

The background features several large, overlapping, colorful swirls in shades of green, purple, and light blue. Scattered throughout are numerous small, yellow, triangular shapes that resemble stylized sun rays or confetti.

# **Непредельные углеводороды**

# Алкены (этиленовые углеводороды)

это углеводороды, содержащие в молекуле одну двойную связь.

$C_n H_{2n}$  общая формула ( $n = 2, 3, 4, \dots$ )

$C_2H_4$  – этилен – этен



$C_3H_6$  – пропен



$C_4H_8$  - бутен

$C_5H_{10}$  - пентен

$C_6H_{12}$  - гексен



# Физические свойства

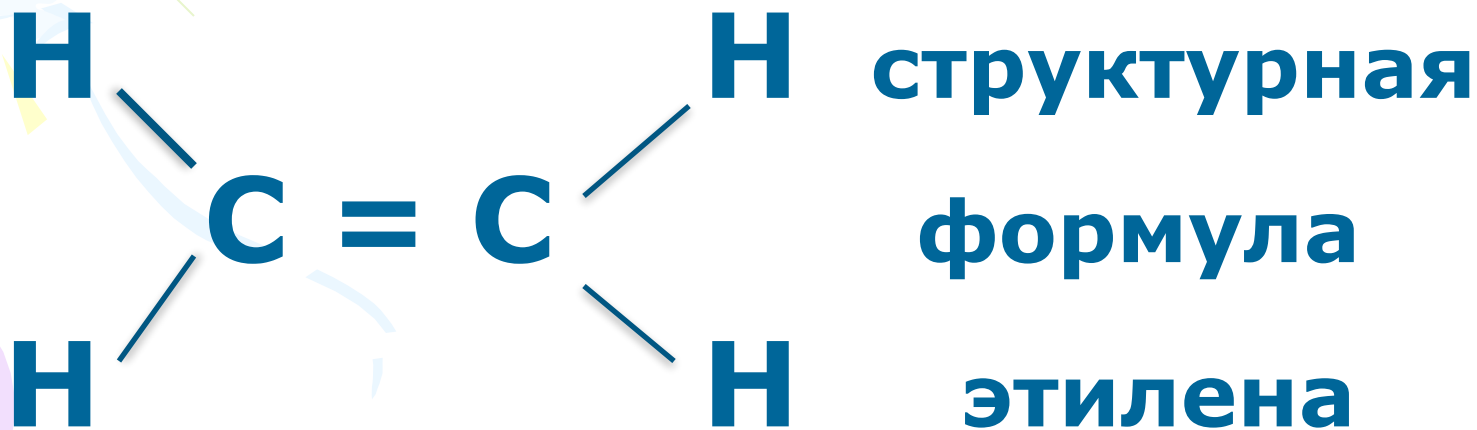
По физическим свойствам этиленовые углеводороды близки к алканам. При нормальных условиях углеводороды  $C_2-C_4$  – газы,  $C_5-C_{17}$  – жидкости, высшие представители – твердые вещества. Температура их плавления и кипения, а также плотность увеличиваются с ростом молекулярной массы. Все алкены легче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



**Этилен** – газ, почти без запаха,  
плохо растворим в воде.

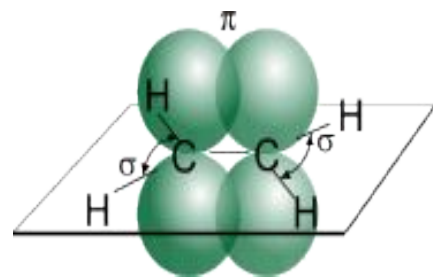
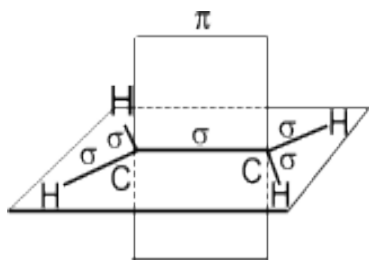
## **Строение этилена**

**C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>** – молекулярная формула



# 1. Образование $\sigma$ -связей

Каждый атом С образует по 3  $\sigma$ -связи (одну – с соседним атомом С и две связи с атомами Н). На их образование углерод затрачивает 3 электрона (один s-электрон и два р-электрона), поэтому происходит  $sp^2$ -гибридизация.



