



Непредельные  
углеводороды ряда  
этилена.

# 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.

# Гомологический ряд алкенов

Общая формула  $C_n H_{2n}$

- Этен —  $C_2 H_4$
- Пропен —  $C_3 H_6$
- Бутен —  $C_4 H_8$
- Пентен —  $C_5 H_{10}$
- Гексен —  $C_6 H_{12}$
- Гептен —  $C_7 H_{14}$

# Изомерия алкенов

Для алкенов возможны два типа изомерии:

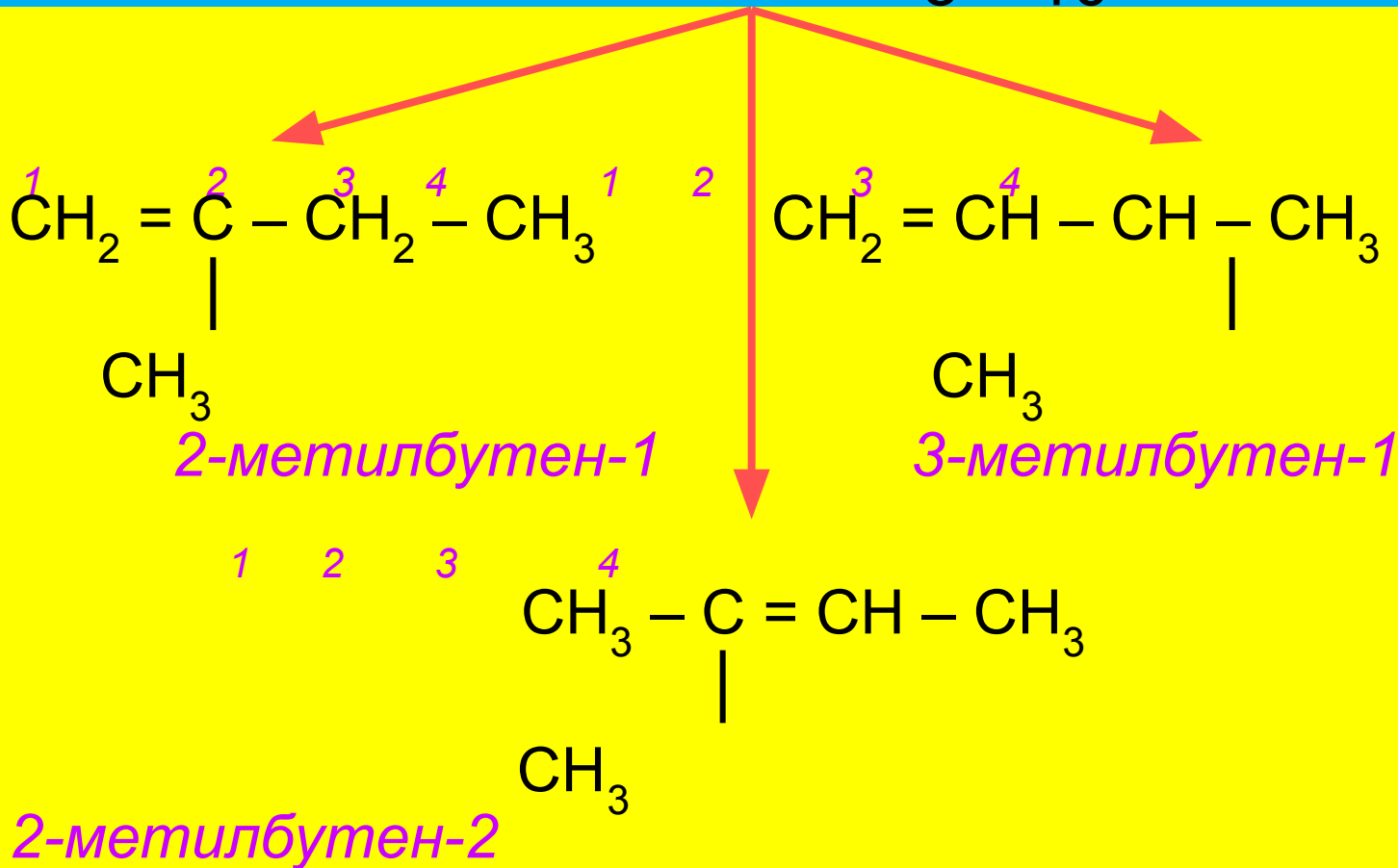
1-ый тип – **структурная изомерия:**

- 1) углеродного скелета
- 2) положения двойной связи
- 3) межклассовая

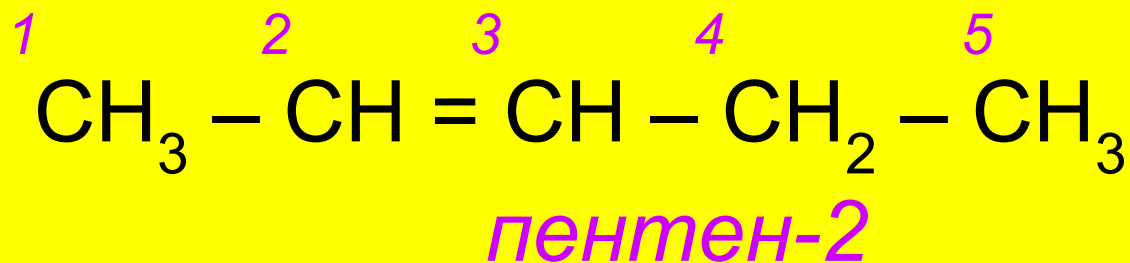
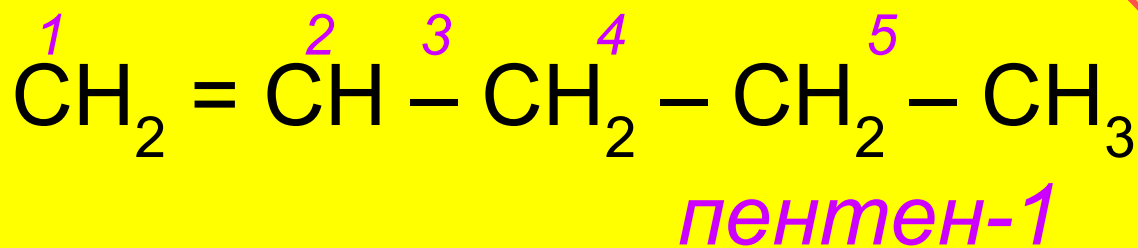
2-ой тип – **пространственная изомерия:**

