


The background features several large, stylized, overlapping swirls in shades of purple, green, and light blue. Interspersed among these swirls are numerous small, yellow, triangular shapes that resemble sunbeams or decorative accents. The overall aesthetic is bright and celebratory.

# Алкены

# Содержание

- Алкены
- Номенклатура
- Изомерия
- Физические свойства
- Строение алкенов
- Химические свойства Химические свойства  
(Химические свойства (реакции Химические свойства  
(реакции Химические свойства (реакции  
присоединения: галогенирование, Химические  
свойства (реакции присоединения: галогенирование,  
гидрирование, гидрогалогенирование,  
Химические свойства (реакции  
присоединения: галогенирование, гидрирование,  
гидрогалогенирование, гидратация; Химические  
свойства (реакции присоединения: галогенирование,  
гидрирование, гидрогалогенирование, гидратация;   
окисление, Химические свойства (реакции

# Алкены

Алкенами или олефинами, или этиленовыми углеводородами называются углеводороды, содержащие в молекуле одну двойную связь и имеющие общую формулу



# Номенклатура

- Название алкенов по систематической номенклатуре образуют из названий аналогично построенных алканов, заменяя суффиксы *-ан* на *-ен*, цифрой указывается номер того атома углерода, от которого начинается двойная связь.
- Главная цепь атомов углерода должна обязательно включать двойную связь, и ее нумерацию проводят с того конца главной цепи, к которому она ближе.
- В начале названия перечисляют радикалы с указанием номеров атомов углерода, с которыми они связаны. Если в молекуле присутствует несколько одинаковых радикалов, то цифрой указывается место каждого из них в главной цепи и перед их названием ставят соответственно частицы *ди-*, *три-*, *тетра-* и т.д.



# Изомерия

1) углеродного скелета



бутен-1



|



2-метилпропен-1

2) положения двойной связи



бутен-1



бутен-2

3) классов соединений (циклоалканы)



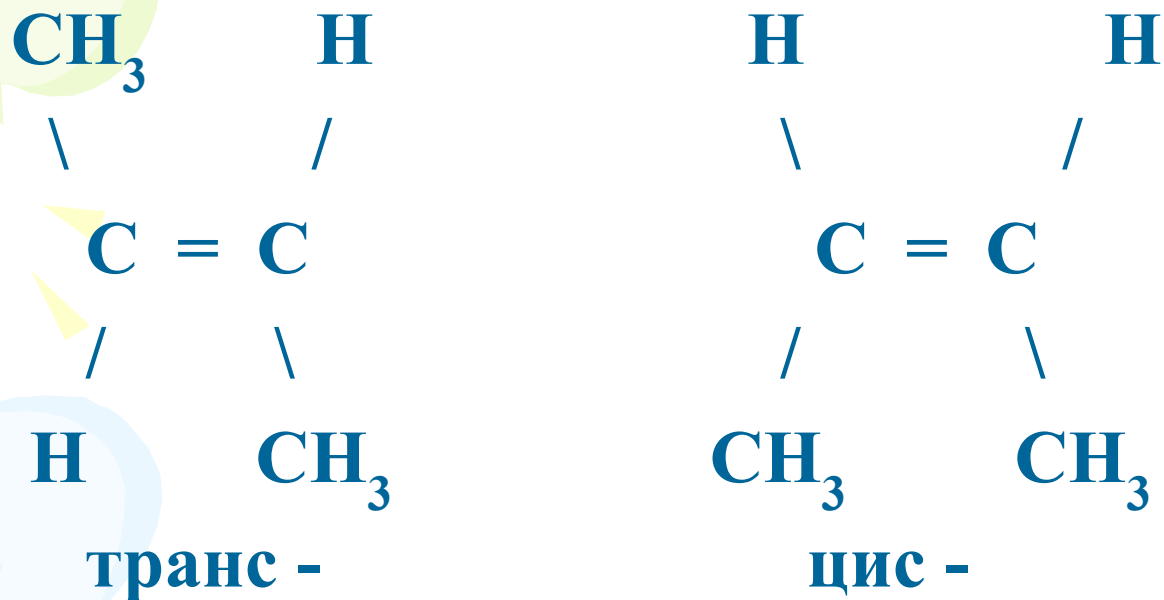
бутен-1



циклобутан



#### 4) пространственная



**Запомните!**

**Если одинаковые заместители находятся по одну сторону двойной связи, это цис-изомер, если по разные – это транс-изомер.**



