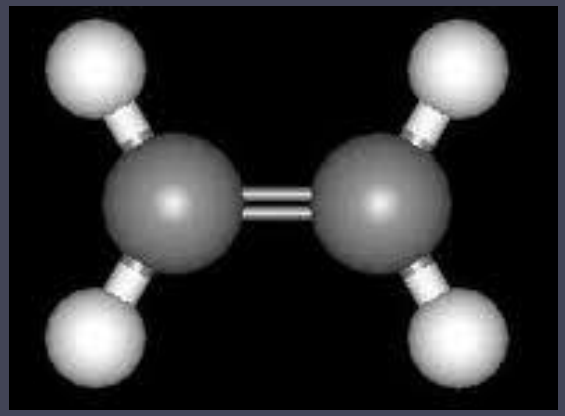
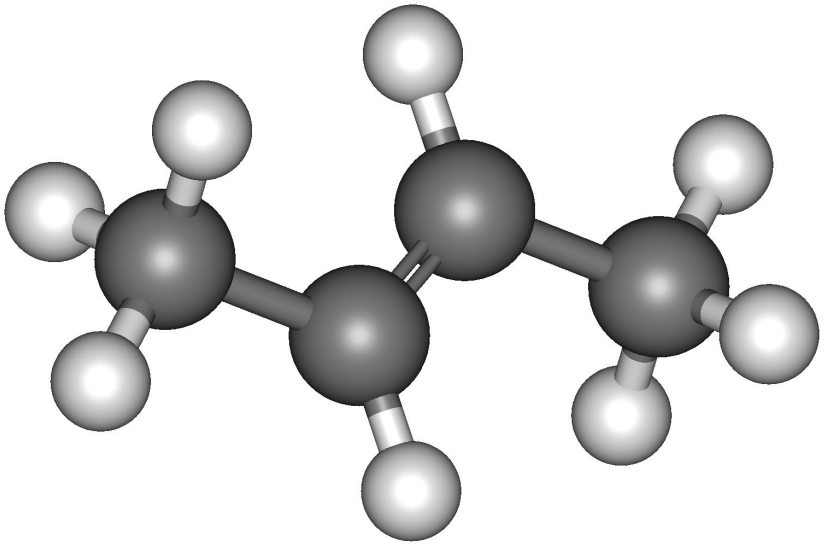
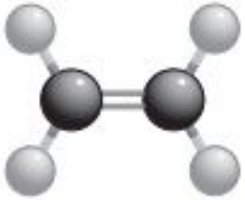
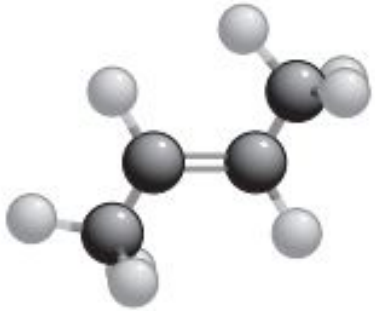
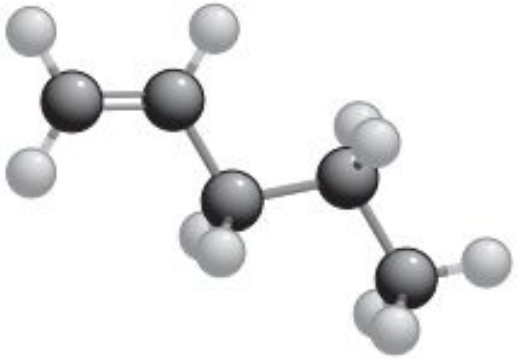
Алкены