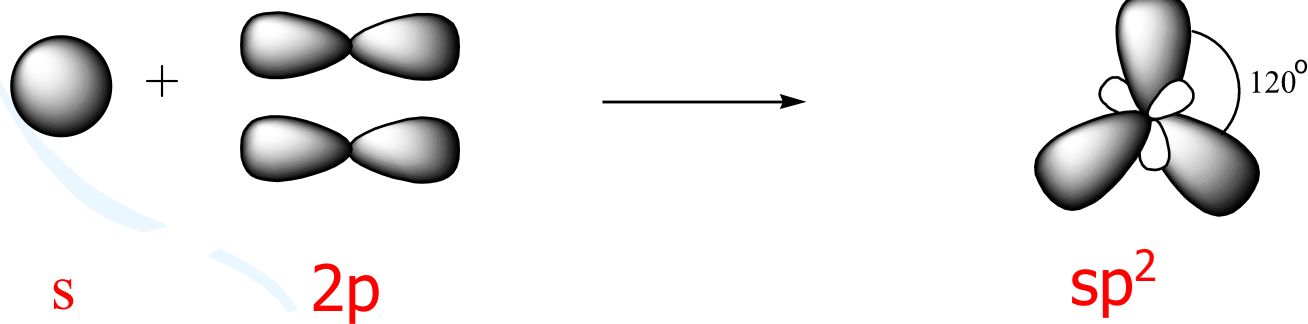
Схематическое изображение строения молекулы этилена

В результате каждый атом углерода обладает тремя гибридными  $sp^2$ -орбиталями, которые лежат в одной плоскости под углом  $120^\circ$  друг к другу.



# Схема образования $sp^2$ -гибридных орбиталей

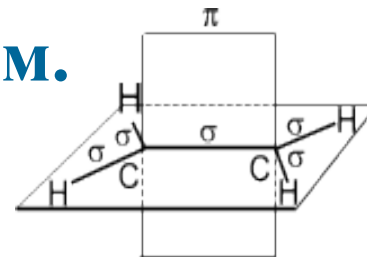
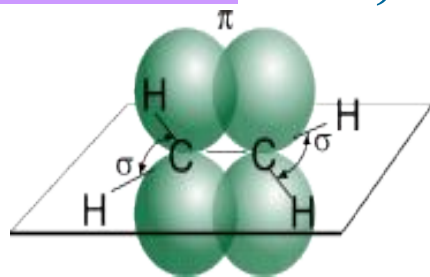
- В гибридизации участвуют орбитали одного  $s$ - и двух  $p$ -электронов:



## 2. Образование $\pi$ -связи

У каждого атома С есть ещё по одному облаку, которые в гибридизации не участвуют и сохраняют форму правильных восьмерок. Перекрываясь над и под плоскостью, они образуют  $\pi$ -связь, которая располагается перпендикулярно к плоскости  $\sigma$ -связей. Двойная связь алкенов представляет собой сочетание  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей.

Длина двойной связи = 0,134 нм.



## **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 (неправильными восьмерками).**

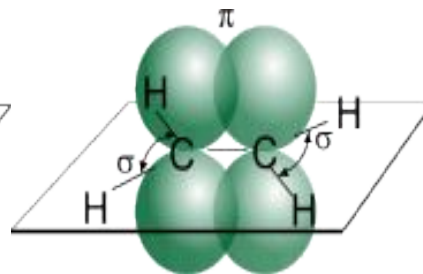
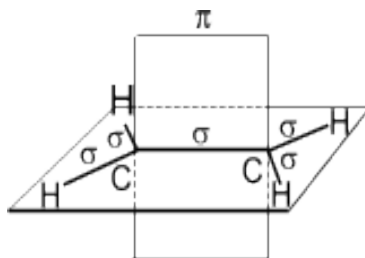
**$\pi$ -связи образованы негибридными  $p$  – орбиталями (правильными восьмерками).**





**$\pi$ - связь менее прочна, чем  $\sigma$ - связь.**

**В связи с этим,  $\pi$ - связь легко разрывается и переходит в две новые  $\sigma$ - связи в результате присоединения по месту двойной связи двух атомов или групп атомов реагирующих веществ. Для алкенов наиболее типичными являются реакции присоединения.**



# Изомерия алкенов

1) углеродного скелета



бутен-1



|



2-метилпропен-1

2) положения двойной связи



бутен-1



бутен-2

3) классов соединений (циклоалканы)



