

# **Алкены**

**Учитель химии  
МОУ лицея № 6  
Дробот Светлана Сергеевна**

# Содержание

- Алкены
- Номенклатура
- Изомерия
- Физические свойства
- Строение алкенов
- Химические свойства (реакции присоединения: галогенирование, гидрирование, гидрогалогенирование, гидратация; окисление, реакция полимеризации)
- Получение (дегидрогенизация алканов, дегидратация спиртов, дегидрогалогенирование галогенпроизводных, дегалогенирование)
- Применение
- Литература



# 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)



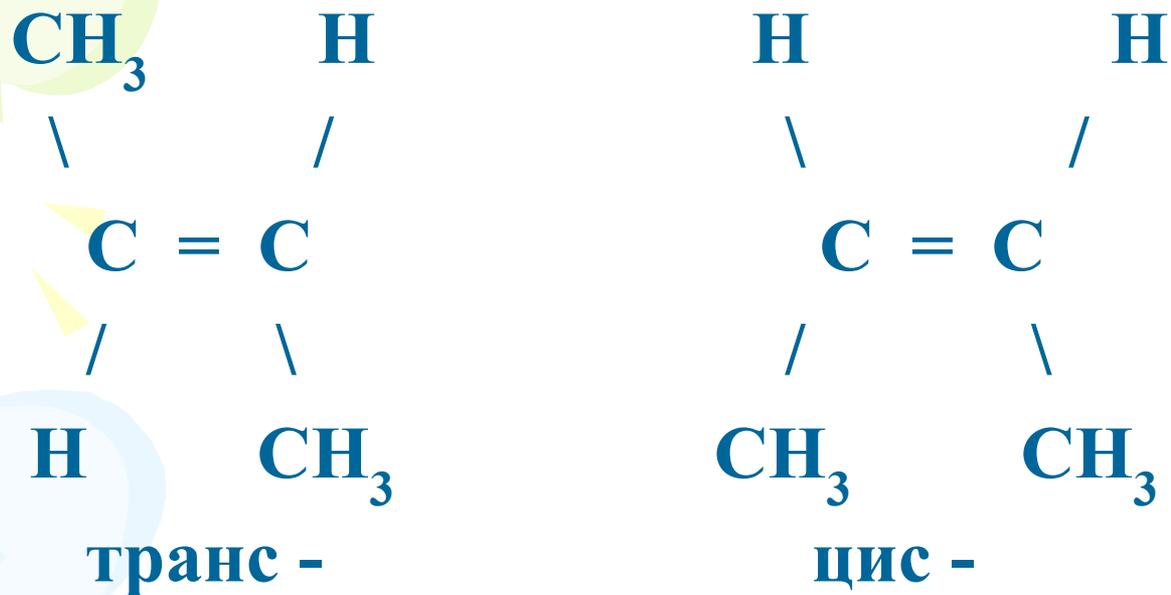
бутен-1



циклобутан



#### 4) пространственная



**Запомните!**

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



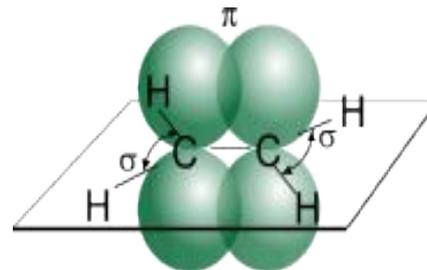
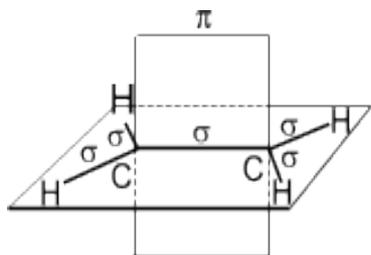
# Физические свойства

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.