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

$CH_2=CH-CH_3$

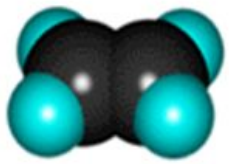
пропен

C_4H_8

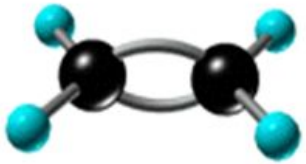
$CH_2=CH-CH_2-CH_3$ $CH_3-CH=CH-CH_3$

бутены

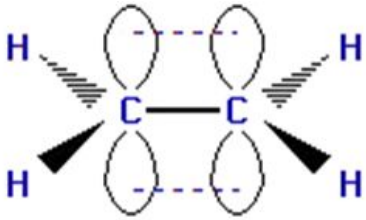
Электронное строение алкенов



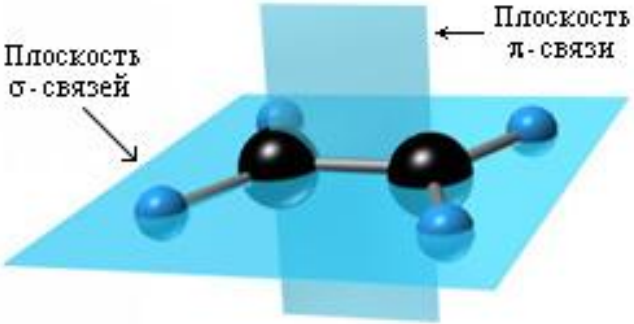
Масштабная модель

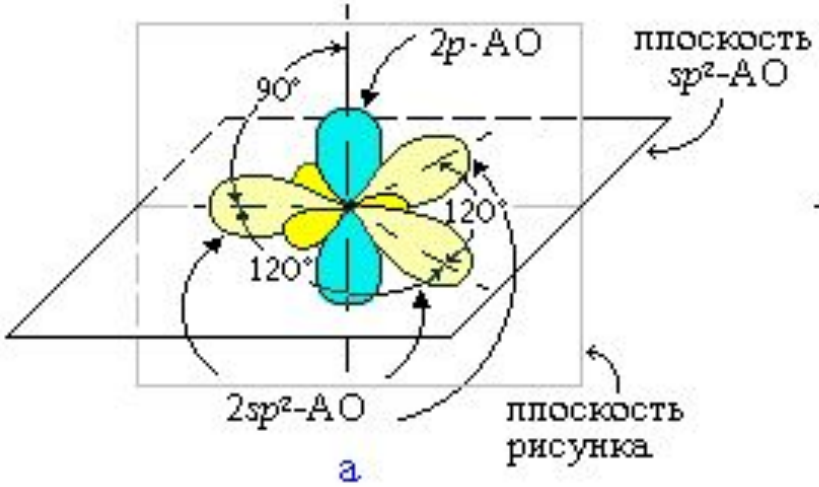


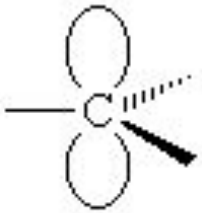
Шаростержевая



Атомно-орбитальная

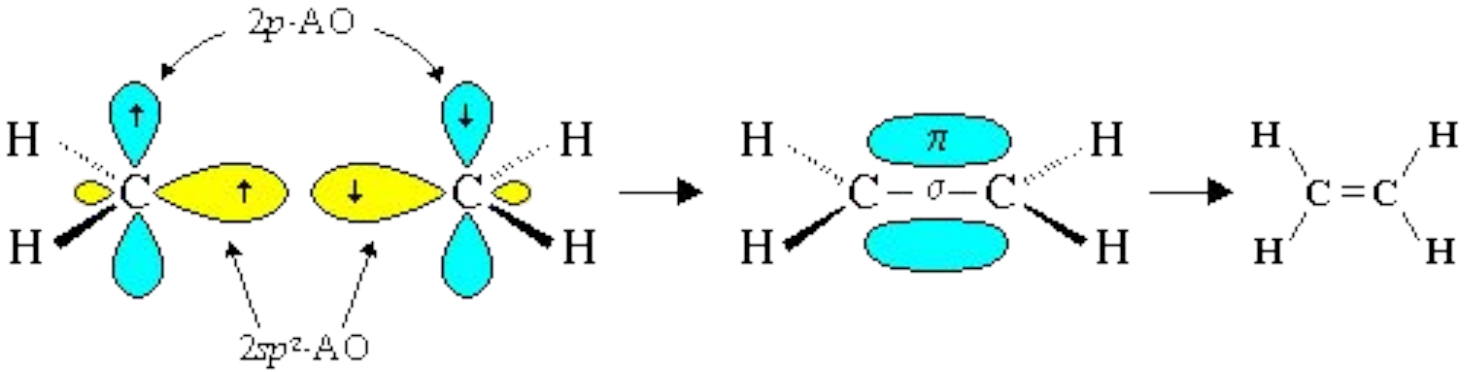


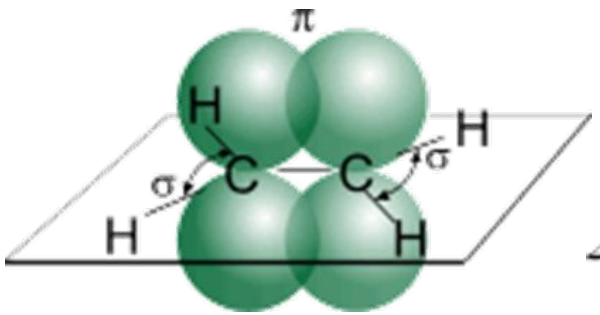


