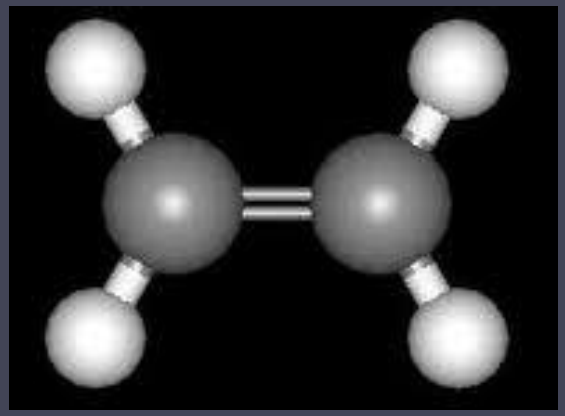
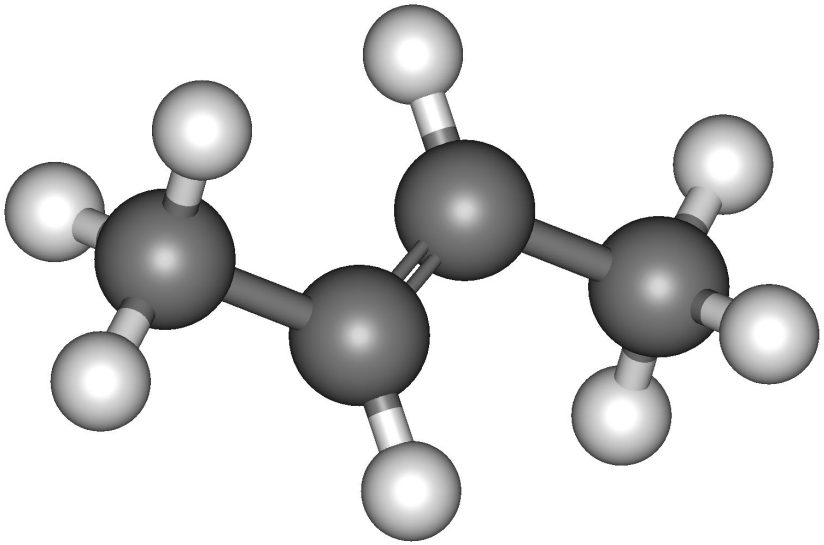
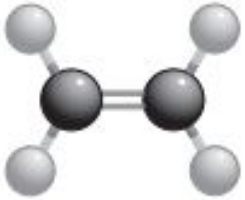
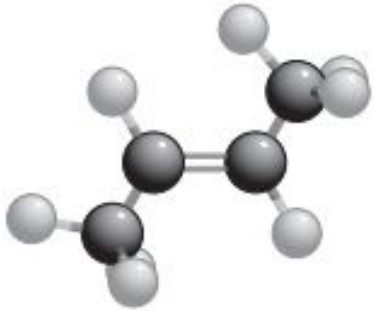
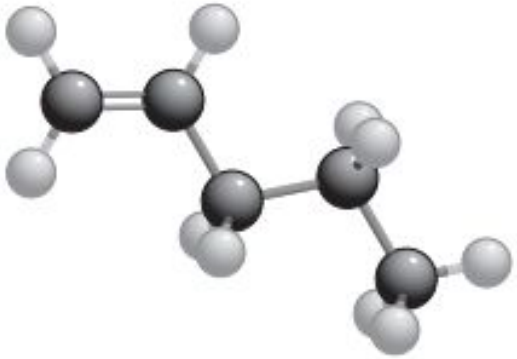
# Алкены





*Алкены (этиленовые углеводороды, олефины) - непредельные алифатические углеводороды, молекулы которых содержат двойную связь.*

# Гомологический ряд алкенов

$C_2H_4$ — Этен

$C_3H_6$ — Пропен

$C_4H_8$ — Бутен

$C_5H_{10}$ — Пентен

$C_6H_{12}$ — Гексен

$C_7H_{14}$ — Гептен

# Алкены

- Алкены (этиленовые углеводороды, олефины) - непредельные алифатические углеводороды, молекулы которых содержат двойную связь.

**Общая формула ряда алкенов** $C_nH_{2n}$**, где** $n \geq 2$**.**

- Простейшие представители:

$C_2H_4$

$CH_2=CH_2$

*этен (этилен)*

$C_3H_6$

$CH_2=CH-CH_3$

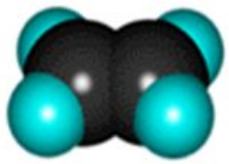
*пропен*

$C_4H_8$

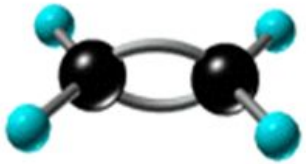
$CH_2=CH-CH_2-CH_3$ $CH_3-CH=CH-CH_3$

*бутены*

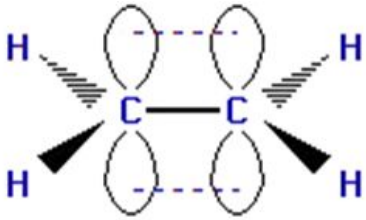
# Электронное строение алкенов



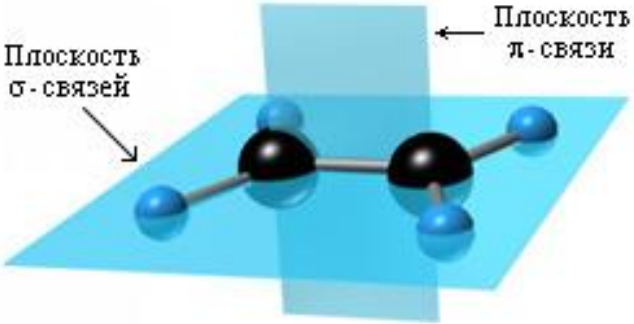
Масштабная модель

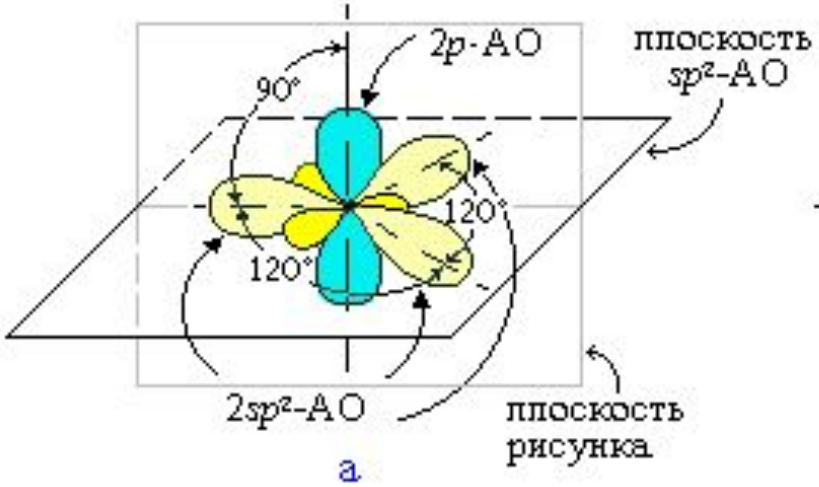


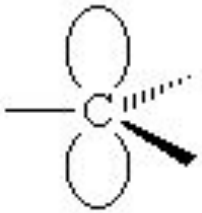
Шаростержевая




Атомно-орбитальная

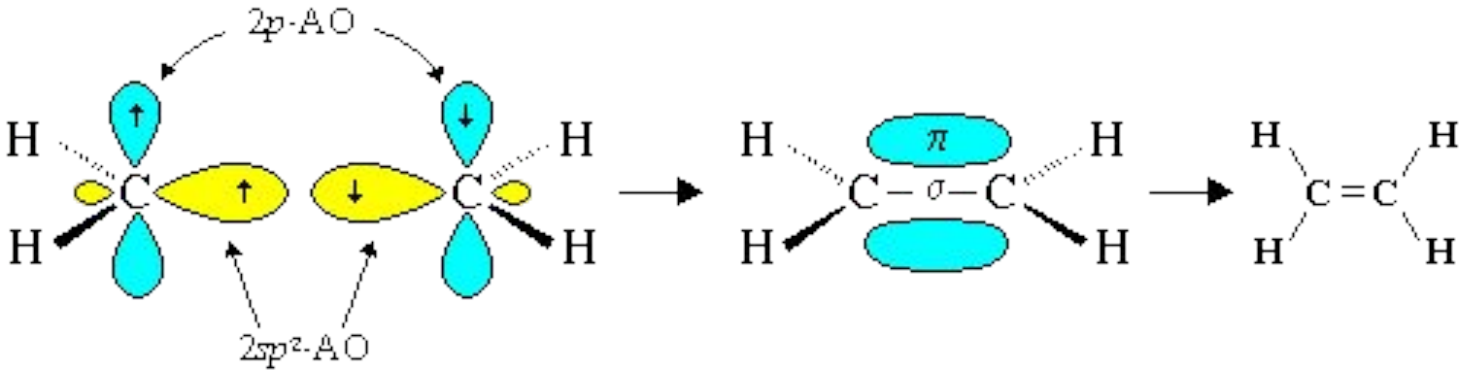


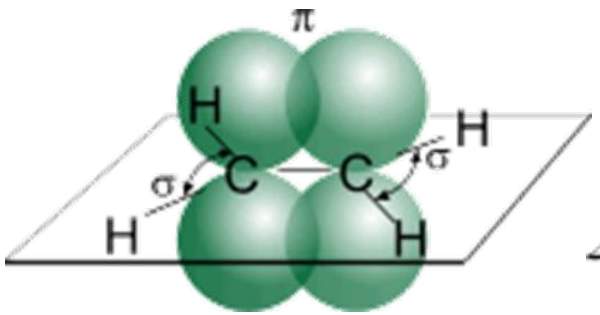



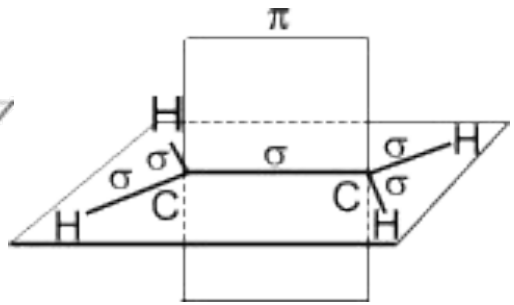



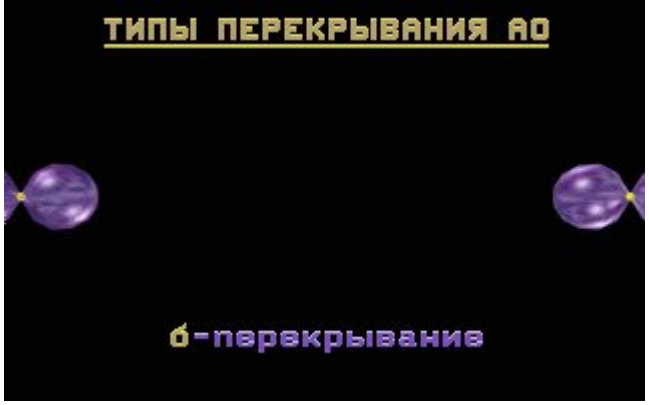

**Атомы углерода** при двойной связи находятся в **$sp^2$-гибридизации** и область двойной связи имеет **плоскостное** строение. **Угол между гибридными валентными электронами** на плоскости **120°**.

## Образование двойной связи C=C






**σ** (сигма) – более прочная связь, образованная гибридными электронами и расположенная по линии, соединяющей центры атомов. Вторая связь - **π** (пи) – менее прочная, образована она боковым перекрыванием негибридных р-электронов и расположена выше и ниже линии, соединяющей центры атомов.

# Энергия двойной С=С связи

| Связь | Энергия, кДж/моль | Длина связи, нм |
|---|---|---|
| С–С | 348 | 0,154 |
| С=С | 620 | 0,133 |

- $E_{\sigma+\pi}$ (энергия двойной связи) С=С (σ +π ) 620 кДж/мо
- $E_{\sigma}$ (энергия σ -связи) С-С 348 кДж/моль
- Отсюда $E_{\pi}$ (энергия π-связи) 272 кДж/моль, т.е. $E_{\pi}$ на 76 кДж/моль меньше $E_{\sigma}$.
- Поэтому **для алкенов наиболее характерны реакции**, протекающие за счет раскрытия менее прочной π -связи. При этом π -связь (в исходном алкене) преобразуется в σ -связь в продукте реакции. Исходное ненасыщенное соединение превращается в насыщенное без образования других продуктов, т.е. происходит *реакция* *присоединения*.

# Повторим алкены: строение

- **1.** Что называется длиной связи?

*(Длина связи – это расстояние между центрами ядер связываемых атомов в молекуле.)*

- **2.** Что можно сказать о длине углерод-углеродной связи веществ с одинарной (С–С) и двойной (С=С) связью?

*(Длина углерод-углеродной одинарной связи – 0,154 нм двойной связи – 0,133 нм, двойная связь прочнее и короче одинарной.)*

- **3.** Сколько σ-связей может возникнуть между атомами?

*(Одна.)*

- **4.** Что можно сказать о прочности π-связи?

*(Она менее прочная, чем одинарная -σ-связь.)*

- **5.** Какая химическая связь образуется между гибридизированными облаками?

*(Сигма.)*

- **6.** Сколько валентных электронов у атома углерода?

*(Четыре.)*

# Изомерия алкенов

## 1) Структурная изомерия алкенов

1. Изомерия углеродного скелета (начиная с $C_4H_8$):

$CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$ — *бутен-1*

$CH_2{=}C(CH_3){-}CH_3$ — *2-метилпропен*

2. Изомерия положения двойной связи (начиная с $C_4H_8$):

$CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$ — *бутен-1*

$CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3$ — *бутен-2*

3. Межклассовая изомерия с циклоалканами, начиная с $C_3H_6$:

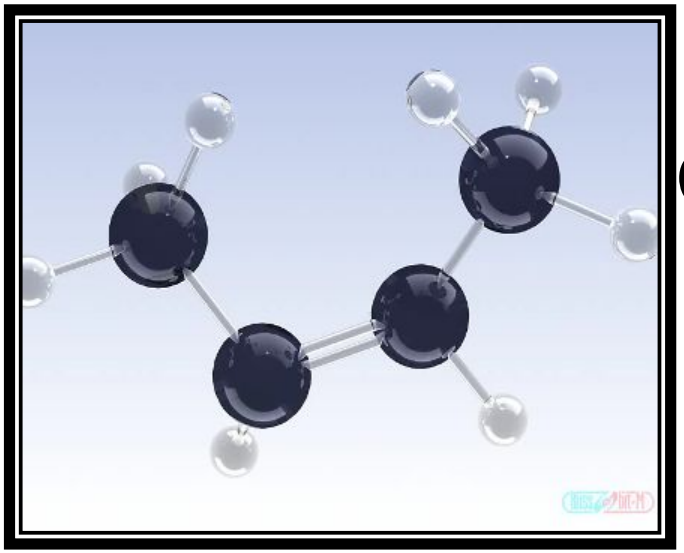
$CH_2{=}CH{-}CH_3$ — **Пропен** ⟵ $C_3H_6$ ⟶ $(CH_2)_3$ — **Циклопропан**

$CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$ — **Бутен-1** ⟵ $C_4H_8$ ⟶ $(CH_2)_4$ — **Циклобутан**

MyShared

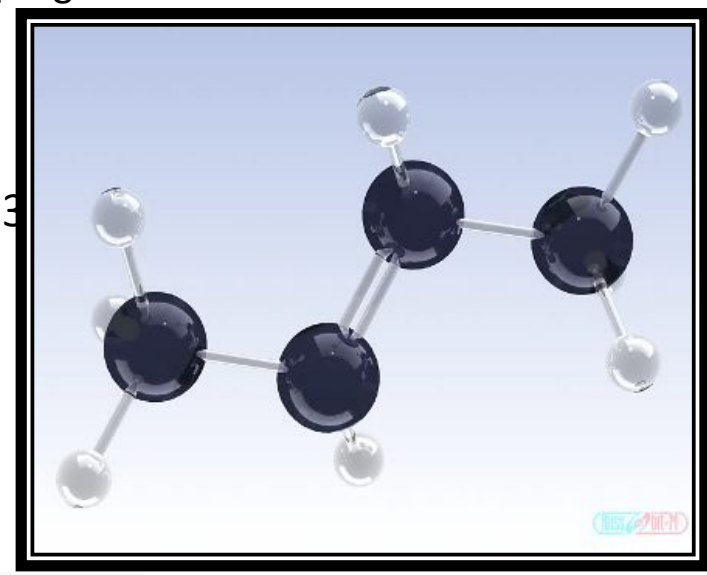
# 2) Геометрическая (пространственная) цис- транс-изомерия

(начиная с бутена $C_4H_8$)

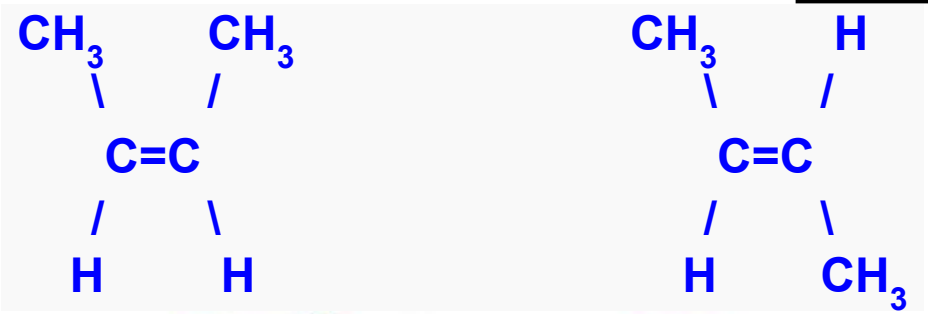


$CH_3$-CH=CH-$CH_3$

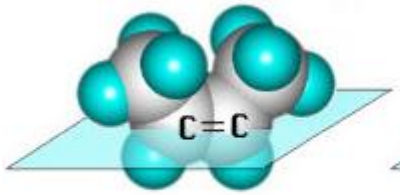
**бутен-2**



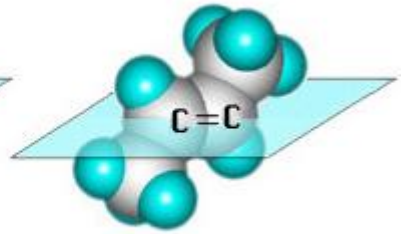
***Цис-изомер***
**(Цис-бутен-2)**




***Транс-изомер***
**(Транс-бутен-2)**




**цис-изомер**




**транс-изомер**

# Назовите следующие алкены

а) $\overset{1}{C}H_3-\overset{2}{C}(CH_3)=\overset{3}{C}H-\overset{4}{C}H_2-\overset{5}{C}H(CH_3)-\overset{6}{C}H_3$

б) $H_3\overset{1}{C}-\overset{2}{C}(H)=\overset{3}{C}(H)-\overset{4}{C}H_2-\overset{5}{C}H_2-\overset{6}{C}H_3$

в) $CH_3-\overset{2}{C}H_2-\overset{1}{C}=CH_2$

$CH_3-\overset{3}{C}H-\overset{4}{C}H_2-\overset{5}{C}H_3$

Ответы:

а) 2,5-диметилгексен-2

б) цис-изомер-гексен-2

в) 3-метил-2-этилпентен-1

# Физические свойства алкенов

**Агрегатное состояние:**

$C_2H_4$ – —— газообразные вещества;

$C_4H_8$ – —— жидкости;

$C_5H_{10}$ – $C_{16}H_{36}$ с $C_{17}H_{38}$ —— твердые вещества

**С увеличением молекулярной массы соединений температуры кипения и плавления закономерно повышаются.**

**Этилен $C_2H_4$**

$T_{пл}$ = - 169,2$^0$C

Г, З нефтяной, Д

$T_{кип}$ = - 103,7$^0$C

Плохо в $H_2O$

# Химические свойства алкенов

**Алкены горят желтоватым пламенем, немного коптят**

$$C_2H_4 + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O$$

***Алкены вступают в реакции присоединения:***

- **1) Гидрирование - *реакции с водородом***
- **2) Галогенирование – *реакции с галогенами***
- **3) Гидратация – *взаимодействие с водой***
- **4) Гидрогалогенирование – *реакции с галогеноводородами***

– гидрирование $H_2C{=}CH_2 + H_2 \rightarrow H_3C - CH_3$;

этен этан

– галогенирование $H_2C{=}CH_2 + Br_2 \rightarrow H_2C - CH_2$

| |

Br Br (дибромэтан)

этен

– гидрогалогенирование $H_2C = CH_2 + HBr \rightarrow H_3C - CH_2Br$;

этен бромоводород бромэтан

– гидратация $H_2C = CH_2 + H_2O \rightarrow H_3C - CH_2OH$;

этен вода этанол

# Химические свойства алкенов

| Алкен | Реагент | Продукт | Вид реакции |
|---|---|---|---|
| $-C=C-$ | $+ H_2 \xrightarrow{Ni}$ | $-C(H)-C(H)-$ | Гидрирование (восстановление) |
| $-C=C-$ | $+ Br_2 \longrightarrow$ | $-C(Br)-C(Br)-$ | Галогенирование (бромирование) |
| $-C=C-$ | $+ HCl \longrightarrow$ | $-C(H)-C(Cl)-$ | Гидрогалогенирование (гидрохлорирование) |
| $-C=C-$ | $+ H_2O \xrightarrow{H^+}$ | $-C(H)-C(OH)-$ | Гидратация |
| $n(-C=C-)$ | $\xrightarrow{\text{катализатор}}$ | $(-C-C-)_n$ | Полимеризация |

