

Непредельные  
углеводороды ряда  
этилена  
= алкены

# Понятие об алкенах

**Алкены** – углеводороды, содержащие в молекуле одну двойную связь между атомами углерода, а качественный и количественный состав выражается общей формулой  $C_n H_{2n}$ , где  $n \geq 2$ .

- Алкены относятся к непредельным углеводородам, так как их молекулы содержат меньшее число атомов водорода, чем насыщенные.

# Характеристика двойной связи (C = C)

Вид гибридизации –  $sp^2$

Валентный угол –  $120^\circ$

Длина связи C = C – 0,134 нм

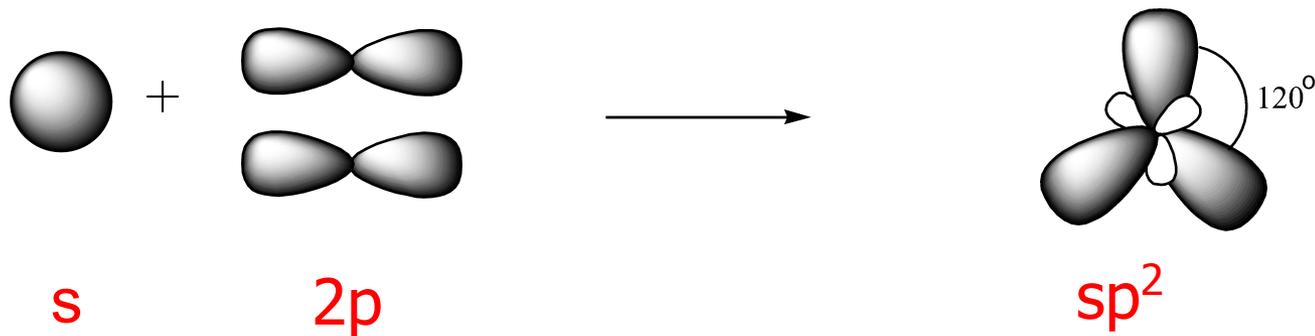
Строение – плоскостное

Вид связи – ковалентная неполярная

По типу перекрывания –  $\sigma$  и  $\pi$

# Схема образования $sp^2$ -гибридных орбиталей

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



# Гомологический ряд алкенов

Общая формула  $C_n H_{2n}$

Этен	—	$C_2H_4$
Пропен	—	$C_3H_6$
Бутен	—	$C_4H_8$
Пентен	—	$C_5H_{10}$
Гексен	—	$C_6H_{12}$
Гептен	—	$C_7H_{14}$



# Физические свойства алкенов

Алкены плохо растворимы в воде, но хорошо растворяются в органических растворителях.

$C_2 - C_4$  - газы

$C_5 - C_{16}$  - жидкости

$C_{17} \dots$  - твёрдые вещества

С увеличением молекулярной массы алкенов, в гомологическом ряду, повышаются температуры кипения и плавления, увеличивается плотность веществ.

# Химические свойства алкенов

По химическим свойствам алкены резко отличаются от алканов. Алкены более химически активные вещества, что обусловлено наличием двойной связи, состоящей из  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей.

Алкены способны присоединять два одновалентных атома или радикала за счёт разрыва  $\pi$ -связи, как менее прочной.

# Типы химических реакций, которые характерны для алкенов

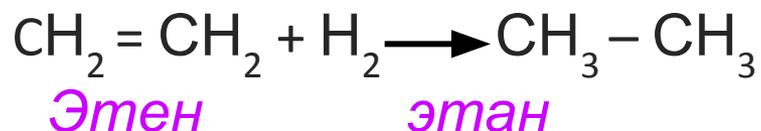
Реакции присоединения.

Реакции полимеризации.

Реакции окисления.

