10.11.2018

Алкены

ХИМИЯ - 10

Автор: Кунова Г.В. - учитель химии ГОАОУ «ЦОРиО»
г. Липецк

Строение молекулы

- К **непредельным** относят углеводороды, содержащие в молекулах кратные связи между атомами углерода.
- Свойство «непредельности» связано со способностью этих веществ вступать в реакции присоединения, прежде всего водорода, с образованием предельных, или насыщенных, углеводородов – алканов.

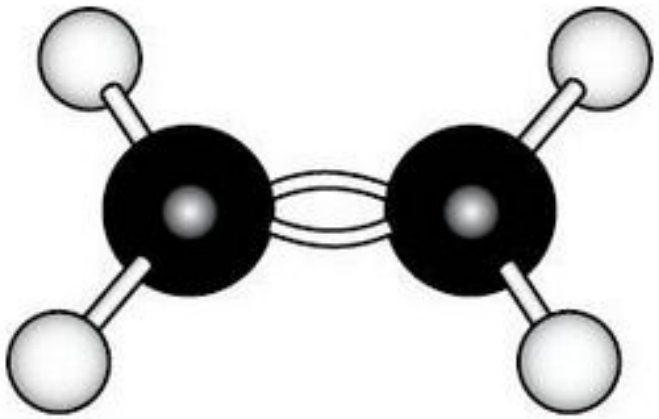
Алкены — ациклические углеводороды, содержащие в молекуле, помимо одинарных связей, одну двойную связь между атомами углерода и соответствующие общей формуле C_nH_{2n}.

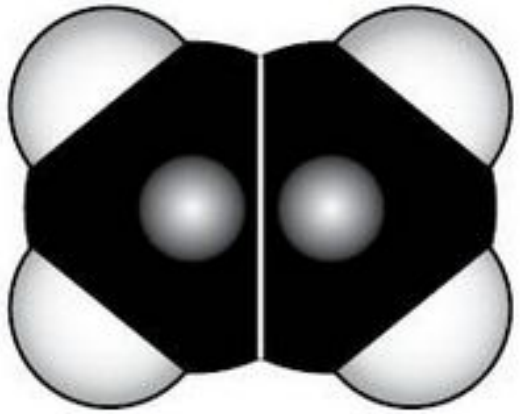
- По названию первого представителя гомологического ряда – этилена – алкены называют этиленовыми углеводородами.

Строение молекулы

- Орбитали атомов углерода, между которыми имеется двойная связь, находятся в состоянии sp^2-гибридизации.
- Это означает, что в гибридизации участвуют одна s- и две p-орбитали, а одна p-орбиталь остаётся негибридизованной.
- Перекрывание гибридных орбиталей приводит к образованию σ-связи, а за счёт негибридизованных p-орбиталей соседних атомов углерода образуется вторая, π-связь.

