

**Уважаемые студенты! Необходимо написать и выучить материал!!!**

### Лекция Алкены

**Алкены** – это непредельные (ненасыщенные) нециклические углеводороды, в молекулах которых присутствует одна двойная связь между атомами углерода  $C=C$ .

#### Гомологический ряд алкенов.

| Название алкена   | Формула алкена |
|-------------------|----------------|
| Этилен (этен)     | $C_2H_4$       |
| Пропилен (пропен) | $C_3H_6$       |
| Бутилен (бутен)   | $C_4H_8$       |
| Пентен            | $C_5H_{10}$    |
| Гексен            | $C_6H_{12}$    |
| Гептен            | $C_7H_{14}$    |
| Октен             | $C_8H_{16}$    |
| Нонен             | $C_9H_{18}$    |

Общая формула гомологического ряда алкенов  $C_nH_{2n}$ .

Первые четыре члена гомологического ряда алкенов – газы, начиная с  $C_5$  – жидкости. Алкены легче воды, не растворимы в воде и не смешиваются с ней.

#### Строение алкенов

Рассмотрим особенности строения алкенов на примере этилена.

В молекуле этилена присутствуют химические связи C–H и C=C.

Связь C–H ковалентная слабополярная одинарная **σ-связь**. Связь C=C – двойная, ковалентная неполярная, одна из связей σ, **вторая π-связь**.

Гибридизация атомов углерода при двойной связи в молекулах алкенов – **sp<sup>2</sup>**.

Гибридные орбитали атомов углерода при двойной связи в алкенах направлены в пространстве под углом **120°** друг к другу. Это соответствует плоско-треугольному строению молекулы.

**Например**, молекуле этилена C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> соответствует плоское строение.



## Химические свойства алкенов

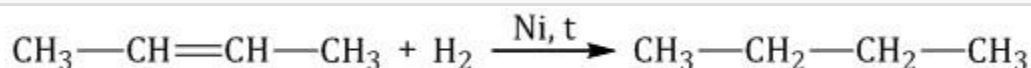
### 1. Реакции присоединения

Для алкенов характерны реакции присоединения по двойной связи C=C, при которых протекает разрыв π-связи в молекуле алкена.

#### 1.1. Гидрирование

Алкены реагируют с водородом при нагревании и под давлением в присутствии металлических катализаторов (Ni, Pt, Pd и др.).

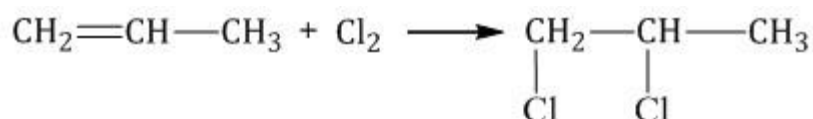
**Например**, при гидрировании бутена-2 образуется бутан.



#### 1.2. Галогенирование алкенов

**Например,** при хлорировании этилена— 1,2-дихлорпропан.

При взаимодействии с алкенами красно-бурый раствор брома в воде (бромная вода) обесцвечивается. Это **качественная реакция на двойную связь**.



### 1.3. Гидрогалогенирование алкенов

Алкены присоединяют галогеноводороды.

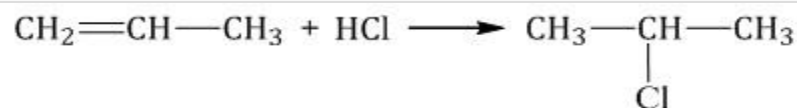
**Например,** при взаимодействии этилена с бромоводородом образуется бромэтан.



При этом выполняется правило Марковникова.

**Правило Марковникова:** при присоединении полярных молекул типа НХ к несимметричным алкенам водород преимущественно присоединяется к **наиболее гидрогенизированному атому углерода** при двойной связи.

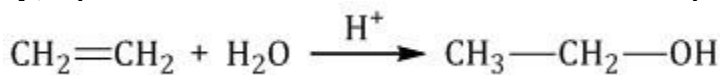
Например, при присоединении хлороводорода НСl к пропилену атом водорода преимущественно присоединяется к атому углерода группы  $\text{CH}_2=$ , поэтому преимущественно образуется 2-хлорпропан.



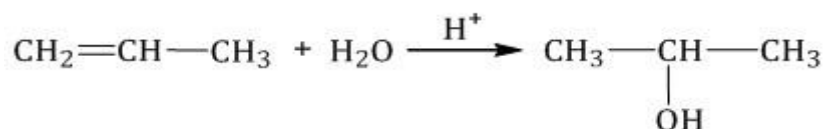
### 1.4. Гидратация

Гидратация (присоединение воды) алкенов протекает в присутствии минеральных кислот. При присоединении воды к алкенам образуются спирты. **Например,** при взаимодействии этилена с водой образуется

этиловый спирт.



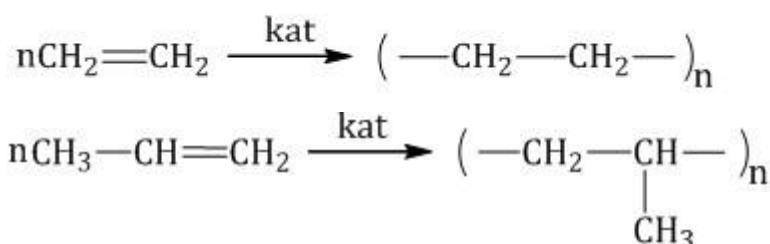
**Например,** при взаимодействии пропилена с водой образуется преимущественно пропанол-2.



## 1.5. Полимеризация

**Полимеризация** — это процесс многократного соединения молекул низкомолекулярного вещества (мономера) друг с другом с образованием высокомолекулярного вещества (полимера).

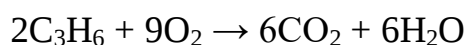
**Например,** при полимеризации этилена образуется полиэтилен, а при полимеризации пропилена — полипропилен.



## 2. Горение алкенов

Алкены, как и прочие углеводороды, горят в присутствии кислорода с образованием углекислого газа и воды.

**Например,** уравнение сгорания пропилена:

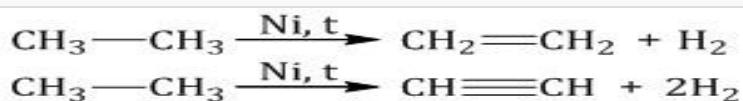


### Получение алкенов

#### 1. Дегидрирование алканов

При дегидрировании алканов образуются **двойные и тройные связи**.

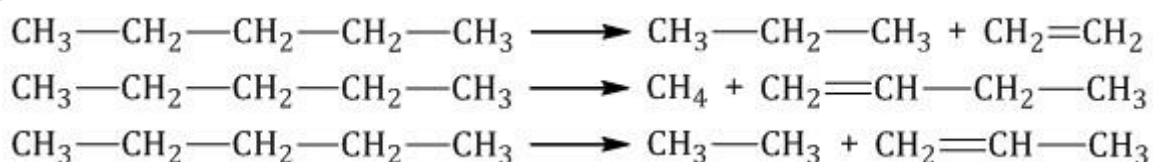
**Например**, при дегидрировании этана может образоваться этилен или ацетилен:



## 2. Крекинг алканов

**Термический крекинг** протекает при сильном нагревании без доступа воздуха. При этом получается смесь алканов и алкенов с различной длиной углеродной цепи и различной молекулярной массой.

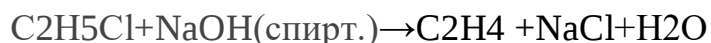
**Например**, при крекинге н-пентана образуется смесь, в состав которой входят этилен, пропан, метан, бутилен, пропилен, этан и другие углеводороды.



## 3. Дегидрогалогенирование галогеналканов

Галогеналканы взаимодействуют с **щелочами** в спиртовом растворе. При этом происходит дегидрогалогенирование – отщепление (элиминирование) атомов водорода и галогена от галогеналкана.

**Например**, при взаимодействии хлорэтана с спиртовым раствором гидроксида натрия образуется этилен.

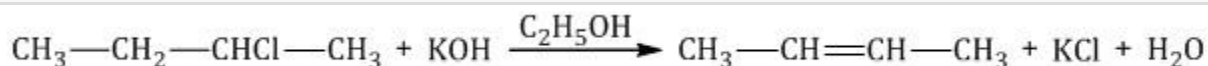


При отщеплении галогена и водорода от некоторых галогеналканов могут образоваться различные органические продукты. В таком случае

выполняется **правило Зайцева**.

**Правило Зайцева:** отщепление атома водорода при дегидрогалогенировании и дегидратации происходит преимущественно от **наименее гидрогенизированного** атома углерода.

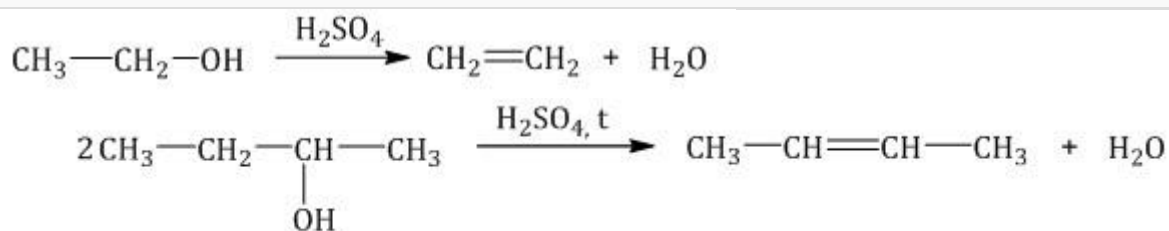
Например, при взаимодействии 2-хлорбутана со спиртовым раствором гидроксида натрия преимущественно образуется бутен-2.



#### 4. Дегидратация спиртов

При нагревании спиртов (выше 140°C) в присутствии водоотнимающих веществ (концентрированная серная кислота, фосфорная кислота) или катализаторов (оксид алюминия) протекает дегидратация. Дегидратация — это отщепление молекул воды. При дегидратации спиртов образуются алкены.

**Например,** при дегидратации этанола при высокой температуре образуется этилен.



#### 5. Дегалогенирование дигалогеналканов

Дигалогеналканы, в молекулах которых два атома галогена расположены у соседних атомов углерода, реагируют с активными металлами с образованием алкенов. Как правило, для отщепления используют двухвалентные активные металлы — **цинк или магний**.

**Например,** 1,2-дихлорпропан реагирует с цинком с образованием пропилена