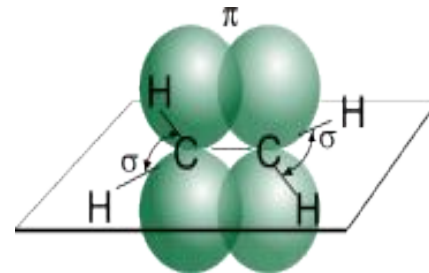
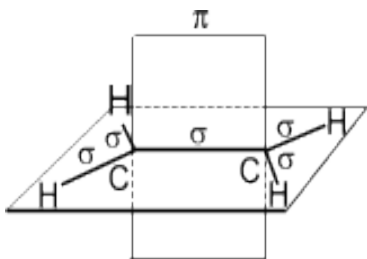
# Физические свойства

По физическим свойствам этиленовые углеводороды близки к алканам. При нормальных условиях углеводороды  $C_2-C_4$  – газы,  $C_5-C_{17}$  – жидкости, высшие представители – твердые вещества. Температура их плавления и кипения, а также плотность увеличиваются с ростом молекулярной массы. Все олефины легче воды, плохо растворимы в ней, однако растворимы в органических растворителях.



# Строение алкенов

Углеродные атомы в молекуле этилена находятся в состоянии  $sp^2$ -гибридизации, т.е. в гибридации участвуют одна  $s$ - и две  $p$ -орбитали.



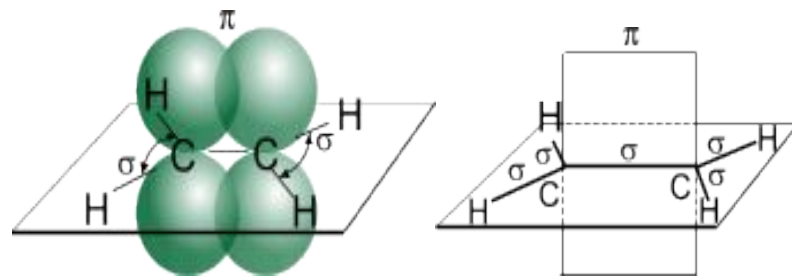
Схематическое изображение строения молекулы этилена

В результате каждый атом углерода обладает тремя гибридными  $sp^2$ -орбиталями, оси которых находятся в одной плоскости под углом  $120^\circ$  друг к другу, и одной негибридной гантелеобразной  $p$ -орбиталью, ось которой расположена под прямым углом к плоскости осей трех  $sp^2$ -орбиталей. Одна из трех гибридных орбиталей атома углерода перекрывается с подобной орбиталью другого атома углерода, образуя  $\sigma$ -связь.






Каждая оставшаяся гибридная орбиталь атомов углерода перекрывается с s- орбиталью атомов водорода, приводя к образованию в той же плоскости четырех  $\sigma$ - связей C–H. Две негибридные p- орбитали атомов углерода взаимно перекрываются и образуют  $\pi$ - связь, максимальная плотность которой расположена перпендикулярно плоскости  $\sigma$ - связей. Двойная связь алкенов представляет собой сочетание  $\sigma$ - и  $\pi$ - связей. Длина связи Длина связи C = C – 0,134 нм, энергия связи – 620 кДж.





**Длина связи  $\lambda$**  – расстояние между центрами ядер связанных друг с другом атомов (нм).

**Энергия связи  $E$**  – энергия, которая выделяется (поглощается) при образовании (разрыве) связи (кДж/ моль).



**$\sigma$ -СВЯЗЬ** – плотность электронного облака максимальна вдоль оси, соединяющей ядра атомов.

**$\pi$ -СВЯЗЬ** – плотность электронного облака максимальна «над» и «под» плоскостью  **$\sigma$ -СВЯЗИ**.

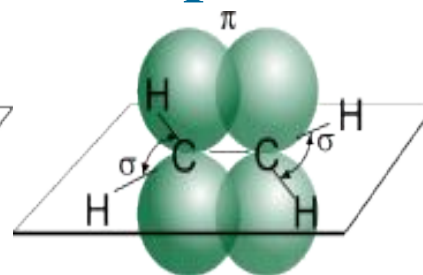
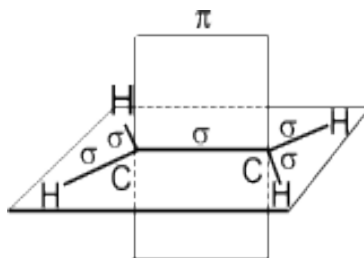
**Запомните!**