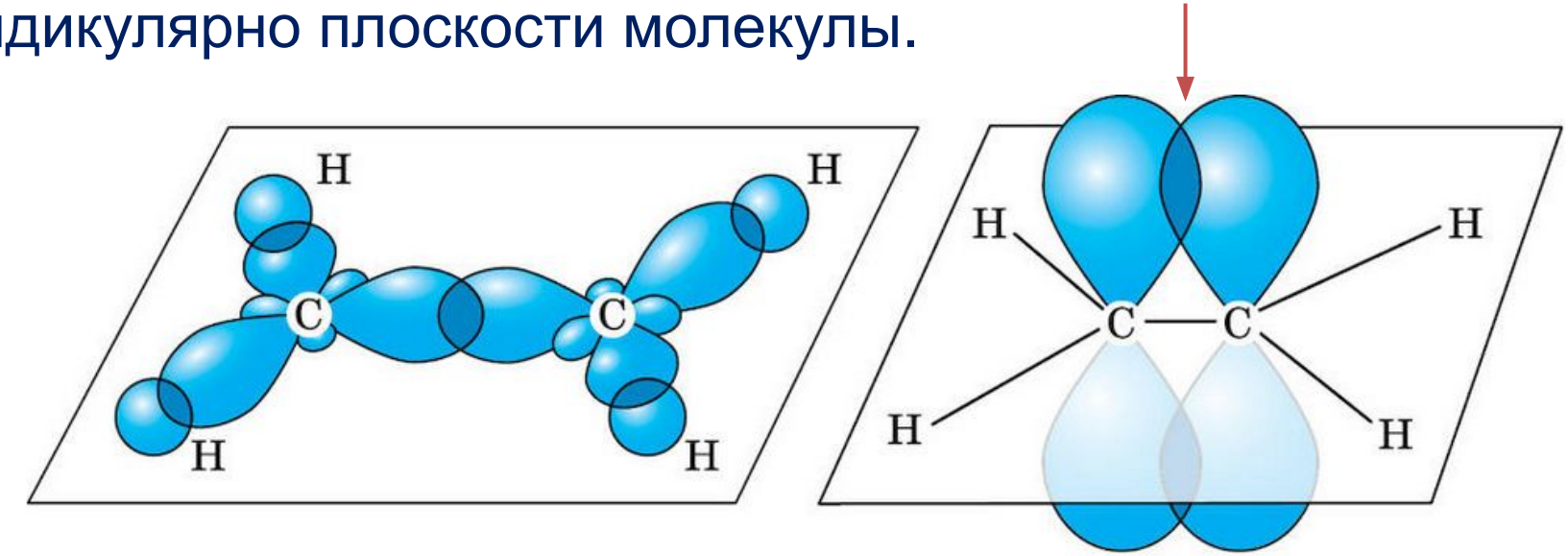
Вывод: двойная связь состоит из одной σ- и одной π-связи.





Строение молекулы

- Оси гибридных орбиталей атомов, образующих двойную связь, находятся в одной плоскости, а орбитали, образующие π-связь, располагаются перпендикулярно плоскости молекулы.



- Двойная связь (0,132 нм) короче одинарной, а её энергия больше, т. е. она является более прочной. Тем не менее наличие подвижной, легко поляризуемой π-связи приводит к тому, что алкены химически более активны, чем алканы, и способны вступать в реакции присоединения.

Гомологический ряд этена

Формула	Название	Структурная формула
C_2H_4	Этен (этилен)	$CH_2= CH_2$
C_3H_6	Пропен-1	$CH_2= CH-CH_3$
C_4H_8	Бутен-1	$CH_2= CH-CH_2-CH_3$
C_5H_{10}	Пентен-1	$CH_2= CH-(CH_2)_2-CH_3$
C_6H_{12}	Гексен-1	$CH_2= CH-(CH_2)_3-CH_3$
C_7H_{14}	Гептен-1	$CH_2= CH-(CH_2)_4-CH_3$
C_8H_{16}	Октен-1	$CH_2= CH-(CH_2)_5-CH_3$
C_9H_{18}	Нонен-1	$CH_2= CH-(CH_2)_6-CH_3$
$C_{10}H_{20}$	Декен-1	$CH_2= CH-(CH_2)_7-CH_3$

Изомерия и номенклатура

- Структурная изомерия

1) изомерия углеродного скелета:

$$CH_3-CH_2-CH=CH_2$$

бутен-1

$$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=CH_2$$

метилпропен

2) изомерия положения двойной связи:

$$CH_3-CH_2-CH=CH_2$$

бутен-1

$$CH_3-CH=CH-CH_3$$

бутен-2

Изомерия и номенклатура

- Межклассовая изомерия

Алкены изомерны **циклоалканам**, например:

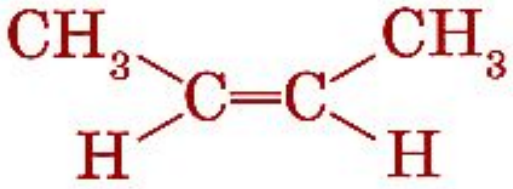
$CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3$,

