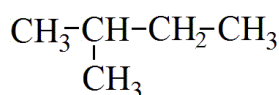


пентан или **н-пентан**

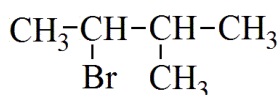
Углеводород с разветвленной цепью представляют как продукт замещения атомов водорода в нормальном алкане на атом или группу атомов, которые называют **заместителями**.

### Порядок формирования названий алканов разветвленного характера по систематической номенклатуре.

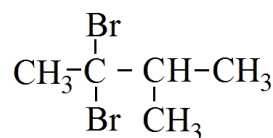
1. Выбирают самую длинную углеродную цепь;
2. Нумеруют атомы углерода в самой длинной цепи с того конца, к которому ближе стоит заместитель. Если радикалов несколько, то нумерацию проводят так, чтобы атомы углерода, с которыми связаны радикалы, получили минимальные номера.
3. Называют радикалы в алфавитном порядке (бром-, метил-, пропил-, хлор-, этил-).
4. Перед названием каждого радикала указывается номера атомов углерода, с которыми связаны эти радикалы.
5. Если одинаковых радикалов присоединяется к одному атому углерода несколько, то номера указываются для каждого атома.
6. Число одинаковых радикалов указывается числовой приставкой (ди- 2; три -3, тетра – 4 и т.д.).
7. Все цифры в названиях отделяют от слов дефисами, а друг от друга запятыми.
8. В конце указывается название углеводорода в самой длинной углеродной цепи.



2-метилбутан



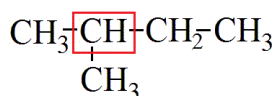
2-бром-3-метилбутан



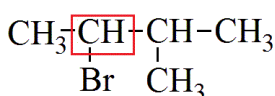
2,2-дибром-3-метилбутан

### Порядок формирования названий алканов по рациональной номенклатуре.

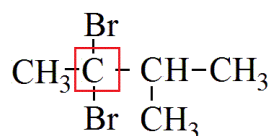
По правилам *рациональной* номенклатуре углеводороды рассматривают как производные метана, в молекуле которого один или несколько атомов водорода замещены на радикалы. Если в формуле одинаковые радикалы повторяются несколько раз, то их учитывают греческими числительными.



диметилэтилметан



бромметилизопропилметан



дибромметилизопропилметан

Сохранилась и *тривиальная* (эмпирическая, исторически сложившаяся) номенклатура, которая обычно указывает на природный источник вещества или какое-либо его свойство.

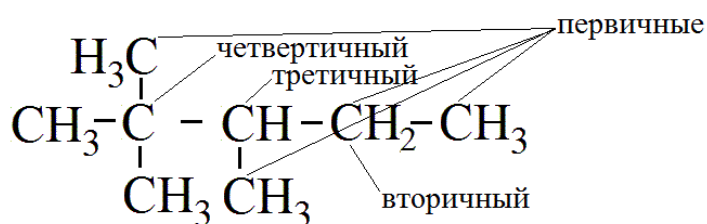


### Основные радикалы

F- фтор	Cl- хлор	Br- бром	I- йод	CH <sub>3</sub> - метил
CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> - этил	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> - пропил	CH <sub>3</sub> -CH-CH <sub>3</sub>   изопропил	CH <sub>3</sub> -CH-CH <sub>2</sub> -   CH <sub>3</sub> изобутил	CH <sub>3</sub> -CH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>   втор-бутил

В молекулах углеводородов, каждый атом соединен с одним, двумя, с тремя или четырьмя атомами углерода, поэтому различают:

- а) первичные (связаны только с одним атомом углерода).
- б) вторичные (связаны с двумя атомами углерода).
- в) третичные (связаны с тремя атомами углерода).
- г) четвертичные (связаны с четырьмя атомами углерода).



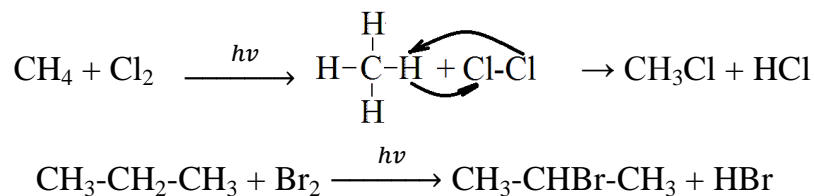
### Физические свойства алканов

Четыре первых члена гомологического ряда (CH<sub>4</sub> – C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) при обычных условиях газы, не обладающие цветом и запахом. Нормальные алканы (C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> – C<sub>15</sub>H<sub>32</sub>) – бесцветные жидкости, начиная с C<sub>16</sub>H<sub>34</sub> – твердые белые вещества, жирные на ощупь. Предельные углеводороды – неполярные соединения. Они не растворяются в воде, но растворяются в бензоле, тетрахлорметане и т.д.

### Химические свойства алканов

Для алканов характерны реакции замещения

- Галогенирование:** реакция протекает в газовой фазе под действием света или высокой температуры. При наличии разного типов атомов углерода в молекуле первым замещается атом водорода при третичном, потом вторичном, а затем и при первичном атоме углерода.



При избытке галогена реакция может протекать дальше:

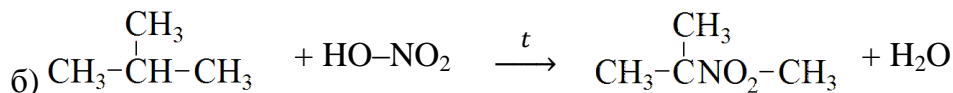
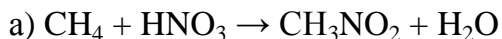


- Нитрование** (реакция Коновалова) – реакция замещения в молекуле органического соединения атома водорода на –NO<sub>2</sub> группу. В лаборатории данная реакция

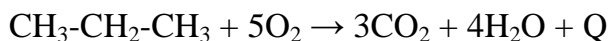




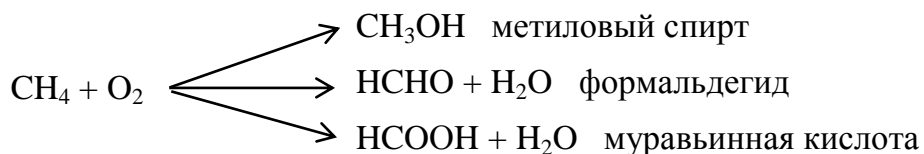
проводится с разбавленной азотной кислотой при  $t = 140^\circ\text{C}$ . В промышленности - в газовой фазе, при небольшом нагревании и высоком давлении.



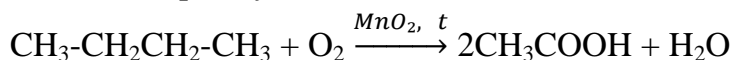
### 3. Горение:



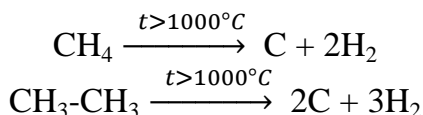
### 4. Каталитическое окисление кислородом воздуха:



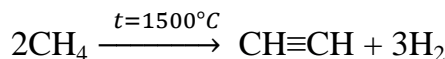
Гомологи метана окисляются при нагревании в присутствии соединений марганца с разрывом цепи и образованием преимущественно кислот:



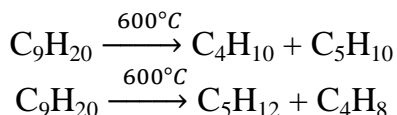
### 5. Пиролиз – термическое разложение молекулы.



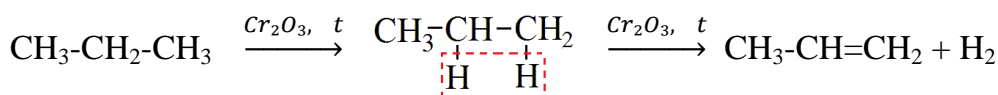
При быстром охлаждении продуктов пиролиза метана образуется ацетилен.



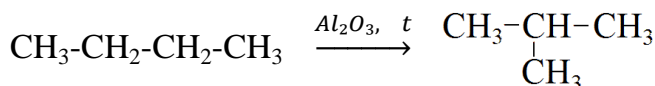
6. **Крекинг** (расщепление). Разрыв связи C – C происходит преимущественно ближе к центру молекулы. При этом образуется смесь алканов и алкенов.



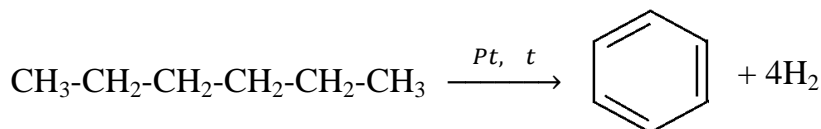
7. **Дегидрирование**. Реакция протекает при температуре  $300 - 350^\circ\text{C}$  с катализатором, преимущественно оксидом хрома (III).



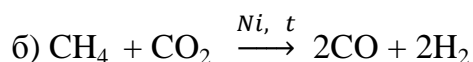
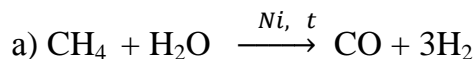
8. **Изомеризация**. Превращение алкана с неразветвленного строения в разветвленный его изомер. Происходит у молекул, с количеством атомов четыре и более.



9. **Дегидроциклизация (ароматизация)**. Предельные углеводороды, содержащие шесть атомов углерода и более, при нагревании в присутствии катализатора способны отщеплять водород, в результате отщепления водорода сопровождается замыканием цепи в цикл (циклизация).



## 10. Конверсия метана.



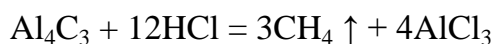
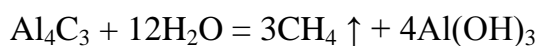
Смесь угарного газа и водорода называется синтез-газом, это ценное химическое сырье.

**Получение алканов**

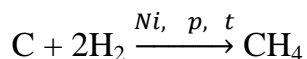
1. **В промышленности:** Предельные углеводороды широко распространены в природе. Основные источники их получения в промышленности являются природный газ, нефть и попутный нефтяной газ.

2. **В лаборатории:** Методы получения метана

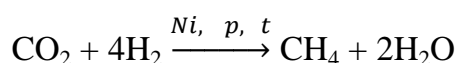
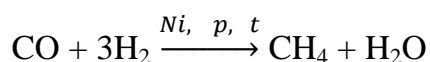
а) **Гидролиз карбида алюминия водой или кислотой**



б) **Синтез из простых веществ.**

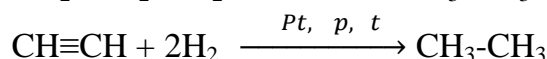
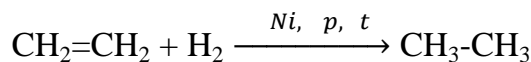


в) **Термокаталитическое восстановление окислов углерода**



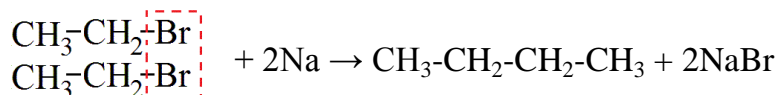
3. **В лаборатории:** Методы получения гомологов метана

а) **Гидрирование.**

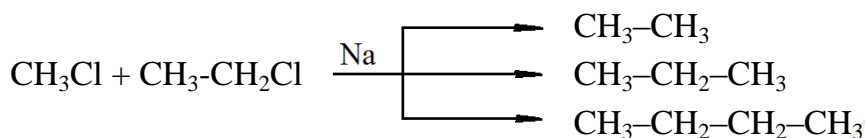


б) **Изомеризация.** (см. выше)

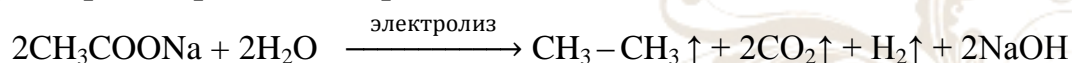
в) **Реакция Вюрца.** При взаимодействии галогеналканов с натрием атомы металла отщепляют от молекул галогенпроизводного алкана атомы галогена, образуемые при этом радикалы соединяются между собой.



Если в реакции участвуют два разных галогеналкана, то образуется смесь трех углеводородов

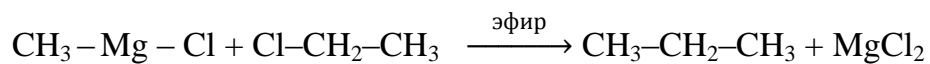
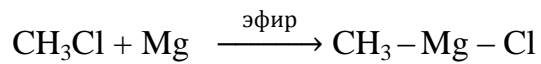


г) **Электролиз растворов солей карбоновых кислот.**

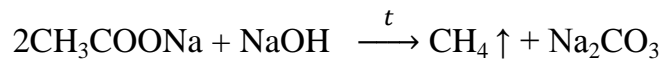




д) **Синтез Гриньяра.** Этот способ основан на использовании магнийорганических соединений (реактива **Гриньяра**).