# Реакции присоединения

- Присоединение водорода:

$$H_2C{=}CH_2 + H_2 \rightarrow H_3C{-}CH_3$$

- Присоединение галогенов:

$$H_2C{=}CH_2 + Cl_2 \rightarrow ClH_2C{-}CH_2Cl$$

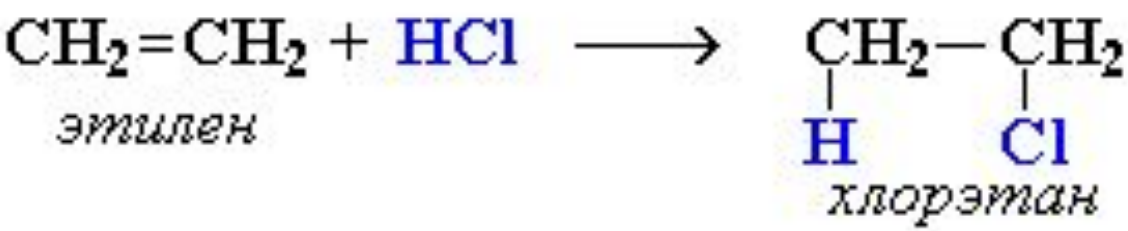
- Присоединение галогеноводородов:

$$H_2C{=}CH_2 + HBr \rightarrow H_3C{-}CH_2Br$$

- Присоединение воды (реакция гидратации):

$$H_2C{=}CH_2 + H_2O \rightarrow H_3C{-}CH_2OH$$

# Механизм реакции присоединения *галогеноводородов* к алкенам



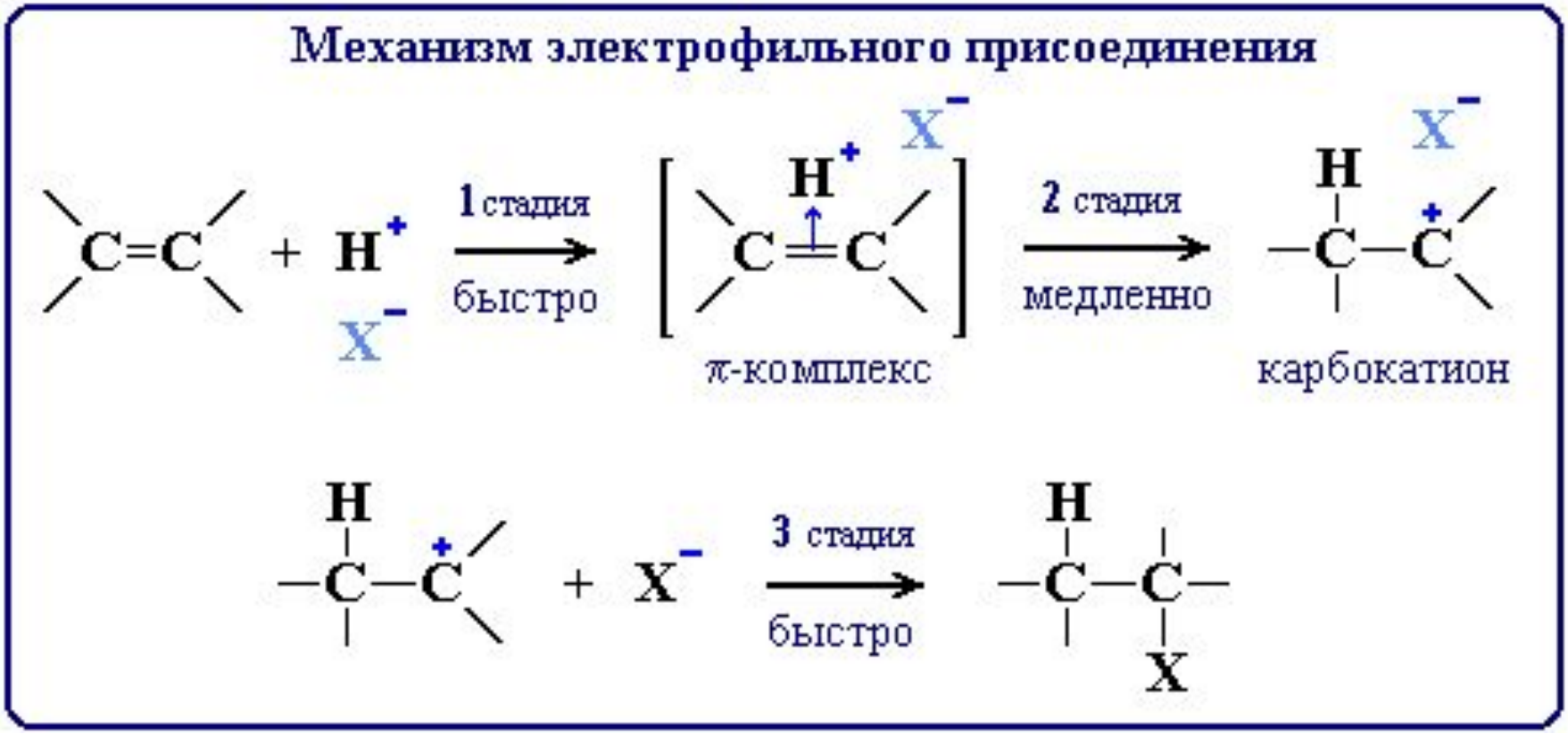

- Реакция идёт по **ионному механизму** ***<u>электрофильного</u>*** ***<u>присоединения</u>***

с гетеролитическим (неравномерным) разрывом связей.

**Электрофилом** является протон $H^+$ в составе молекулы галогеноводорода HX (X – галоген).

# Механизм реакции присоединения *галогеноводородов* к алкенам

- При химической реакции π- связь легко разрывается и по линии разрыва происходит присоединение атомов или групп атомов.




Интерактивная http://www.chemistry.ssu.samara.ru/chem2/u4413.htm

# Правило Марковникова

Русский химик-органик.

- *В реакциях присоединения* ***полярных молекул*** *к* ***несимметричным алкенам***

***<u>водород присоединяется к более гидрированному</u>*** *атому углерода при двойной связи.*

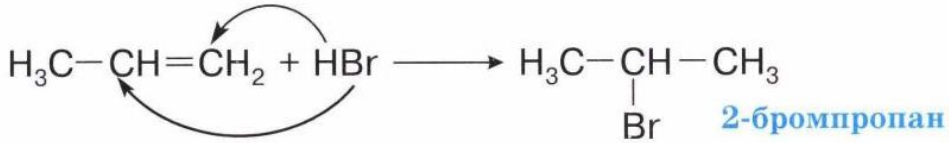
- ***Реакция идет по ионному механизму.***

$$CH_2{=}CH{-}CH_3 + HCl \longrightarrow CH_3{-}CHCl{-}CH_3$$

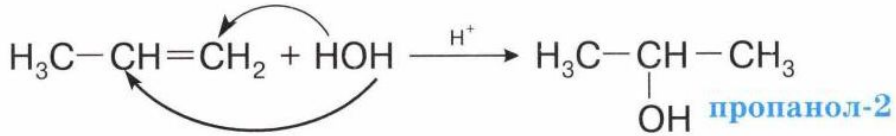
*пропилен* *2-хлорпропан*

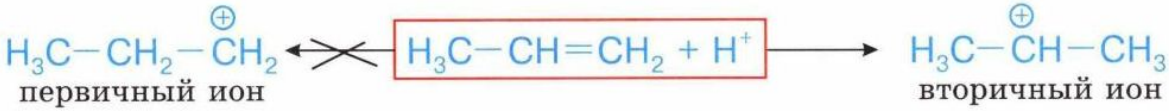
## ПРИСОЕДИНЕНИЕ ПО ПРАВИЛУ МАРКОВНИКОВА