гексен-1 C_6H_{12}

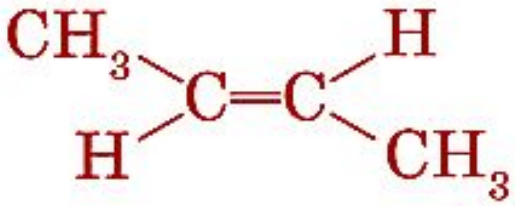
циклогексан C_6H_{12}

- Пространственная (геометрическая) изомерия

Вращение вокруг двойной связи невозможно, что приводит к появлению у алкенов геометрической, или *цис*-, *транс*-изомерии.



цис-бутен-2

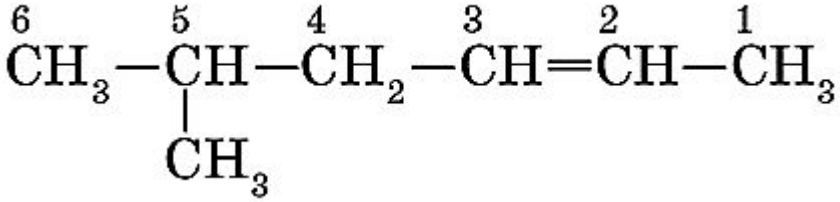


транс-бутен-2

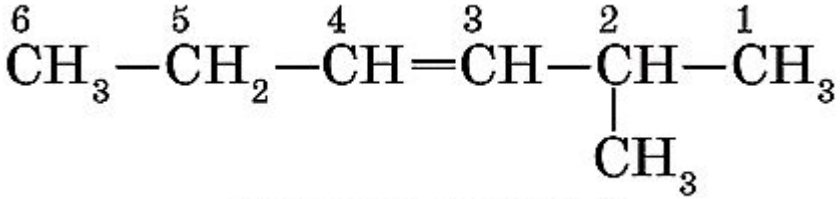
Изомерия и номенклатура

Номенклатура алкенов, разработанная ИЮПАК, схожа с номенклатурой алканов.

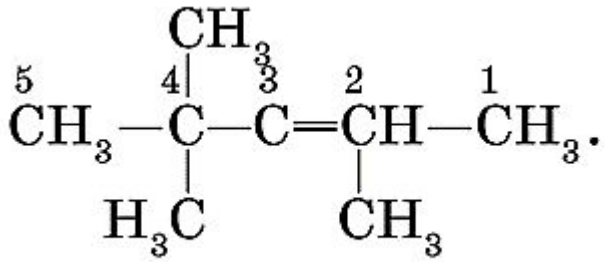
1. Определения главной цепи – самой длинной цепочки атомов углерода в молекуле. *Главная цепь должна содержать двойную связь.*
2. Нумерация атомов главной цепи начинается с того конца, *к которому ближе находится двойная связь.* Если по расположению двойной связи нельзя определить начало нумерации атомов в цепи, то его определяет положение заместителей так же, как для предельных углеводородов.
3. Формирование названия. В конце названия указывают *номер атома углерода, у которого начинается двойная связь, и суффикс, обозначающий принадлежность соединения к классу алкенов, -ен.*



5-метилгексен-2



2-метилгексен-3



3,4,4-*триметил*пентен-2

Получение алкенов

Рассмотрим основные способы получения алкенов

- в промышленности
- в лаборатории

Получение – в промышленности

- Крекинг нефтепродуктов.

В процессе термического крекинга предельных углеводородов наряду с образованием алканов происходит образование алкенов, например:

$$\underset{\text{гексадекан}}{C_{16}H_{34}} \longrightarrow \underset{\text{октан}}{C_8H_{18}} + \underset{\text{октен}}{C_8H_{16}}$$

- Дегидрирование предельных углеводородов.