е) **Декарбоксилирование солей карбоновых кислот.**

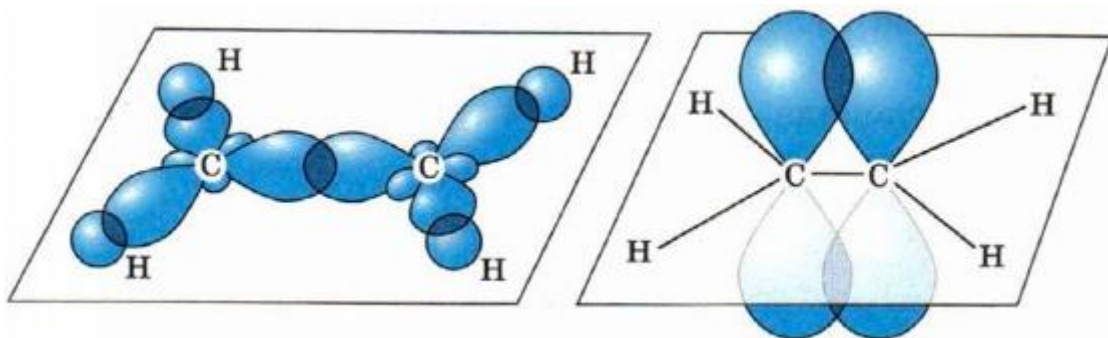


## АЛКЕНЫ

*Непредельные углеводороды* – это углеводороды, в молекулах которых между атомами углерода наряду с одинарными связями имеются кратные связи.

**Алкены** (олефины) – непредельные углеводороды, в молекулах которых имеется одна двойная связь  $C=C$ , состоящая из одной  $\sigma$  и одной  $\pi$ -связи, атомы углерода находятся в  $sp^2$ -гибридном состоянии, и имеющие общую формулу  $C_nH_{2n}$ , где  $n \geq 2$ .

### Образование $\pi$ -связи в молекуле этена



### НОМЕНКЛАТУРА И ИЗОМЕРИЯ

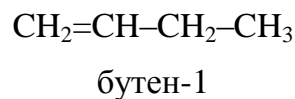
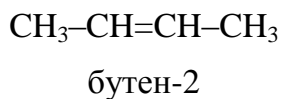
Согласно номенклатуре ИЮПАК, название алкенов образуется от названия соответствующих алканов, изменяя суффикс *-ан* на *-ен*. Так же, начиная с молекулы с четырьмя атомали углерода, в конце, цифрой указывается положение кратной связи.

*Таблица алканев нормального строения*

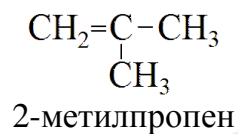
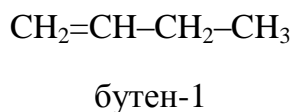
Название	Формула	Агрегатное состояние	Формула радикала	Название радикала
Этен	$CH_2=CH_2$	газ	$CH_2=CH-$	винил
Пропен	$CH_2=CH-CH_3$		$CH_2=CH-CH_2-$	аллил
Бутен-1	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$			
Бутен-2	$CH_3-CH=CH-CH_3$			

Для алкенов характерны:

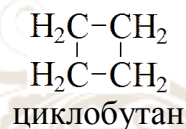
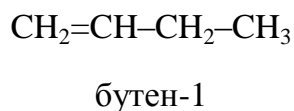
а) Структурная изомерия: *изомерия положения кратной связи*:



б) Структурная изомерия: *изомерия углеродного скелета*:

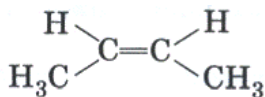


в) Структурная изомерия: *межклассовая изомерия*:

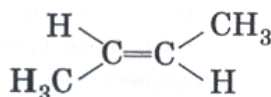




г) Пространственная изомерия: геометрическая изомерия:



*цис-бутен-2*



*транс-бутен-2*

### Физические свойства алкенов

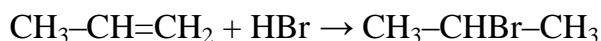
По своим физическим свойствам алкены близки к алканам, т.к. их молекулы тоже практически неполярны. Как и в гомологическом ряду алканов, первые представители алкенов – этен, пропен и бутены – при обычных условиях газы, вещества  $\text{C}_5\text{H}_{10}$  –  $\text{C}_{16}\text{H}_{32}$  – безцветные жидкости, высшие алкены – твердые вещества. Алкены не растворимы в воде, но растворимы в органических растворителях.

### Химические свойства алкенов

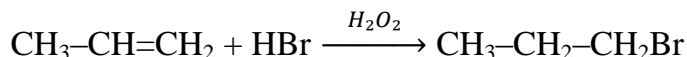
Для алкенов характерны реакции присоединения.

а) **Гидрогалогенирование.** Гидрогалогенирование – присоединение галогеноводорода. Присоединение происходит по правилу Марковникова:

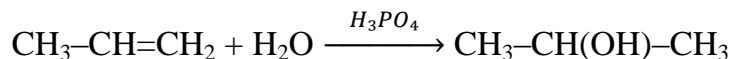
**Правило Марковникова:** Атом водорода присоединяется к более гидрированному, а атом галогена к менее гидрированному атому углерода при двойной связи



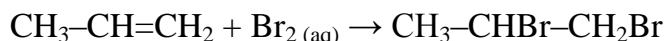
При наличии пероксидов ( $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ), реакция идет против правила Марковникова:



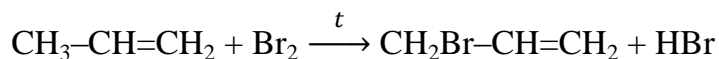
б) **Гидратация** – присоединение молекулы воды. Реакция протекает при нагревании в присутствии серной или фосфорной кислот.



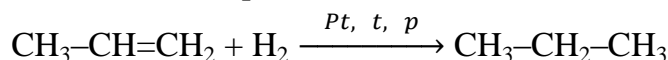
в) **Галогенирование** – присоединение молекулы галогена. Реакция протекает в растворе и происходит присоединение по двойной связи. Данная реакция является качественной реакцией на кратную связь (признак: обесцвечивание раствора брома).



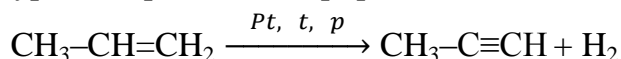
При реакции в газовой фазе при нагревании происходит реакция замещения у соседнего атома углерода, считая от двойной связи.



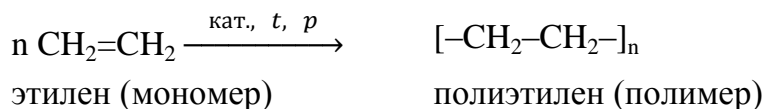
г) **Гидрирование** – присоединение водорода.



д) **Дегидрирование** – отщепление водорода. Реакция протекает обычно при более высокой температуре, чем реакция гидрирования:



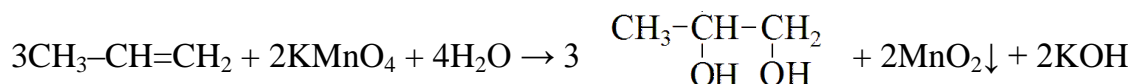
е) **Полимеризация.**



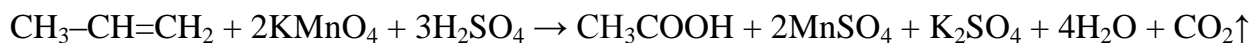
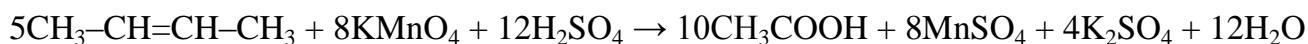


ж) **Окислением перманганатом калия** (качественная реакция на кратную связь).

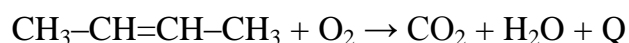
1) Окисление перманганатом калия в нейтральной или слабощелочной среде (реакция Вагнера):



2) Окисление перманганатом калия в кислой среде: При этом происходит разрыв двойной связи с образованием кетонов, карбоновых кислот или оксида углерода (IV).



3) **Горение**.

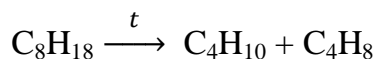


### Получение алкенов

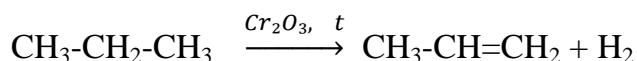
В природе, в отличие от алканов, алкены не распространены.

1. Промышленные способы получения алкенов:

а) **Термический крекинг**:



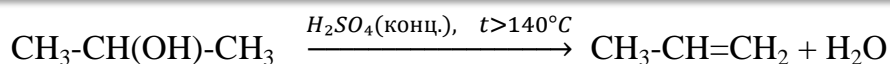
б) **Дегидрирование алканов**:



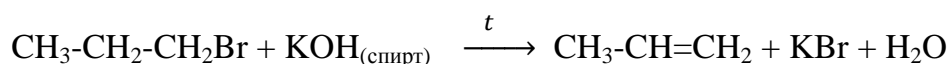
2. Лабораторные способы получения алкенов:

в) **Дегидратация спиртов**: При этом водород отщепляется от менее гидрированного атома углерода (**Правило Зайцева**):

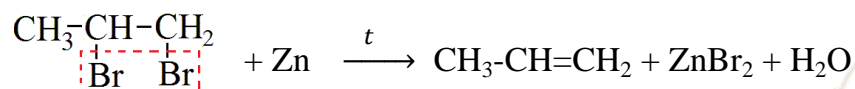
**Правило Зайцева:** Отщепление галогеноводородов от галогензамещенных алканов или воды от спиртов преимущественно происходит так, что с галогеном или гидроксидом (-OH) уходит атом водорода от менее гидрированного атома углерода



г) **Дегидрогалогенирование моногалогенпроизводных**: Отщепление происходит при нагревании галогеналканов с концентрированным спиртовым раствором щелочи. При этом водород отщепляется от менее гидрированного атома углерода (**Правило Зайцева**).



д) **Дегалогенирование**: При нагревании дигалогенпроизводных, в молекулах которых атомы галогена связаны с соседними атомами углерода с активными металлами (цинковая пыль или порошок магния)





## АЛКАДИЕНЫ

**Алкадиены** – непредельные углеводороды, в молекулах которых имеются две двойные связи  $C=C$  и имеющие общую формулу  $C_nH_{2n-2}$ , где  $n \geq 3$ .

По расположению в молекуле двойных связей различают:

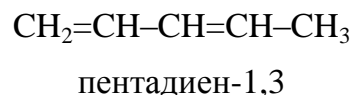
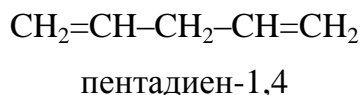
изолированные связи	кумулированные связи	сопряженные связи
$CH_2=CH-CH_2-CH=CH_2$ пентадиен-1,4	$CH_2=C=CH-CH_2-CH_3$ пентадиен-1,2	$CH_2=CH-CH=CH-CH_3$ пентадиен-1,3

## НОМЕНКЛАТУРА И ИЗОМЕРИЯ

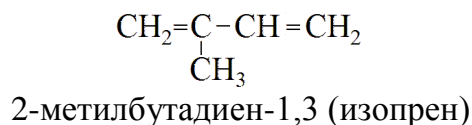
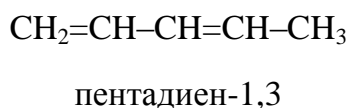
Согласно номенклатуре ИЮПАК, название алкадиенов образуется от названия соответствующих алканов, изменяя суффикс **–ан** на **–диен**. Так же, начиная с молекулы с четырьмя атомами углерода, в конце, цифрами указывается положения кратных связей.