**Простая (ординарная) связь – это всегда  $\sigma$ -связь. В кратных (двойных или тройных) связях – одна  $\sigma$ -связь, а остальные  $\pi$ -связи.**

**$\sigma$ -связи всегда образованы гибридными орбиталями,  $\pi$ -связи – негибридными  $p$  – орбиталями.**



**$\pi$ - Связь менее прочна, чем  $\sigma$ - связь, так как р- орбитали с параллельными осями перекрываются значительно меньше, чем при образовании теми же р- орбиталями и s- орбиталями  $\sigma$ - связи (перекрывание осуществляется по оси орбиталей). В связи с ЭТИМ,  $\pi$ - связь легко разрывается и переходит в две новые  $\sigma$ - связи посредством присоединения по месту двойной связи двух атомов или групп атомов реагирующих веществ. Для алкенов наиболее типичными являются реакции присоединения.**



# Химические свойства

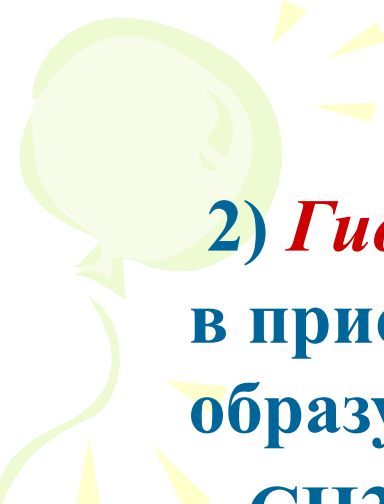
Для алкенов наиболее типичными являются реакции присоединения.

1) **Галогенирование.** Алкены при обычных условиях присоединяют галогены, приводя к дигалогенопроизводным алканов, содержащим атомы галогена у соседних углеродных атомов.




Приведенная реакция - обесцвечивание алкеном бромной воды является качественной реакцией на двойную связь.