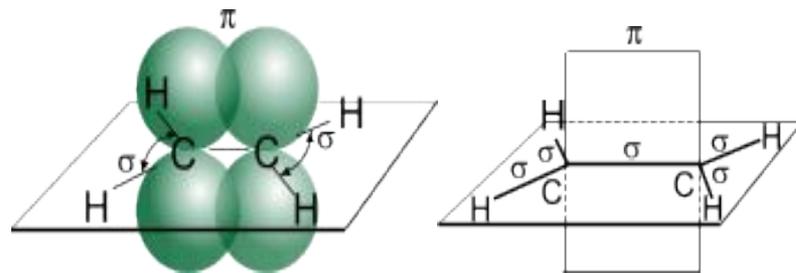


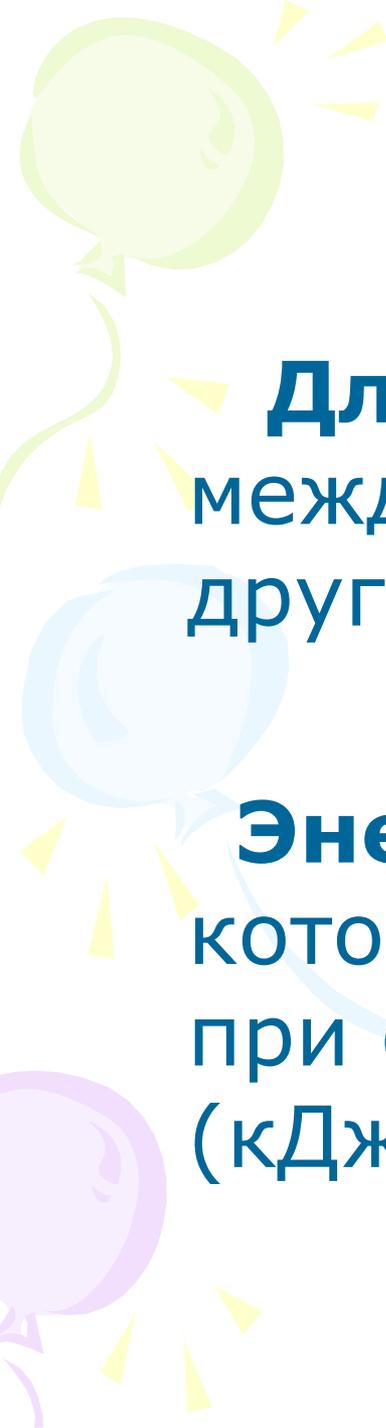
Схематическое изображение строения молекулы этилена

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 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**.

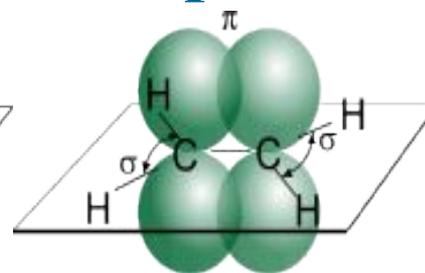
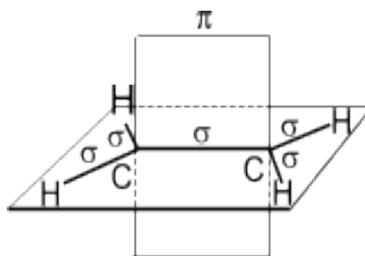
**Запомните!**