При пропускании алканов над катализатором (Pt, Ni, Cr2O3) при высокой температуре (400—600 °C) происходит отщепление молекулы водорода и образование алкена.

$$\underset{н\text{-бутан}}{CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3} \rightarrow \begin{cases} \underset{\text{бутен-1}}{CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3} + H_2 \\ \underset{\text{бутен-2}}{CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3} + H_2 \end{cases}$$

Получение – в лаборатории

- Дегидратация спиртов (отщепление воды).

Воздействие водоотнимающих средств (H_2SO_4, Al_2O_3) на одноатомные спирты при высокой температуре приводит к отщеплению молекулы воды и образованию двойной связи:

$$CH_3—CH_2—OH \xrightarrow{H_2SO_4,\ 140—180\ ^\circ C} CH_2{=}CH_2 + H_2O.$$

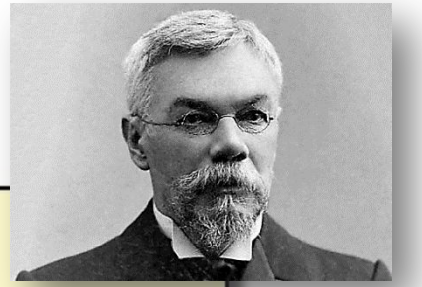
Получение – в лаборатории

- Дегидрогалогенирование (отщепление галогеноводорода).

При взаимодействии галогеналкана с щёлочью в спиртовом растворе образуется двойная связь в результате отщепления молекулы галогеноводорода:

$$\underset{\text{2-бромбутан}}{CH_3-\overset{\overset{Br}{|}}{CH}-CH_2-CH_3} + NaOH \xrightarrow{\text{спирт}, t} \underset{\text{бутен-2}}{CH_3-CH=CH-CH_3} + NaBr + H_2O.$$

Реакция идёт **по правилу Зайцева:**



при отщеплении галогеноводорода от вторичных и третичных галогеналканов атом водорода отщепляется от наименее гидрированного атома углерода.

Получение – в лаборатории

- Дегалогенирование.

При действии цинка или магния на дибромпроизводное алкана происходит отщепление атомов галогенов, находящихся при соседних атомах углерода, и образование двойной связи:

$$\underset{\text{2,3-дибромбутан}}{CH_3-\overset{Br}{\overset{|}{CH}}-\overset{Br}{\overset{|}{CH}}-CH_3} + Zn \longrightarrow \underset{\text{бутен-2}}{CH_3-CH=CH-CH_3} + ZnBr_2.$$

Химические свойства алкенов

- Реакции присоединения
- Реакции полимеризации
- Реакции окисления

Химические свойства

Отличительной чертой представителей непредельных углеводородов - алкенов является способность вступать в **реакции присоединения.**

- Гидрирование алкенов.

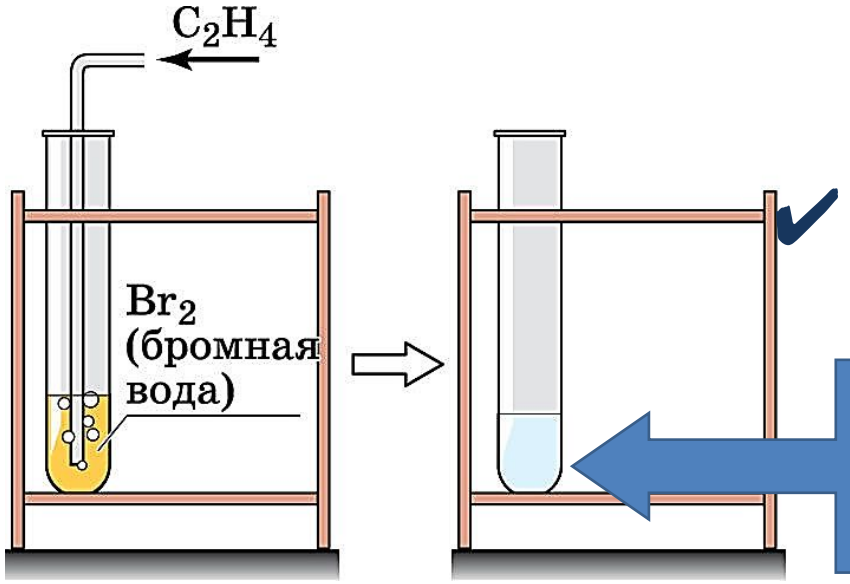
Алкены способны присоединять водород в присутствии катализаторов гидрирования — металлов — платины, палладия, никеля:

$$CH_3—CH_2—CH=CH_2 + H_2 \xrightarrow{Pt,\ t} CH_3—CH_2—CH_2—CH_3.$$

Химические свойства

- Галогенирование (присоединение галогенов).

Взаимодействие алкена с бромной водой или раствором брома в органическом растворителе (CCl_4) приводит к быстрому обесцвечиванию этих растворов в результате присоединения молекулы галогена к алкену и образования дигалогеналканов:



$$CH_2{=}CH_2 + Br_2 \longrightarrow CH_2Br{-}CH_2Br.$$

1,2-дибромэтан

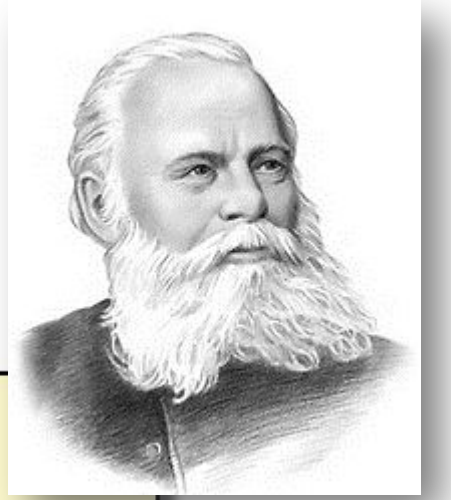
Признак реакции – *обесцвечивание бромной воды.*

Качественна реакция на кратную углерод-углеродную связь С=С

Химические свойства

- Гидрогалогенирование (присоединение галогеноводорода):

$$\underset{\text{пропен}}{CH_3{-}CH{=}CH_2} + HBr \longrightarrow ?$$



Эта реакция подчиняется **правилу Марковникова:**

при присоединении галогеноводорода к алкену водород присоединяется к более гидрированному атому углерода, т. е. атому, при котором находится больше атомов водорода, а галоген — к менее гидрированному.

Химические свойства

- Гидратация (присоединение воды).

Гидратация алкенов приводит к образованию спиртов.

При присоединении воды к этену образуется первичный спирт – этиловый спирт:

$$\underset{\text{этен}}{CH_2{=}CH_2} + H_2O \xrightarrow{t,\ H_3PO_4} \underset{\text{этанол}}{CH_3{-}CH_2OH}.$$

При гидратации пропена или других алкенов образуются вторичные или третичные спирты:

$$\underset{\text{пропен}}{CH_3{-}CH{=}CH_2} + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{\text{пропанол-2}}{CH_3{-}\overset{\overset{OH}{|}}{CH}{-}CH_3}.$$

Химические свойства

- Реакция полимеризации – особый случай реакции присоединения:

$$nCH_2{=}CH_2 \xrightarrow{R\cdot} (\ldots{-}CH_2{-}CH_2{-}\ldots)_n.$$

этен полиэтилен

Реакции полимеризации веществ, содержащих двойную связь, используют для получения различных высокомолекулярных соединений:

$$n\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}{=}CH_2 \xrightarrow{R\cdot} \left(\ldots{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}{-}CH_2{-}\ldots\right)_n.$$