### Гидрогалогенирование пропена



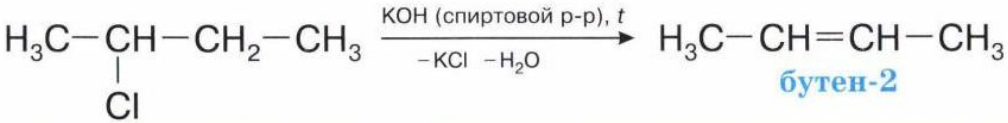

### Гидратация пропена



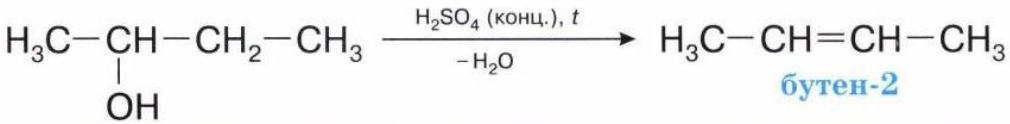




## ОТЩЕПЛЕНИЕ ПО ПРАВИЛУ ЗАЙЦЕВА

### Дегидрогалогенирование 2-хлорбутана




### Дегидратация бутанола-2



# Важно:
# Присоединение может происходить против правила Марковникова, если:

***Исключения!!!***

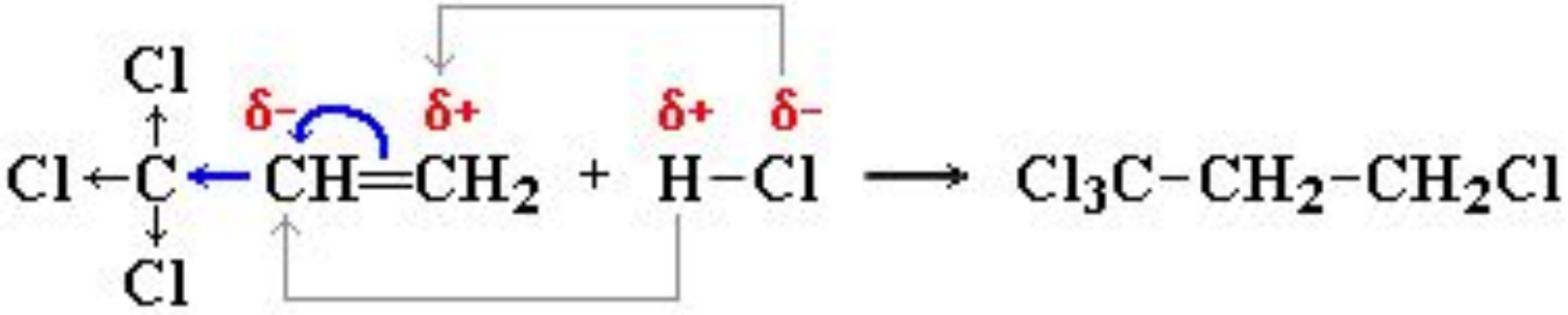
1) если в алкене **присутствует электроноакцепторный заместитель**, т.е. группа способная оттягивать на себя электронную плотность, т.к. обладает большей электроотрицательностью (например, атомы F, Cl, O):

$$F_3C \leftarrow CH{=}CH_2 + HBr \rightarrow F_3C - CH_2 - CH_2Br$$

1,1,1- трифтор-3-бромпропан

2) Присоединение в присутствии $H_2O_2$ (эффект Хараша)

## Присоединение против правила Марковникова




**-I-эффект группы $CCl_3$**

# При высоких температурах возможны реакции радикального замещения с галогенами

При нагревании до 500 °С возможно радикальное замещение атома водорода при соседнем к двойной связи атоме углерода:

$$CH_3{-}CH{=}CH_2 + Cl_2 \longrightarrow Cl{-}CH_2{-}CH{=}CH_2 + HCl$$

- **При высоких температурах** (более 400 °С) реакции ***радикального присоединения***, носящие обратимый характер, подавляются.
- В этом случае становится возможным провести замещение атома водорода, находящегося в аллильном положении (соседнее при двойной связи) при этом двойная связь сохраняется.
- Реакция носит радикальный характер *(радикальное замещение)* и протекает аналогично хлорированию алканов.

$$CH_3CH{=}CH_2 + Cl_2 \xrightarrow{400\text{-}500^0C} ClCH_2CH{=}CH_2 + HCl$$

# 1) Реакции окисления кислородом воздуха

- **1) Полное окисление (горение):**

$$H_2C{=}CH_2 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$

**2) Частичное окисление на катализаторе:**

$$2H_2C{=}CH_2 + O_2 \xrightarrow{350°C,\ Ag} 2H_2C - CH_2$$

$$\backslash \quad /$$

$$O$$

на серебряном катализаторе $2CH_2 = CH_2 + O_2 \rightarrow 2CH_2 - CH_2$ (оксид этилена)

$$\backslash \quad /$$

$$O$$

В присутствии солей меди $2CH_2 = CH_2 + O_2 \rightarrow 2CH_3CHO$ (уксусный альдегид).

# 2) Окисление алкенов в мягких условиях

## (без нагревания, нейтральная среда)

## (Реакция Вагнера Е.Е.)

При окислении алкенов *разбавленным раствором перманганата калия* **$KMnO_4$** при обычных условиях или на холоду, *образуются двухатомные спирты – гликоли.*

***Это качественная реакция на алкены***.

$$3H_2C{=}CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \rightarrow 3\ \underset{OH}{\underset{|}{CH_2}}{-}\underset{OH}{\underset{|}{CH_2}}\text{(этиленгликоль)} + 2MnO_2 + 2KOH$$

**В результате реакции наблюдается обесцвечивание раствора перманганата калия.**
**Реакция Вагнера служит качественной пробой на двойную связь.**

# 3) Окисление алкенов в <u>жёстких</u> условиях

## (нагревание, кислотная среда)

При **жестком окислении** алкенов кипящим раствором перманганата калия в кислой среде происходит полный разрыв двойной связи и образование кислот или кетонов.

$$CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_2{-}CH_3 \xrightarrow{[O],\ t} CH_3{-}\underset{\underset{OH}{|}}{\overset{\overset{O}{||}}{C}} + CH_3{-}CH_2{-}\underset{\underset{OH}{|}}{\overset{\overset{O}{||}}{C}}$$

(пентен-2)

(уксусная кислота)

(пропионовая кислота)

По образовавшимся продуктам (кислотам и кетонам) можно сделать заключение о строении и составе радикалов, связанных с этиленовой группировкой в исходном соединении.

# Окисление алкенов в <u>жёстких</u> условиях

$$CH_3{-}CH_2{-}\overset{-1}{C}H{=}\overset{-2}{C}H_2 + 2K\overset{+7}{Mn}O_4 + 3H_2SO_4 =$$

$$= CH_3{-}CH_2{-}\overset{+3}{C}OOH + \overset{+4}{C}O_2 + 2\overset{+2}{Mn}SO_4 + K_2SO_4 + 4H_2O,$$

$$\left.\begin{array}{l}\overset{-1}{C} - 4e \rightarrow \overset{+3}{C}\\ \overset{-2}{C} - 6e \rightarrow \overset{+4}{C}\end{array}\right\}10 \quad \Big|\ 10 \quad \Big|\ 1$$

процесс окисления,

$\overset{-1}{C}, \overset{-2}{C}$ – восстановители,

$$\overset{+7}{Mn} + 5e \rightarrow \overset{+2}{Mn} \quad \Big|\ 2$$

процесс восстановления,

$\overset{+7}{Mn}$ – окислитель.