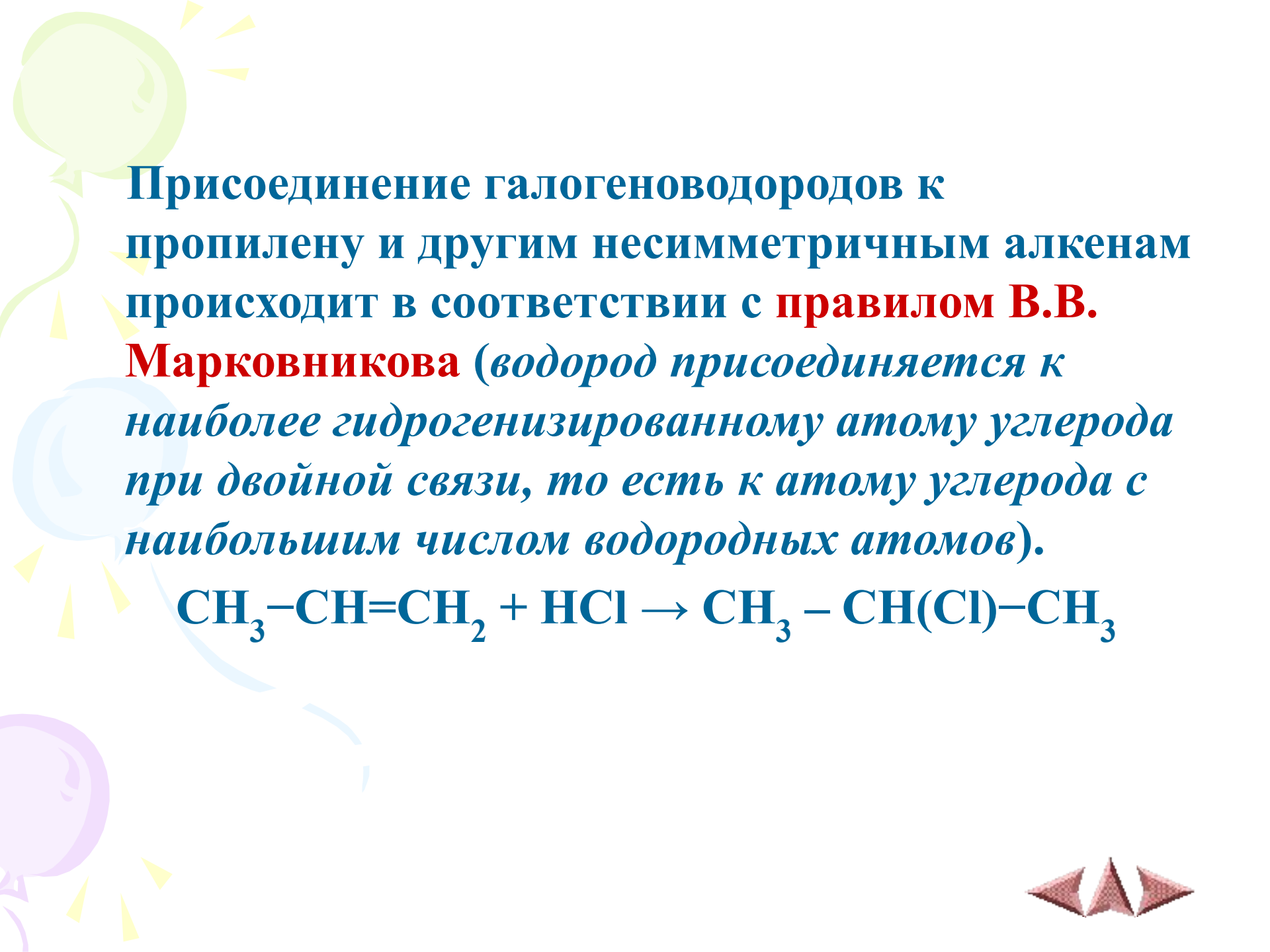


2) *Гидрирование.* Легко присоединяют водород в присутствии катализаторов (Pt, Pd, Ni) образуя предельные углеводороды.



3) *Гидрогалогенирование.* Этилен и его гомологи присоединяют галогеноводороды, приводя к галогенопроизводным углеводородов.



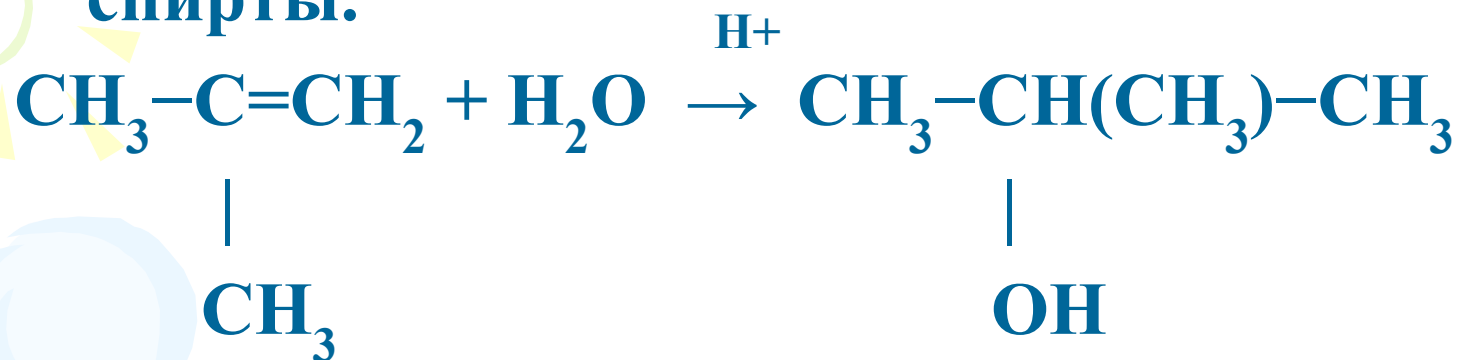


Присоединение галогеноводородов к пропилену и другим несимметричным алкенам происходит в соответствии с **правилом В.В.**

**Марковникова** (*водород присоединяется к наиболее гидрогенизированному атому углерода при двойной связи, то есть к атому углерода с наибольшим числом водородных атомов*).



4) **Гидратация.** В присутствии минеральных кислот олефины присоединяют воду, образуя спирты.



Как видно, направление реакций гидратации определяется правилом Марковникова.