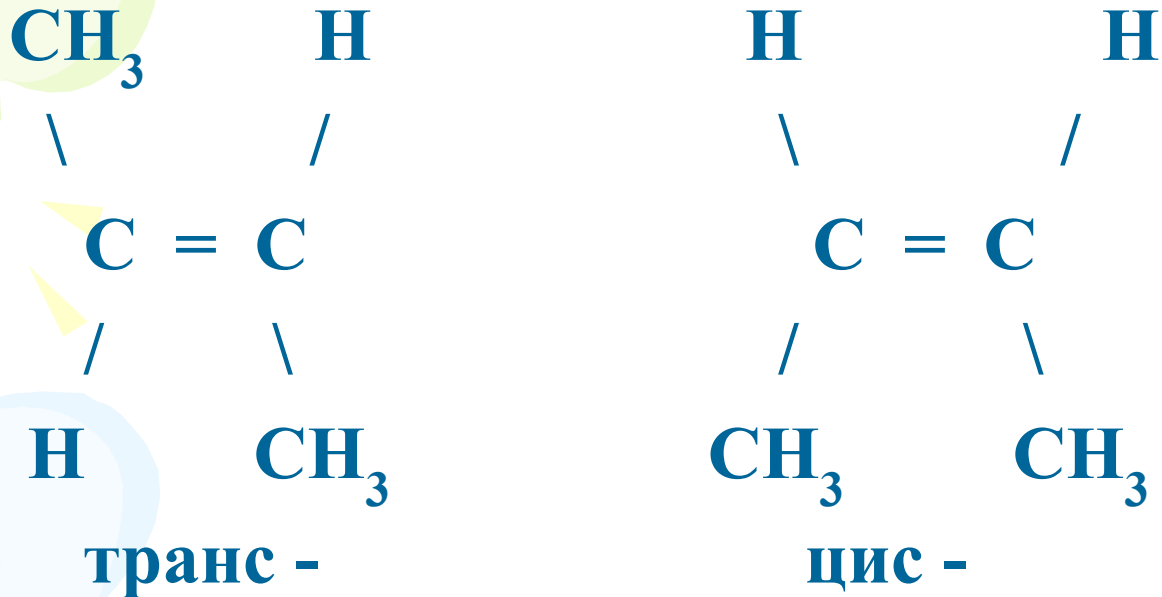
бутен-1



циклобутан



#### 4) пространственная (цис-транс-изомерия)



**Запомните!**

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



# Номенклатура алкенов

- Название алкенов по систематической номенклатуре образуют из названий алканов, заменяя суффикс **-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 приставки: **ди-**, **три-**, **тетра-** и т.д.



# **Химические свойства алкенов**

## **1) Горение**

При сжигании на воздухе алкены образуют углекислый газ и воду.

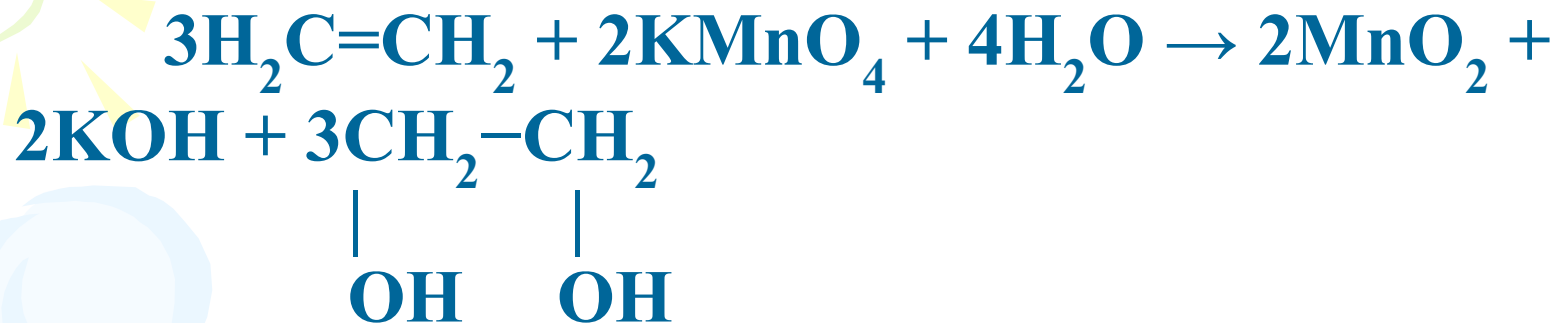


## **2) Окисление –**

**качественная реакция на двойную связь**  
(растворы окислителей обесцвечиваются)



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.