# Окисление алкенов в <u>жёстких</u> условиях

$$5CH_3-\overset{0}{C}(CH_3)=\overset{-1}{C}H-CH_3 + 6K\overset{+7}{Mn}O_4 + 9H_2SO_4 =$$

$$= 5CH_3-\overset{+2}{C}(=O)-CH_3 + 5CH_3-\overset{+3}{C}OOH +$$

$$+ 6\overset{+2}{Mn}SO_4 + 3K_2SO_4 + 9H_2O,$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\overset{0}{C} - 2e \rightarrow \overset{+2}{C}$; $\overset{-1}{C} - 4e \rightarrow \overset{+3}{C}$ | 6 | 5 | процесс окисления, $\overset{0}{C}, \overset{-1}{C}$ – восстановители, |
| $\overset{+7}{Mn} + 5e \rightarrow \overset{+2}{Mn}$ | 30 | 6 | процесс восстановления, $\overset{+7}{Mn}$ – окислитель. |

# Разные случаи окисления алкенов в <u>жёстких</u> условиях

$5C_2H_4 + 2KMnO_4 + 18H_2SO_4 = 10CO_2 + 6K_2SO_4 + 12MnSO_4 + 28H_2O$

1) $C_2H_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 = CO_2 + H_2O + K_2SO_4 + MnSO_4$
2) $C_3H_6$ (пропен) $+ KMnO_4 + H_2SO_4 = CO_2 + H_2O + CH_3COOH + K_2SO_4 + MnSO_4$
3) $C_3H_4$ (пропин) $+ KMnO_4 + H_2O = CH_3COOH + HCOOH + MnO_2 + KOH$

При окислении бутадиена в кислой среде разрыв будет по обоим двойным связям?

$KMnO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4$ --> ???

2 $(8H^+ + MnO_4^- + 5e^- \text{ --> } Mn^{2+} + 4H_2O)$

5 $(H_2O_2 \text{ --> } O_2 + 2H^+ + 2e^-)$

----------...

$16H^+ + 2MnO_4^- + 5H_2O_2 \text{ --> } 2Mn^{2+} + 5O_2 + 8H_2O + 10H^+$

$6H^+ + 2MnO_4^- + 5H_2O_2 \text{ --> } 2Mn^{2+} + 5O_2 + 8H_2O$

$2KMnO_4 + 5H_2O_2 + 3H_2SO_4 \text{ --> } 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 5O_2 + 8H_2O$

$2\ KMnO_4 + H_2O_2 + 2H_2SO_4 \text{ --------> } 2\ K_2SO_4 + 2\ MnO_2 + 2\ H_2O$

# Полимеризация алкенов

**процесс образования высокомолекулярного соединения (полимера) путем соединения друг с другом молекул исходного низкомолекулярного соединения (мономера)**

$$H_2C=CH_2 + H_2C=CH_2 + H_2C=CH_2 + \ldots \xrightarrow{\text{кат.}} \ldots - H_2C - CH_2 - H_2C - CH_2 - H_2C - CH_2 - \ldots$$

$$n\ H_2C=CH_2 \xrightarrow{\text{кат.}} [-H_2C - CH_2-]_n$$

*Где, **n** – число структурных звеньев в молекуле.*
*Исходное низкомолекулярное вещество, вступающее в реакцию полимеризации, называется **мономер**.*

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

# Полимеризация алкенов

$$n\ CH_2{=}CH_2 \xrightarrow{\text{кат.}} (\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-})_n$$

*полиэтилен*

$$n\ CH_2{=}\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}H \xrightarrow{\text{кат.}} (\text{-}CH_2\text{-}\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}H\text{-})_n$$

*пропилен* *полипропилен*

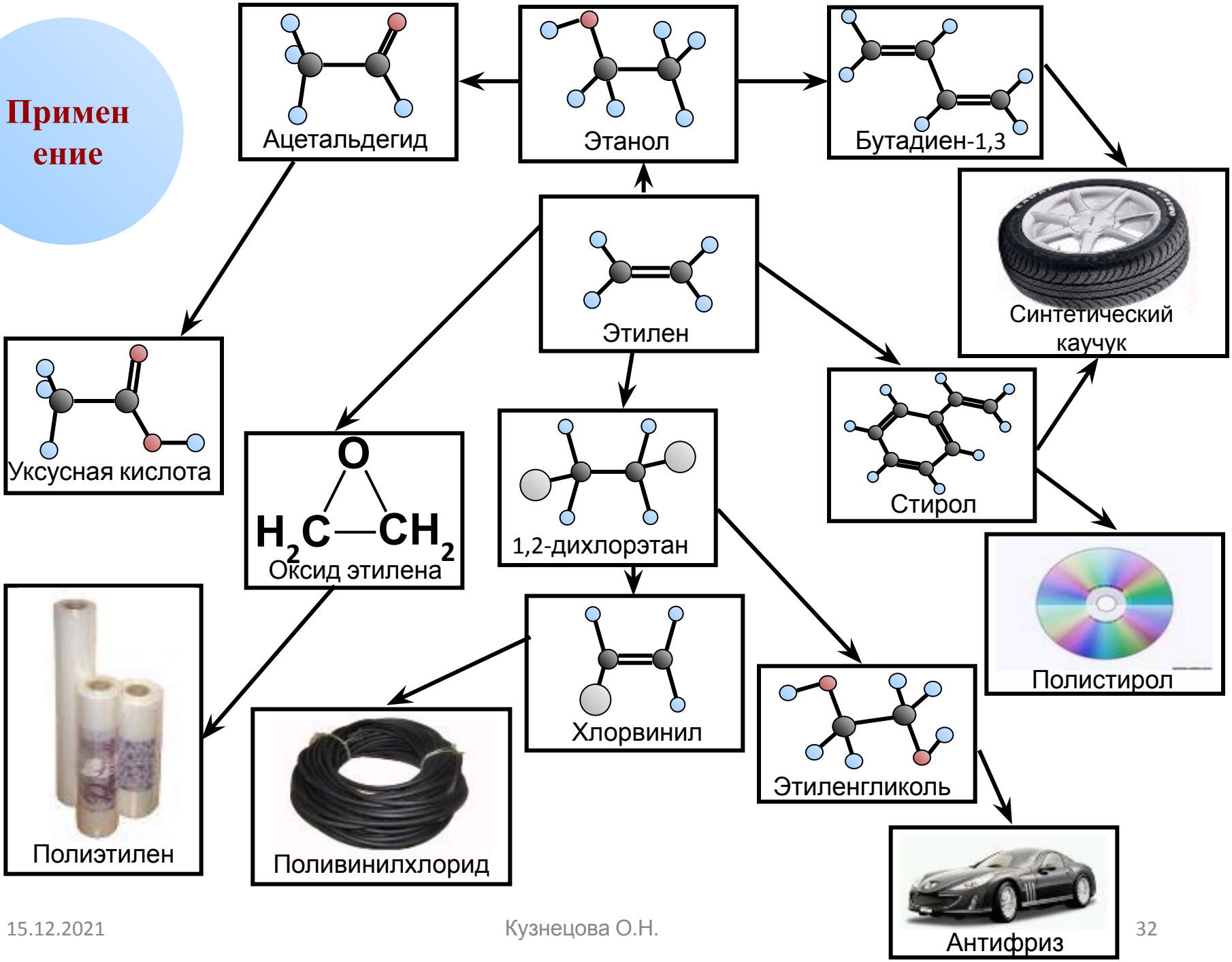
**Химические свойства алкенов**

- Электрофильное присоединение
  - Гидрирование
  - Гидратация
  - Галогенирование
  - Гидрогалогенирование
- Полимеризация
- Окисление
  - Горение
  - Реакция Вагнера
  - Каталитическое окисление

# Выводы:

- Алкены – непредельные углеводороды, в молекулах которых имеется одна двойная связь. Атомы углерода находятся в состоянии $sp^2$- гибридизации. Общая формула – $C_nH_{2n}$. В названии алкенов используется суффикс *–ен*.
- Для алкенов характерны: изомерия углеродной цепи, изомерия положения двойной связи, пространственная (геометрическая) и изомерия между классами.
- Алкены обладают большой химической активностью. За счёт наличия π-связи алкены вступают в реакции присоединения, окисления, полимеризации.

# Применение


Ацетальдегид
Этанол
Бутадиен-1,3
Синтетический каучук
Этилен
Уксусная кислота
Оксид этилена
1,2-дихлорэтан
Стирол
Полистирол
Полиэтилен
Поливинилхлорид
Хлорвинил
Этиленгликоль
Антифриз

# *Получение алкенов*

1) Дегидратация спиртов:

$$\underset{\text{этиловый спирт}}{C_2H_5OH} \xrightarrow{t = 100\ ^\circ C,\ H_2SO_4\ (\text{конц.})} \underset{\text{этен}}{C_2H_4} + H_2O.$$

2) Дегидрирование аканов:

$$\underset{\text{метан}}{2CH_4} \xrightarrow{550-650\ ^\circ C,\ \text{кат.}} \underset{\text{этен}}{C_2H_4} + 2H_2,$$

$$\underset{\text{этан}}{C_2H_6} \xrightarrow{500\ ^\circ C,\ Ni} \underset{\text{этен}}{C_2H_4} + H_2,$$

$$\underset{\text{пропан}}{C_3H_8} \xrightarrow{500\ ^\circ C,\ Ni} \underset{\text{пропен}}{CH_3-CH=CH_2} + H_2.$$

3) Пиролиз и крекинг нефти и природного газа:

$$\underset{\text{октан}}{CH_3(CH_2)_6CH_3} \xrightarrow{t} \underset{\text{бутан}}{C_4H_{10}} + \underset{\text{бутен-1}}{CH_2=CHCH_2CH_3}.$$

4) Из галогенопроизводных алканов:

4) Из галогенопроизводных алканов:

$$\underset{\text{1,2-дибромпропан}}{CH_2Br-CHBr-CH_3} + Zn \xrightarrow{t} \underset{\text{пропен}}{CH_2=CH-CH_3} + ZnBr_2,$$

$$\underset{\text{1,2-дибромэтан}}{CH_2Br-CH_2Br} + Zn \xrightarrow{t} \underset{\text{этен}}{CH_2=CH_2} + ZnBr_2,$$

$$\underset{\text{хлорэтан}}{\begin{array}{l} CH_2-Cl \\ | \\ CH_3 \end{array}} + KOH \xrightarrow{\text{спирт, } t} \underset{\text{этен}}{CH_2=CH_2} + KCl + H_2O,$$

$$\underset{\text{1-хлорпропан}}{\begin{array}{l} CH_2-Cl \\ | \\ CH_2 \\ | \\ CH_3 \end{array}} + KOH \xrightarrow{\text{спирт, } t} \underset{\text{пропен}}{CH_2=CH-CH_3} + KCl + H_2O.$$

# Применение алкенов

| Свойство | Уравнение | Применение |
|---|---|---|
| 1. Полимеризация | $nCH_2= CH_2 \rightarrow (- CH_2- CH_2- )n$ | Производство пластмасс. |
| 2. Алкилирование | $CH_2= CH_2 + CH_3- CH_2- CH_3 \rightarrow$ $CH_3- CH_2- CH_2- CH_2- CH_3$ | В качестве моторного топлива |
| 3. Галогенирование и гидрогалогенирование | $CH_2= CH_2 + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl - CH_2Cl$ | Растворитель |
| | $CH_2= CH_2 + HCl \rightarrow CH_3 - CH_2Cl$ | Местная анестезия, растворитель, в с/х для обеззараживания зернохранилищ. |
| 4. Гидратация | $CH_2= CH_2 + HOH \rightarrow CH_3 - CH_2OH$ | Растворитель, в медицине.ю в производстве синтетического каучука |
| 5. Окисление [O] р-ром KMnO4 | $CH_2= CH_2 + [O] + H_2O \rightarrow CH_2OH- CH_2OH$ | Получение антифризов, тормозных жидкостей, в производстве пластмасс. |
| 6. Особые свойства этилена этилен- регулятор роста растений | $Cl- CH_2- CH_2-P(OH)_2=O \rightarrow$ $\rightarrow CH_2= CH_2 +H_3PO_4 + HCl$ | Препарат «этрел» (1946г. М.И. Кабачник и П.А. Российская) попадая в растение разлагается с выделение этилена, ускоряет созревание плодов. |

Способы получения алкенов

Промышленные

Крекинг алканов

Дегидрирование алканов

Лабораторные

Дегалогенирование дигалогеналканов

Дегидратация спиртов

Дегидрогалогенирование галогеналканов

## Способы получения алкенов

**– крекинг нефтепродуктов (алканов)** $C_8H_{18} \longrightarrow C_4H_8 + C_4H_{10}$; (термический крекинг при 400-700 °С)

октан бутен бутан

**– дегидрирование алканов** $C_4H_{10} \longrightarrow C_4H_8 + H_2$; (t, Ni)

бутан бутен водород

**– дегидрогалогенирование галогеналканов** $C_4H_9Cl + KOH \longrightarrow C_4H_8 + KCl + H_2O$;

хлорбутан гидроксид калия бутен хлорид калия вода

**– дегидрогалоге**

$$\underset{\text{дихлорэтан}}{\underset{Cl}{\underset{|}{CH_2}} - \underset{Cl}{\underset{|}{CH_2}}} + \underset{\text{цинк}}{Zn} \rightarrow \underset{\text{хлорид цинка}}{ZnCl_2} + \underset{\text{этен}}{CH_2 = CH_2};$$

**– дегидратация спиртов** $C_2H_5OH \longrightarrow C_2H_4 + H_2O$ (при нагревании в присутствии концентрированной серной кислоты)

***Запомните!*** При реакциях дегидрирования, дегидратации, дегидрогалогенирования и дегалогенирования нужно помнить, что водород преимущественно отрывается от менее гидрогенизированных атомов углерода (правило Зайцева, 1875 г.)

# Тестовое задание № 1:

- 1. Ациклические углеводороды, в молекулах которых содержится одна двойная связь, называются

*А) алканы  Б) алкены  В) алкины  Г) арены.*

- 2. Для алкенов характерна изомерия

*А) углеродного скелета  Б) положения кратной связи*

*В) геометрическая  Г) все ответы верны.*

- 3. Формула 2,3-диметилпентена-1

А) $CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$
$\quad\quad\quad

# Тестовое задание № 2:

- 1. Реакция присоединения водорода называется

*А) гидрирование* *Б) гидрогалогенирование*

*В) гидратация* *В) дегидрирование*

- 2. В реакции бромирования пропена образуется

*А) 1,3-дибромпропан* *Б) 1-бромпропан*

*В) 2-бромпропан* *Г) 1,2-дибромпропан*

- 3. Сумма коэффициентов в уравнении горения пропена равно:

*А) 11* *Б) 15* *В) 21* *Г) 23*

- 4. При гидрогалогенировании алкенов атом водорода присоединяется к … гидрированному атому углерода, а атом галогена – к … гидрированному.