**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.

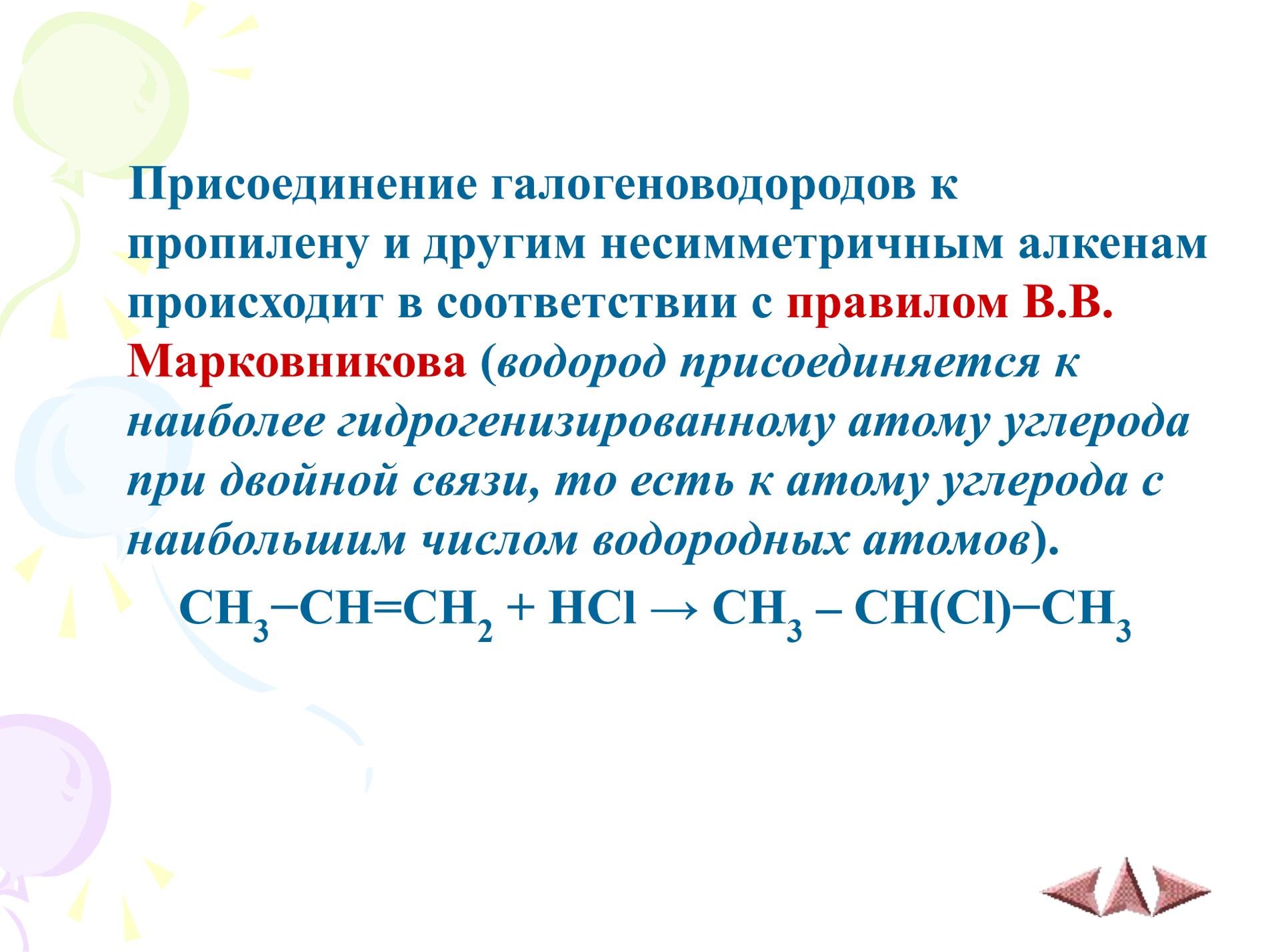


2) **Гидрирование.** Легко присоединяют водород в присутствии катализаторов (Pt, Pd, Ni) образуя предельные углеводороды.