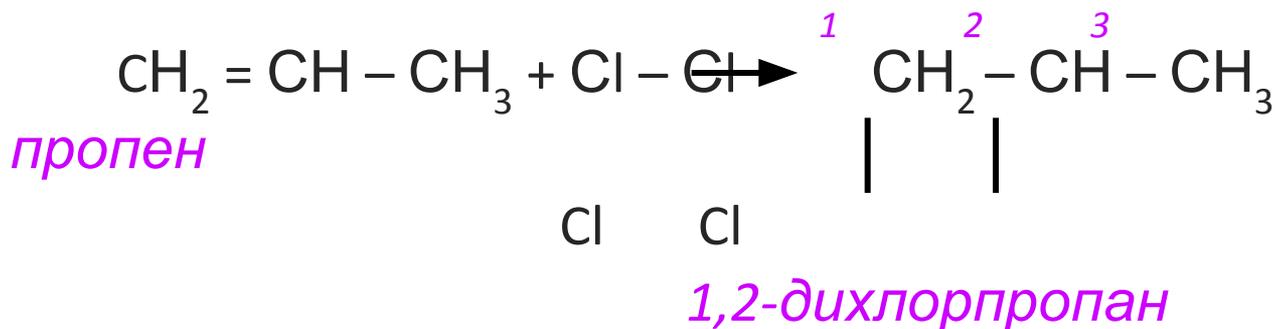
# Реакции присоединения

## 1. Гидрирование.



Условия реакции: катализатор – Ni, Pt, Pd

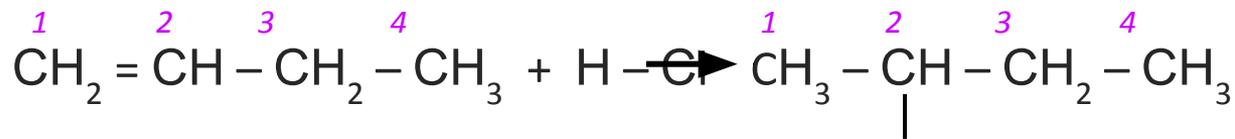
## 2. Галогенирование.



Реакция идёт при обычных условиях.

# Реакции присоединения

## 3. Гидрогалогенирование.

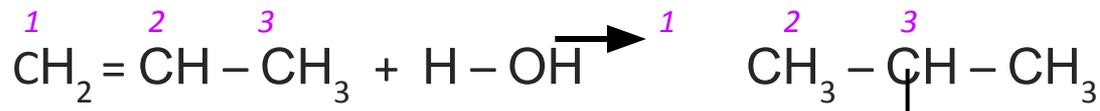


Бутен-1

Cl

2-хлорбутан

## 4. Гидратация.



пропен

ОН

пропанол-2

Условия реакции: катализатор – серная кислота, температура.

Присоединение молекул галогеноводородов и воды к молекулам алкенов происходит в соответствии с **правилом В.В. Марковникова**.

# Гидрогалогенирование гомологов этилена

## Правило

***В.В. Марковникова***

Атом водорода присоединяется к наиболее гидрированному атому углерода при двойной связи, а атом галогена или гидроксогруппа – к наименее гидрированному.

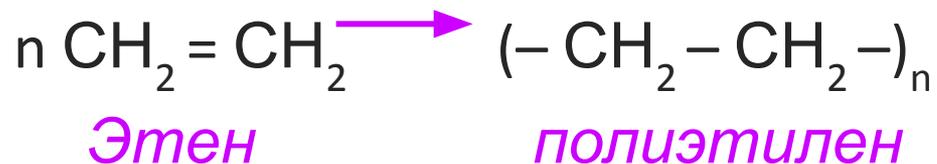


# Реакции полимеризации

(свободно-радикальное присоединение)

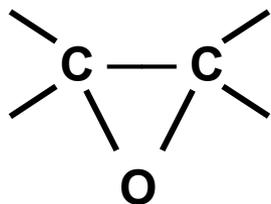
**Полимеризация** – это последовательное соединение одинаковых молекул в более крупные.