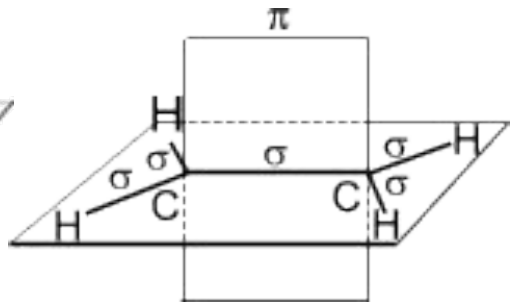


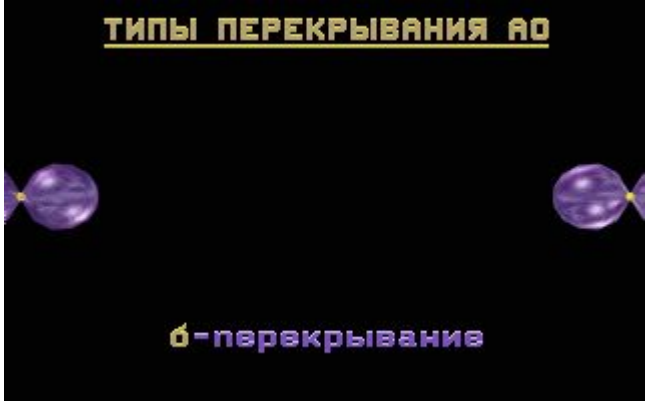
Атомы углерода при двойной связи находятся в **sp^2-гибридизации** и область двойной связи имеет **плоскостное** строение. **Угол между гибридными валентными электронами** на плоскости **120°**.

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_{σ} (энергия σ -связи) С-С 348 кДж/моль
- Отсюда E_{π} (энергия π-связи) 272 кДж/моль, т.е. E_{π} на 76 кДж/моль меньше E_{σ}.
- 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:

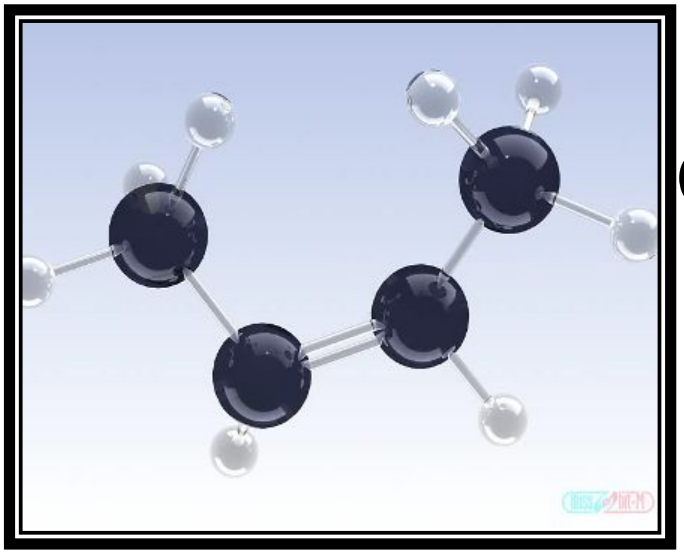
$CH_2{=}CH{-}CH_3$ — **Пропен** ⟵ C_3H_6 ⟶ $(CH_2)_3$ — **Циклопропан**

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

MyShared

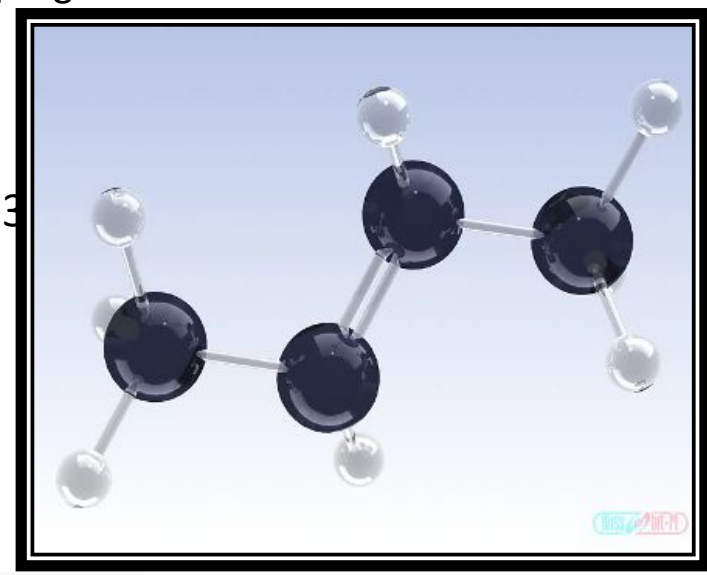
2) Геометрическая (пространственная) цис- транс-изомерия

(начиная с бутена C_4H_8)

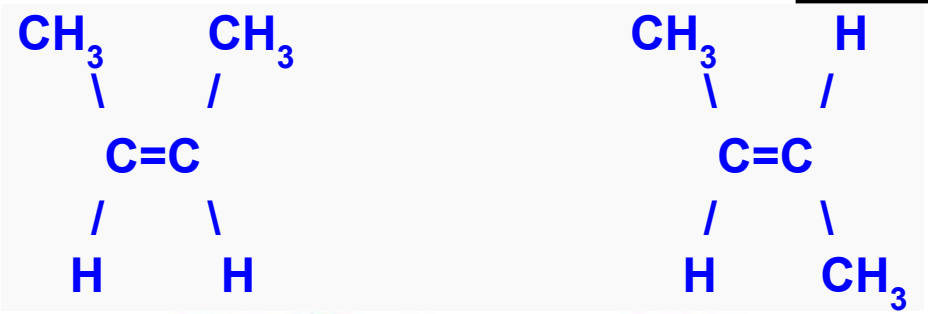


CH_3-CH=CH-CH_3

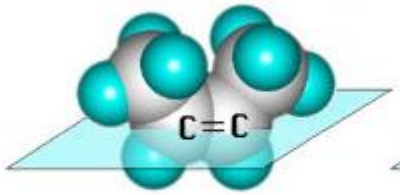
бутен-2



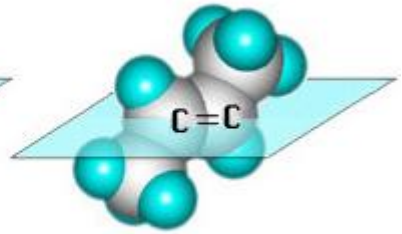
Цис-изомер
(Цис-бутен-2)