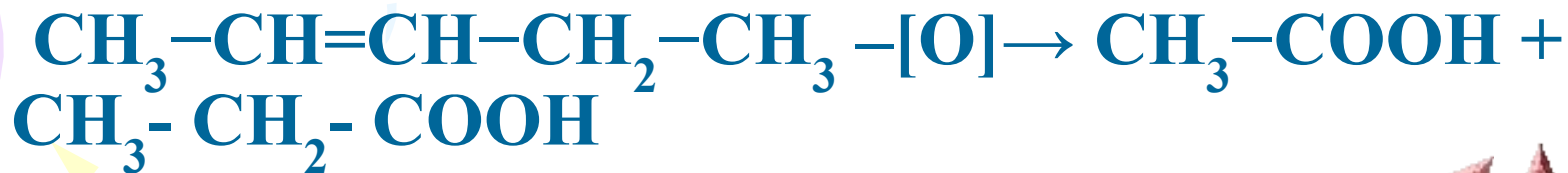
# Окисление

Алкены легко окисляются. В зависимости от условий проведения реакции образуются различные продукты.

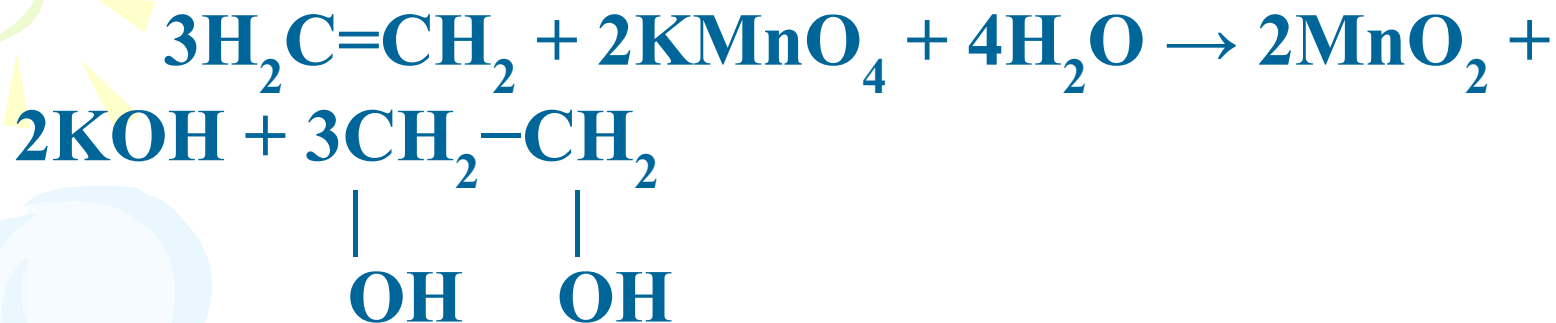
1) При сжигании на воздухе олефины дают углекислый газ и воду.



2) При жестком окислении алкенов кипящим раствором перманганата калия в кислой среде происходит полный разрыв двойной связи и образование кислот или кетонов.



3) При окислении алкенов разбавленным раствором перманганата калия образуются двухатомные спирты – гликоли (**реакция Е.Е. Вагнера**). Реакция протекает на холоде.



В результате реакции наблюдается обесцвечивание раствора перманганата калия.

Реакция Вагнера служит качественной пробой на двойную связь.



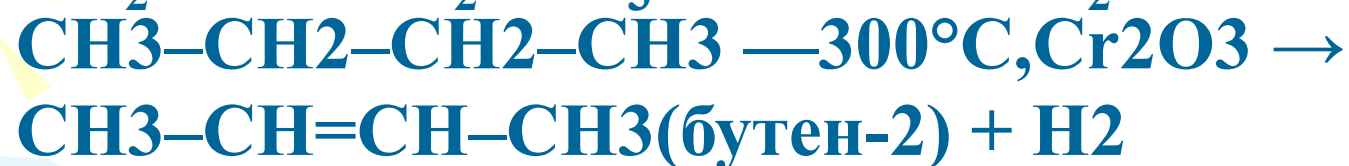
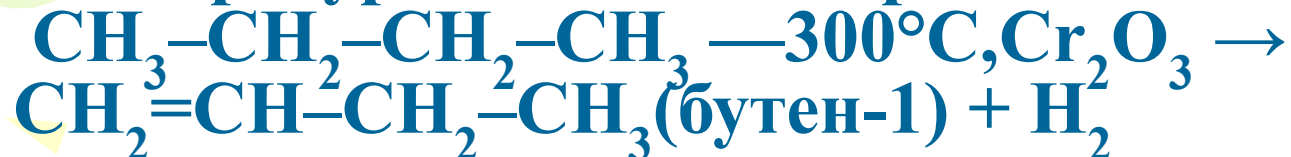
# Реакция полимеризации.