Сокращённо уравнение этой реакции записывается так:

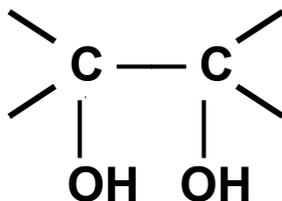


Условия реакции: повышенная температура, давление, катализатор.

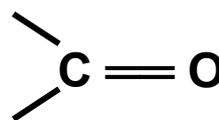
# Возможные продукты окисления алкенов



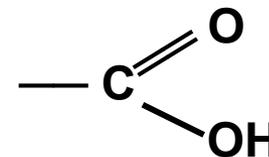
ЭПОКСИДЫ



ДИОЛЫ



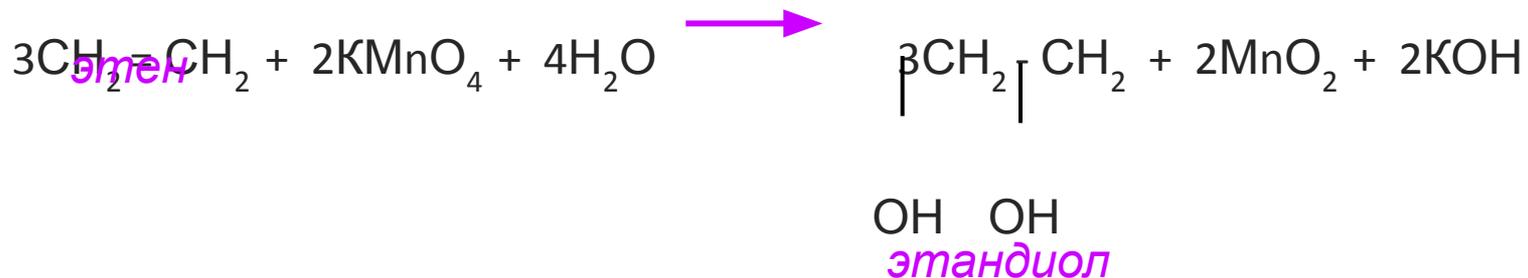
альдегиды  
или кетоны



КИСЛОТЫ

# Реакции окисления

**Реакция Вагнера.** (Мягкое окисление раствором перманганата калия).



# Реакции окисления

## 3. Каталитическое окисление.



*этен*

*уксусный альдегид*

Условия реакции: катализатор – влажная смесь двух солей  $\text{PdCl}_2$  и  $\text{CuCl}_2$ .



*этен*

О

*оксид этилена*

Условия реакции: катализатор –  $\text{Ag}$ ,  $t = 150-350^\circ\text{C}$

# Горение алкенов

**Алкены** горят красноватым светящимся пламенем, в то время как пламя предельных углеводородов голубое. Массовая доля углерода в алкенах несколько выше, чем в алканах с тем же числом атомов углерода.



