

## "Непредельные углеводороды"

**Непредельные углеводороды** - это углеводороды, содержащие кратные связи в углеродном скелете молекулы.

Кратными называются двойные и тройные связи.

К непредельным углеводородам относятся алкены, алкины, алкадиены и другие углеводороды с кратными связями в молекуле.

Класс	Алкены	Алкины	Алкадиены
Общая формула	$C_nH_{2n}$	$C_nH_{2n-2}$	$C_nH_{2n-2}$
Типы связи	Одна двойная ( $\sigma$ - и $\pi$ -) связь	Одна тройная ( $\sigma$ - и две $\pi$ -) связи	Две двойные связи
Примеры гомологов	$CH_2=CH_2$ этен (этилен)	$CH \equiv CH$ этин (ацетилен)	$CH_2=C=CH_2$ пропадиен
	$CH_2=CH-CH_3$ пропен	$CH \equiv C-CH_3$ пропин	$CH_2=C=CH-CH_3$ бутадиен-1,3
	$CH_2=CH-CH_2-CH_3$ бутен-1	$CH \equiv C-CH_2-CH_3$ бутин-1	

### Изомеры и гомологи

#### Виды изомерии

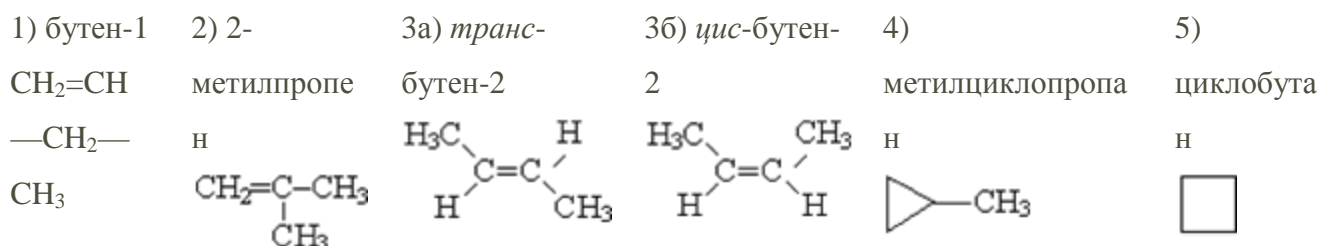
*Структурная:*

- изомерия углеродного скелета,
- изомерия положения заместителя или кратной связи.

*Пространственная* (геометрическая или **цис-транс**; для алкенов и алкадиенов).

*Межклассовая* (например: алкены и циклоалканы или алкины и алкадиены).

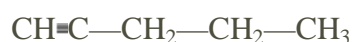
#### Пример 1. Изомеры состава $C_4H_8$ :



Вещества 1 и 2, а также 4 и 5 - изомеры углеродного скелета; вещества 1 и 3 - изомеры положения двойной связи; вещества 3а и 3б - *цис-транс* изомеры; вещества 1, 2, 3 с одной стороны и вещества 4 и 5 с другой стороны - межклассовые изомеры.

**Пример 2. Некоторые изомеры состава C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>:**

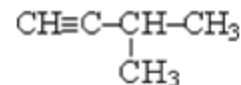
1) пентин-1



2) пентин-2



3) 3-метилбутин-1



4) пентадиен-1,2



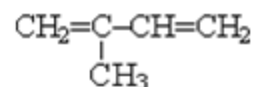
5) пентадиен-1,3



6) пентадиен-1,4



7) 2-метилбутадиен-1,3



Вещества 1 и 3, а также 5 и 7 - изомеры углеродного скелета; вещества 1 и 2 - изомеры положения тройной связи; вещества 4, 5 и 6 - изомеры положения двойных связей; вещества 1, 2 и 3 с одной стороны и вещества 4, 5, 6 и 7 с другой стороны - межклассовые изомеры.

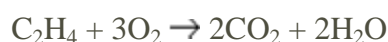
Для алкенов *цис-транс* изомеры есть только в том случае, если каждый из двух атомов углерода, связанных двойной связью, имеет два разных заместителя, но при этом два из этих четырех заместителей одинаковы.

**Физические свойства алкенов:** низшие алкены - газы, почти без запаха с увеличением молекулярной массы температура кипения возрастает, температура кипения неразветвленных алкенов больше температуры кипения разветвленных изомеров, температура кипения *цис*-изомеров больше температуры кипения *транс*-изомеров, малорастворимы в воде, плотность жидких алкенов меньше 1 г/см<sup>3</sup>.

**Химические свойства алкенов**

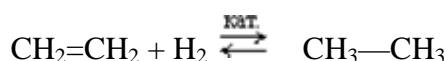
Алкены значительно более активны, чем алканы, из-за наличия в молекулах не очень прочных π-связей.

**1. Горение:**

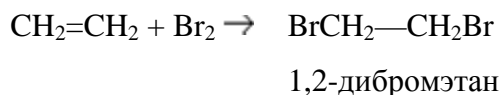


**2. Присоединение (с разрывом π-связи)**

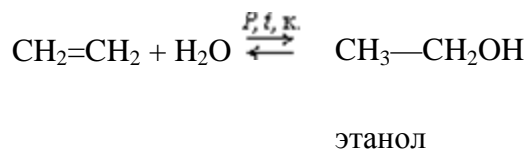
**а) гидрирование:**



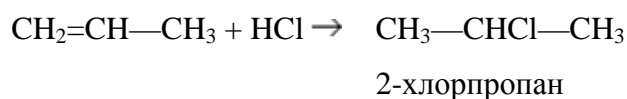
б) галогенирование:



в) гидратация:

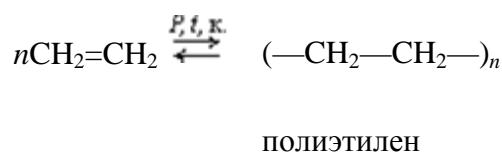


г) гидрогалогенирование:

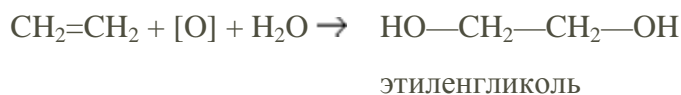


Присоединение молекул галогеноводородов протекает по правилу Марковникова (водород присоединяется к наиболее гидрогенизированному атому углерода).

3. Полимеризация:



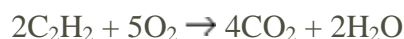
4. Качественные реакции на алкены: обесцвечивание бромной воды (см. уравнение 2-б) и раствора перманганата калия



**Физические свойства алкинов:** низшие алкины - бесцветные газы немного растворимые в воде с плотностью меньше 1 г/см<sup>3</sup>; с увеличением молекулярной массы температура кипения возрастает, температура кипения неразветвленных алкинов больше температуры кипения разветвленных изомеров.

**Химические свойства алкинов**

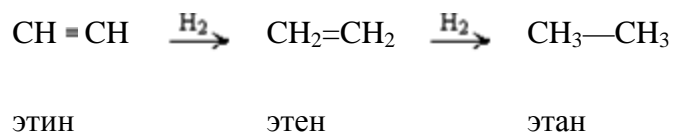
1. Горение:



В этой реакции температура пламени может достигать 3000°C.

2. Присоединение (протекает в две стадии: с разрывом одной, а затем и другой π-связи):

а) гидрирование:



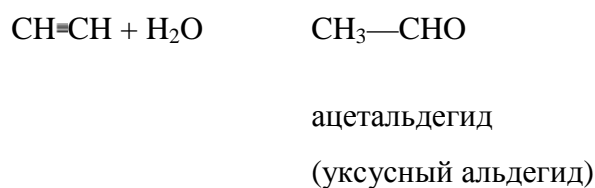
б) галогенирование:



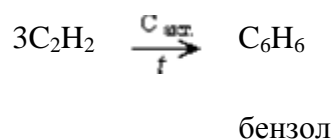
в) гидрогалогенирование (первая стадия):



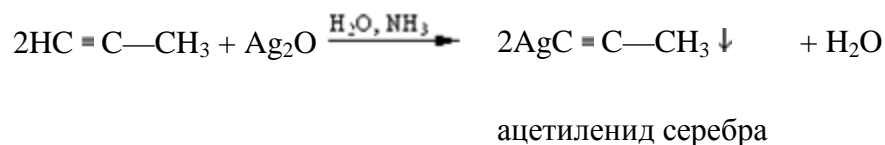
г) гидратация (реакция Кучерова):



3. Тримеризация:



4. Замещение (для алкинов с тройной связью после первого атома углерода):

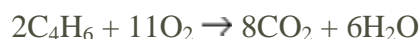


Качественные реакции на алкины: обесцвечивание бромной воды (см. реакцию 2-б) и раствора перманганата калия; образование осадка ацетиленида серебра (см. реакцию 4).

**Физические свойства алкадиенов:** бутадиен-1,3 - газ, следующие члены гомологического ряда - бесцветные жидкости с плотностью меньше 1 г/см<sup>3</sup>.

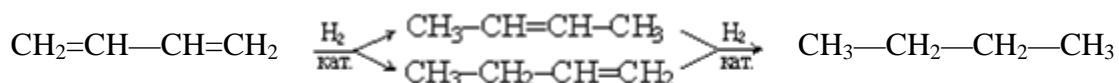
**Химические свойства алкадиенов**

1. Горение:

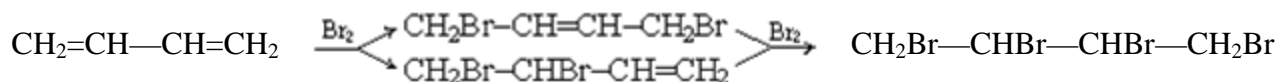


2. Присоединение:

а) гидрирование:



б) галогенирование:



Эти реакции протекают, например, при обесцвечивании бромной воды (качественная реакция).

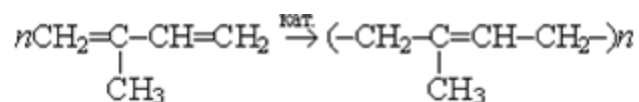
### 3. Полимеризация (используется при производстве синтетических каучуков):



бутадиен-1,3

полибутадиен

(бутадиеновый каучук)



2-метилбутадиен-1,3

полиизопрен

(изопрен)

(изопреновый каучук)

Такой же состав -  $(\text{C}_5\text{H}_8)_n$  - имеет и природный полимер - натуральный каучук.

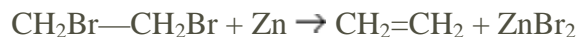
Алкадиены, как алкены и алкины, обесцвечивают помимо бромной воды и раствор перманганата калия.

### Получение алкенов

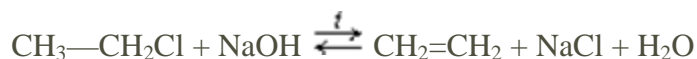
#### 1. Дегидрирование алканов:



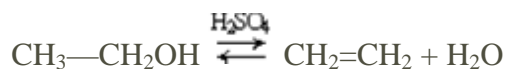
#### 2. Дегалогенирование галогеналканов:



#### 3. Дегидрогалогенирование галогеналканов:



#### 4. Дегидратация спиртов (лабораторный способ):

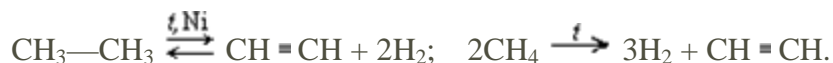


#### 5. Крекинг алканов:

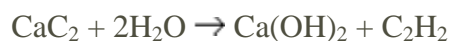


### Получение алкинов

#### 1. Дегидрирование алканов:



#### 2. Карбидный способ:



### Получение алкадиенов

1. Дегидрирование алканов:  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3 \xrightarrow[\text{t}]{\text{Cr}_2\text{O}_3} \text{CH}_2=\text{CH—CH}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2$

2. Дегидратация и дегидрирование этанола (метод С. В. Лебедева; только для бутадиена):



### Алгоритм составления названий непредельных углеводородов

1. Найдите главную углеродную цепь:

а) это самая длинная цепь атомов углерода;

б) кратные связи обязательно должны быть в главной цепи;

2. Пронумеруйте атомы углерода в главной цепи с того конца, к которому ближе кратная связь.

3. Укажите номер атома углерода в главной цепи, у которого есть заместитель и дайте название заместителю. Если заместителей несколько, расположите их по алфавиту. Перед названием одинаковых заместителей укажите номера всех атомов углерода, с которыми они связаны, и используйте умножающие приставки (ди-, три-, тетра-).

4. Напишите название главной цепи с суффиксом, определяющим степень насыщенности углеводорода: для непредельных с двойной связью -ен, с двумя двойными связями -диен, с тройной связью -ин; затем укажите номер атома углерода, после которого стоит кратная связь.