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:

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

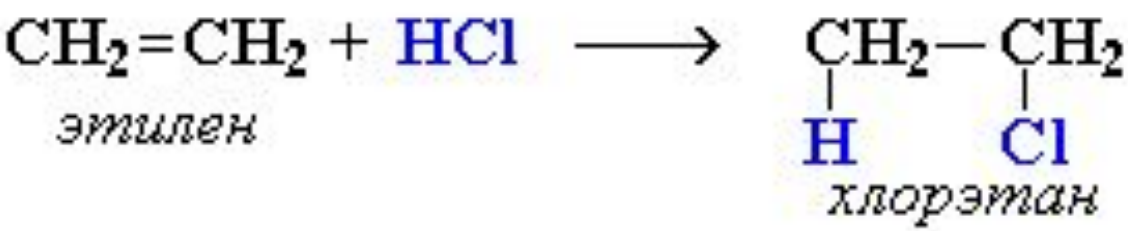
- Присоединение галогеноводородов:

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

- Присоединение воды (реакция гидратации):

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

Механизм реакции присоединения *галогеноводородов* к алкенам



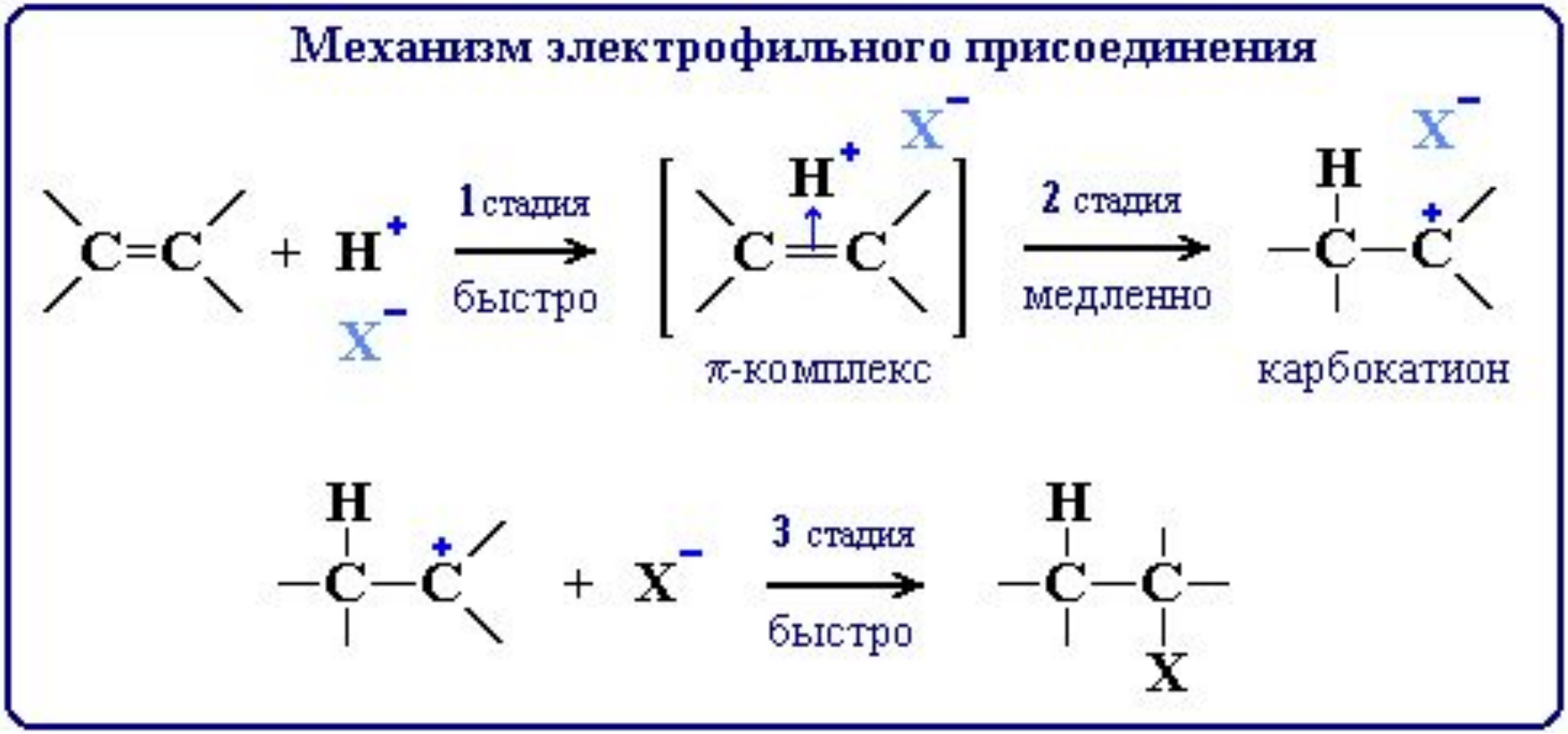
- Реакция идёт по **ионному механизму** ***<u>электрофильного</u>*** ***<u>присоединения</u>***