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



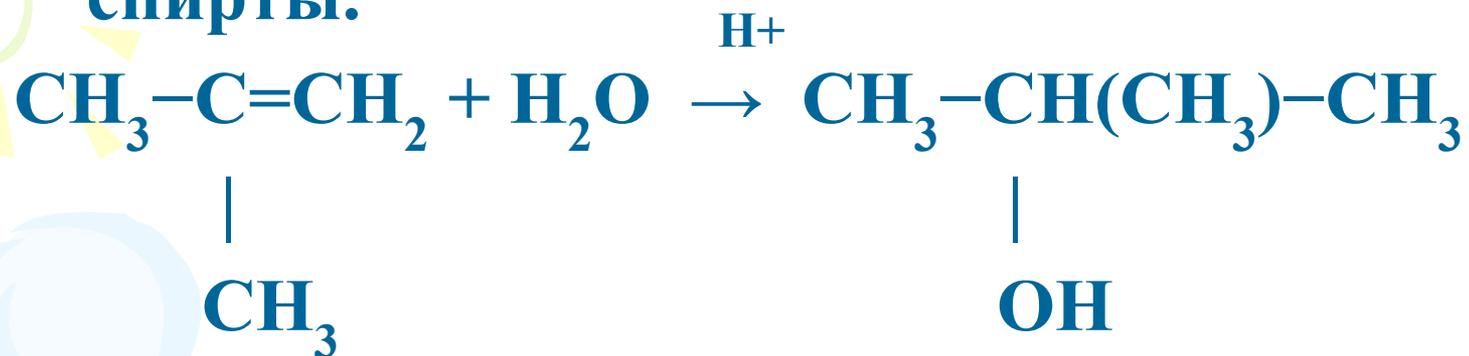


Присоединение галогеноводородов к пропилену и другим несимметричным алкенам происходит в соответствии с **правилом В.В.**

**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.

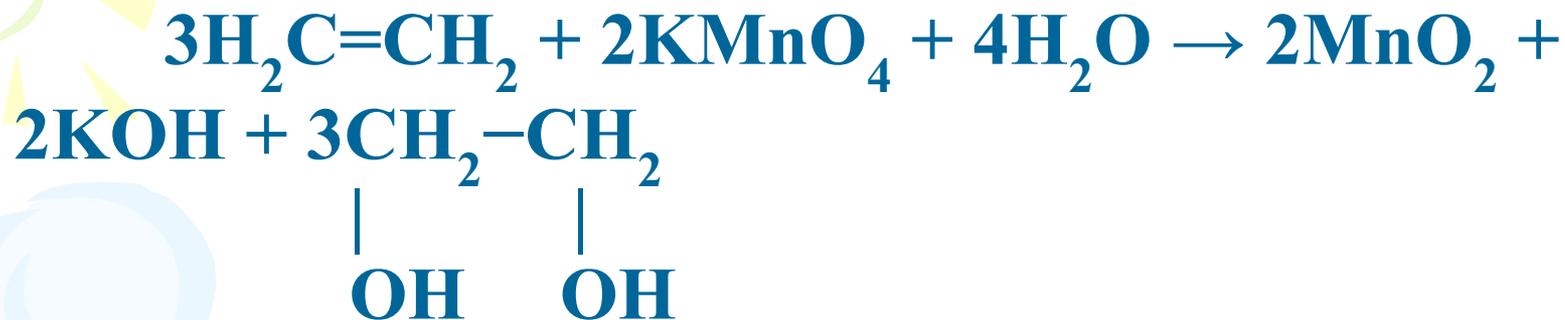
1) При сжигании на воздухе олефины дают углекислый газ и воду.



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).



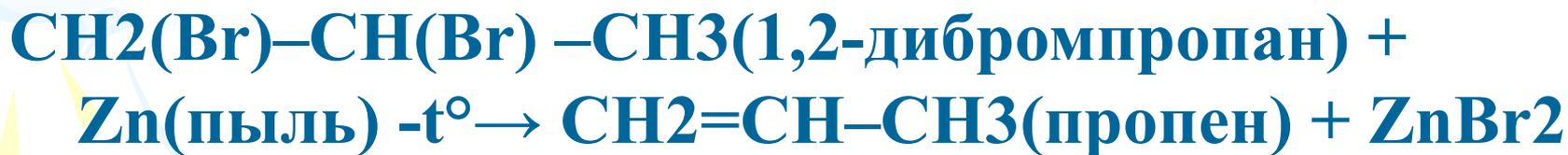
Порядок дегидратации вторичных и третичных спиртов определяется **правилом А.М.Зайцева**: при образовании воды атом водорода отщепляется от наименее гидрогенизированного соседнего атома углерода, т.е. с наименьшим количеством водородных атомов.