Для алкадиенов характерны:

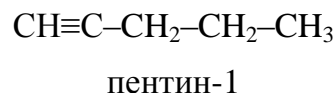
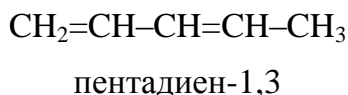
а) Структурная изомерия: изомерия положения кратной связи:



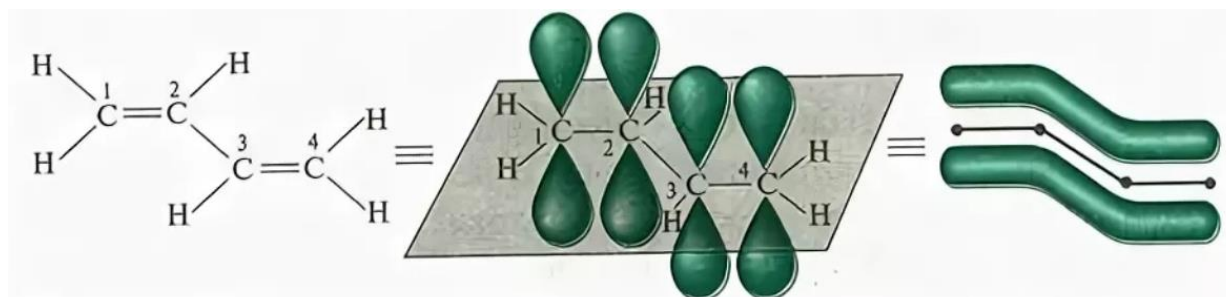
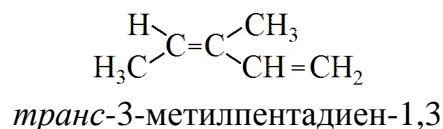
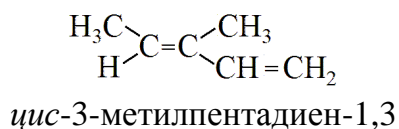
б) Структурная изомерия: изомерия углеродного скелета:



в) Структурная изомерия: межклассовая изомерия:



г) Пространственная изомерия: геометрическая изомерия:



В молекуле бутадиена-1,3, все атомы углерода находятся в состоянии  $sp^2$ -гибридном состоянии. Расположение в пространстве  $p$ -орбиталей создает условия для их взаимного перекрывания. При перекрывании четырех  $p$ -орбиталей в молекуле бутадиена-1,3 образуются не отдельные  $\pi$ -связи, а единое  $\pi$ -электронное облако.



### Сравнение по физическим свойствам дивинила и изопрена

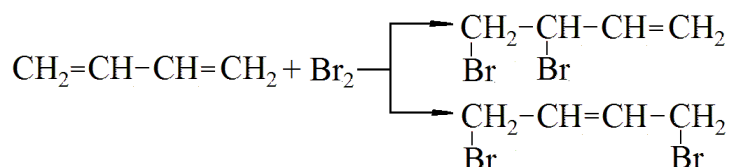
Формула	Название		Физические свойства
	Международное	Тривиальное	
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$	бутадиен-1,3	дивинил	газ, $t_{\text{кип}} = -5^\circ\text{C}$
$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2-метилбутадиен-1,3	изопрен	легкокипящая жидкость

### Химические свойства алкадиенов

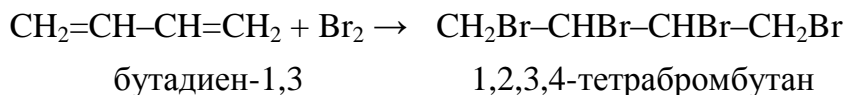
**Алкадиены** – непредельные соединения, они вступают в те же реакции, что и алкены: в реакции присоединения, полимеризации и окисления. Реакция присоединения протекает ступенчато, т.е. сначала присоединяется одна молекула реагента, а затем вторая. Особенность алкадиенов состоит в том, что на первой ступени реакции присоединения могут протекать в двух направлениях:

- 1) в концевые положения (1,4-присоединение) с образованием новой двойной связи в центре молекулы.
- 2) к одной из двойных связей (1,2-присоединение), в этом случае алкадиен ведет себя подобно алкену:

#### а) Галогенирование:

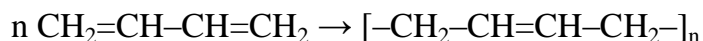


При избытке галогена молекула диена способна присоединить две молекулы галогена, образуя тетрагалогенпроизводное:



Аналогично протекают реакции гидрирования, гидрогалогенирования, гидротации.

#### б) Полимеризация: образуется бутадиеновый каучук

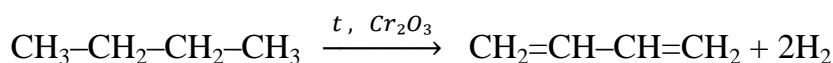


### Получение алкадиенов

В природе алкадиены не распространены.

1. Промышленные способы получения алкадиенов основаны на дегидрировании алканов нефти и нефтяных газов:

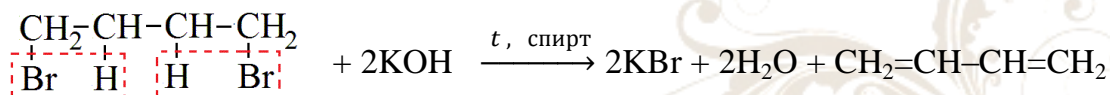
#### а) Дегидрирование:



#### б) Дегидрирование и дегидротация спирта (реакция Лебедева):

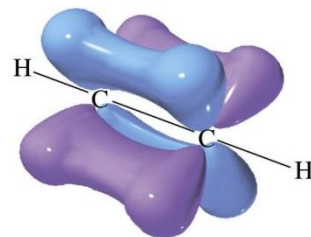
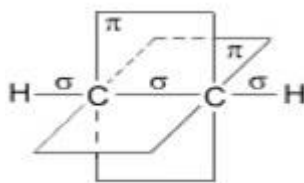
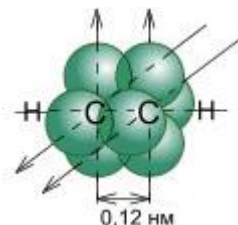


2. Лабораторный способ получения алкадиенов:



## АЛКИНЫ

**Алкины** (ацетиленовые углеводороды) – непредельные углеводороды, в молекулах которых имеется одна тройная связь  $C\equiv C$ , состоящая из одной  $\sigma$  и двух  $\pi$ -связей, атомы углерода находятся в  $sp$ -гибридном состоянии, и имеющие общую формулу  $C_nH_{2n-2}$ , где  $n \geq 2$ .

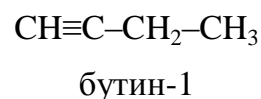
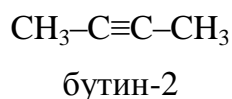
Строение молекулы этина ( $CH\equiv CH$ )

## НОМЕНКЛАТУРА И ИЗОМЕРИЯ

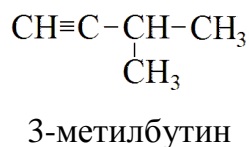
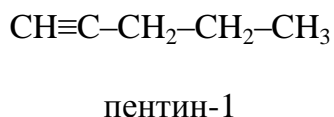
Согласно номенклатуре ИЮПАК, название алкинов образуется от названия соответствующих алканов, изменяя суффикс **-ан** на **-ин**. Так же, начиная с молекулы с четырьмя атомали углерода, в конце, цифрой указывается положение кратной связи.

Для алкинов характерны:

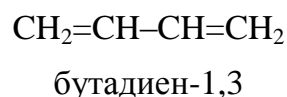
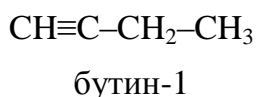
а) Структурная изомерия: *изомерия положения кратной связи*:



б) Структурная изомерия: *изомерия углеродного скелета*:



в) Структурная изомерия: *межклассовая изомерия*:



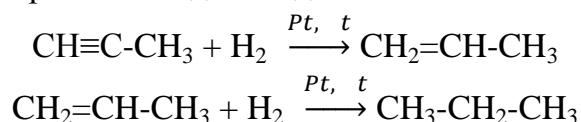
## Физические свойства алкинов

По своим физическим свойствам алкины близки к алканам и алкенам, т.к. их молекулы тоже практически неполярны.

## Химические свойства алкинов

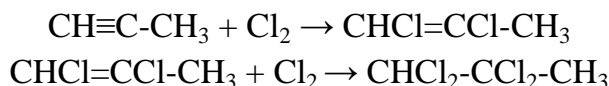
Для алкинов, так же как и для алкенов, характерны реакции присоединения. Но так как тройная связь содержит две  $\pi$ -связи, реакции присоединения к алкинам могут протекать в две стадии. На первой стадии присоединяется одна молекула реагента, и тройная связь превращается в двойную. Затем присоединяется вторая молекула с образованием соответствующего производного алкана.

а) **Гидрирование**: реакция протекает в две стадии:

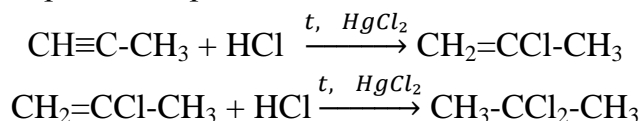




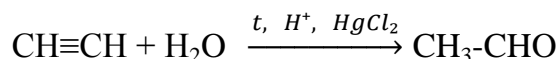
б) **Галогенирование**: реакция протекает в две стадии:



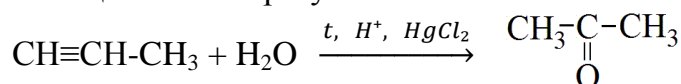
в) **Гидрогалогенирование**: реакция протекает в две стадии:



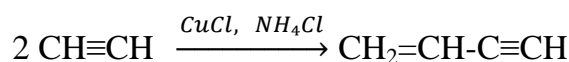
г) **Гидротация**: реакция открыта в 1881 г: **реакция Кучерова**: при гидротации ацетилена образуется альдегид – этаналь:



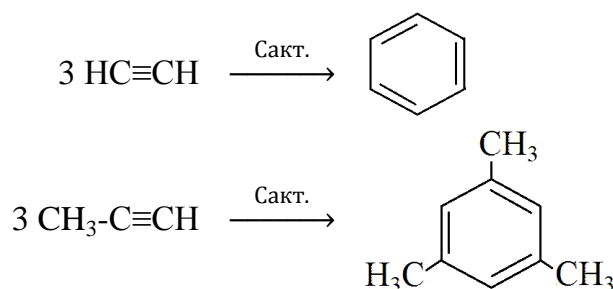
при гидротации гомологов ацетилена образуется кетон:



д) **Димеризация ацетилена**:



е) **Тримеризация**:



ж) **Мягкое окисление**: при окислении ацетилена перманганатом калия в нейтральной среде образуется соль щавелевой кислоты



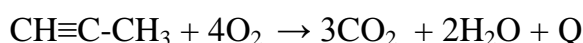
при окислении гомологов ацетилена подкисленным раствором перманганатом калия в кислой среде происходит разрыв углеродной цепи по месту тройной связи с образованием карбоновых кислот:



Если тройная связь концевая, образуется углекислый газ:

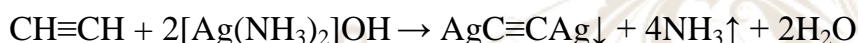


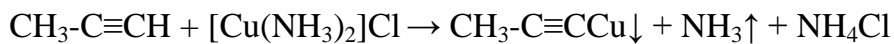
з) **Горение**: алкены, как и все углеводороды, горят:



*Свойства, отличные от свойств алкенов:*

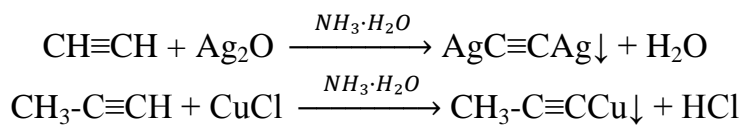
и) **Кислотные свойства алкинов**: Связь С–Н при тройной связи С≡С более полярна, и водород обладает кислотными свойствами, замещаясь на ион металла с образованием ацетеленидов:





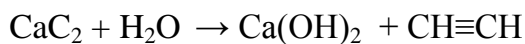
Соединения серебра – желтоватого цвета, а меди (I) – красного.