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.*

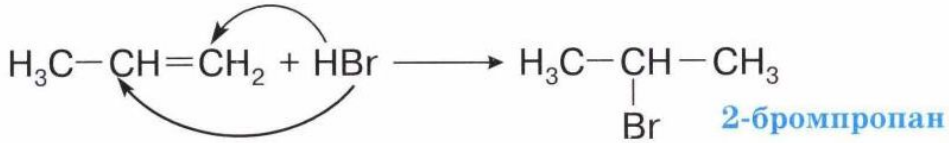
- ***Реакция идет по ионному механизму.***

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

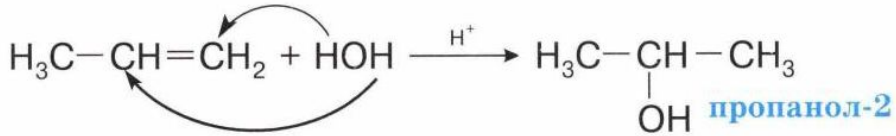
пропилен *2-хлорпропан*

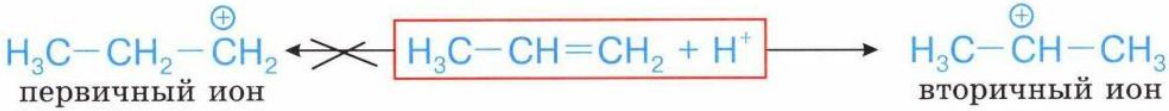
ПРИСОЕДИНЕНИЕ ПО ПРАВИЛУ МАРКОВНИКОВА

Гидрогалогенирование пропена



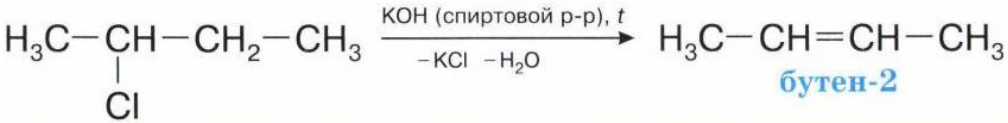
Гидратация пропена



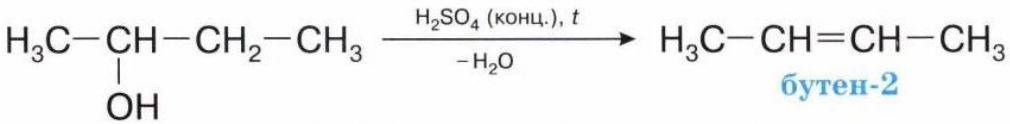


ОТЩЕПЛЕНИЕ ПО ПРАВИЛУ ЗАЙЦЕВА

Дегидрогалогенирование 2-хлорбутана



Дегидратация бутанола-2



Важно:
Присоединение может происходить против правила Марковникова, если:

Исключения!!!