**Реакцией полимеризации** называется процесс образования высокомолекулярного соединения (полимера) путем соединения друг с другом молекул исходного низкомолекулярного соединения (мономера). При полимеризации двойные связи в молекулах исходного непредельного соединения "раскрываются", и за счет образующихся свободных валентностей эти молекулы соединяются друг с другом. Полимеризация олефинов вызывается нагреванием, давлением, облучением, действием свободных радикалов или катализаторов. В упрощенном виде такую реакцию на примере этилена можно представить следующим образом:



# Получение

1) *Дегидрогенизация алканов* при повышенной температуре с катализатором.



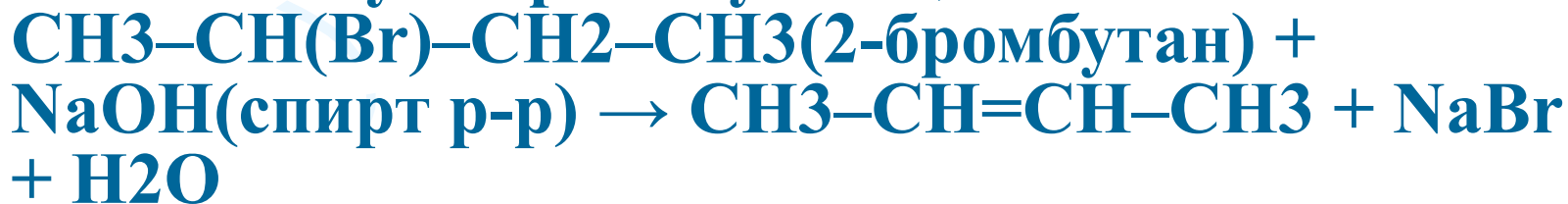
2) *Дегидратация (отщепление воды) спиртов* при нагревании с водоотнимающими средствами (концентрированная серная или фосфорная кислоты) или при пропускании паров спирта над катализатором (окись алюминия).



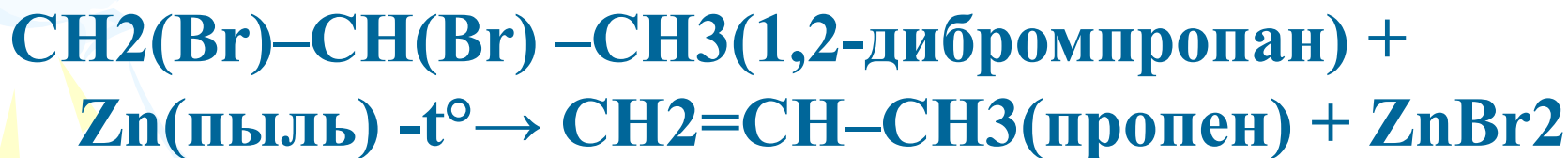
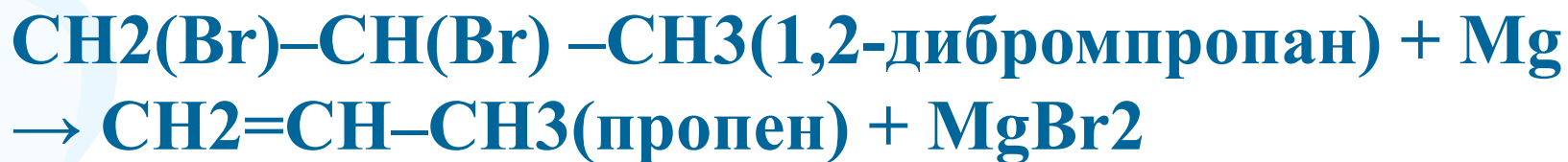
Порядок дегидратации вторичных и третичных спиртов определяется **правилом А.М.Зайцева**: при образовании воды атом водорода отщепляется от наименее гидрогенизированного соседнего атома углерода, т.е. с наименьшим количеством водородных атомов.



3) *Дегидрогалогенирование (отщепление галогеноводорода) из галогенопроизводных* при действии спиртового раствора щелочи. Направление данной реакции также соответствует правилу Зайцева.



4) **Реакция дегалогенирования** (отщепление двух атомов галогена от соседних атомов углерода) при нагревании дигалогенидов с активными металлами также приводит к алкенам.



# Применение

**Алкены широко используются в промышленности в качестве исходных веществ для получения растворителей (спирты, дихлорэтан, эфиры гликолей и пр.), полимеров (полиэтилен, поливинилхлорид, полиизобутилен и др.), а также многих других важнейших продуктов.**