*А) более* *Б) менее*

# Тестовое задание № 3:

- 1. Бутен можно получить крекингом:

*А) бутана Б) пентана В) гексана Г) октана*

- 2. Какие признаки характеризуют физические свойства этена: 1) бесцветная жидкость, 2) имеет резкий запах, 3) бесцветный газ, 4) немного легче воздуха, 5) почти без запаха, 6) плохо растворим в воде, 7) не горит, 8) с воздухом образует взрывоопасные смеси?

*А) 3,4,5,6,8 Б) 1,2,6,7 В) 2,3,4,6,8 Г) 3,4,6,8*

- 3. Плотность паров алкена по водороду равна 49. Массовая доля углерода в нём – 85,71%, массовая доля водорода – 14,29%. Молекулярная формула этого углеводорода

*А)* $C_5H_{10}$ *Б)* $C_6H_{12}$ *В)* $C_7H_{14}$ *Г)* $C_8H_{16}$

4. По ионному механизму протекают реакции, уравнения которых:

1) $CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$

2) $CH_2{=}CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3{-}CH_2C1$

3) $CH_3{-}\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}{=}CH_2 + HBr \rightarrow CH_3{-}\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}Br{-}CH_3$

4) $C_2H_6 + Cl_2 \longrightarrow C_2H_5Cl + HCl$

5) $CH_3{-}CH{=}CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3{-}CHBr{-}CH_3$

6) $CH_3{-}CH{=}CH_2 + H_2 \longrightarrow CH_3{-}CH_2{-}CH_3$

Взаимодействие пропена с хлором на свету

1) относится к реакции присоединения
2) протекает по радикальному механизму
3) протекает с разрывом б-связи
4) протекает в соответствии с правилом Марковникова
5) приводит к образованию 3-хлорпропена
6) является каталитической реакцией

| | | |
|---|---|---|
| | | |

Взаимодействие пропена с хлором на свету

1) относится к реакции присоединения
2) протекает по радикальному механизму
3) протекает с разрывом б-связи
4) протекает в соответствии с правилом Марковникова
5) приводит к образованию 3-хлорпропена
6) является каталитической реакцией

| | | |
|---|---|---|
| | | |

**Решение.**

Взаимодействие пропена с хлором на свету (реакция Львова) - реакция замещения водорода в α-положении по отношению к двойной связи.

$$H\text{–}CH_2\text{-}CH{=}CH_2 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} Cl\text{–}CH_2\text{-}CH{=}CH_2 + HCl$$

Реакция протекает по радикальному механизму, с разрывом б-связи. Продуктами реакции являются хлороводород и 3-хлорпропен

Ответ: 235

Используя правило Марковникова, напишите уравнения следующих реакций присоединения:

**а) $CH_3$-CH=$CH_2$ + HCl → ?**

**б) $CH_2$=CH-$CH_2$-$CH_3$ + HBr → ?**

**В) $CH_3$-$CH_2$-CH=$CH_2$ + HOH → ?**

Ответы: а) $CH_3$-CH=$CH_2$ + HCl → $CH_3$-CHCl-$CH_3$

б) $CH_2$=CH-$CH_2$-$CH_3$ + HBr → $CH_3$-CHBr-$CH_2$-$CH_3$

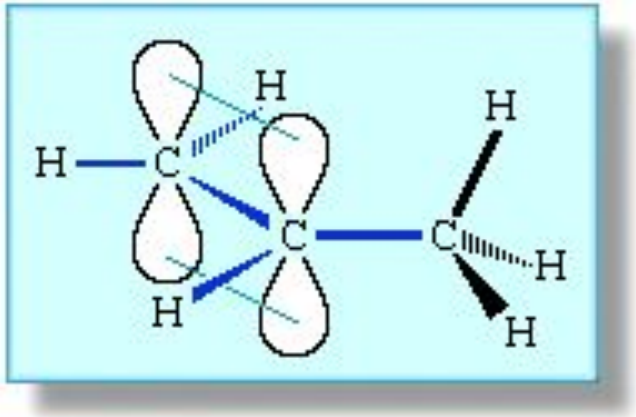
в) $CH_3$-$CH_2$-CH=$CH_2$ + HOH → $CH_3$-CH(OH)-$CH_2$-CH-$CH_3$

Составьте уравнения реакций:

а) пропена с хлороводородом,

б) пентена-1 с бромом,

в) полимеризации этилена.



Итоговый контроль

I. Укажите продукты реакции и тип реакции:

1. $CH_3 – CH = CH_2 + Cl_2 \rightarrow$
2. $CH_3 – CH = CH - CH_2 + H_2 \rightarrow$
3. $CH_2 = CH_2 + KMnO_4 \rightarrow$
4. $n\,(CH_2 = \underset{\underset{Cl}{|}}{CH}) \rightarrow$

II. Укажите вещество В и укажите тип реакции №4. Дайте название продукта реакции №4.

$$CH_3 – CH_2 – CH_3 \xrightarrow[\text{спирт.р-р}]{} A \xrightarrow{\text{кон}} B \xrightarrow{Cl_2} CH_2 = CH_2 \xrightarrow{4} (- CH_2 – CH_2 -)_n$$

III. Напишите уравнение реакции полимеризации пропилена.

IV. Как бутены -1 и -2 реагируют с галогеноводородами? Подтвердите соответствующими уравнениями реакций.

V. Осуществите цепочку превращений:

$$CH_4 \rightarrow CH_2 = CH_2 \rightarrow CH_3 – CH_3 \rightarrow CH_2 = CH_2 \rightarrow CH_2 – CH_2 \rightarrow CH_2 – CH_2$$

Дайте названия продуктам реакций.

$$\begin{array}{ccc} O & | & | \\ & OH & OH \end{array}$$

# Алкены в природе

В природе ациклические алкены практически не встречаются. Простейший представитель

этого класса органических соединений — этилен ($C_2H_4$) — является гормоном для растений и

в незначительном количестве в них синтезируется.

Один из немногих природных алкенов — мускалур (цис- трикозен-9) является

половым аттрактантом самки домашней мухи (Musca domestica).

Низшие алкены в высоких концентрациях обладают наркотическим

эффектом. Высшие члены ряда также вызывают судороги и раздра

оболочек дыхательных путей.

Отдельные представители:

**Этилен** — вызывает наркоз, обладает раздражающим и мутагенны

действием.

**Пропилен** — вызывает наркоз (сильнее, чем этилен), оказывает общетоксическое и мутагенное действие.

**Бутен-2** — вызывает наркоз, обладает раздражающим действием.

# Лабораторный опыт:
# **Получить этилен и изучить его свойства**

***Инструкция по получению этилена и опытов с ним***

- 1. Поместите в пробирку 2 мл концентрированной серной кислоты, 1 мл спирта и небольшое количество песка.

- 2. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой и нагрейте в пламени спиртовки.

- 3. Выделяющийся газ пропустите через раствор с перманганатом калия. Обратите внимание на изменение цвета раствора.

- 4. Подожгите газ у конца газоотводной трубки. Обратите внимание на цвет пламени.
  – алкены горят светящимся пламенем. (Почему?)
  $C_2H_4 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O$
  (при полном окислении продуктами реакции являются углекислый газ и вода)

- Качественная реакция: «мягкое окисление (в водном растворе)»
  – алкены обесцвечивают раствор перманганата калия (реакция Вагнера)

- При более жёстких условиях в кислой среде продуктами реакции могут быть карбоновые кислоты, например (в присутствии кислот):
  $CH_3 – CH = CH_2 + 4\,[O] \longrightarrow CH_3COOH + HCOOH$

- – каталитическое окисление.