В упрощённом виде:

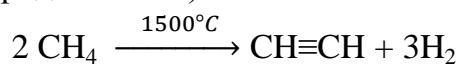


### Способы получения алкинов

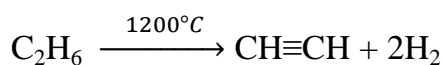
а) **Карбидный способ** (реакция **Вёлера**):



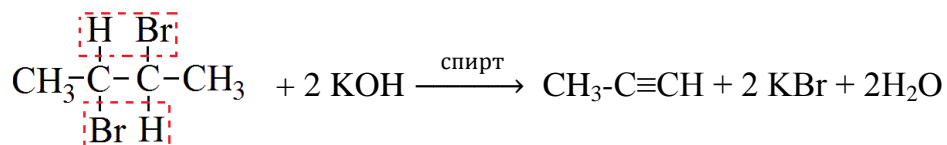
б) **Переработка метана** (природного газа):



в) **Дегидрирование этана**:



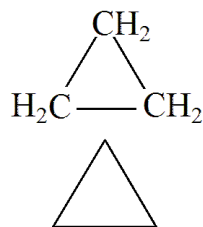
г) **Дегидрогалогенирование дигалогеналков**:



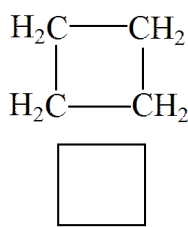
## ЦИКЛОАЛКАНЫ

**Карбоциклические углеводороды** - углеводороды, содержащие в цикле только атомы углерода.

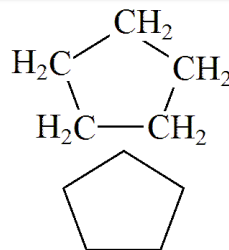
**Циклоалканы** (циклопарафины) – это циклические предельные углеводороды, имеющие общую формулу  $C_nH_{2n}$ , где  $n \geq 3$ .



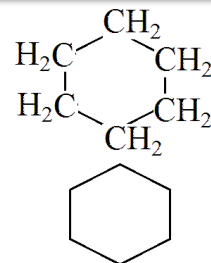
циклопропан



циклобутан



циклопентан

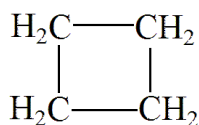


циклогексан

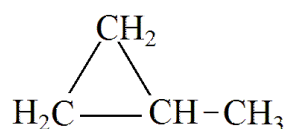
### ИЗОМЕРИЯ ЦИКЛОАЛКАНОВ

Для циклоалканов характерны:

а) Структурная изомерия: *изомерия углеродного скелета*:

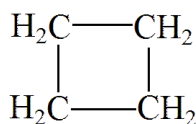


циклобутан

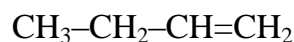


метилциклопропан

б) Структурная изомерия: *межклассовая изомерия*:

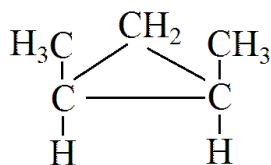


циклобутан

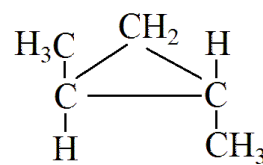


бутен-1

в) Пространственная изомерия: *цис-, транс-изомерия*:



цис-1,2-диметилциклопропан



транс-1,2-диметилциклопропан

### Физические свойства циклоалканов

При обычных условиях циклопропан и циклобутан – газообразные вещества, циклопентан и циклогексан – жидкости. В воде они практически нерастворимы.

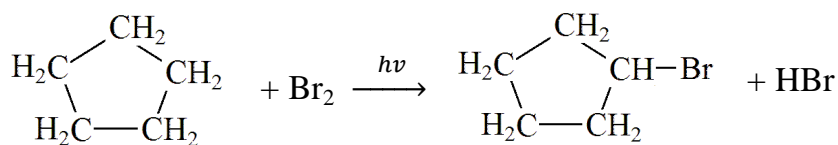
### Химические свойства циклоалканов

Циклоалканы, содержащие пять и более атомов углерода, малоактивны, по химическим свойствам подобны алканам и вступают в реакции радикального замещения. Циклопропан и циклобутан, из-за напряжения связей, разрушаются, и для них характерны реакции присоединения.

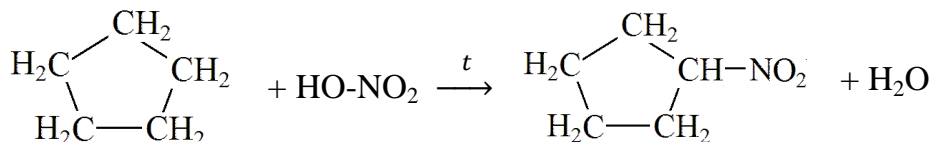




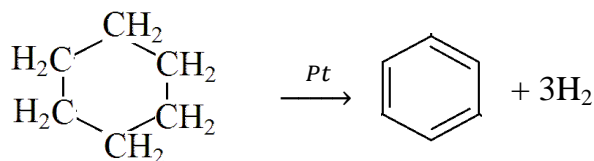
а) **Галогенирование:**



б) **Нитрование:**

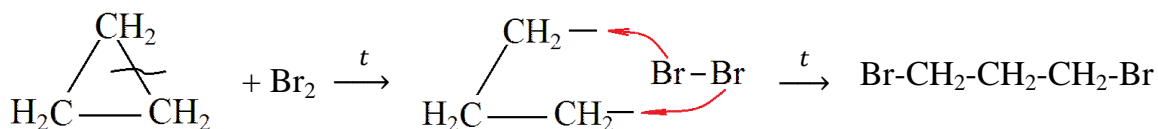


в) **Дегидрирование:**

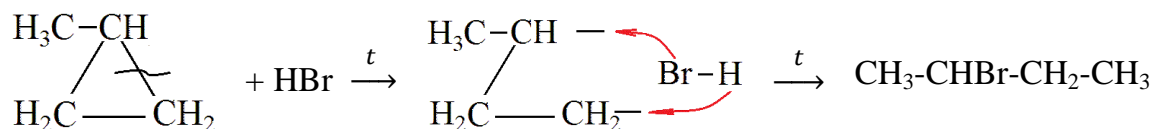


### ЦИКЛОПРОПАН и ЦИКЛОБУТАН

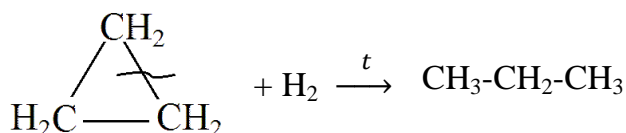
а) **Галогенирование:**



б) **Гидрогалогенирование** (присоединение галогеноводорода происходит по правилу Марковникова):



а) **Гидрирование:**



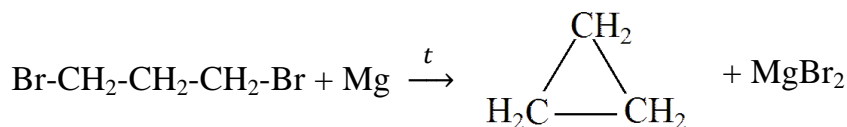
В реакцию гидрирования могут вступать и циклопентан и циклогексан, но при более жестких условиях:



### Получение циклоалканов

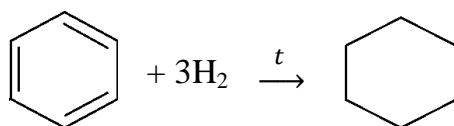
а) В промышленности циклоалканы получают из природного газа и нефти.

б) **Реакция Густавсона:**





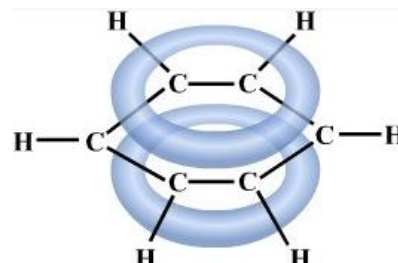
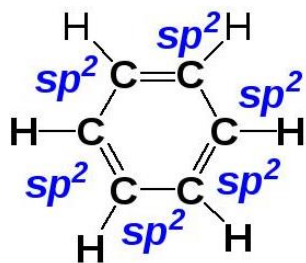
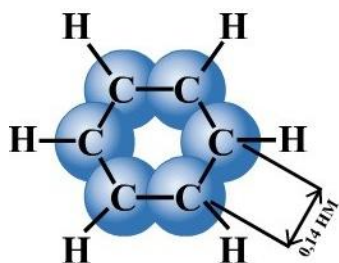
в) Гидрирование аренов:



## АРЕНЫ

**Арены** (ароматические углеводороды) – называют соединения, содержащие в молекуле бензольное ядро и имеющие общую формулу  $C_nH_{2n-2}$ , где  $n \geq 6$ .

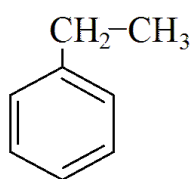
### Строение бензола



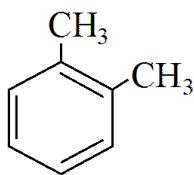
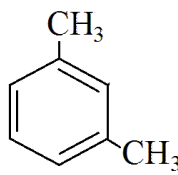
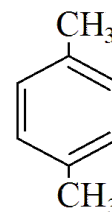
### НОМЕНКЛАТУРА И ИЗОМЕРИЯ

Дизамещенные производные бензола имеют изомеры. Для обозначения относительного расположения радикалов в кальце используют приставки:

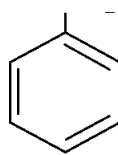
- а) *орто*- (сокращенно *о*-), если радикалы находятся у соседних атомов углерода (1,2).
- б) *мета*- (сокращенно *м*-), если радикалы разделены одним атомом углерода (1,3).
- а) *пара*- (сокращенно *п*-), если радикалы разделены двумя атомами углерода (1,4).



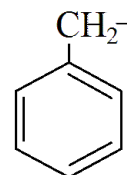
этилбензол

1,2-диметилбензол  
(*о*-ксилол)1,3-диметилбензол  
(*м*-ксилол)1,4-диметилбензол  
(*п*-ксилол)

Используют так же радикалы с наличием бензольного кольца:



фенил



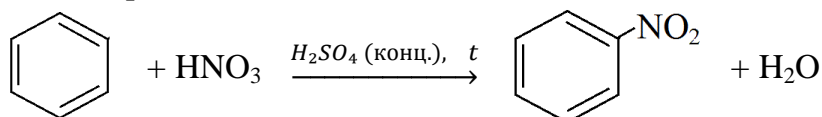
бензил

### Физические свойства бензола

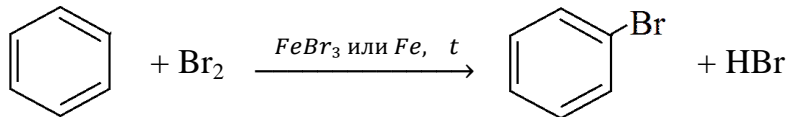
**Бензол** - органическое соединение, бесцветная жидкость со специфическим сладковатым запахом. Простейший ароматический углеводород. Бензол входит в состав бензина, широко применяется в промышленности, является исходным сырьём для производства лекарств, различных пластмасс, синтетической резины, красителей. Хотя бензол входит в состав сырой нефти, в промышленных масштабах он синтезируется из других её компонентов. Токсичен, канцерогенен, контаминант.

**Химические свойства бензола**

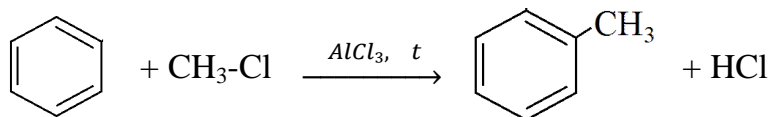
а) **Нитрование**: реакция протекает в две стадии:



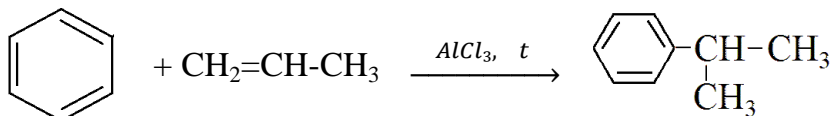
б) **Галогенирование**:



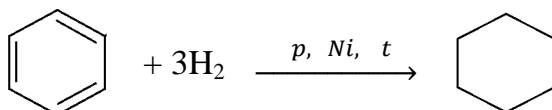
в) **Алкилирование**:



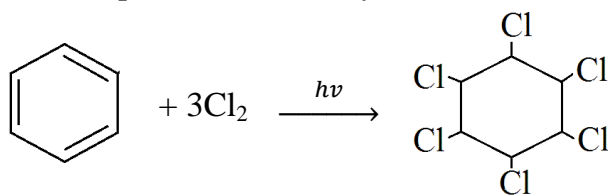
г) **Алкилирование алкенами**:



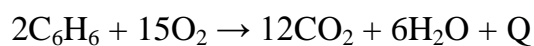
д) **Гидрирование**:



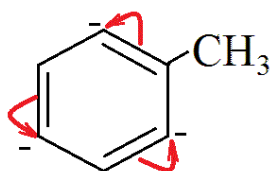
е) **Галогенирование**: реакция протекает на свету



ж) **Окисление** (горение):



## ТОЛУОЛ И ГОМОЛОГИ БЕНЗОЛА



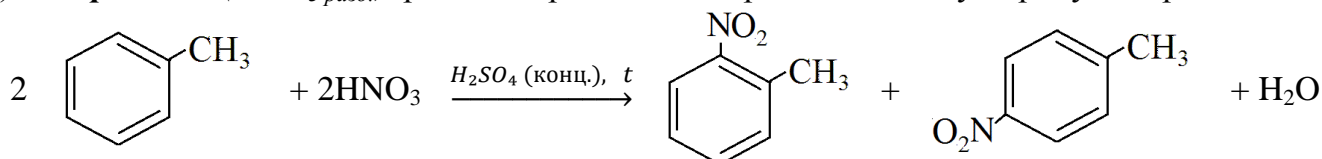
Метильный радикал обладает положительным индуктивным эффектом, приводящим к перераспределению электронной плотности в бензольном кольце и увеличению электронной плотности в *орто*- и *пара*- положениях

**Физические свойства метилбензола (толуола)**

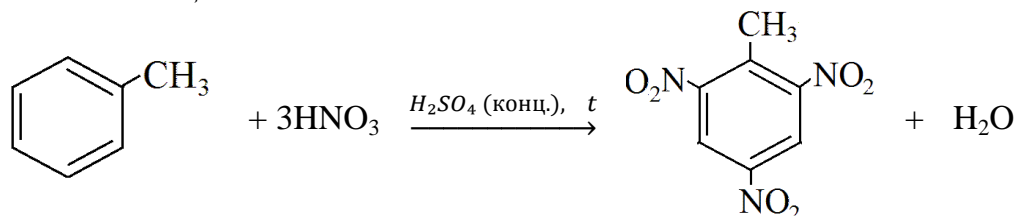
Бесцветная подвижная летучая жидкость с характерным запахом, проявляет слабое наркотическое действие. Смешивается в неограниченных количествах с углеводородами, многими спиртами, простыми и сложными эфирами, плохо растворяется в воде.