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

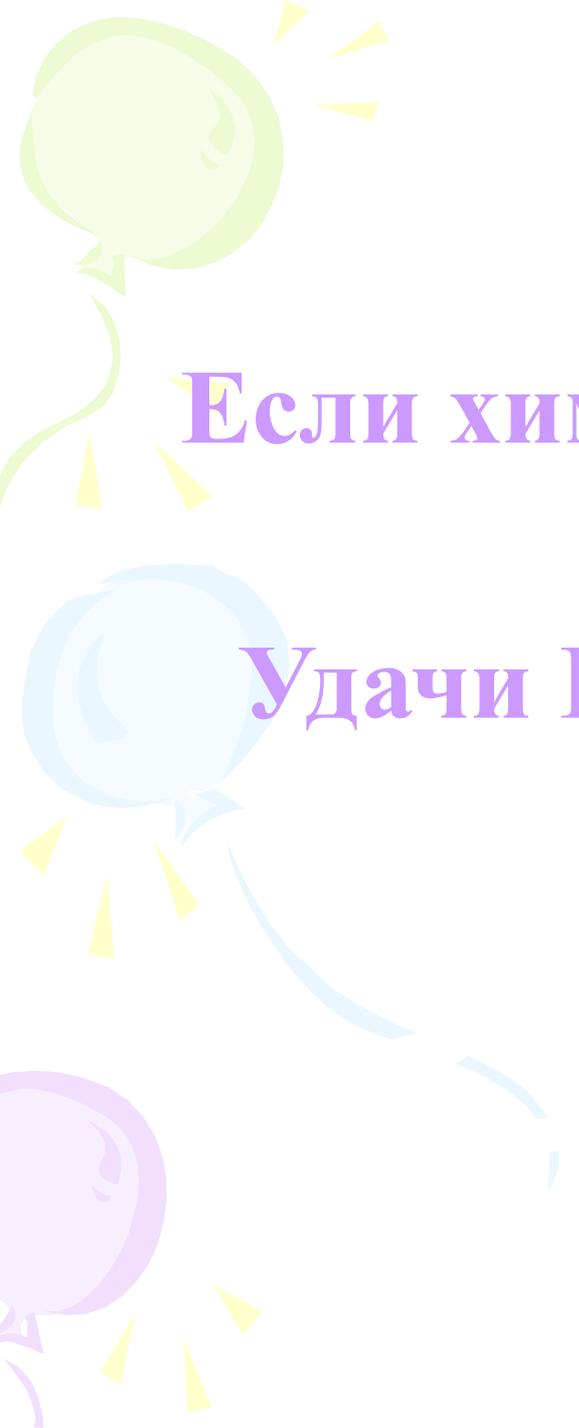
**Алкены широко используются в промышленности в качестве исходных веществ для получения растворителей (спирты, дихлорэтан, эфиры гликолей и пр.), полимеров (полиэтилен, поливинилхлорид, полиизобутилен и др.), а также многих других важнейших продуктов.**



# Литература

1. Петров А.А., Бальян Х.В., Трощенко А.Т. Органическая химия. Учебник для вузов./ Под ред. Петрова А.А. – М.: Высшая школа, 1981.
2. Хомченко Г.П. Пособие по химии для поступающих в вузы. – М.: ООО «Издательство Новая Волна», 2002.
3. Курмашева К.К. Химия в таблицах и схемах. Серия «Школа в клеточку». – М.: «Лист», 1997.
4. Потапов В.М., Чертков И.Н. Строение и свойства органических веществ. Пособие для учащихся 10 кл. – М.: Просвещение, 1980.
5. Оганесян Э.Т. Руководство по химии поступающим в вузы. Справочное пособие. М.: Высшая школа, 1991.





**Если химию учить – интересней  
будет жить!**

**Удачи Вам в изучении химии!**