пропен (пропилен) полипропилен

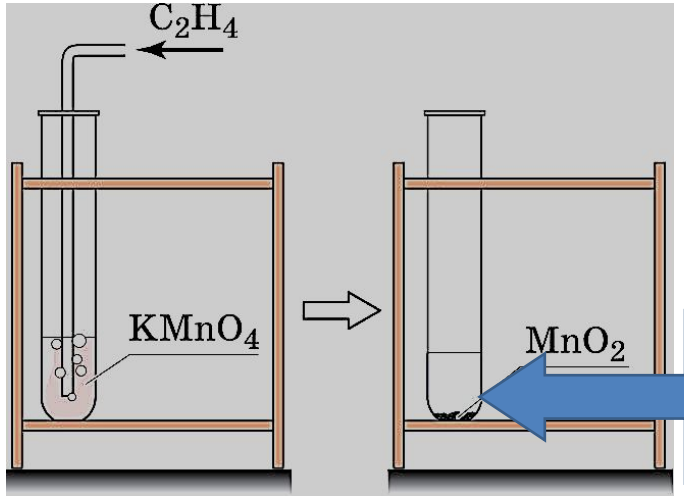
Химические свойства

- Реакции окисления

1. Алкены горят в кислороде с образованием CO_2 и H_2O:

$$CH_2{=}CH_2 + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 2H_2O.$$

2. Алкены легко окисляются под действием водного раствора перманганата калия до двухатомных спиртов:



$$\underset{\text{этилен}}{CH_2{=}CH_2} + [O] + H_2O \longrightarrow \underset{\text{этандиол-1,2 (этиленгликоль)}}{\underset{OH}{CH_2}{-}\underset{OH}{CH_2}}.$$

Качественна реакция на кратную углерод-углеродную связь C=C

Применение алкенов

- Алкены широко используются в **химической промышленности** как сырьё для получения разнообразных органических веществ и материалов.
- **Этен** - исходное вещество для производства этанола, этиленгликоля, эпоксидов, дихлорэтана.

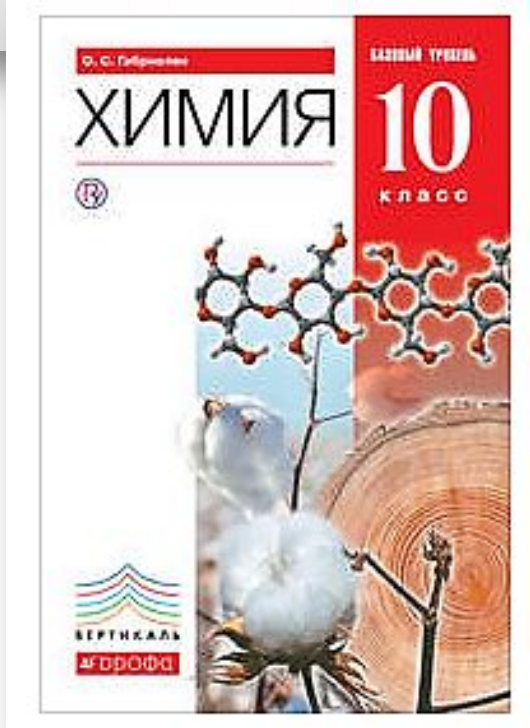
Большое количество этена перерабатывается в полиэтилен, который используется для изготовления упаковочной плёнки, посуды, труб, электроизоляционных материалов.

- Из **пропена** получают глицерин, ацетон, изопропиловый спирт, растворители.

Полимеризацией пропена получают полипропилен, который по многим показателям превосходит полиэтилен: имеет более высокую температуру плавления, химическую устойчивость.

В настоящее время из полимеров - аналогов полиэтилена производят волокна, обладающие уникальными свойствами. Так, например, волокно из полипропилена - одно из самых прочных синтетических волокон.

Материалы, изготовленные из этих волокон, являются перспективными и находят всё большее применение в разных областях человеческой деятельности.

Источники

Габриелян, О. С.
Химия. 10 класс. Базовый уровень : учебник / О. С. Габриелян. — 7-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2019. — 191, [1] с. : ил. — (Российский учебник).