**Химические свойства толуола**

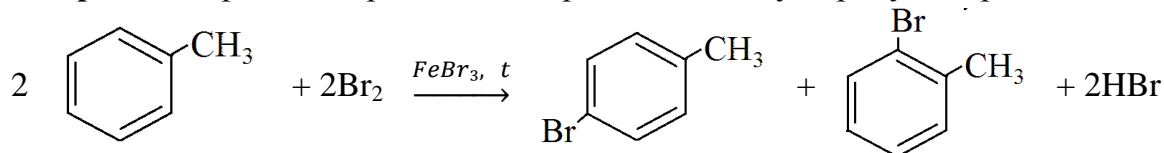
а) **Нитрование** ( $\text{HNO}_3$  разб.): реакция протекает с образованием двух продуктов реакции:



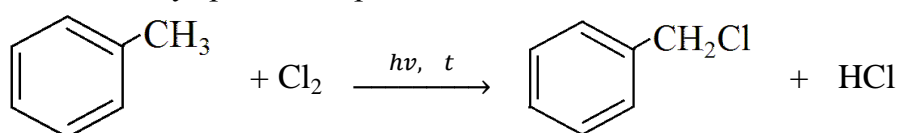
б) **Нитрование** ( $\text{HNO}_3$  конц.): реакция протекает с замещением в *орто*- и *пара*- положения:



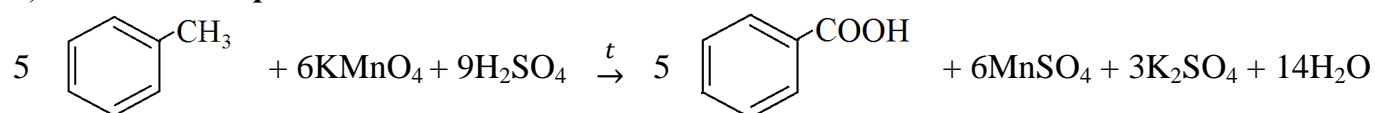
в) **Галогенирование**: реакция протекает с образованием двух продуктов реакции:



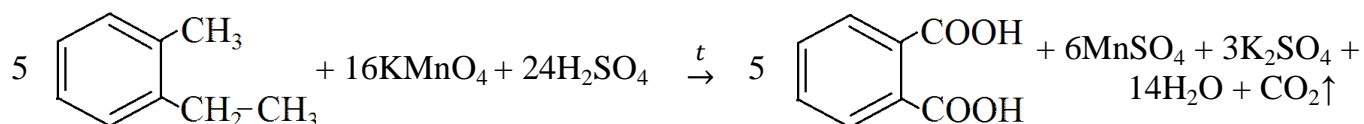
г) **Галогенирование на свету**: реакция протекает с замещением заместителя:



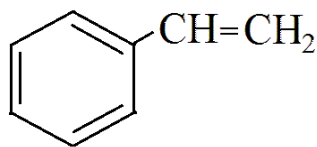
д) **Окисление перманганатом калия**:



Если в молекуле несколько боковых цепей, то каждая окисляется по *α*-атому.



## СТИРОЛ



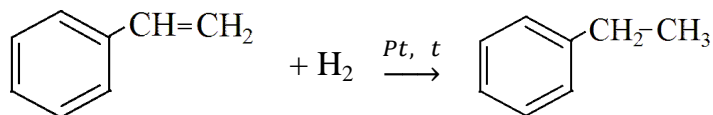
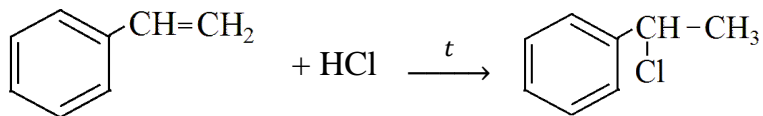
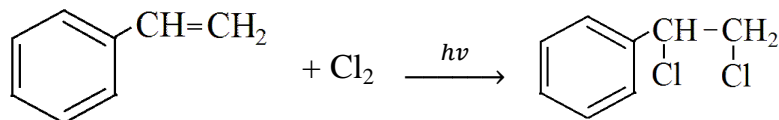
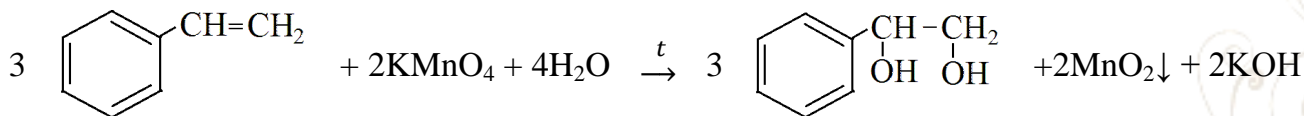
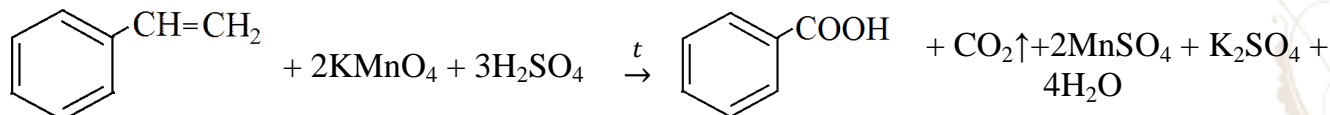
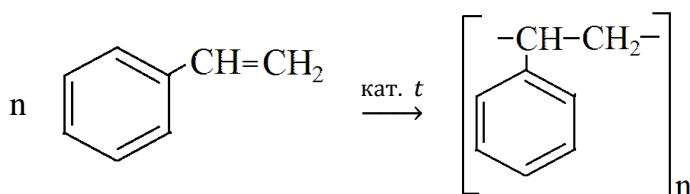
Винилбензол (стирол) – ароматический углеводород с наличием клатной связи в боковой цепи. Безцветная жидкость с приятным запахом. Хорошо растворяется в органических растворителях.

**Физические свойства стирола**

Бесцветная ядовитая жидкость со специфическим запахом. Стирол практически нерастворим в воде, хорошо растворим в органических растворителях, хороший растворитель полимеров. Применяется в основном для синтеза полистирола и бутадиен-стирольного каучука.

**Химические свойства стирола**

Для стирола характерны все реакции п бензольному кольцу, а так же реакции характерные для алкенов: взаимодействие с водородом, галогенами (обесцвечивание водного раствора брома), галогеноводородами, обесцвечивание водного раствора перманганата калия и участие в реакции полимеризации.

**а) Гидрирование:****б) Гидрогалогенирование:****в) Галогенирование:****г) Окисление (перманганатом калия в нейтральной среде):****д) Окисление (перманганатом калия в кислой среде):****е) Полимеризация:**



## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ



Атомы водорода в углеводородах могут быть заменены на атомы или группы атомов, называемые функциональными группами.

**Функциональная группа** – это атом или группа атомов, определяющая характерные химические свойства данного класса органических веществ.

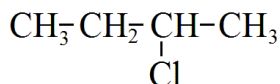
## ГАЛОГЕНПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

**Галогенпроизводные** – это производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на атомы галогена.

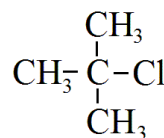
В зависимости от того, с каким атомом углерода связан галоген, различают:



*1-хлорбутан*  
(первичный бутилхлорид)



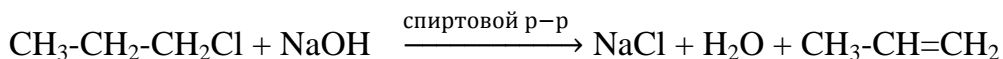
*2-хлорбутан*  
(вторичный бутилхлорид)



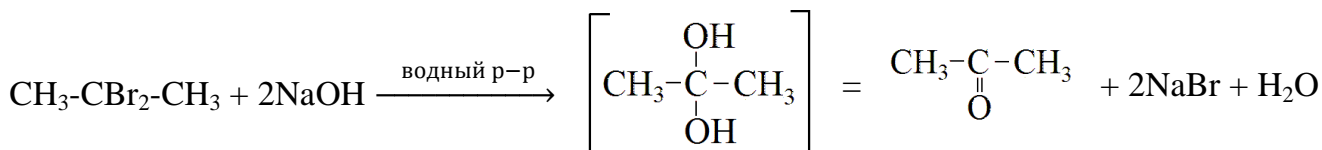
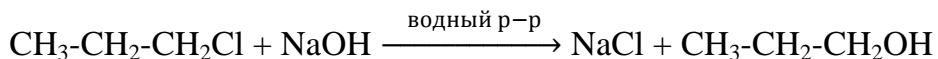
*2-метил-2-хлорпропан*  
(третичный бутилхлорид)

### Химические свойства

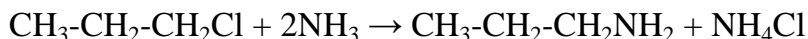
**а) взаимодействие со спиртовым раствором щелочи:**



**б) взаимодействие с водным раствором щелочи:**

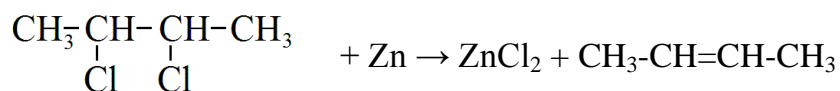


**в) взаимодействие с аммиаком:**

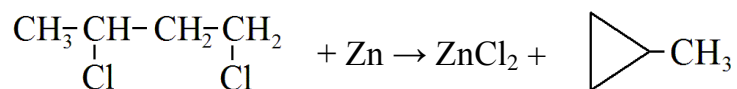




г) с цинком (или магнием): для дигалогенпроизводных, атомы галогена у двух соседних атомов углерода



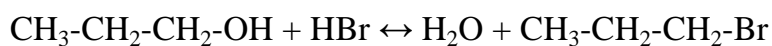
г) с цинком (или магнием): для дигалогенпроизводных, атомы галогена расположены не у двух соседних атомов углерода



### Получение

Галогенпроизводные получают: а) воздействием галогена на углеводороды; б) присоединением галогеноводорода к алкенам и алкинам; в) введение галогена в ароматическое кольцо и боковую цепь ароматического углеводорода; г) галогенирование алкена не по двойной связи.

**Реакция галогеноводорода со спиртом:**

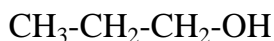




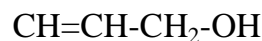
## КИСЛОРОДСОДЕРЖАЮЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

## СПИРТЫ

**Спирты** – это производные углеводов, содержащие одну или несколько функциональных групп – **ОН** (гидроксильная группа).