### 3) Реакции присоединения.

#### а) Присоединение галогенов - Галогенирование.

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



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



**б) Гидрирование – присоединение водорода.**

Алкены легко присоединяют водород в присутствии катализаторов (Pt, Pd, Ni) образуя предельные углеводороды.

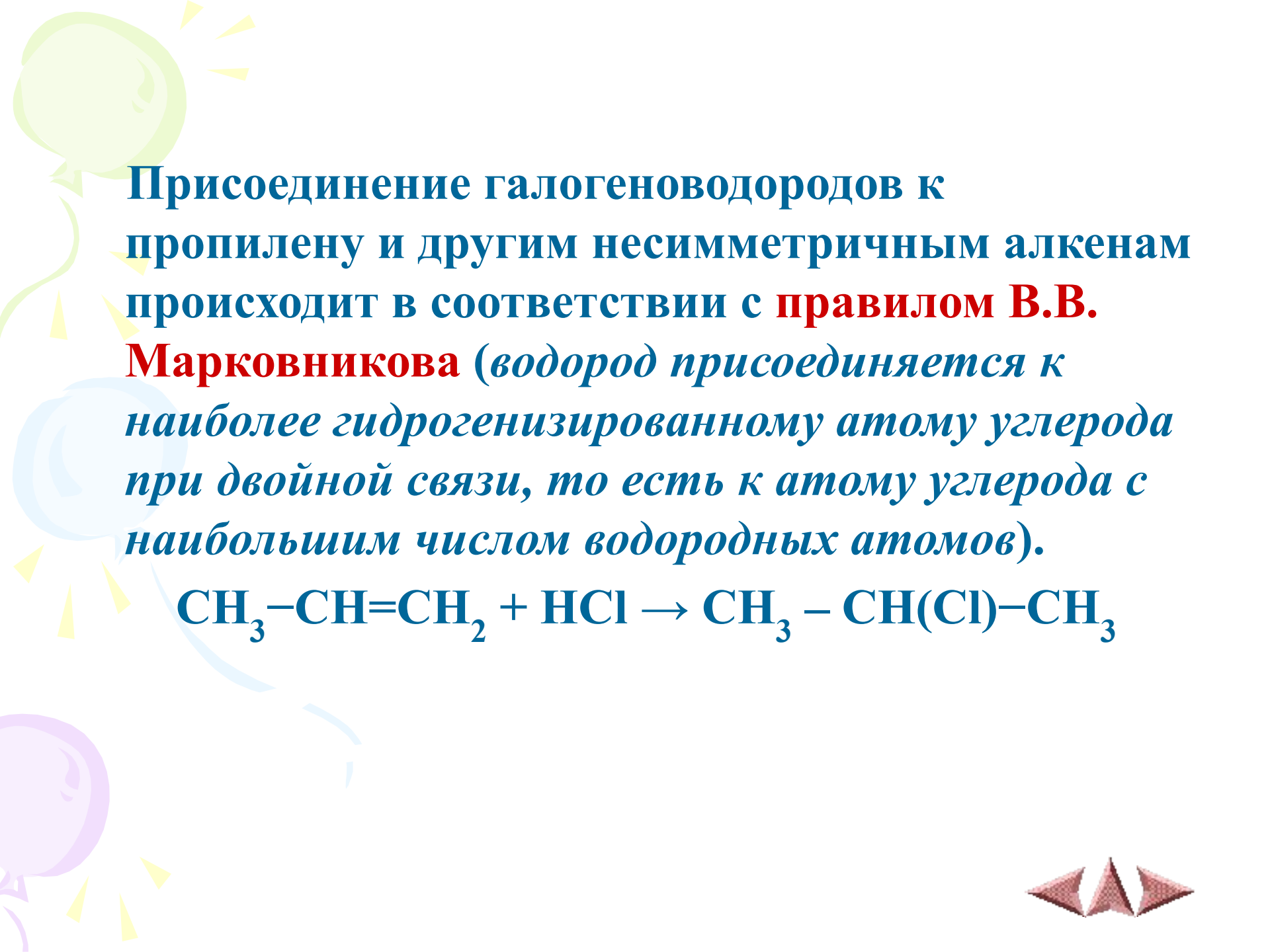


**в) Присоединение галогеноводородов -**

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





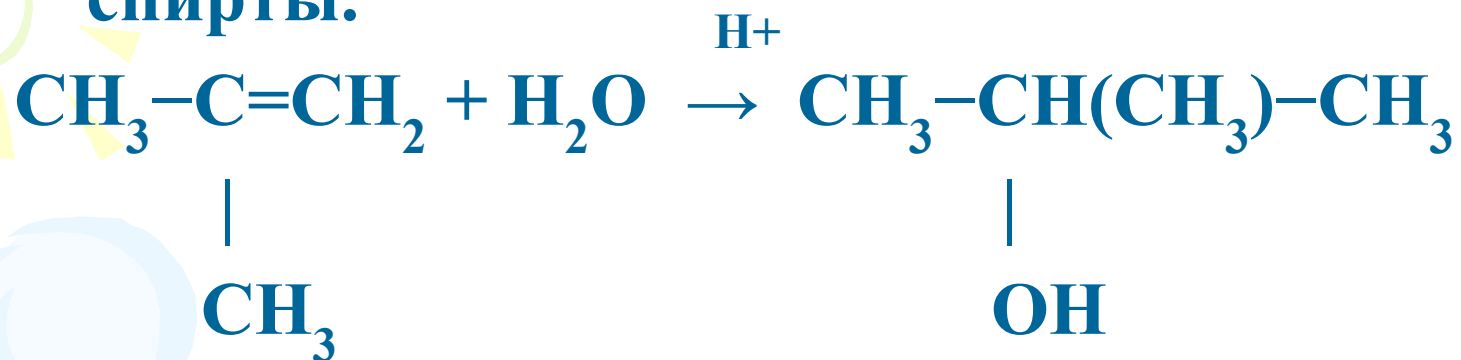


Присоединение галогеноводородов к пропилену и другим несимметричным алкенам происходит в соответствии с **правилом В.В.**

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



**Гидратация.** В присутствии минеральных кислот алкены присоединяют воду, образуя спирты.



Как видно, направление реакций гидратации определяется правилом Марковникова.

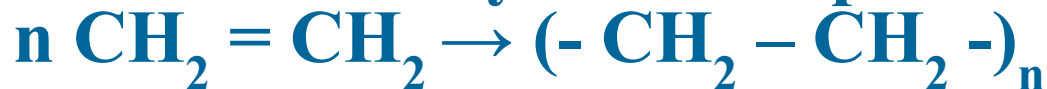
г) **Гидратация – присоединение воды**



**4. Полимеризация** - это процесс соединения многих маленьких одинаковых молекул в одну большую молекулу.

При полимеризации двойные связи в молекулах исходного непредельного соединения "разрываются", и за счет образующихся свободных валентностей эти молекулы соединяются друг с другом.

Полимеризация алкенов вызывается нагреванием, давлением, облучением, действием свободных радикалов или катализаторов. В упрощенном виде такую реакцию на примере этилена можно представить следующим образом:



ЭТИЛЕН

ПОЛИЭТИЛЕН





## Вывод:

Реакции присоединения, окисления и полимеризации алкенов идут за счет разрыва двойной связи ( $\pi$ -связи).

# Получение алкенов

1) *Дегидрирование (отщепление водорода) 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).



# Применение алкенов

Алкены широко используются в промышленности в качестве исходных веществ для получения многих важнейших продуктов.

Наибольшее значение имеет этилен и его производные.