геометрическая

# Примеры изомеров углеродного скелета (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>)

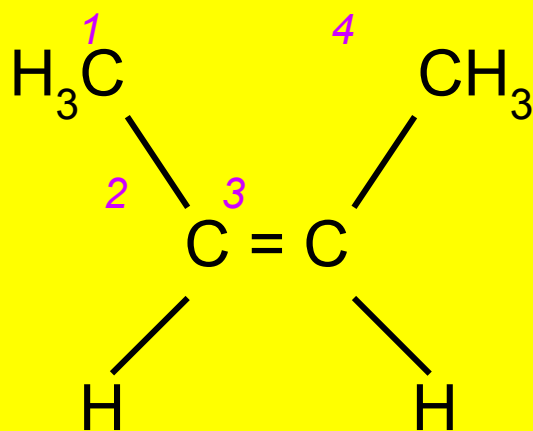


# Примеры изомеров положения двойной связи (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>)

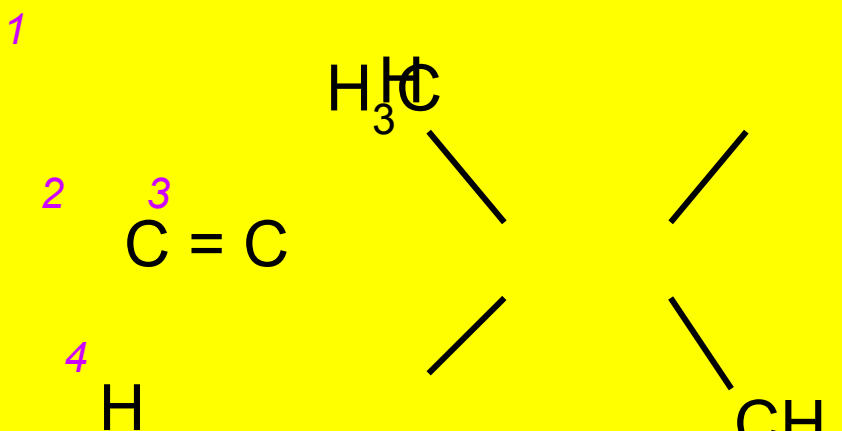


# Пространственная изомерия (C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>)

Для алкенов возможна пространственная изомерия, поскольку вращение относительно двойной связи, в отличие от одинарной невозможно.

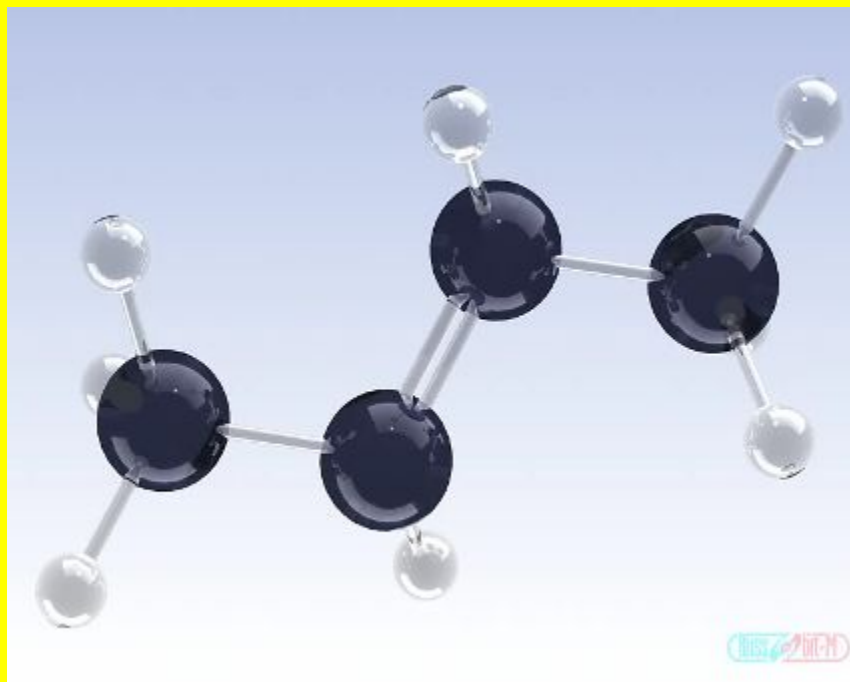


*Цис-бутен-2*

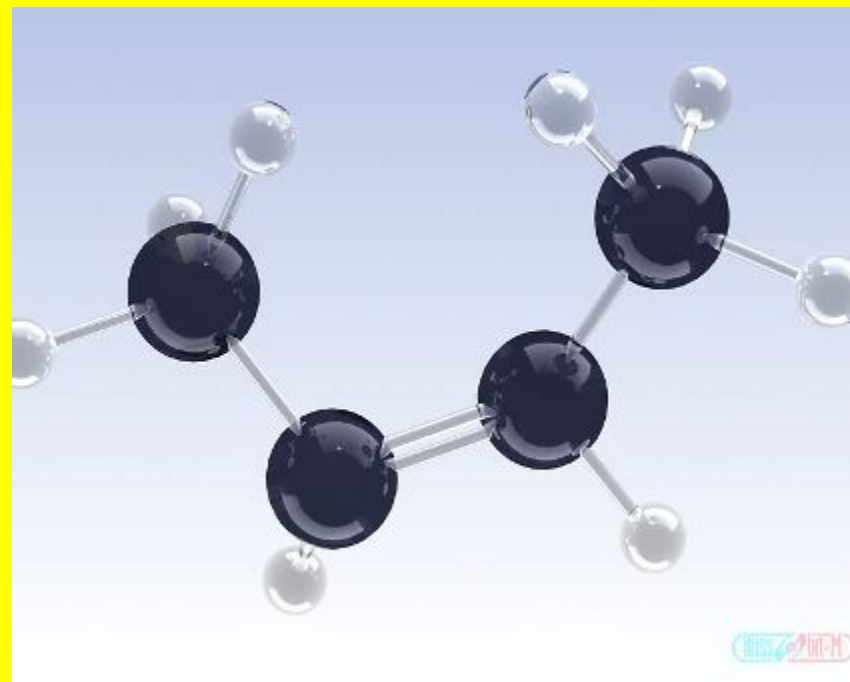


*Транс-бутен-2*

# Геометрические изомеры бутена



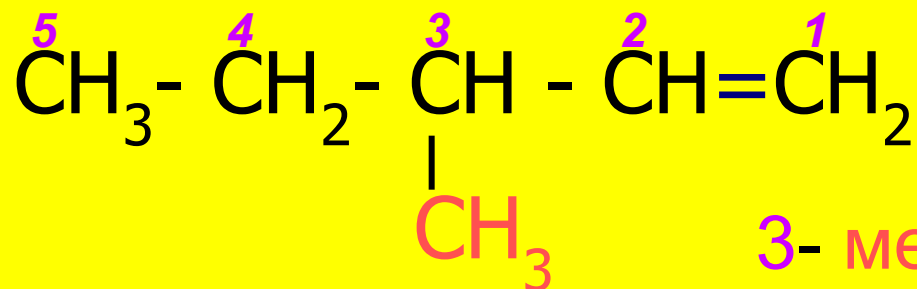
*Транс-изомер*



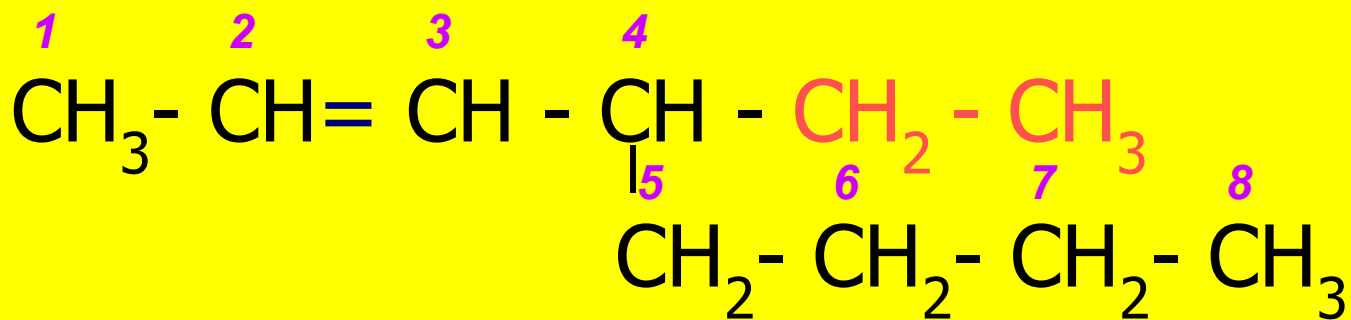
*Цис-изомер*



# Примеры:



3-метилпентен-1



4-этилоктен-2

# 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

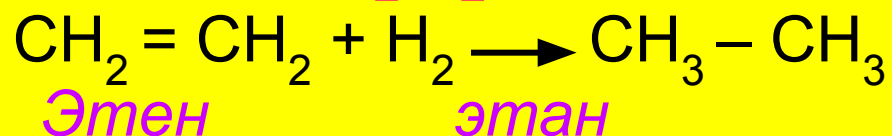
- По химическим свойствам алкены резко отличаются от алканов. Алкены более химически активные вещества, что обусловлено наличием двойной связи, состоящей из  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей. Алкены способны присоединять два одновалентных атома или радикала за счёт разрыва  $\pi$ -связи, как менее прочной.

# Типы химических реакций, которые характерны для алкенов

- Реакции присоединения.
- Реакции полимеризации.
  - Реакции окисления.

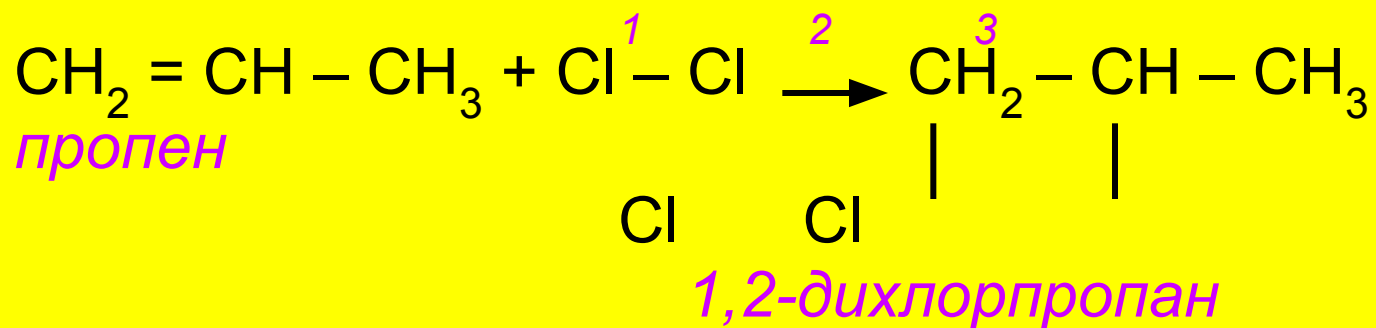
# Реакции присоединения

## 1. Гидрирование.



Условия реакции: катализатор – Ni, Pt, Pd

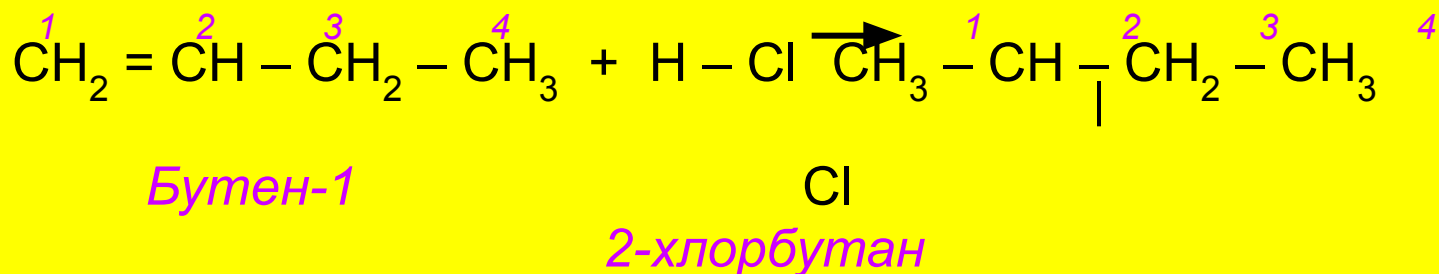
## 2. Галогенирование.



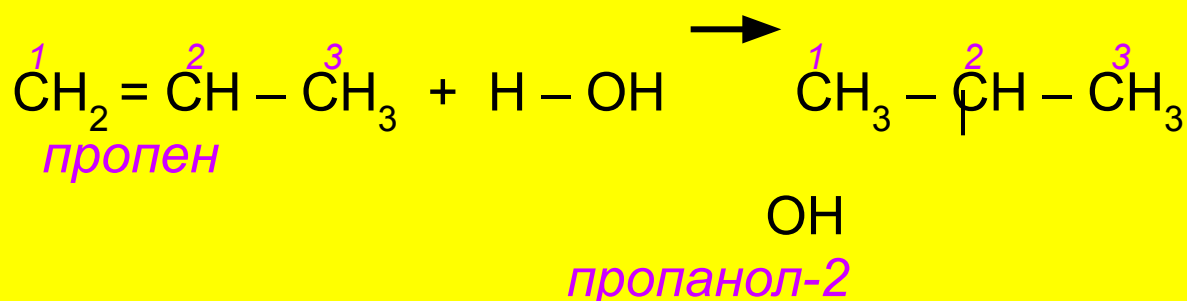
Реакция идёт при обычных условиях.

# Реакции присоединения

## 3. Гидрогалогенирование.



## 4. Гидратация.



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*

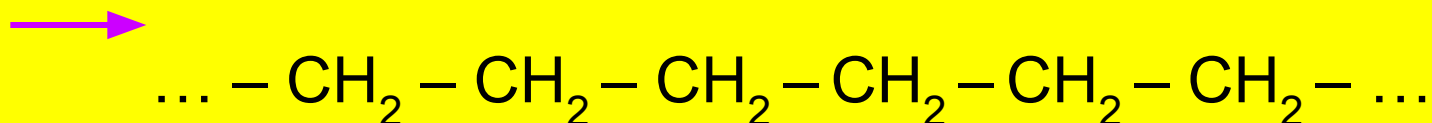
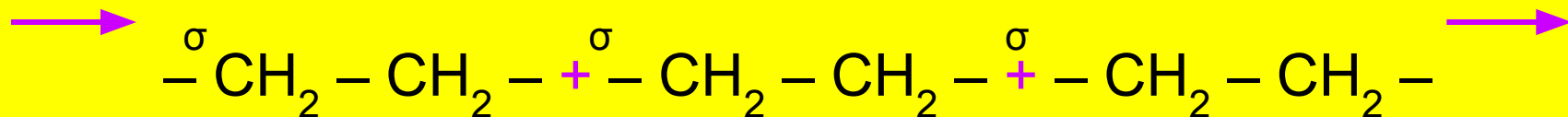
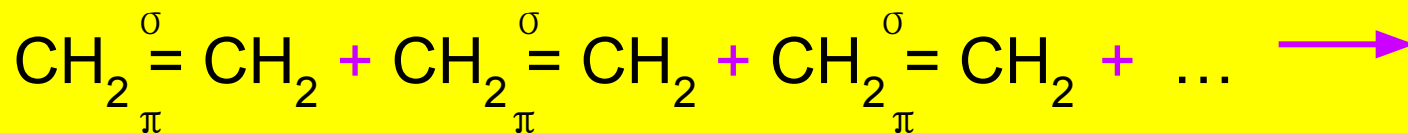
- Атом водорода присоединяется к наиболее гидрированному атому углерода при двойной связи, а атом галогена или гидроксогруппа – к наименее гидрированному.



# Реакции полимеризации

(свободно-радикальное присоединение)

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



Сокращённо уравнение этой реакции записывается так:



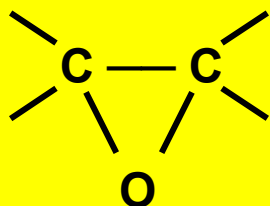
*Этен*

*полиэтилен*

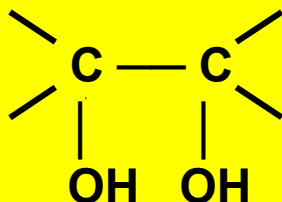
Условия реакции: повышенная температура, давление, катализатор.



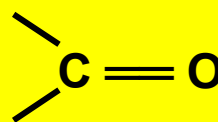
# Возможные продукты окисления алкенов



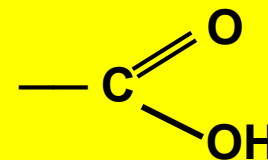
ЭПОКСИДЫ



ДИОЛЫ



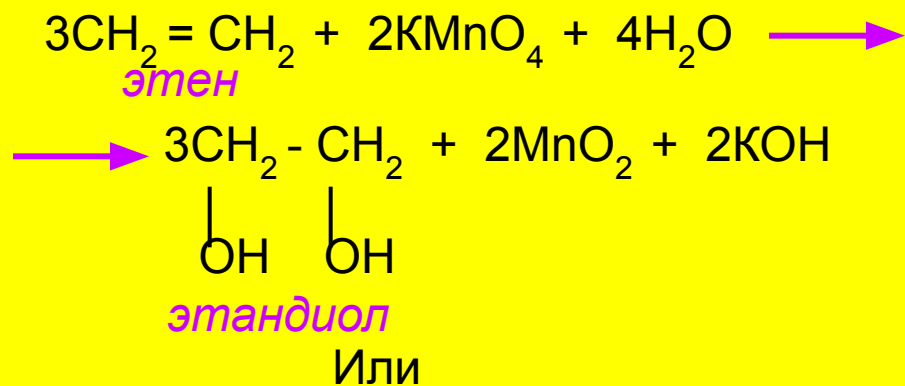
альдегиды  
или кетоны



КИСЛОТЫ

# Реакции окисления

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

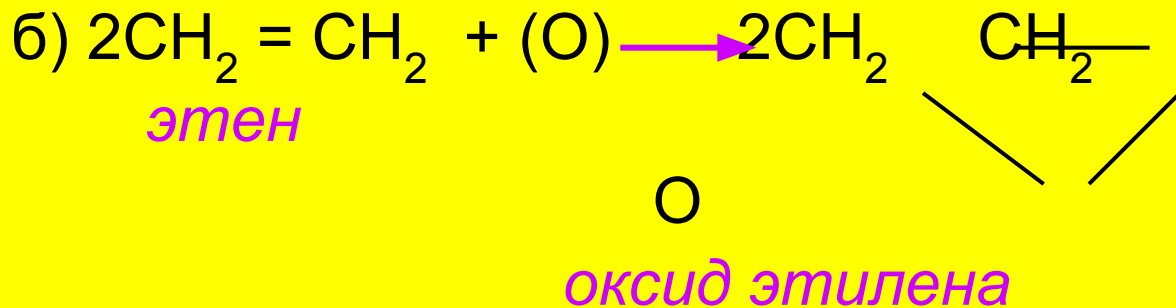


# Реакции окисления

## 3. Каталитическое окисление.



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



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

# 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.

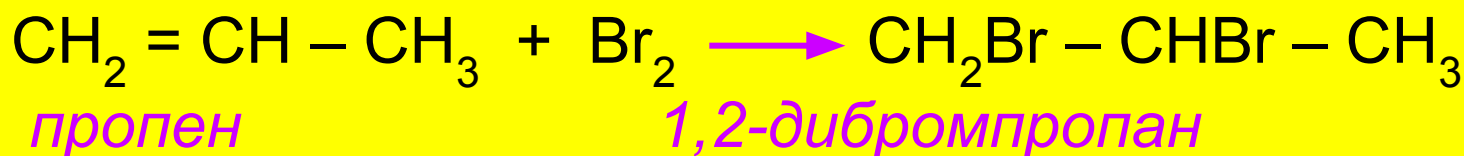


При недостатке кислорода

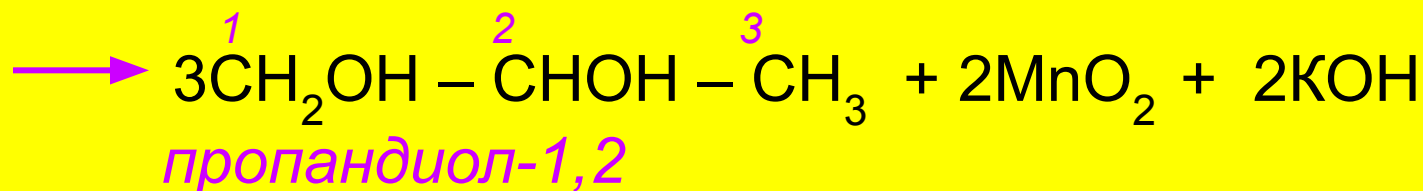


# Качественные реакции на двойную углерод-углеродную связь

- **Обесцвечивание бромной воды.**



- **Обесцвечивание раствора перманганата калия.**





# 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.



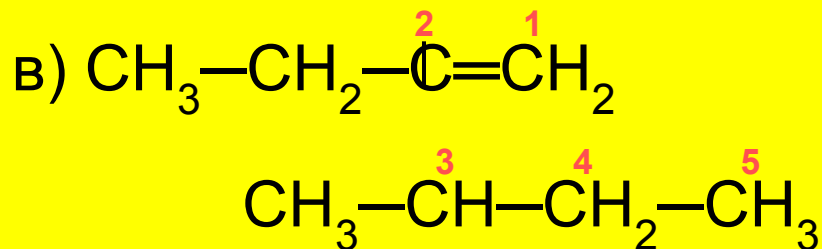
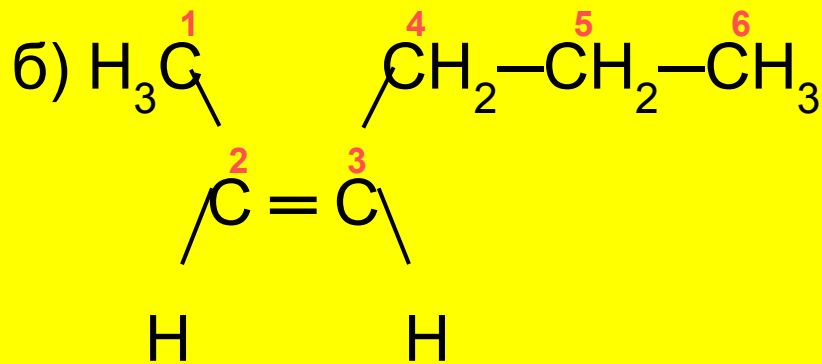
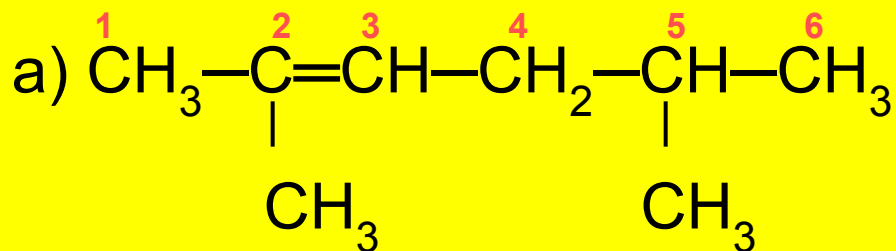


# Это интересно

- 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.



# Назовите следующие алкены



Ответы:

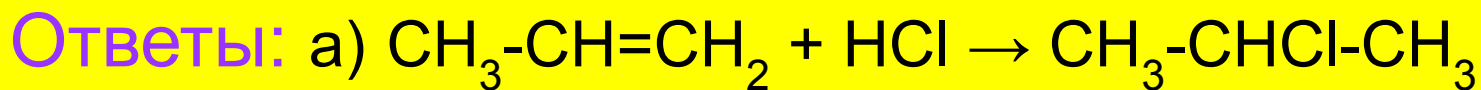
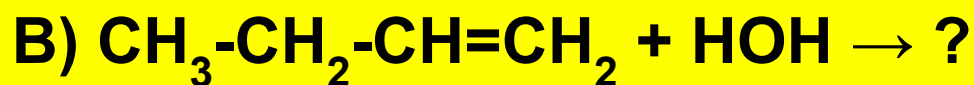
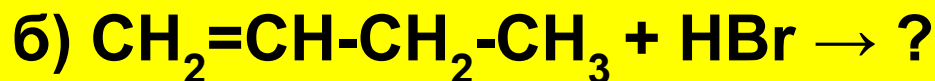
а) 2,5-диметилгексен-2

б) цис-изомер-гексен-2

в) 3-метил-2-этилпентен-1



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



- Спасибо за работу!

