

**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 <sub>2</sub> H <sub>4</sub>
Пропилен (пропен)	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>
Бутилен (бутен)	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>
Пентен	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub>
Гексен	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>
Гептен	C <sub>7</sub> H <sub>14</sub>
Октен	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub>
Нонен	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub>

Общая формула гомологического ряда алкенов C<sub>n</sub>H<sub>2n</sub>.

Первые четыре члена гомологического ряда алкенов – газы, начиная с C<sub>5</sub> – 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

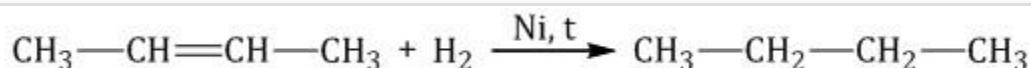
### 1. Реакции присоединения

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.

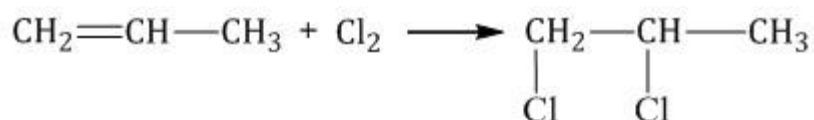


#### 1.2. Галогенирование алкенов

При взаимодействии с алкенами красно-бурый раствор брома в воде

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

(бромная вода) обесцвечивается. Это **качественная реакция на двойную связь.**



### 1.3. Гидрогалогенирование алкенов

Алкены присоединяют **галогеноводороды.**

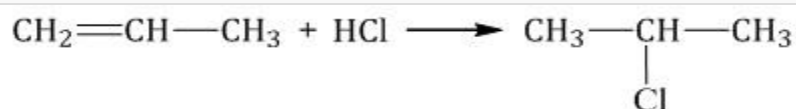
**Например,** при взаимодействии этилена с бромоводородом образуется бромэтан.



При этом выполняется правило Марковникова.

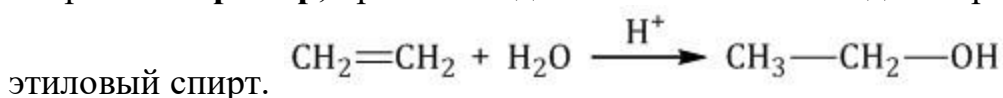
**Правило Марковникова:** при присоединении полярных молекул типа  $\text{HX}$  к несимметричным алкенам водород преимущественно присоединяется к **наиболее гидрогенизированному атому углерода** при двойной связи.

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

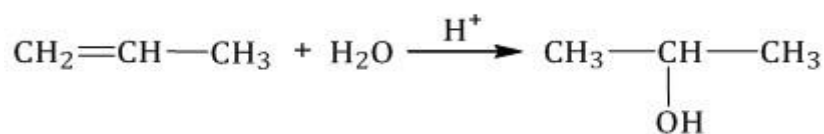


### 1.4. Гидратация

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



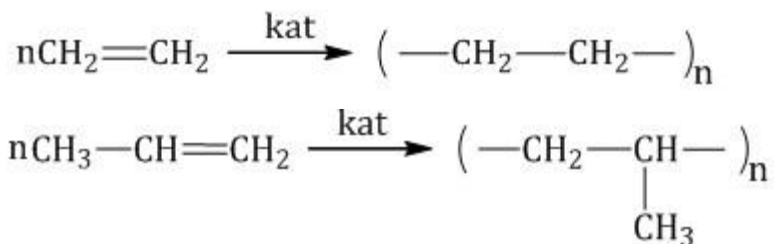
**Например,** при взаимодействии пропилена с водой образуется преимущественно пропанол-2.



## 1.5. Полимеризация

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

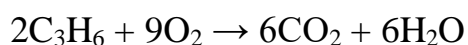
**Например**, при полимеризации этилена образуется полиэтилен, а при полимеризации пропилена — полипропилен.



## 2. Горение алкенов

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

**Например**, уравнение сгорания пропилена:

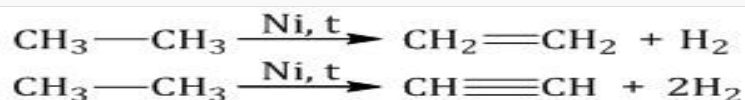


### Получение алкенов

#### 1. Дегидрирование алканов

При дегидрировании алканов образуются двойные и тройные связи.

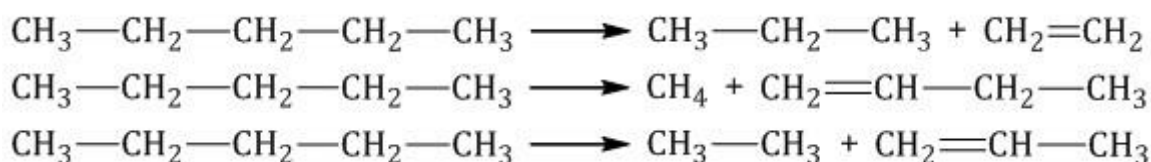
**Например**, при дегидрировании этана может образоваться этилен или ацетилен:



## 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.

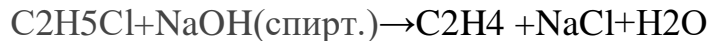
**Например**, при крекинге н-пентана образуется смесь, в состав которой входят этилен, пропан, метан, бутилен, пропилен, этан и другие углеводороды.



## 3. Дегидрогалогенирование галогеналканов

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

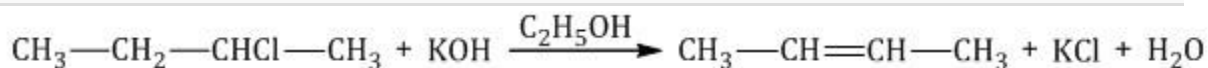
**Например**, при взаимодействии хлорэтана с спиртовым раствором гидроксида натрия образуется этилен.



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.

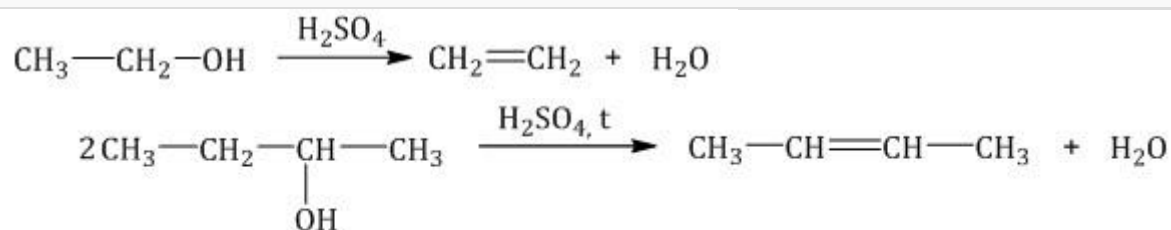
Например, при взаимодействии 2-хлорбутана со спиртовым раствором гидроксида натрия преимущественно образуется бутен-2.



## 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