**Применение этилена и его производных:**





**Этилен** ускоряет созревание плодов





В качестве топлива





Для получения алканов



[www.pasker.ru](http://www.pasker.ru) - продажа автозапчастей оптом и в розницу

**Этиленгликоль** – для получения антифризов,  
тормозных жидкостей



Дихлорэтан – растворитель



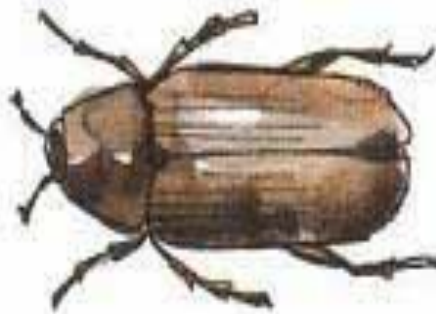
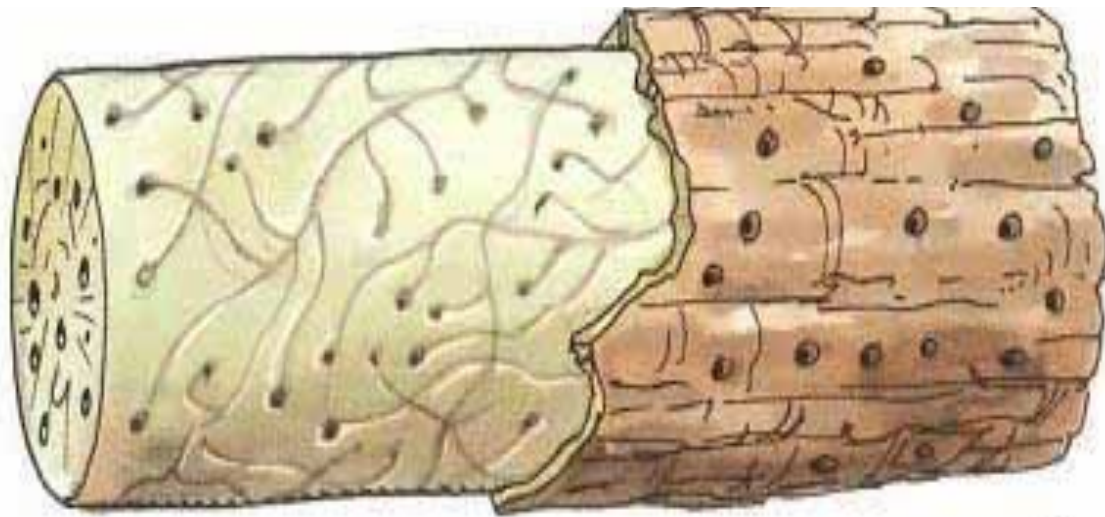


**Дихлорэтан** – для борьбы с вредителями  
(окуривание зернохранилищ)



**Дибромэтан** – антидетонационная добавка в  
ТОПЛИВО





Некоторые экземпляры листопадных пород деревьев страдают от  
небольших жучков, называемых жуками-точильщиками

**Дибромэтан** – для обработки бревен от  
термитов и жуков



**Хлорэтан, бромэтан** – для наркоза  
при легких операциях



**Этиловый спирт** - растворитель, анти-септик в  
медицине , в производстве синтетического  
каучука...





Производство **полиэтилена:**

# Это интересно



- Всем известный полиэтилен был получен в 1933 году Э. Фосеттом и Р. Гибсоном
  - В 1943 году из полиэтилена стали изготавливать посуду, ящики, бутылки, упаковку, предметы домашнего обихода
- Благодаря Его Величеству Случаю в 1938 году американский учёный Р. Планкетт получил тефлон, обладающий исключительной химической устойчивостью.





# А) Пленка



## Б) Тара





# В) Трубы





# Г) Сантехника



© «ГАЗВОДОСТРОЙ»

# Д) Изоляция проводов и кабелей



## Ж) Каркасы катушек





### 3) Бронепанели в бронезжилетах



# И) Предметы быта







# Применение этилена

Свойство	Применение
1. Горение	
2. Присоединение галогенов	
3. Присоединение водорода (гидрирование)  4. Присоединение галогеноводородов (гидрогалогенирование)	

Свойство	Применение	
5.Присоединение воды (гидратация)		
6. Окисление раствором $\text{KMnO}_4$		
7. Полимеризация  8. Особое свойство этилена		

# Применение этилена (эталон)

Свойство	Применение
1. Горение	В качестве топлива
2. Присоединение галогенов	Растворители (дихлорэтан)
3. Присоединение водорода (гидрирование)	Для получения алканов
4. Присоединение галогеноводородов	Растворители (хлорэтан)

Свойство	Применение	
5.Присоединение воды (гидратация)	Для получения этилового спирта, используемого как растворитель, анти-септик в медицине , в производстве синтетического каучука	
6. Окисление раствором $\text{KMnO}_4$	Получение антифризов, тормозных жидкостей	
7. Полимеризация	Производство полиэтилена	
8. Особое свойство этилена	Этилен ускоряет созревание плодов	