При недостатке кислорода

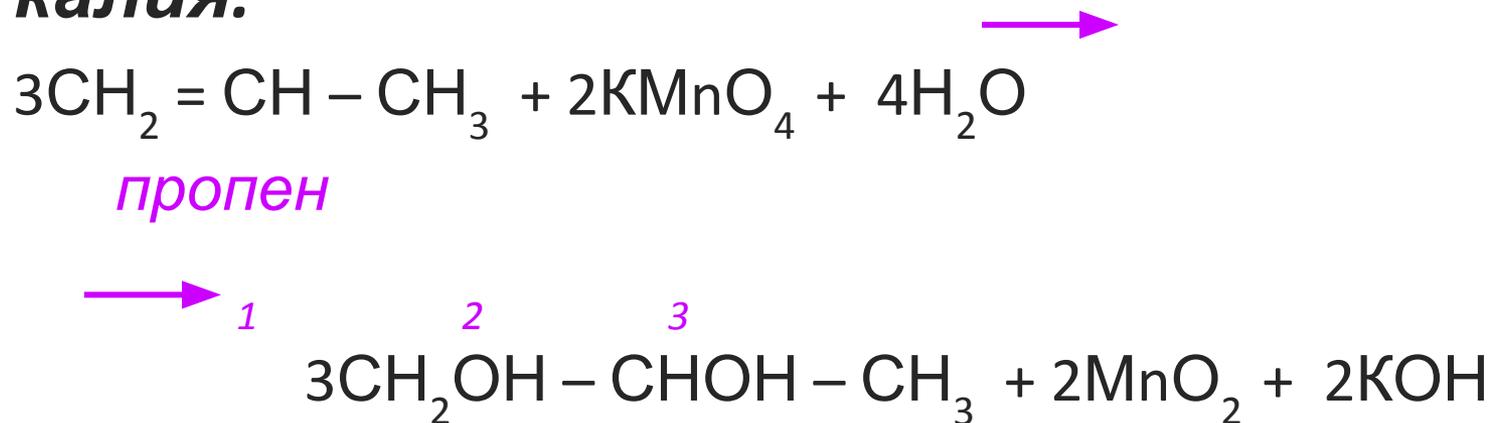


# Качественные реакции на двойную углерод-углеродную связь

**Обесцвечивание бромной воды.**



**Обесцвечивание раствора перманганата калия.**



# енение

Алкены широко используются в промышленности в качестве исходных веществ для получения растворителей (спирты,

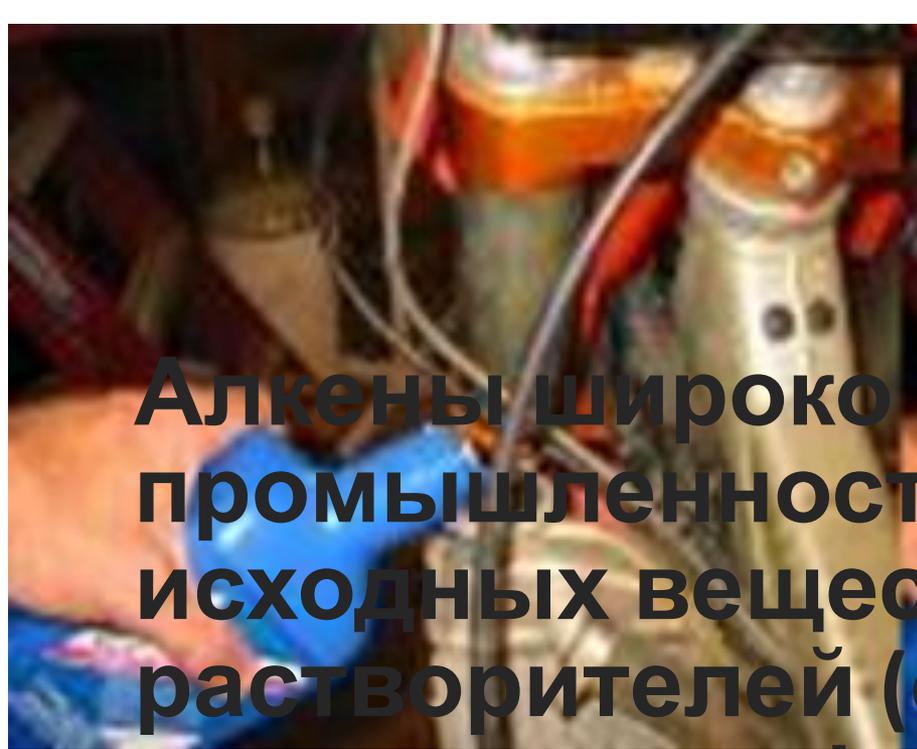
эфиры гликолей и

по

д,

и

ж



Домашнее задание. Используя правило В.В.Марковникова, напишите уравнения следующих реакций присоединения:

