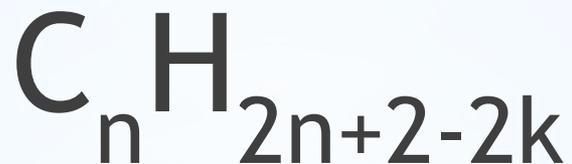


# \* ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

## Лекция 3

1. Ненасыщенные (непредельные) алифатические углеводороды
2. Алкены

\* Ненасыщенные углеводороды содержат двойные или тройные связи, которые могут насыщаться водородом



\* k- степень ненасыщенности состава.

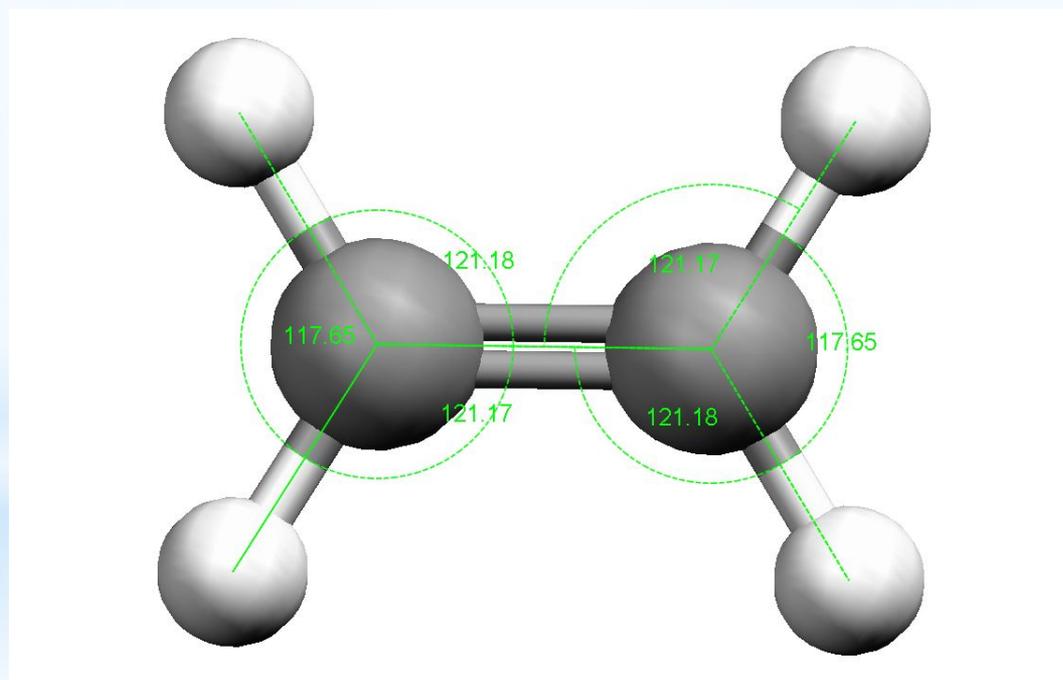
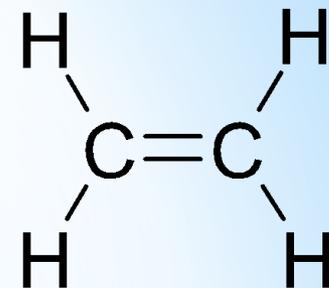
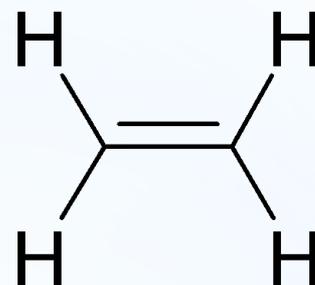
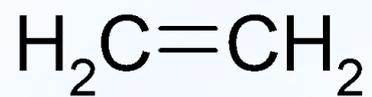
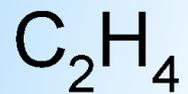
\* k равна числу молекул водорода, которые можно присоединить к одной молекуле углеводорода.

\* В случае алкенов  $k = 1$ , в случае алкинов и алкадиенов  $k = 2$ .

# \* АЛКЕНЫ

- \* Алкены (олефины, этиленовые углеводороды, алкилены) - непредельные алифатические углеводороды, молекулы которых содержат одну двойную связь.
- \* Общая формула гомологического ряда алкенов  $C_n H_{2n}$

# 1. Строение алкенов



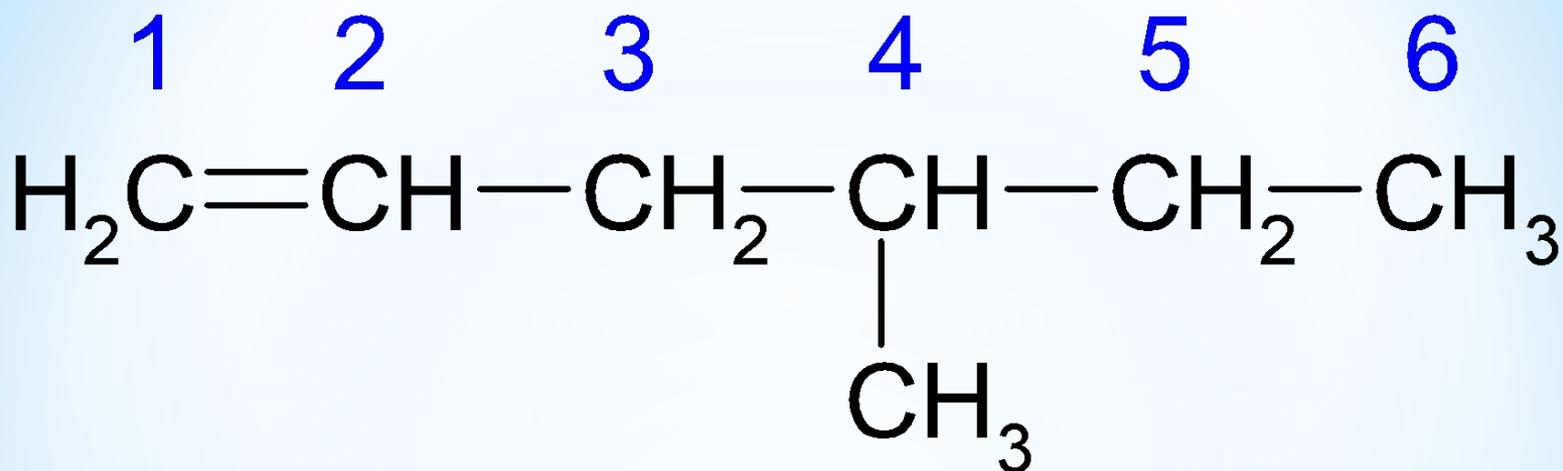
## \* 2. Номенклатура алкенов

этан → этен  
пропан → пропен

\* этан → этилен  
пропан → пропилен

\* Главная цепь обязательно должна включать в себя двойную связь, поэтому она может быть и не самой длинной

\* Нумерацию начинают с того конца цепи, который ближе к двойной связи. Локант, обозначающий положение двойной связи, ставится после суффикса **-ен**.

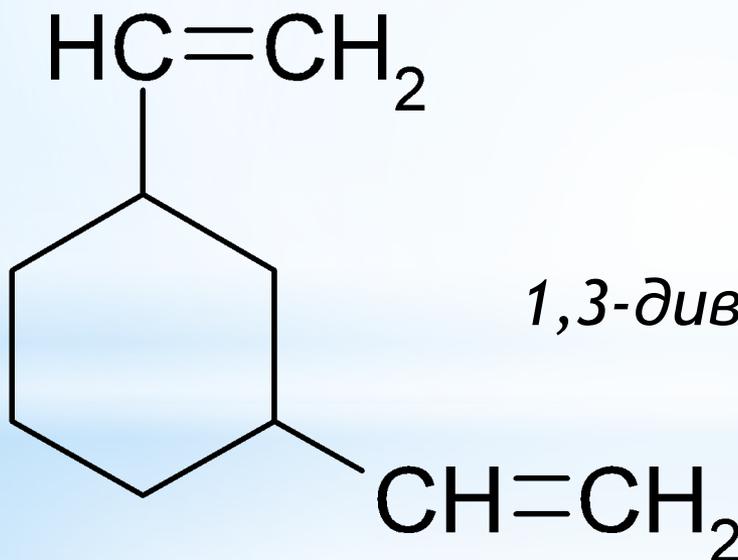


- \* *4-метилгексен-1*
- \* *4-метил-1-гексен*
- \* *4-метилгекс-1-ен* (современное название)

\* Названия радикалов образуются путём добавления -ил к названию алкена:

этен → этенил (винил)

пропен → пропенил



*1,3-дивинилциклогексан*

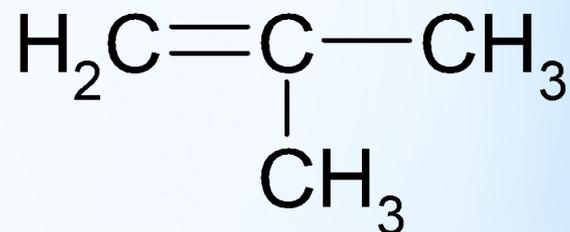
## \*3. Изомерия алкенов

### \*3.1. Структурная изомерия алкенов

#### \*3.1.1 Изомерия углеродного скелета

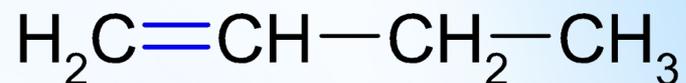


*бутен-1*



*метилпропен*

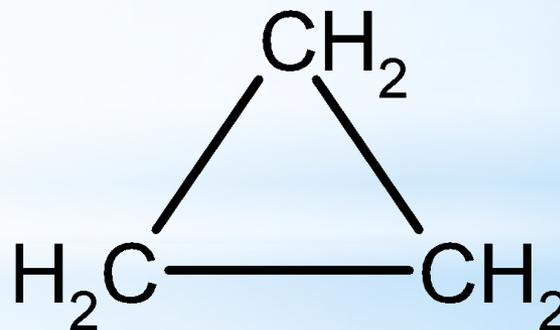
### \*3.1.2 Изомерия положения кратной связи



### \*3.1.3 Межклассовая изомерия

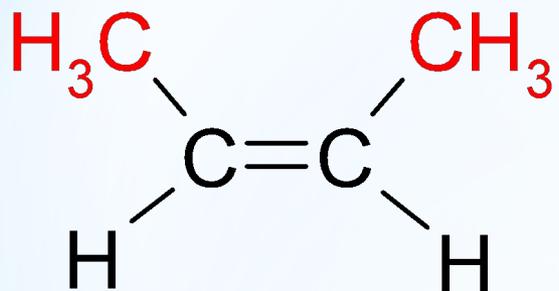


*пропен*

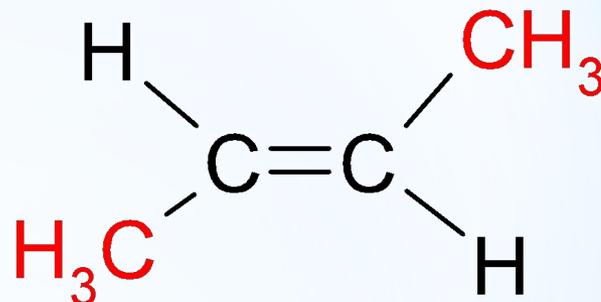


*циклопропан*

## \*3.2. Пространственная изомерия алкенов

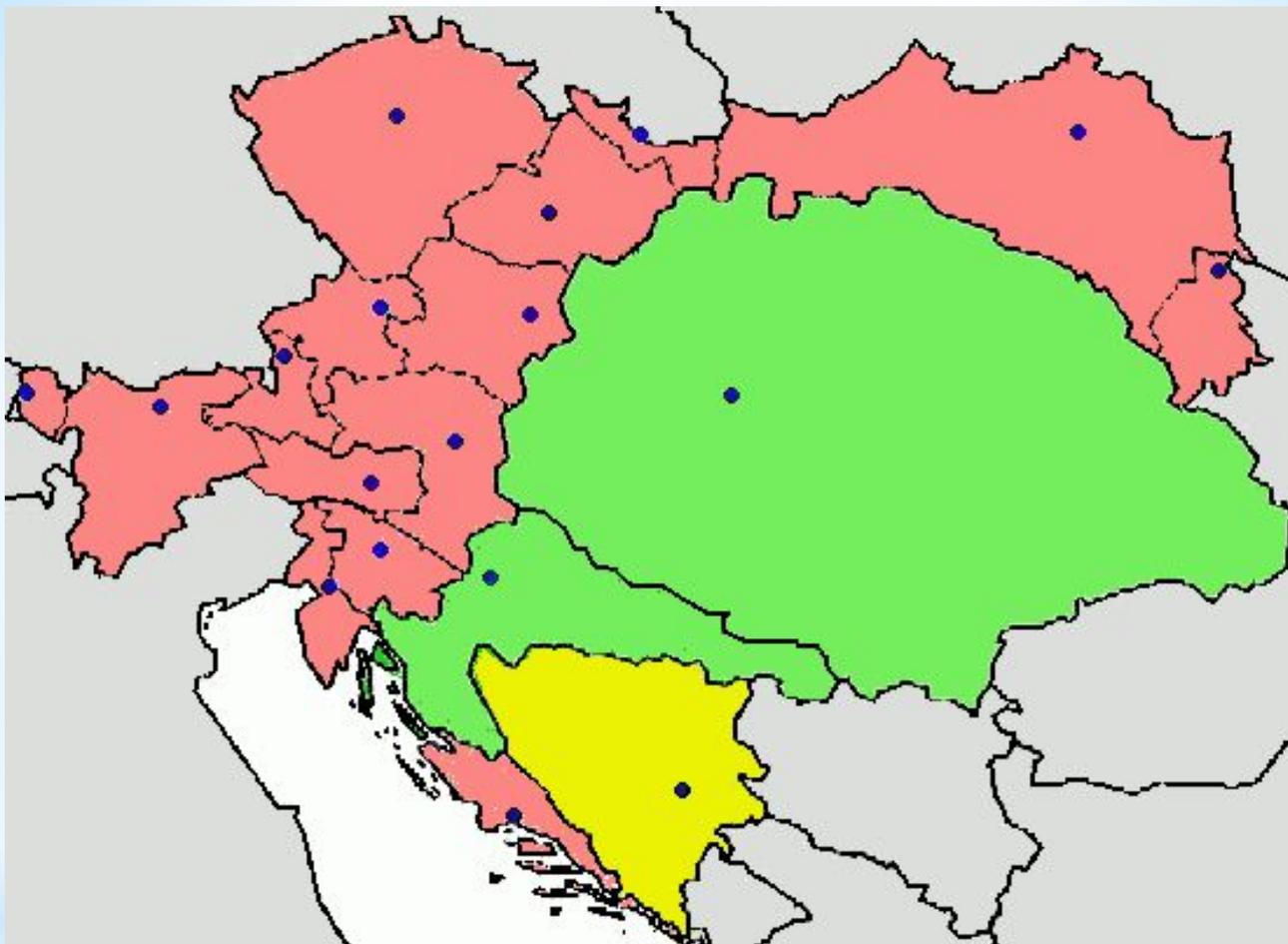


*цис-бутен-2*  
*(E)-бутен-2*



*транс-бутен-2*  
*(Z)-бутен-2*

В современной номенклатуре вместо **цис** используется стереодескриптор **(Z)** - (нем. Zusammen - вместе), а вместо **транс** используется **(E)** - (нем. Entgegen - отдельно).



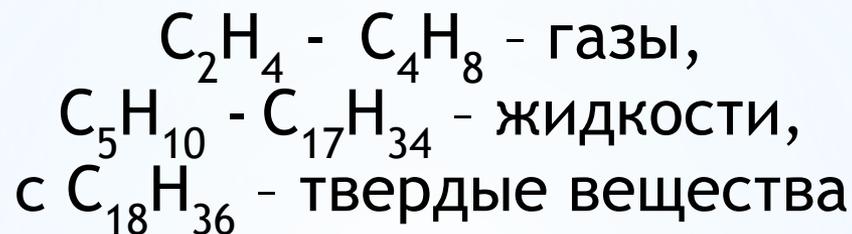
[http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Cisleithanien\\_Transleithanien.png](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Cisleithanien_Transleithanien.png)

**Цислейтания** - наименование земель австрийской короны; показано красным

**Транслейтания** – наименование земель венгерской короны; показано зелёным

## \*4. Физические свойства

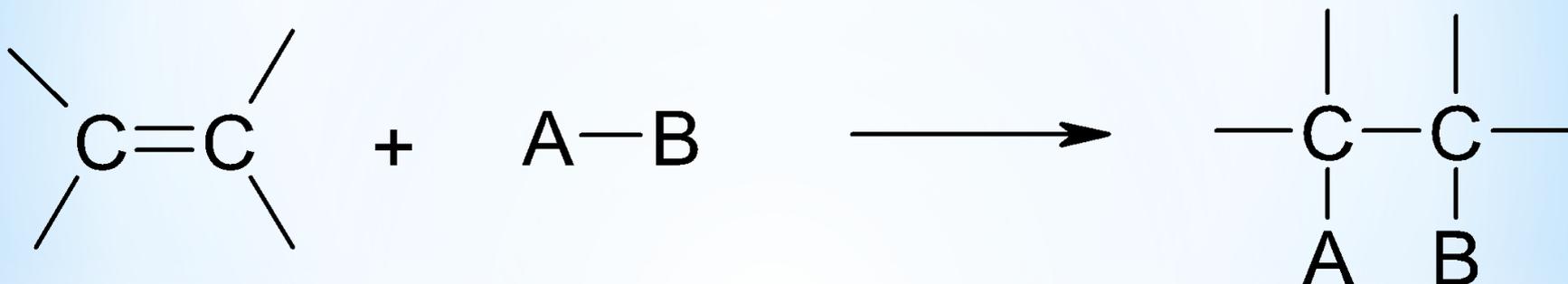
- Физические свойства алкенов закономерно изменяются в гомологическом ряду:



- Алкены являются гидрофобными веществами.
- Жидкие алкены обладают очень своеобразным запахом.

## \* 5. Химические свойства

\* Для алкенов характерны реакции присоединения



## \* 5.1. Реакции присоединения к алкенам

### \* 5.1.1. Гидрирование (присоединение водорода)

\* Алкены легко присоединяют водород при нагревании и повышенном давлении в присутствии катализаторов, например платины (Фокин, Вильштеттер) или порошкообразного никеля (Сабатье) с образованием алканов:



При комнатной температуре и обычном давлении алкены присоединяют водород в присутствии катализатора Уилкинсона -  $((\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{P})_3\text{RhCl}$  (за открытие таких катализаторов Дж. Уилкинсон получил Нобелевскую премию, 1973)

## \*5.1.2. Галогенирование (присоединение галогенов)



*бутен-1*

*1,2-дибромбутан*

Быстрое обесцвечивание коричневой окраски раствора брома в воде (бромной воды) служит качественной реакцией на наличие кратных углерод-углеродных связей.

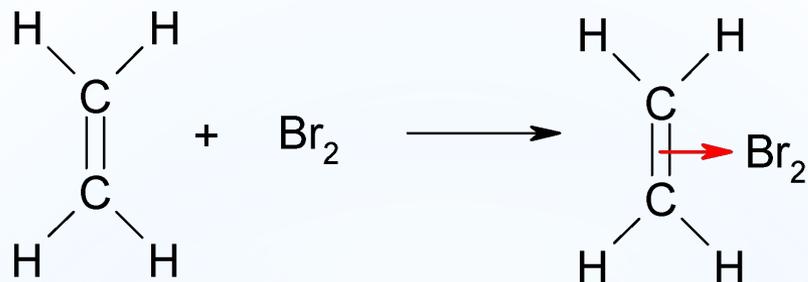
## \* М е х а н и з м



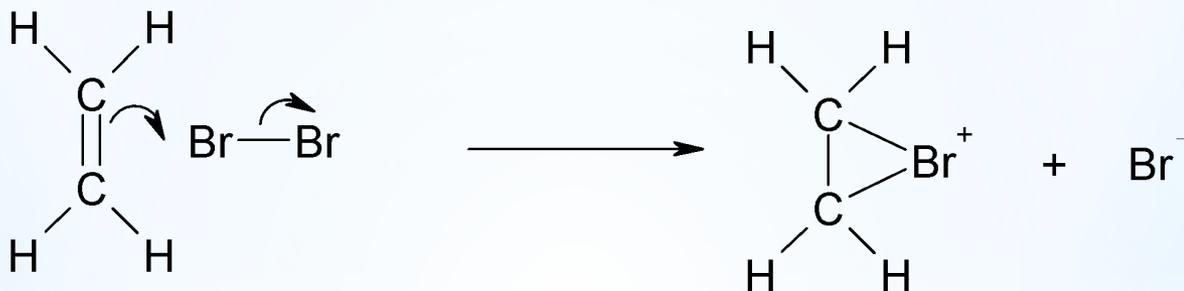
*1,2-дибромэтан*

Реакция идет по механизму электрофильного присоединения ( $A_E$ )

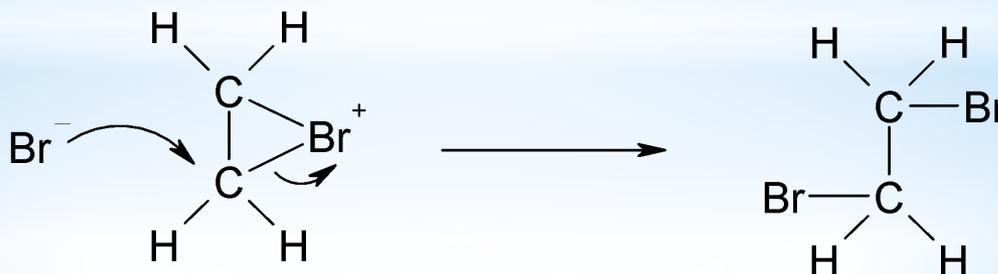
\*1. Образование  $\pi$ -комплекса



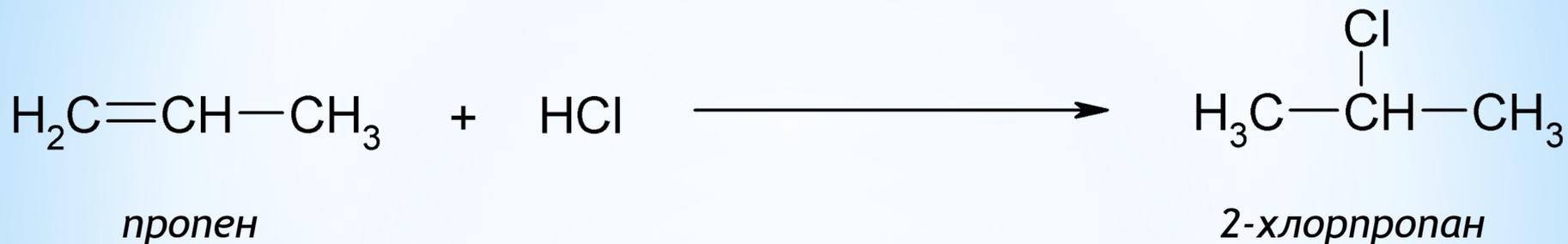
\*2. Образование циклического галогенониевого иона



\*3. Атака галогенониевого иона галогенид-ионом

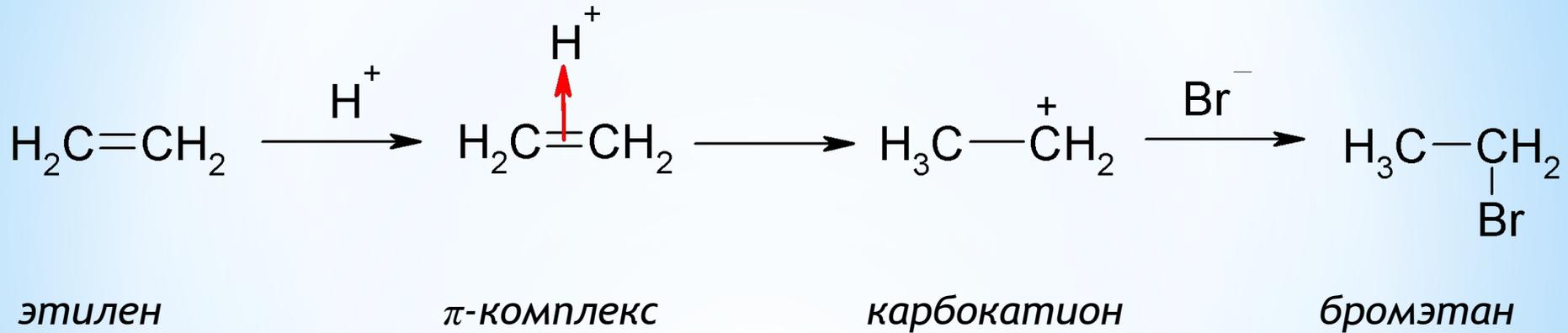


### \*5.1. 3. Гидрогалогенирование (присоединение галогеноводородов)



Реакция идет по механизму электрофильного присоединения ( $A_E$ ).

# Механизм

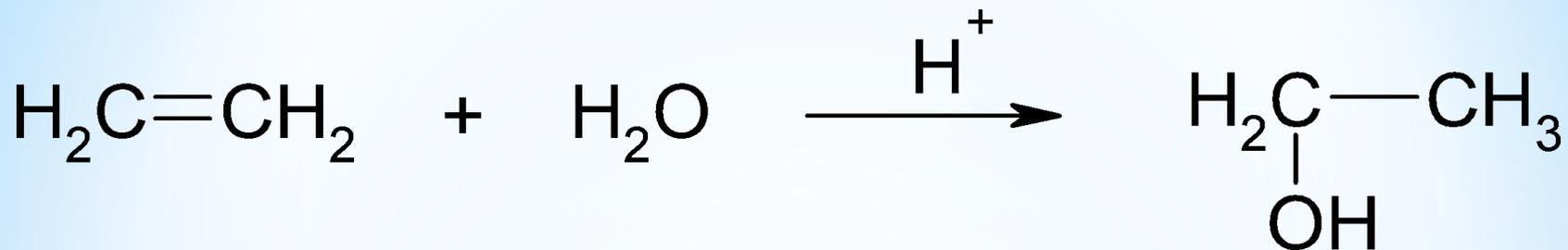


\* правило Марковникова :

При присоединении HX к алкенам, водород присоединяется к более гидрогенизированному атому углерода при двойной связи



## \*5.1.4. Гидратация (присоединение воды)



*этилен*

*этанол (этиловый спирт)*

Реакция идет по механизму электрофильного присоединения ( $A_E$ )

\* В реакциях несимметричных алкенов соблюдается правило Марковникова:



\*Присоединение воды к двойной связи протекает в организме и катализируется ферментами, например :

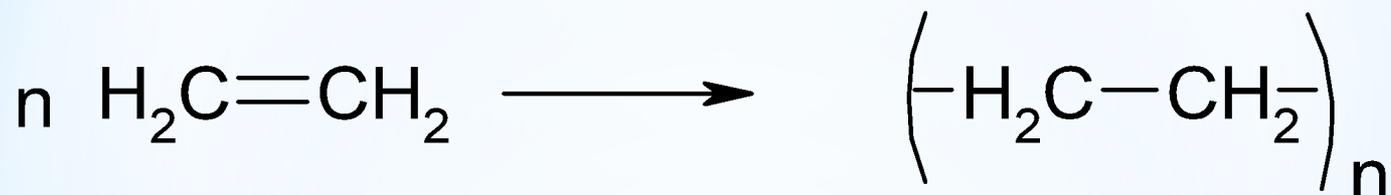


*фумаровая кислота*

*яблочная кислота*

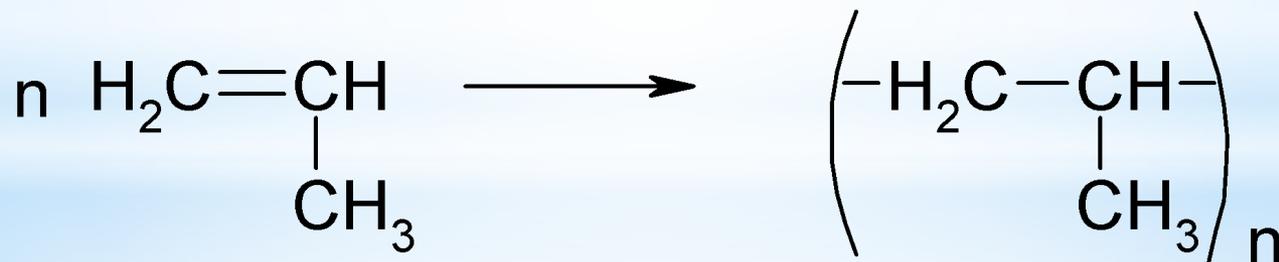
## \*5.1.5. Полимеризация алкенов

Полимеризация - реакция образования полимеров, то есть соединений, молекулы которых состоят из большого числа повторяющихся звеньев.



*полиэтилен*

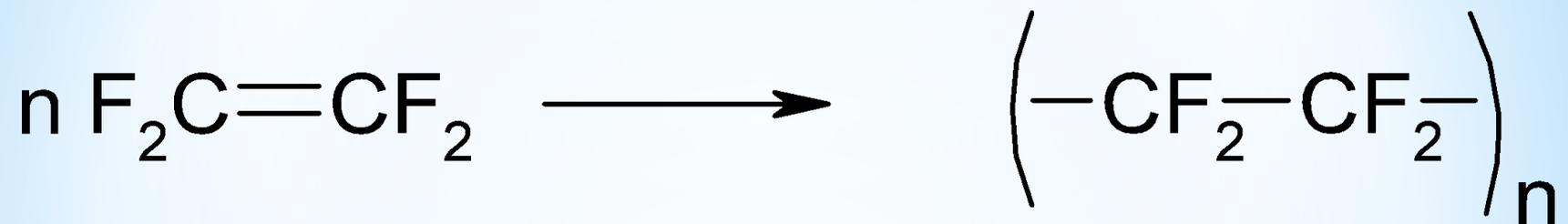
(ок. 16 млн. тонн в 1980 году)



*полипропилен*

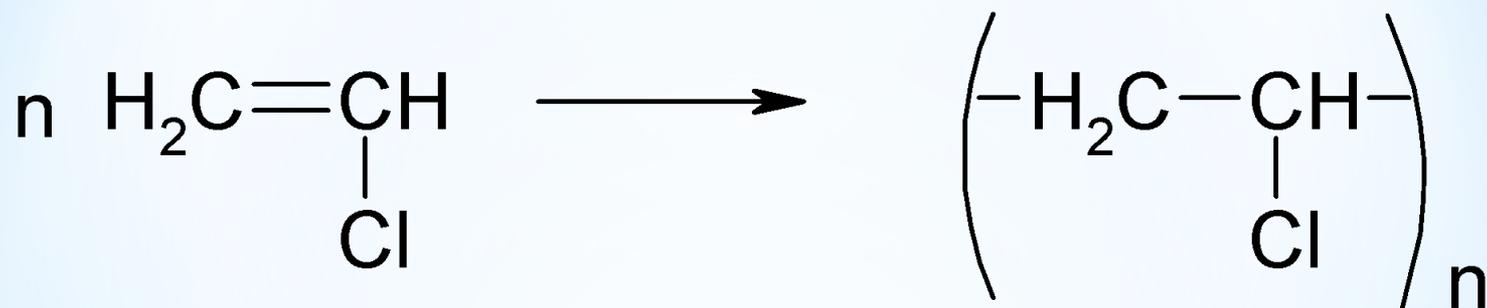
- \* Условия синтеза: 1500 атм, 200°
- \* при использовании катализатора Циглера-Натта ( $\text{TiCl}_4$ ,  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ ): атмосферное давление и температура 60-70°  
(Циглер, 1955, Нобелевская премия, 1963).
- \* Полиэтилен применяется в производстве пленок, труб, емкостей, технических волокон и многого др.
- \* Полипропилен применяется в производстве полипропиленового волокна и пленок.

\* Полифторэтилен (фторпласт-4, фторлон-4, тефлон), является продуктом полимеризации тетрафторэтилена:



Тефлон является хорошим диэлектриком, очень устойчив к действию окислителей, щелочей, кислот, органических растворителей. Применяется в производстве изделий электротехнической, радиотехнической и химической промышленности.

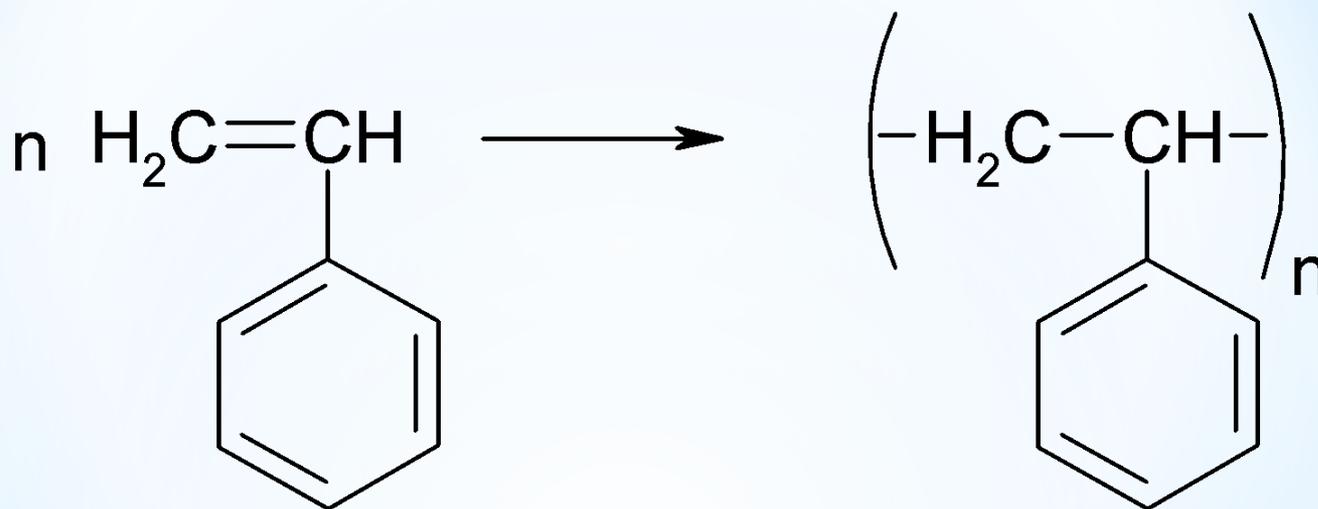
\*Поливинилхлорид (ПВХ) получают полимеризацией хлорэтилена (винилхлорида):



На основе поливинилхлорида получают:

- пластмассы,
- пластизоли,
- поливинилхлоридное волокно.

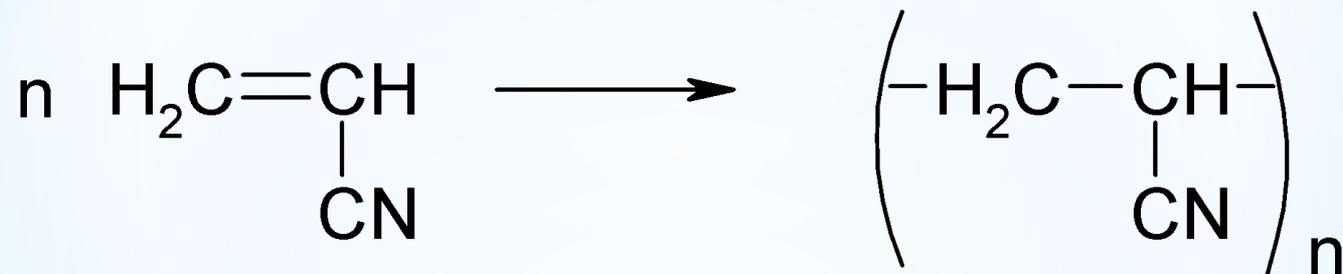
\* Полистирол - продукт полимеризации стирола:



Применяется в производстве

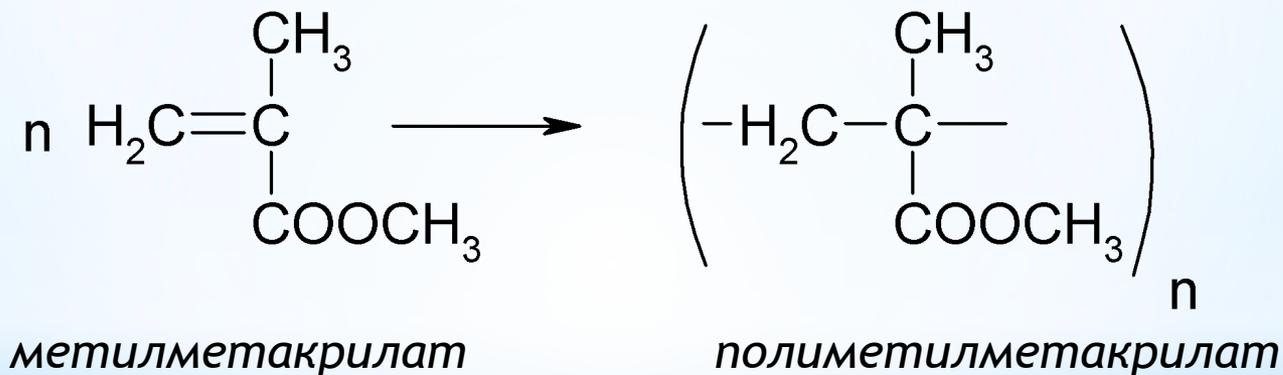
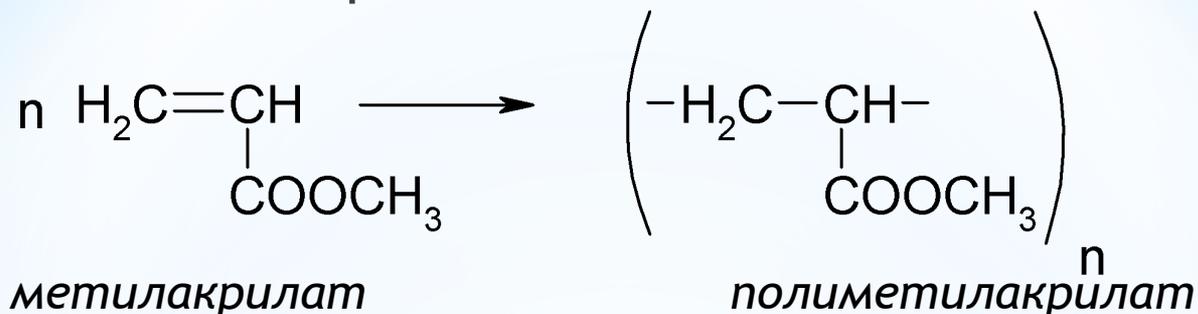
- пенопластов,
- корпусов радио- и телеаппаратуры,
- различных деталей автомобилей
- и др.

\* Полиакрилонитрил образуется при анионной полимеризации акрилонитрила:



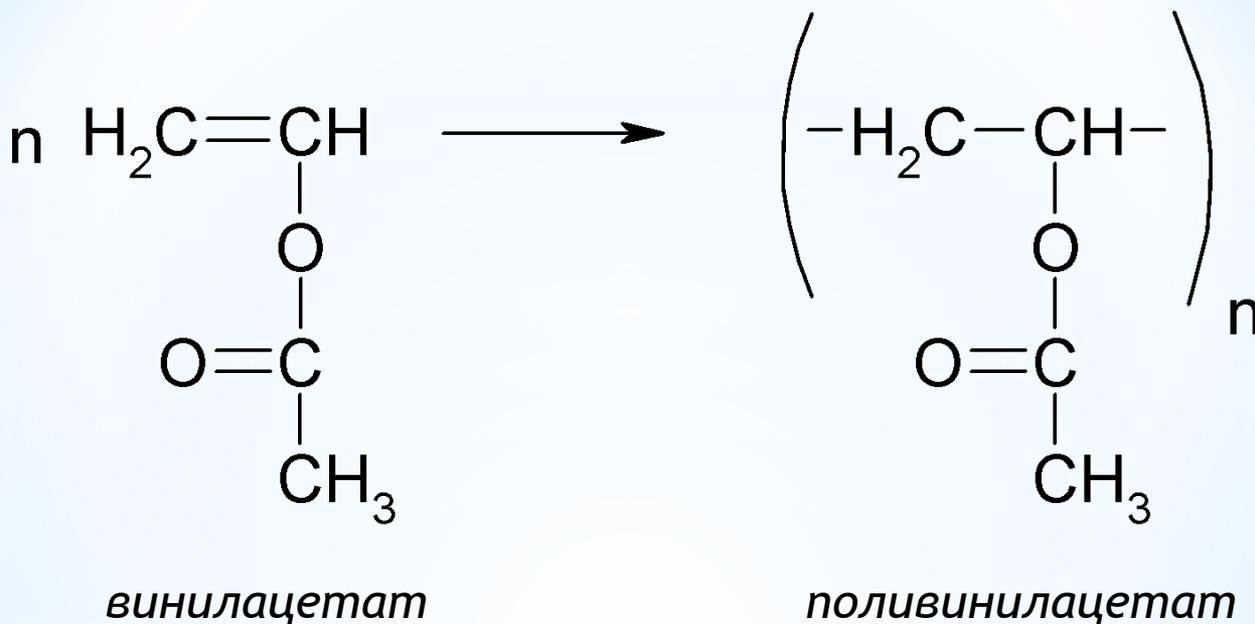
- Применяется главным образом в производстве полиакрилонитрильного волокна (акрилового волокна).
- Акриловое волокно - синтетическое волокно, которое по многим свойствам близко к шерсти, устойчиво к действию света, кислот, органических растворителей.
- Торговые названия: акрил, нитрон, орлон, акрилан, кашмилон, куртель, дралон, вольпряла.

\* Полиакрилаты являются полимерами сложных эфиров акриловой или метакриловой кислоты:



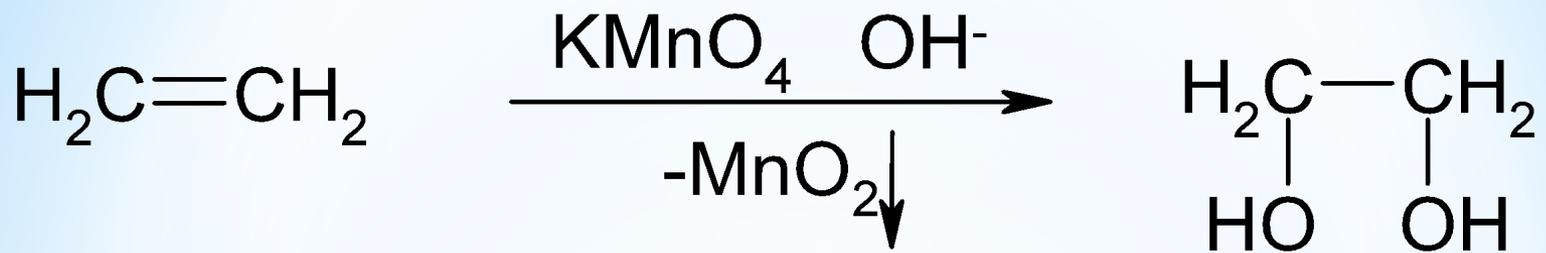
Применяются для производства органического стекла, пленок, лакокрасочных материалов, клеев и пропиточных составов для бумаги, кожи, дерева, ткани и др. Полиакрилаты широко используют в медицине, в частности в стоматологии, для изготовления искусственных челюстей и зубов, для пломбирования. Из полимеров и сополимеров на основе акрилатов изготавливают протезы и контактные линзы.

\*Из винилацетата получают полимер - поливинилацетат:



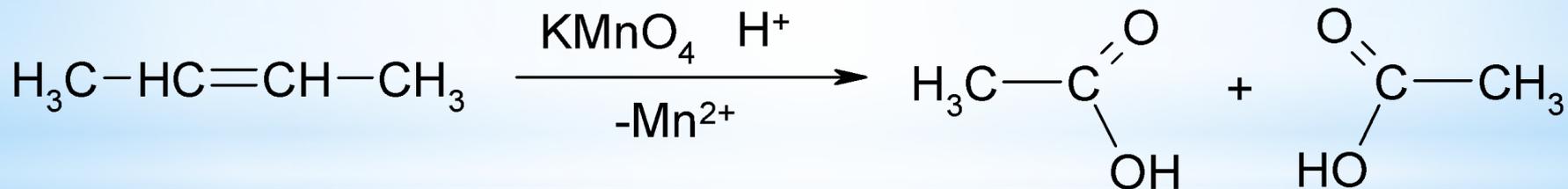
Поливинилацетат применяется в производстве эмульсионных красок, клеев (клей ПВА). Винилацетат используется для получения различных сополимеров (со стиролом, этиленом, винилхлоридом), используемых в производстве эмульсионных красок, покрытий для полов, грампластинок и др.

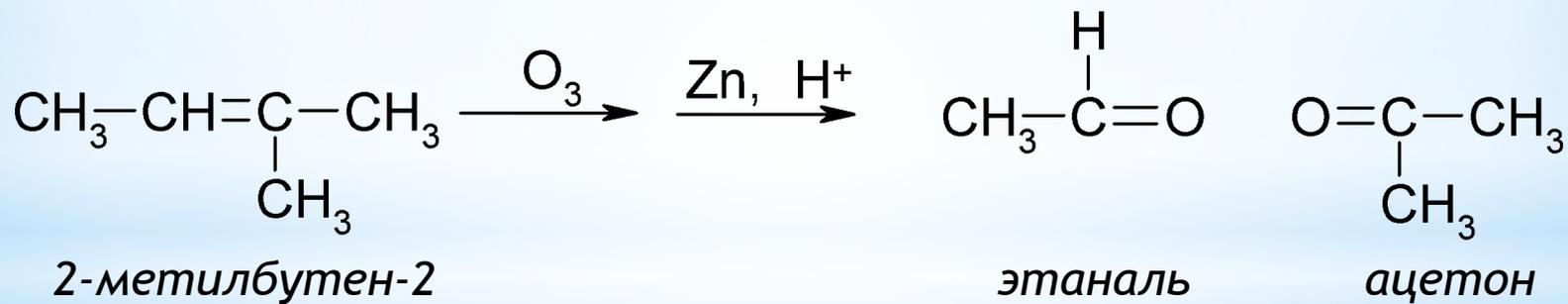
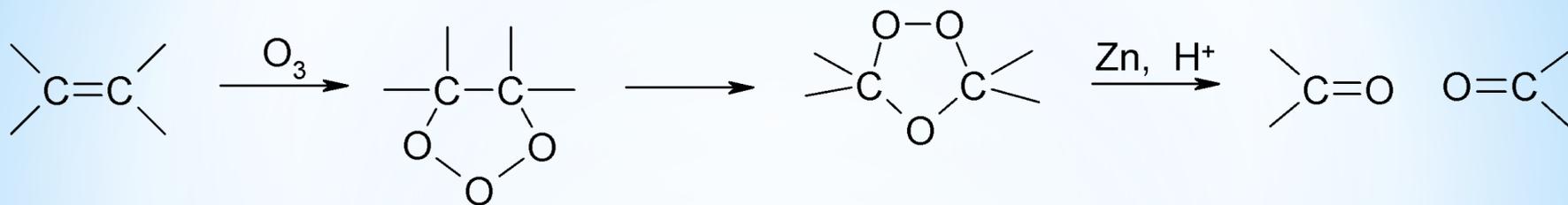
## \* 5.2. Реакции окисления алкенов

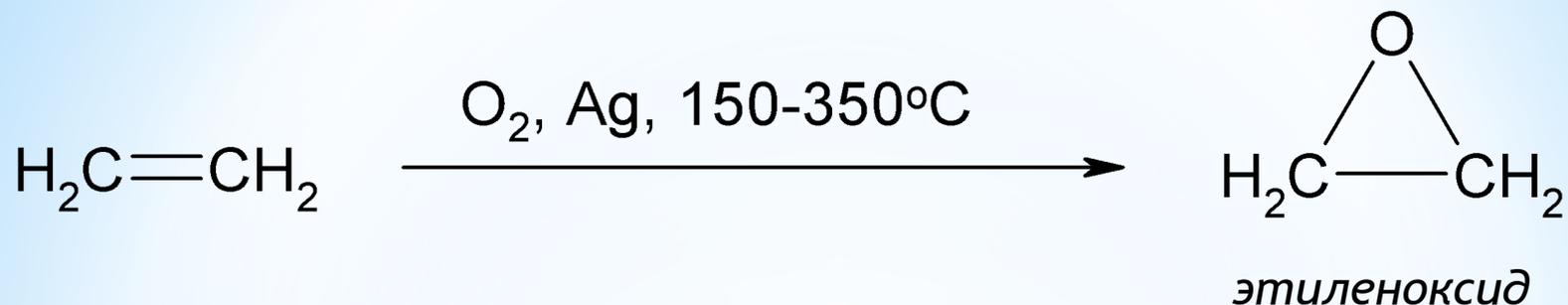


*этилен*

*этиленгликоль*







Этиленоксид является важным промышленным продуктом, который является сырьем для получения ацетальдегида, акрилонитрила, этаноламинов, целлозольвов, красителей, этиленгликоля (а из него получают полиэтилентерефталат, полиуретаны, взрывчатые и душистые вещества и др).



## \* 6. Получение алкенов

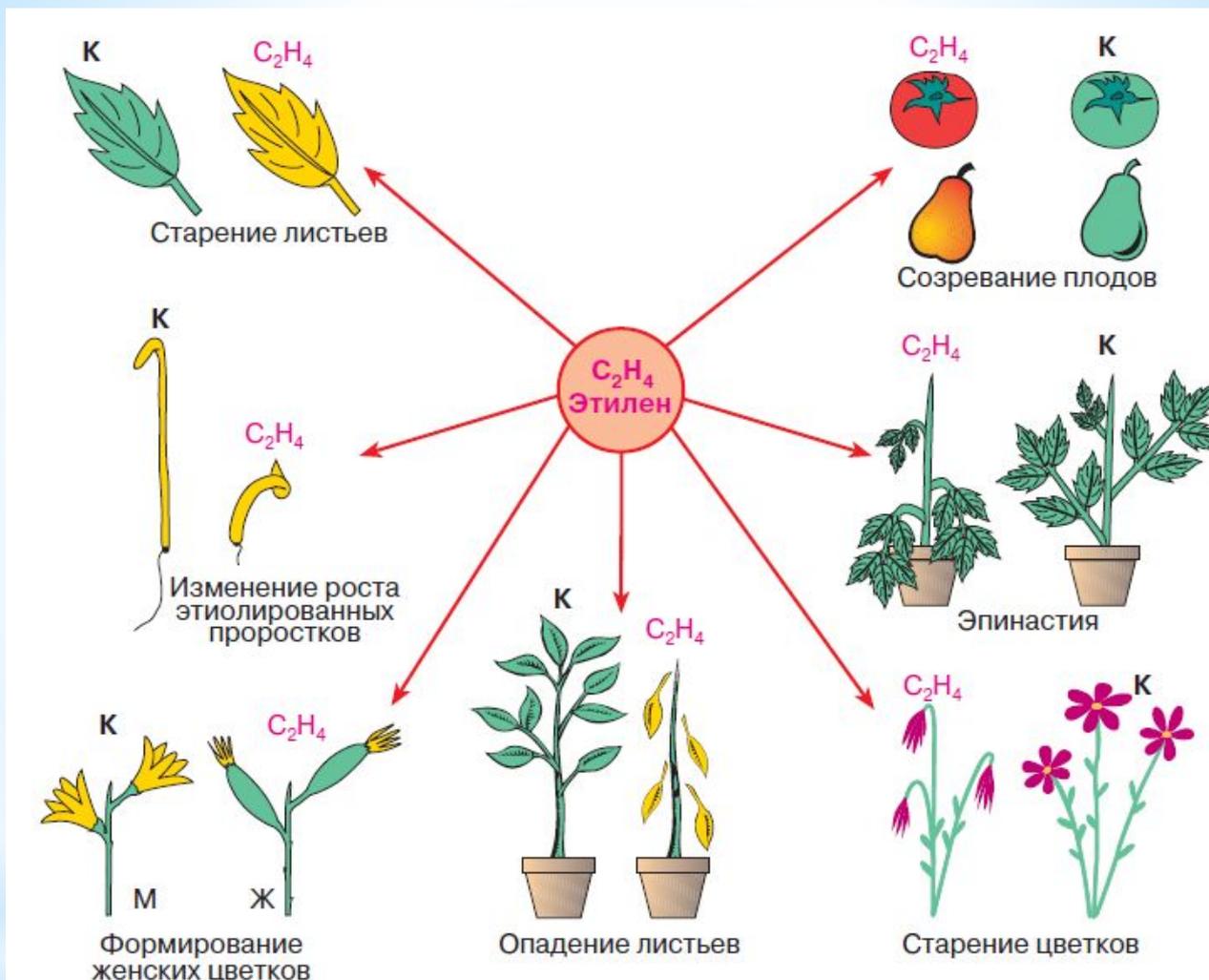
### \* 6.1. Получение из природных источников

Алкены встречаются во многих нефтях, но обычно лишь в небольшом количестве.

Этилен образуется в растениях и является фитогормоном.

Действие этилена на растения впервые описано русским ученым Д. Н. Нелюбовым в 1901.

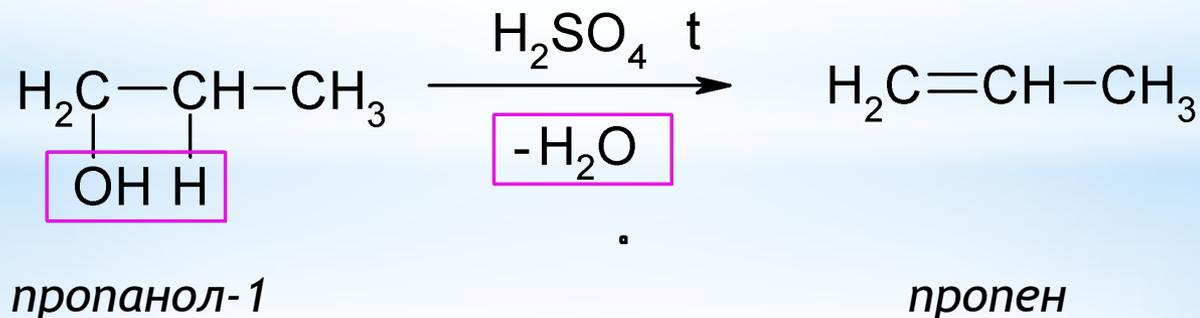
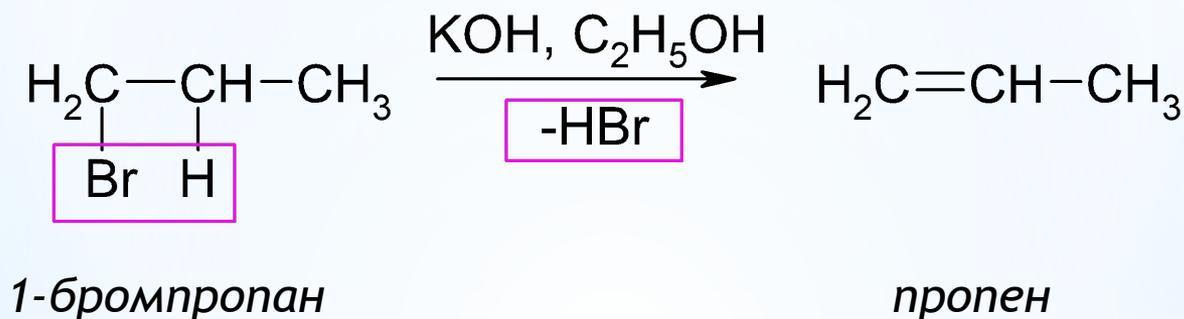
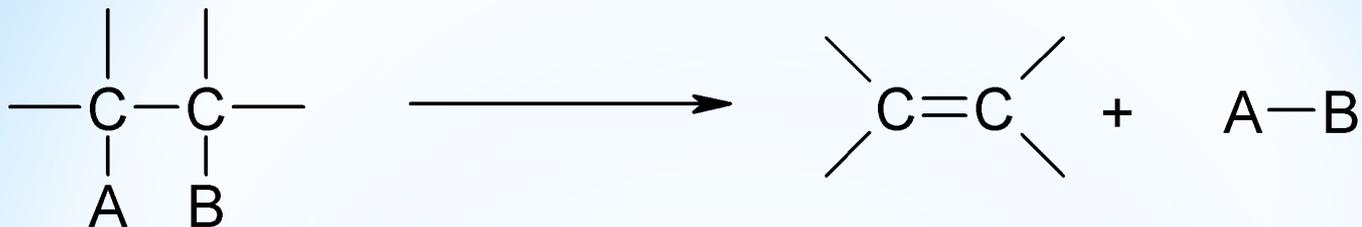
“одно гнилое яблоко портит целую бочку”  
The rotten apple injures its neighbours

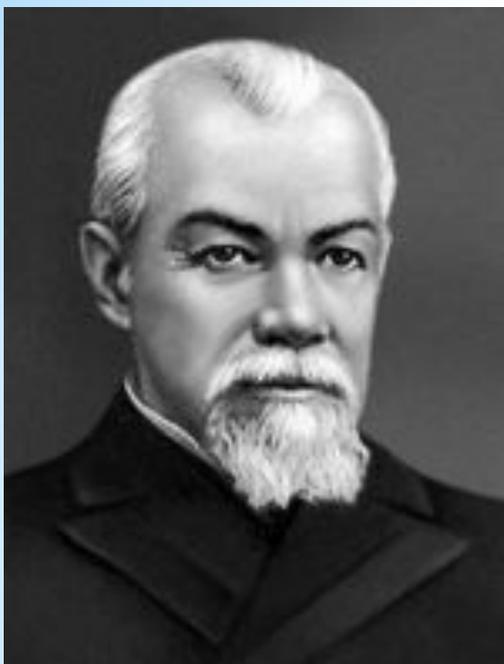


[http://www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/9811\\_078.pdf](http://www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/9811_078.pdf)

Кулаева О.Н. Соросовский образовательный журнал, 1998, № 11

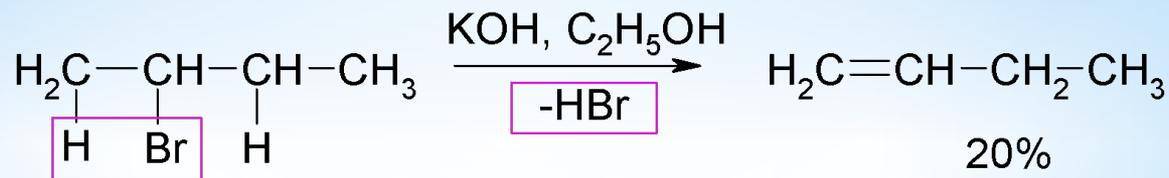
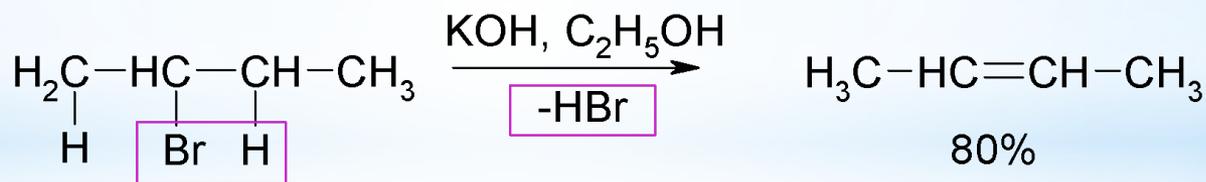
## \*6.2. Реакции элиминирования





\* Реакции дегидрогалогенирования и дегидратации идут в соответствии с правилом Зайцева:

Отщепление атома водорода в реакциях дегидрогалогенирования и дегидратации происходит от наименее гидрогенизированного атома углерода.

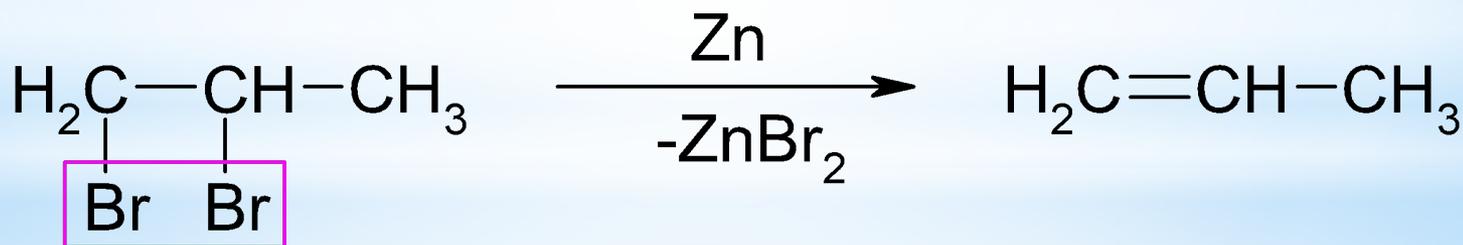


\* Дегидрирование алканов при 500°C



катализаторы (Pt, Pd, Ni, Fe, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO)

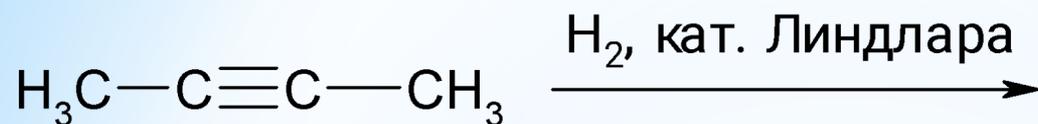
\* Дегалогенирование дигалогеналканов



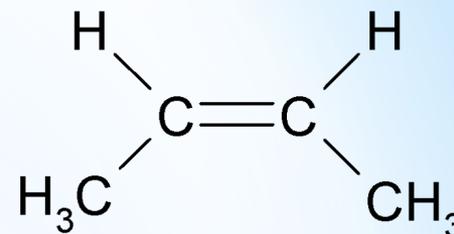
1,2-дибромпропан

пропен

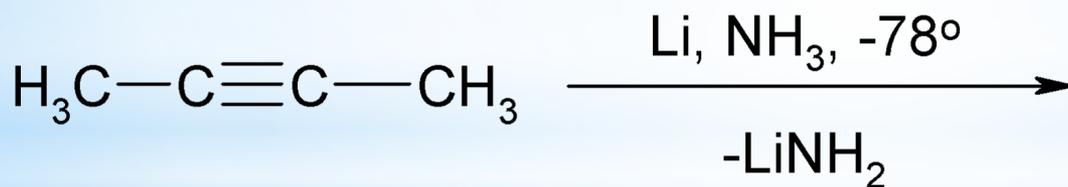
## \*6.3. Гидрирование алкинов



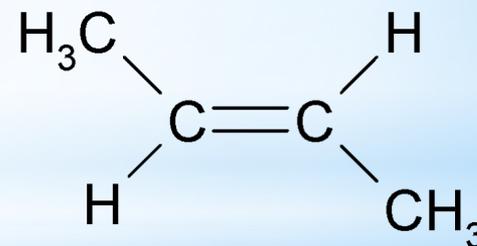
*бутин-2*



*цис-бутен-2*



*бутин-2*



*транс-бутен-2*

## \*6.5. Другие методы

- \* Реакция Виттига, реакция Кори-Уинтера, присоединение боранов к алкинам с последующим гидролизом образующихся алкенилборанов и т.д.

**Спасибо**

**за**

**Ваше внимание!**