*Классификация спиртов***1) по характеру углеводорода:***предельные*

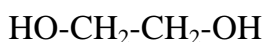
пропиловый спирт

*непредельные*

пропаргиловый спирт

**2) по числу гидроксильных групп:***одноатомные*

этиловый спирт

*двуатомные*

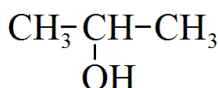
этиленгликоль

*трехатомные*

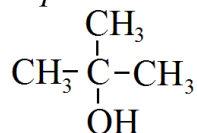
глицерин

**3) по типу связи углерод-ОН группа:***первичные*

этиловый спирт

*вторичные*

пропанол-2

*третичные*

2-метилпропанол-2

*Предельные одноатомные спирты*

**Предельные одноатомные спирты** – это производные предельных углеводов, в молекулах которых один атом водорода замещен на гидроксильную группу с общей формулой  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ ,  $n \geq 1$

## НОМЕНКЛАТУРА

По систематической номенклатуре название спирта образуется от названия соответствующего предельного углеводорода с добавлением суффикса – **ол**. Цифрой указывают номер атома углерода, с которым связан гидроксил. Нумерацию углеродной цепи начинают с того конца, к которому ближе расположена гидроксильная группа.

*Гомологический ряд предельных одноатомных спиртов*

Структурная формула	Название	
	<i>систематическое</i>	<i>тривиальное</i>
$\text{CH}_3\text{-OH}$	метанол	метиловый спирт
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$	этанол	этиловый спирт
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$	пропанол-1	пропиловый спирт
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$	бутанол-1	бутиловый спирт
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$	пентанол-1	пентиловый спирт (амиловый)

## ИЗОМЕРИЯ

Для одноатомных спиртов характерна:

а) Структурная изомерия: *изомерия углеродного скелета*:



б) Структурная изомерия: *изомерия положения функциональной группы (-OH)*:



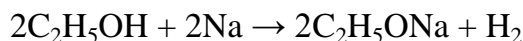
в) Структурная изомерия: межклассовая изомерия:

**Физические свойства**

Предельные одноатомные спирты от  $\text{CH}_3\text{OH}$  до  $\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{OH}$  – жидкости, а высшие – твердые вещества. Метанол, пропанол и этанол имеют специфический алкогольный запах, а другие жидкие спирты обладают удушливым, неприятным запахом. Высшие спирты запаха не имеют.

**Химические свойства**

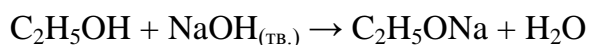
а) *реакция со щелочными и щелочноземельными металлами*:



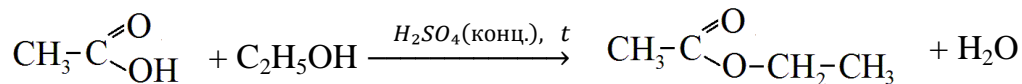
При этом алкоголяты гидролизуются в воде:



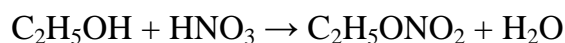
б) *реакция с твердым гидроксидом*: спирты с растворами щелочей не реагируют, а с твердым реакция возможна.



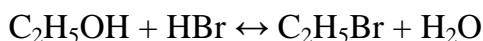
в) *реакция этерификации*: реакция спирта с органической кислотой.



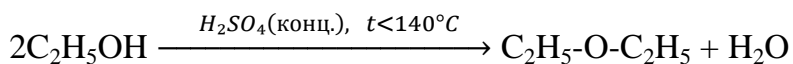
г) *реакция с азотной кислотой*: с образованием этилнитрата



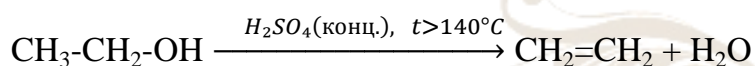
д) *реакция с галогеноводородом*:

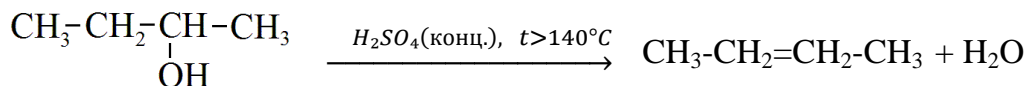


е) *реакция дегидратации*: межмолекулярная

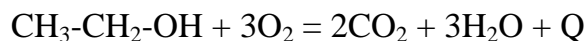


ж) *реакция дегидратации*: внутримолекулярная

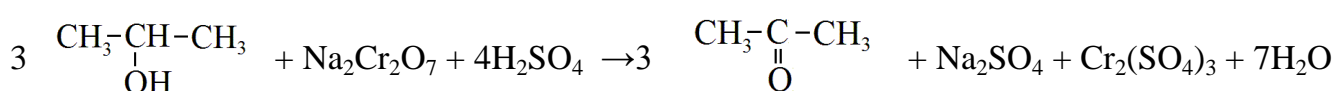
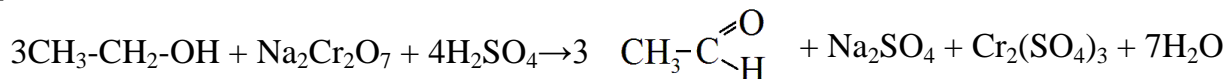




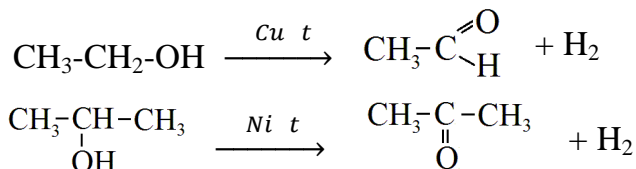
з) реакция горения:



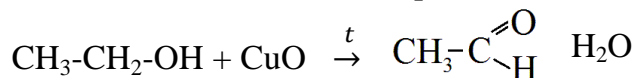
и) реакция окисления (неполного окисления): спирты окисляются кислородом воздуха (с катализатором), перманганатом калия, дихроматом натрия. Метанол окисляется до углекислого газа. Первичные спирты окисляются до альдегида, а вторичные – до кетона. Третичные не окисляются.



к) реакция дегидрирования: от спирта можно отнять водород. Первичные спирты переходят до альдегидов, а вторичные – до кетона. Третичные не дегидрируются.

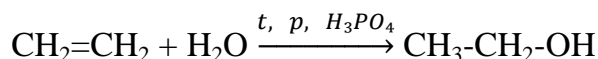


л) реакция окисления оксидом меди: качественная реакция на спирты

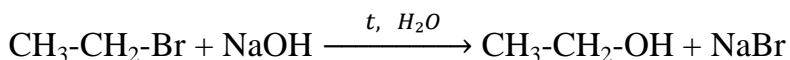


#### Получение одноатомных спиртов

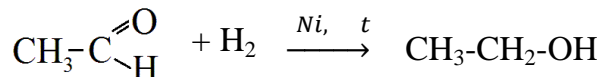
1) гидратация алкенов:



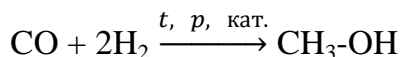
2) гидролиз галогеналканов:



3) восстановление альдегидов и кетонов:



4) получение метанола из синтез газа:



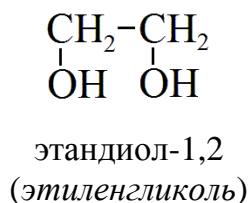
5) получение этанола:



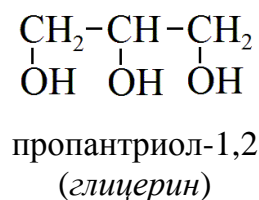
### Многоатомные спирты

**Многоатомные спирты** – это производные предельных углеводородов, в молекулах которых два или более атомов водорода замещены на гидроксильные группы при разных атомах углерода.

Основные представители: *этиленгликоль и глицерин.*



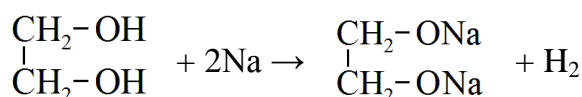
(гликоль, 1,2-диоксиэтан, этандиол-1,2),  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$  кислородсодержащее органическое соединение, двухатомный спирт, простейший представитель многоатомных спиртов. В очищенном виде представляет собой прозрачную бесцветную жидкость слегка маслянистой консистенции. Не имеет запаха и обладает сладковатым вкусом. Токсичен. Попадание этиленгликоля или его растворов в организм человека может привести к необратимым изменениям в организме и к летальному исходу. В промышленности этиленгликоль получают путём гидратации оксида этилена, достигая 90% выхода.



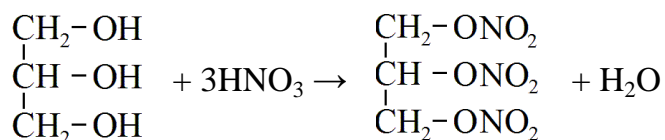
Бесцветная вязкая жидкость без запаха. Сладкий на вкус, отчего и получил своё название. Температура плавления составляет  $17,9^\circ\text{C}$ , кипит при  $290^\circ\text{C}$ , частично при этом разлагаясь. Гигроскопичен, поглощает воду из атмосферы в количестве до 40 % от собственной массы. С водой, метанолом, этанолом, ацетоном смешивается в любых пропорциях, но не растворим в эфире и хлороформе. При растворении глицерина в воде выделяется теплота и происходит контракция - уменьшение объёма раствора.

### Химические свойства

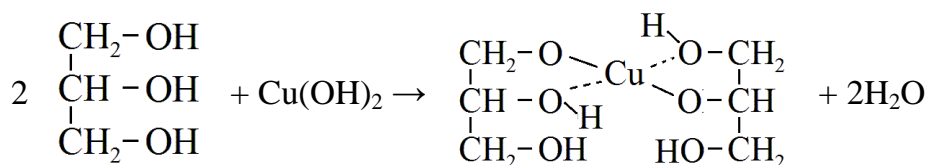
**а) реакция со щелочными металлами:**



**б) реакция с кислотами:**



**в) реакция со свежеприготовленным гидроксидом меди:** реакция является качественной на многоатомные спирты с наличием  $-\text{OH}$  групп у двух соседних атомов. образуется соединение ярко фиолетового цвета.





## ФЕНОЛЫ

**Фенолы** – производные ароматических углеводородов, в молекулах которых гидроксильные группы непосредственно связаны с бензольным кольцом.

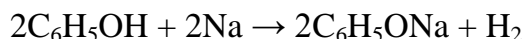
По числу гидроксильных групп фенолы разделяют на одноатомные, двухатомные и т.д.

Наличие –ОН группы в бензольном кольце приводит к перераспределению электронной плотности. Электронная плотность повышена в *орто*- и *пара*-положениях. Фенол более активно вступает в реакции, чем бензол.

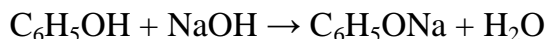
**Фенол** – бесцветное кристаллическое легкоплавкое ( $t_{пл.} = 43^\circ\text{C}$ ) вещество с характерным запахом. На воздухе окисляется и становится розовым.

### Химические свойства

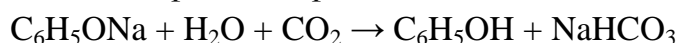
**а) реакция со щелочными металлами:** фенол проявляет очень слабые кислотные свойства. Образуют соли – феноляты.



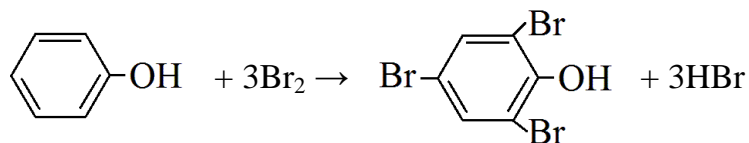
**б) реакция со щелочами:** фенол, в отличие от спиртов, реагирует с щелочами.



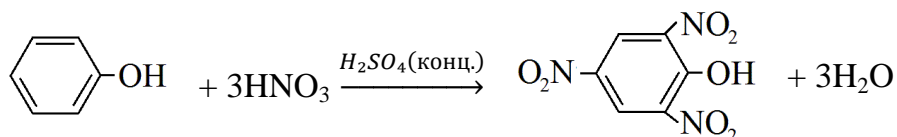
Даже слабые кислоты вытесняют фенол из фенолятов.



**в) реакция с галогенами:** реакция сопровождается обесцвечиванием раствора брома.

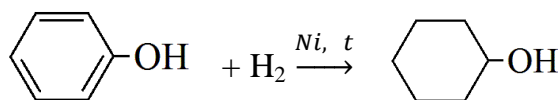


**г) реакция с азотной кислотой:**



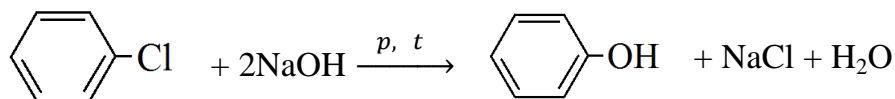
**д) реакция с хлоридом железа (III):** реакция с хлоридом железа (III) является качественной. В результате реакции образуется комплексное соединение фиолетового цвета.

**е) гидрирование:**

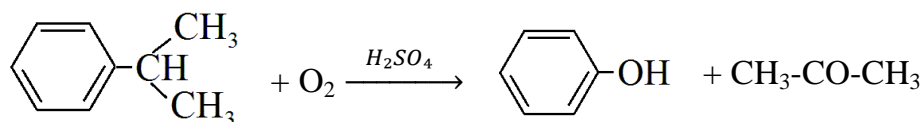


### Получение фенола

**а) щелочной гидролиз хлорбензола:**



**б) кумольный способ:**



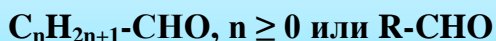


## КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

**Карбонильные соединения** – это производные углеводородов, содержащие функциональную группу  $\text{>C=O}$  (карбонильная группа).

### НОМЕНКЛАТУРА АЛЬДЕГИДОВ

**Альдегиды** – органические соединения, молекулы которых содержат альдегидную группу ( $\text{R-CHO}$ ), соединенную с углеводородным радикалом и общей формулой:



Название альдегидов по систематической номенклатуре образуют от названия соответствующих алканов с добавлением суффикса **–аль**.

#### Гомологический ряд предельных альдегидов

Структурная формула	Название	
	систематическое	тривиальное
$\text{HCHO}$	метаналь	муравьиный альдегид, формальдегид
$\text{CH}_3\text{-CHO}$	этаналь	уксусный альдегид, ацетальдегид
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$	пропаналь	пропионовый альдегид
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$	бутаналь	масляный альдегид
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$	пентаналь	валериановый альдегид

### НОМЕНКЛАТУРА КЕТОНОВ

**Кетоны** – органические соединения, молекулы которых содержат карбонильную группу ( $\text{R}_1\text{-CO-R}_2$ ), соединенную с двумя углеводородными радикалами.

Название кетонов по систематической номенклатуре образуют от названия соответствующих алканов с добавлением суффикса **–он**. В названии цифрой указывают номер атома углерода, с которым связан карбонильный кислород.

#### Гомологический ряд предельных кетонов

Структурная формула	Название	
	систематическое	тривиальное
$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3$	пропанон	диметилкетон, ацетон
$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$	бутанон	метилэтилкетон
$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	пентанон-2	метилпропилкетон
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$	пентанон-3	диэтилкетон

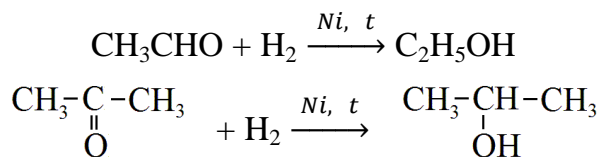
**Альдегиды и кетоны** – структурные изомеры одного класса. Они имеют общую формулу  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ .

#### Физические свойства

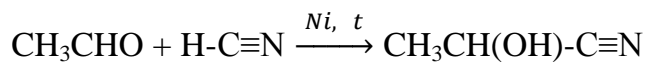
Молекулы кетонов и альдегидов не имеют между собой водородных связей. Метаналь – газ при обычных условиях, остальные жидкие или твердые вещества. Простейшие представители очень хорошо растворимы в воде.

## Химические свойства

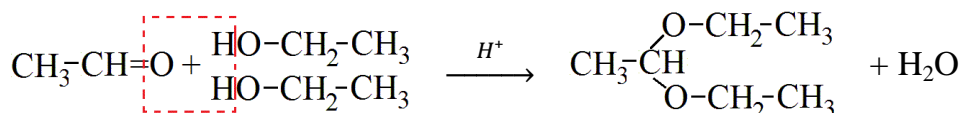
**а) гидрирование (восстановление):**



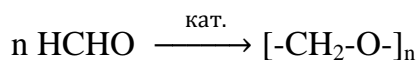
**б) присоединение синильной кислоты:** продукты реакции - гидроксинитрилы



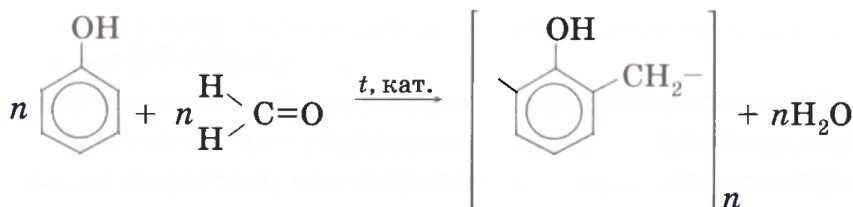
**в) взаимодействие со спиртами:** продукты реакции – ацетали



**г) полимеризация:** кетоны в реакцию полимеризации не вступают



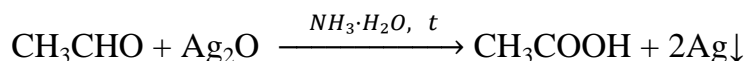
**д) поликонденсация:**



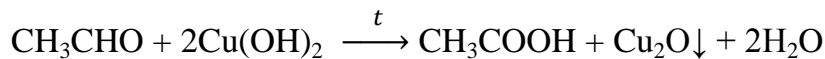
**е) окисление (аммиачным раствором оксида серебра):** кетоны в реакцию окисления не вступают



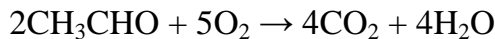
Уравнение в упрощённом виде:



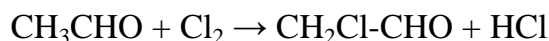
**ж) окисление (гидроксидом меди (II)):** кетоны в реакцию окисления не вступают. В результате реакции образуется желтый осадок гидроксида меди (I), который разлагается с образованием оксида меди (I), красного цвета:



**и) окисление (горения):**

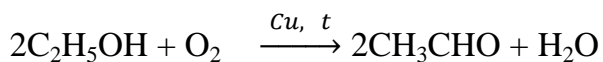


**к) реакция замещения:** протекает по α-положению



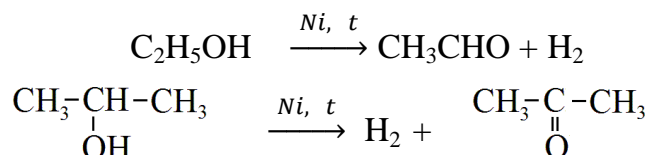
## Получение карбонильных соединений

**а) Окисление спиртов:**

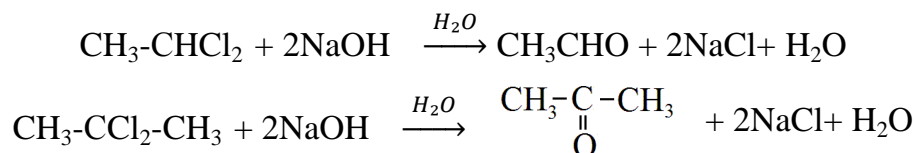




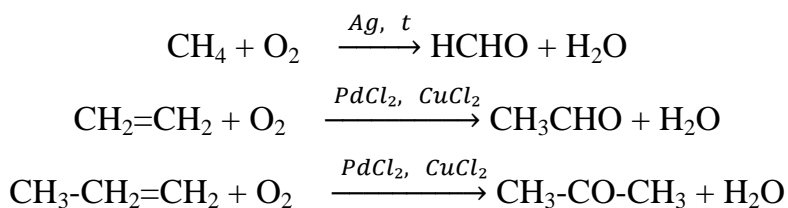
**б) дегидрирование спиртов:**



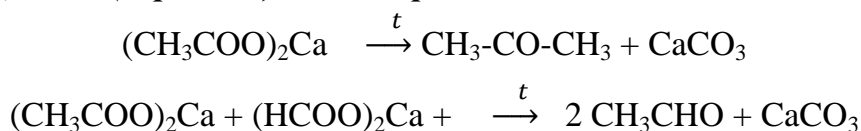
**в) щелочной гидролиз дигалогеналканов:**



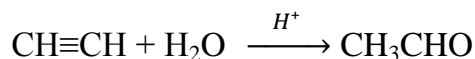
**г) окисление углеводородов кислородом воздуха:**



**д) пиролиз кальциевых (бариевых) солей карбоновых кислот:**



**е) реакция Кучерова:**





## КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

**Карбоновые кислоты** – это производные углеводородов, содержащие функциональную группу -COOH (карбоксильную группу).

### КЛАССИФИКАЦИЯ

а) По количеству карбоксильных групп:

*одноосновные*  
 $\text{CH}_3\text{-COOH}$   
 этановая кислота

*двухосновные*  
 $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$   
 янтарная кислота

б) По насыщенности:

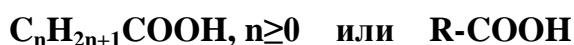
*предельные*  
 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$   
 пропановая кислота

*непредельные*  
 $\text{CH}_2\text{=CH-COOH}$   
 пропеновая кислота

### НОМЕНКЛАТУРА

**Предельные одноосновные карбоновые кислоты** – это производные алканов, в молекулах которых один атом водорода замещен на карбоксильную группу.

Общая формула:



Название кислот по систематической номенклатуре образуют от названия соответствующих алканов с добавлением суффикса **–овая** и слова **«кислота»**.

#### Гомологический ряд монокарбоновых кислот

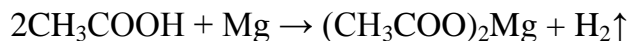
Структурная формула	Название	
	систематическое	тривиальное
HCOOH	метановая	муравьиная
$\text{CH}_3\text{-COOH}$	этановая	уксусная
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$	пропановая	пропионовая
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	бутановая	масляная
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	пентановая	валериановая
$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{-COOH}$	гексановая	капроновая
$\text{CH}_2\text{=CH-COOH}$	пропеновая	акриловая
$\text{CH}_3\text{-CH=CH-COOH}$	бутен-2-овая	кротоновая
$\text{CH}_2\text{=CH-CH}_2\text{-COOH}$	бутен-3-овая	винилуксусная
...		
$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{-COOH}$	гексадекановая	пальмитиновая
$\text{C}_{16}\text{H}_{33}\text{-COOH}$	гептадекановая	маргариновая
$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{-COOH}$	октадекановая	стеариновая

### Физические свойства карбоновых кислот

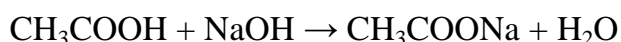
Низшие представители гомологического ряда предельных одноосновных карбоновых кислот - жидкости. Муравьиная, уксусная и пропионовая кислоты обладают резким запахом, смешиваются с водой в любых соотношениях. Последующие кислоты, начиная с масляной, имеют неприятный запах и ограниченно растворимы в воде. Высшие кислоты – в воде нерастворимы, твердые вещества.

### Химические свойства

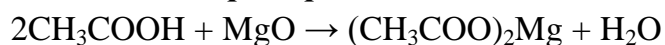
**а) взаимодействие с металлами:**



**б) взаимодействие с основаниями:**



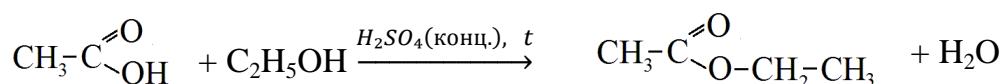
**в) взаимодействие с основными и амфотерными оксидами:**



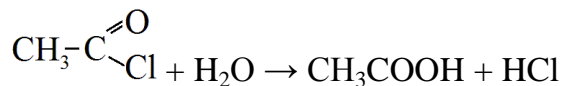
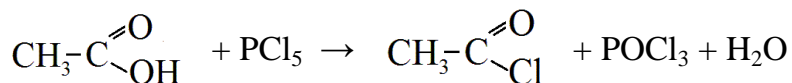
**г) взаимодействие с солями, более слабых кислот:**



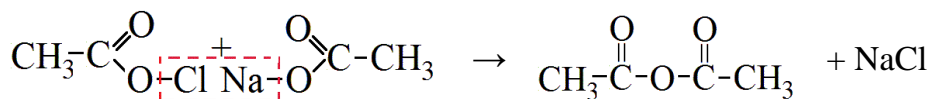
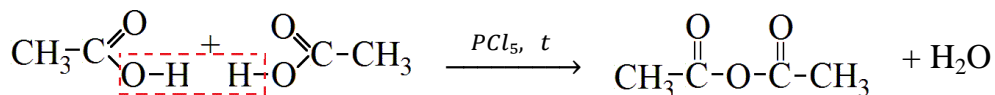
**д) реакция этерификации:** реакция спирта с органической кислотой.