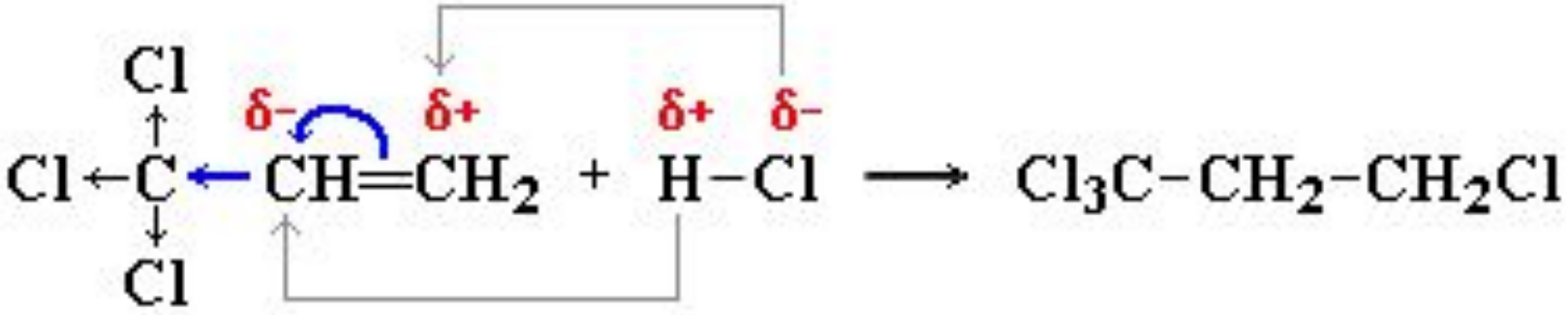
1) если в алкене **присутствует электроноакцепторный заместитель**, т.е. группа способная оттягивать на себя электронную плотность, т.к. обладает большей электроотрицательностью (например, атомы F, Cl, O):

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

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*

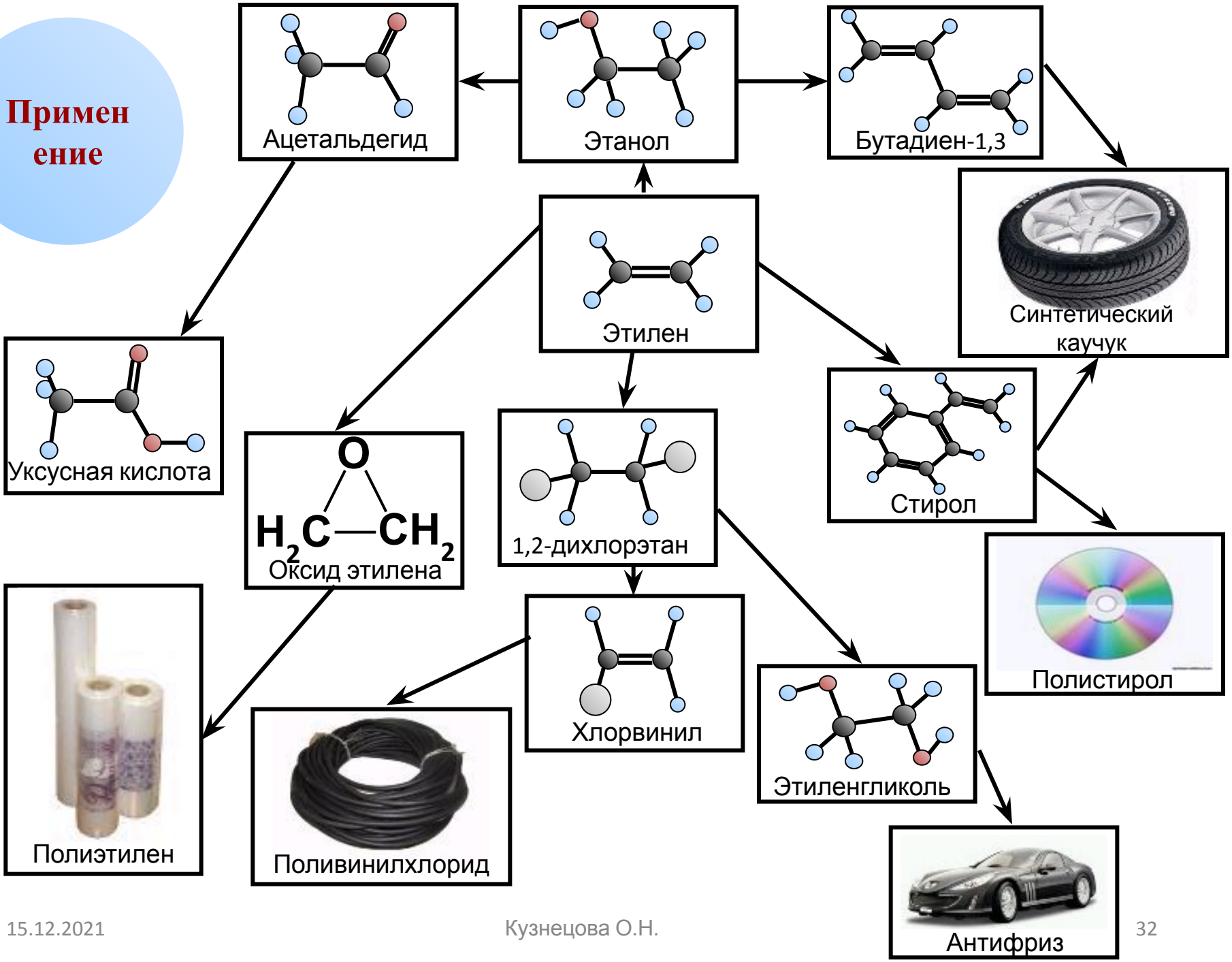
Химические свойства алкенов

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

Б) $CH_3{-}C{=}C{-}CH_2{-}CH_3$
$\quad\quad\quad|\quad\;|$
$\quad\quad H_3C\;\; CH_3$

В) $CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$
$\quad\quad\quad|\quad\quad|$
$\quad\quad H_3C\quad CH_3$

Г) $CH_2{=}C{-}CH{-}CH_2{-}CH_3$
$\quad\quad\quad|\quad\;|$
$\quad\quad H_3C\;\; CH_3$

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

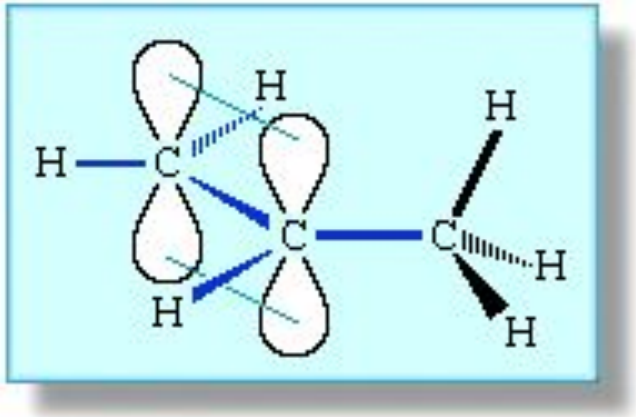
в) CH_3-CH_2-CH=CH_2 + HOH → CH_3-CH(OH)-CH_2-CH-CH_3

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.