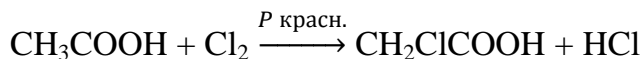
**е) образование галогенангидридов.**



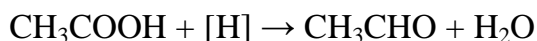
**ж) образование ангидридов:**



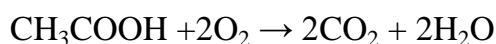
**з) хлорирование органических кислот:**



**и) восстановление органических кислот:**



**к) горение:**

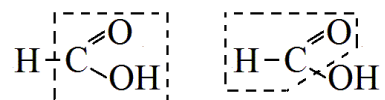






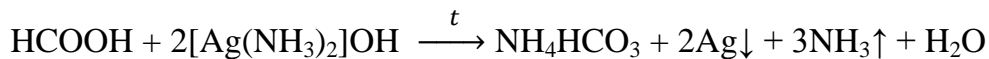
### Особенности химических свойств муравьиной кислоты

Муравьиная кислота имеет как карбоксильную, так и карбонильную группы:

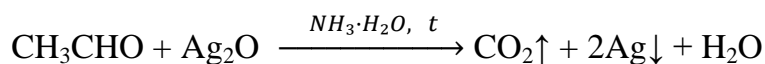


поэтому для муравьиной кислоты характерны реакции и кислот и альдегидов. Муравьиная кислота не образует ангидридов, а переходит в углекислый газ (IV).

**а) взаимодействие с аммиачным раствором оксида серебра:**



Уравнение в упрощённом виде:



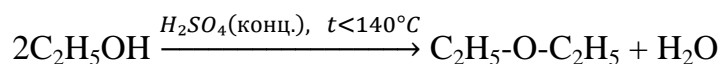
**ЭФИРЫ**

**Простые эфиры** – это органические соединения, в молекулах которых два углеводородных радикала связаны атомом кислорода.



Название простых эфиров составляют из названий радикалов с добавлением слова «эфир». Простые эфиры изомерны спиртам.

Один из способов получения – межмолекулярная дегидратация спиртов:

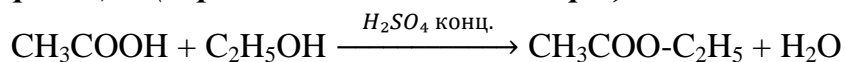


По химическим свойствам простые эфиры – малоактивные соединения. Металлический натрий не действует на них, они не гидролизуются водой, не взаимодействуют со щелочами и большинством кислот.

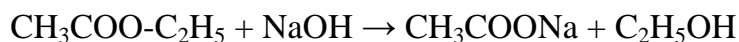
**Сложные эфиры карбоновых кислот** – это соединения, образующиеся при взаимодействии органических кислот со спиртами.

**Получение**

**а) реакция этерификации (карбоновая кислота + спирт):**

**Химические свойства**

**а) щелочной гидролиз:**



**б) горение:**



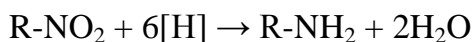
## АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ВЕЩЕСТВА

## НИТРОСОЕДИНЕНИЯ

**Нитросоединения** – это производные углеводородов, содержащие функциональную группу  $-\text{NO}_2$  (нитрогруппу), соединенную непосредственно с углеводородным радикалом.



Главное химическое свойство нитросоединений – их *окислительная способность*, в этом они сходны с азотной кислотой:



## АМИНЫ

**Амины** – это производные аммиака, в молекуле которого один, два или три атома водорода замещены углеводородными радикалами.

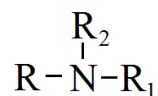
В зависимости от числа замещенных атомов водорода различают первичные, вторичные и третичные амины:



*первичный амин*



*вторичный амин*



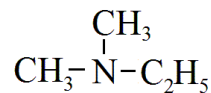
*третичный амин*

## НОМЕНКЛАТУРА

Амины чаще всего называют по *рациональной номенклатуре*. Названия первичных аминов образуют от названий углеводородных радикалов с добавлением суффикса **–амин**:



метилэтиламин



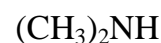
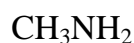
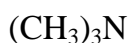
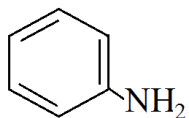
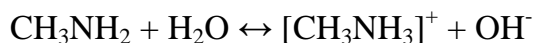
диметилэтиламин

## Физические свойства

Амины являются органическими основаниями – органическими аналогами аммиака. Низшие амины – метиламин, диметиламин и триметиламин – газообразные вещества с запахом аммиака, хорошо растворимые в воде. Далее идут жидкости со слабым запахом тухлой рыбы.

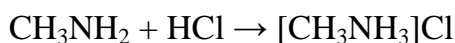
## Химические свойства

**а) взаимодействие с водой:**



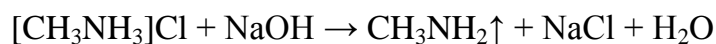
→ *основные свойства возрастают* →

**б) взаимодействие с кислотами:**

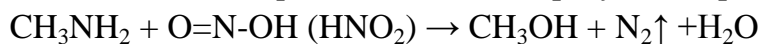




Щелочи, как более сильные основания, вытесняют амины из солей:



**в) реакция с азотистой кислотой:** первичные амины образуют спирты:

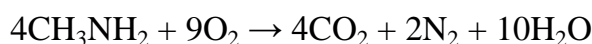


Вторичные амины образуют нитрозамины:



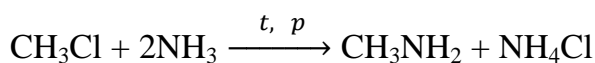
Третичные амины с азотистой кислотой не реагируют.

**г) реакция горения:**

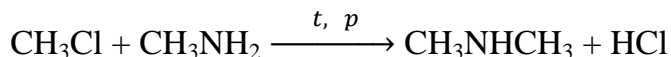


### Получение аминов

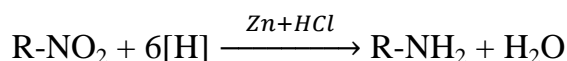
**а) алкилирование аммиака (реакция Гофмана):**



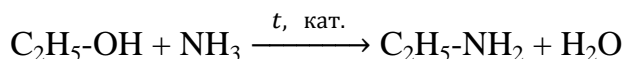
При избытке галогеналкана первичный амин превращается во вторичный и далее – в третичный:



**б) восстановление нитросоединений:**

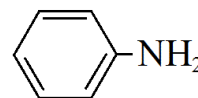
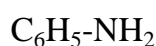


**в) из спиртов:**



### АНИЛИН

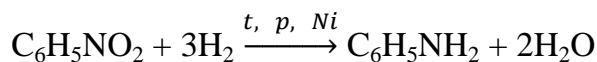
Простейший представитель ароматических аминов – анилин (фениламин).



анилин (фениламин)

### Получение анилина

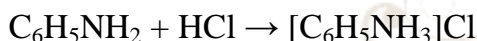
**Восстановление нитробензола (реакция Зинина):**



### Химические свойства

Электронная плотность на атоме азота уменьшается, и анилин более слабее, чем предельные амины и аммиак. Водный раствор анилина не изменяет окраску индикаторов. Со слабыми кислотами и водой анилин практически не взаимодействует. Анилин образует соли только с сильными кислотами:

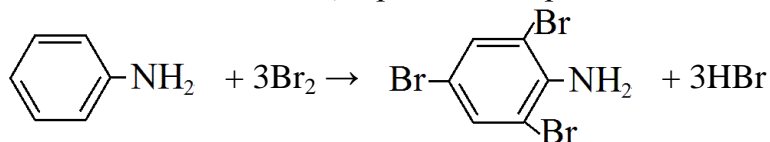
**а) взаимодействие с кислотами:**



Соли растворимы в воде и реагируют с основаниями:



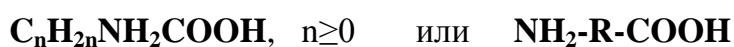
б) реакция с участием бензольного кольца: реакция с бромом – качественная реакция



## АМИНОКИСЛОТЫ

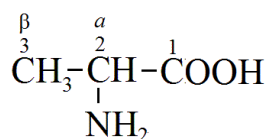
**Аминокислоты** – это органические соединения, содержащие две функциональные группы: аминогруппу –  $\text{NH}_2$  и карбоксильную –  $\text{COOH}$ .

Число функциональных групп, которые могут входить в состав аминокислот – различно. Простейшими являются одноосновные моноаминокислоты, состав которых выражается общей формулой:



## НОМЕНКЛАТУРА

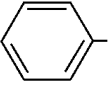
Названия аминокислот образуют от названий соответствующих карбоновых кислот с добавлением приставки **амино-** и указанием места расположения аминогруппы. По систематической номенклатуре углеродную цепь нумеруют, начиная с атома углерода карбоксильной группы. По рациональной номенклатуре атом углерода, связанный с карбоксильной группой, обозначают буквой  $\alpha$ , следующие – буквами  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ . Многие имеют тривиальные названия.



2-аминопропановая кислота ( $\alpha$ -аминопропановая кислота, аланин)

На практике чаще всего используют тривиальную номенклатуру аминокислот. Наибольшее значения имеют  $\alpha$ -аминокислоты, т.к. они участвуют в построении белковых молекул. Состав  $\alpha$ -аминокислот выражается общей формулой:  **$\text{R-CH(NH}_2\text{)-COOH}$**

### Формулы и названия некоторых $\alpha$ -аминокислот

Формула аминокислоты	Название по номенклатуре		
	систематической	рациональной	тривиальной
<b>Моноаминомонокарбоновые кислоты</b>			
$\text{H}_2\text{N-CH}_2\text{-COOH}$	аминоэтановая кислота	аминоуксусная кислота	глицин
$\text{CH}_3\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$	2-аминопропановая кислота	$\alpha$ -аминопропановая кислота	аланин
$\text{CH}_3\text{-CH(CH}_3\text{)-CH(NH}_2\text{)-COOH}$	3-амино-3-метилбутановая кислота	$\alpha$ -аминоизовалериановая кислота	валин
 $\text{-CH}_2\text{-CH(NH}_2\text{)-COOH}$	2-амино-3-фенилпропановая кислота	$\alpha$ -амино- $\beta$ -фенилпропионовая кислота	фенилаланин

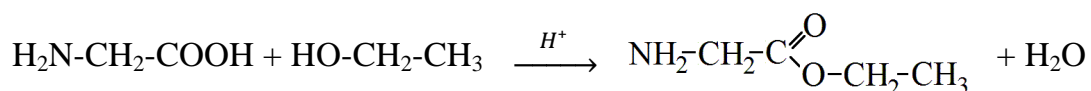
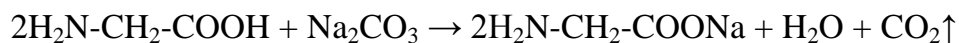


<b>Моноаминодикарбоновые кислоты</b>			
HOOC-CH <sub>2</sub> -CH(NH <sub>2</sub> )-COOH	аминобутандиовая кислота	аминоянтарная кислота	аспаргиновая кислотв
HOOC-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -CH(NH <sub>2</sub> )-COOH	2-аминопентандиовая кислота	$\alpha$ -аминоглутаровая кислота	глутаминовая кислота
<b>Диаминомонокарбоновая кислота</b>			
NH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> -CH(NH <sub>2</sub> )-COOH	2,6-диаминогексановая кислота	$\alpha,\epsilon$ -диаминокапроновая кислота	лизин

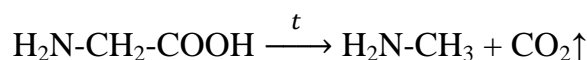
### Химические свойства

Молекулы аминокислот содержат в своем составе две функциональные группы противоположного характера. Поэтому аминокислоты являются амфотерными органическими соединениями.

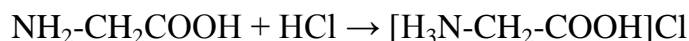
Проявляя свойства кислот, аминокислоты взаимодействуют с активными металлами, оксидами, и гидроксидами металлов, солями слабых или летучих кислот, а так же со спиртами (реакция этерификации):



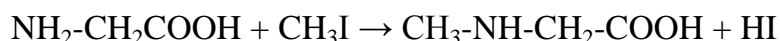
При нагревании глицерин может отщеплять углекислый газ:



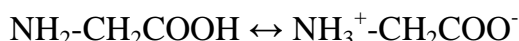
а) Подобно основаниям *аминокислоты реагируют с кислотами*:



б) Подобно аминам *аминокислоты вступают в реакцию алкилирования*:



в) **Внутримолекулярная нейтрализация**:



г) реакция *аминокислот друг с другом* (реакция конденсации): с образованием дипептида:

