

Алкены (непредельные, ненасыщенные, олефины)

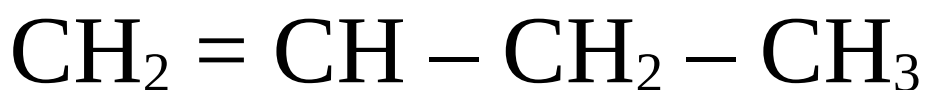
Алкены— это ряд ненасыщенных углеводородов, содержащие в цепи одну двойную углерод-углеродную связь.

Общая формула алкенов
 C_nH_{2n}

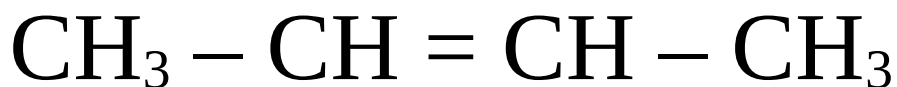
Номенклатура

$CH_2 = CH_2$ этен, этилен

$CH_2 = CH - CH_3$ пропен,
пропилен



1 – бутен



2 – бутен

Физические свойства

Алкены $\text{C}_2 - \text{C}_4$ – газы,
 $\text{C}_5 - \text{C}_{17}$ –

жидкости,

высшие гомологи

– твердые вещества.

$T_{\text{кипения}}$ нормальных

алкенов выше $T_{\text{кипения}}$

**соответствующих
разветвленных изомеров.**

**Относительные плотности
большинства алкенов
находится в интервале 0,6 –
0,7.**

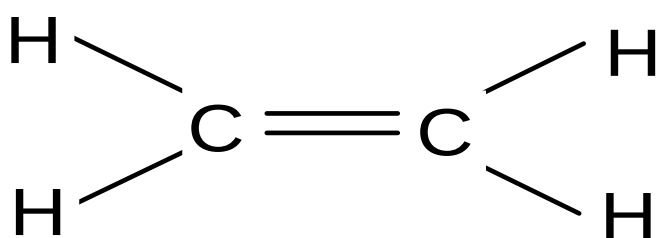
**Как малополярные
вещества алкены
практически не
растворимы в воде, но
растворяются в
неполярных растворителях
(бензол, диэтиловый эфир,
петролейный эфир).**

Электронное строение

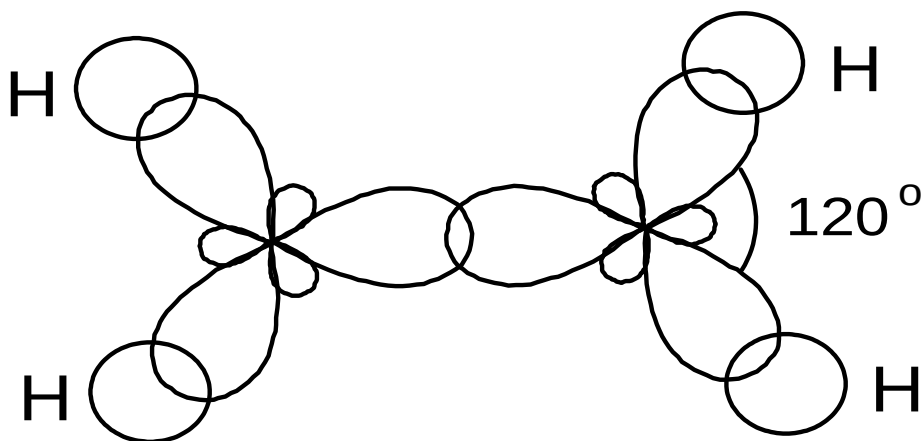
Атомы углерода, связанные двойной связью, находятся в sp^2 -гибридизации.

Строение

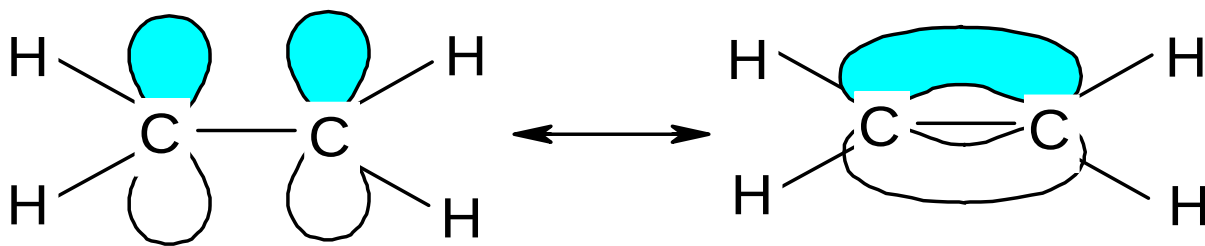
этилена:



образование σ -связей:



образование π -связи:



$l_{C=C} = 0,134 \text{ нм},$

$E_{C=C} = 620 \text{ кДж/моль}.$

**Прочность π -связи меньше,
чем σ -связи.**

Химические свойства

Определяются наличием двойной связи, содержащей π -электроны.

π -Электроны характеризуются подвижностью.

В рез-те двойная связь легко поляризуема и обладает электронодонорными свойствами, т.е. является нуклеофилом.

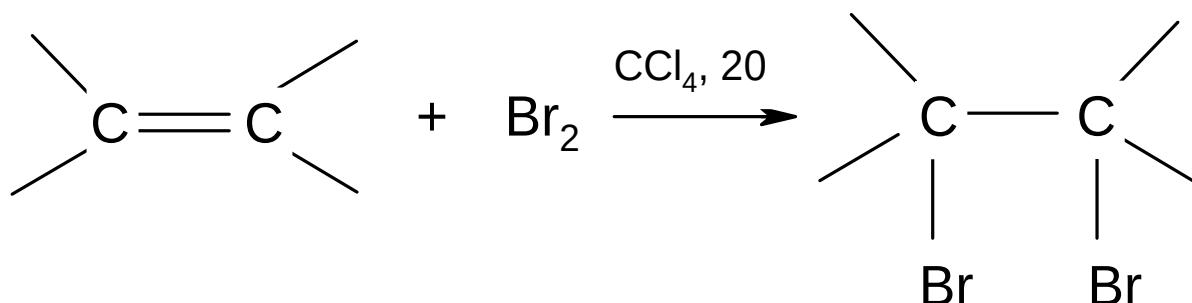
Поэтому алкены склонны взаимодействовать с электрофилами и для них характерны реакции присоединения по двойной связи.

I. Реакции присоединения (A_E)

1. Галогенирование

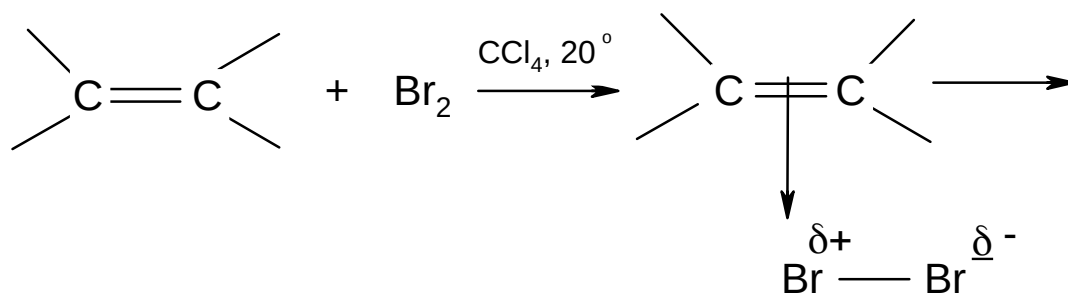
Наиболее легко алкены хлорируются и бромруются; процесс протекает при комнатной температуре и

**практически с
количественным выходом:**

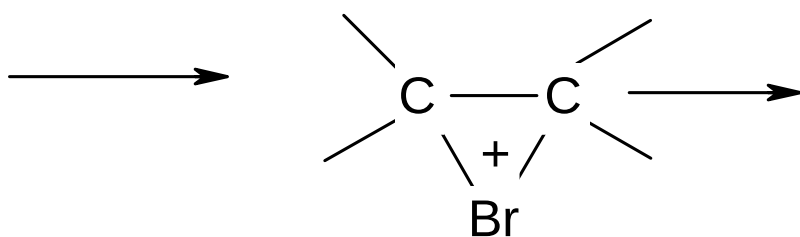


**(качественная реакция на
ненасыщенность).**

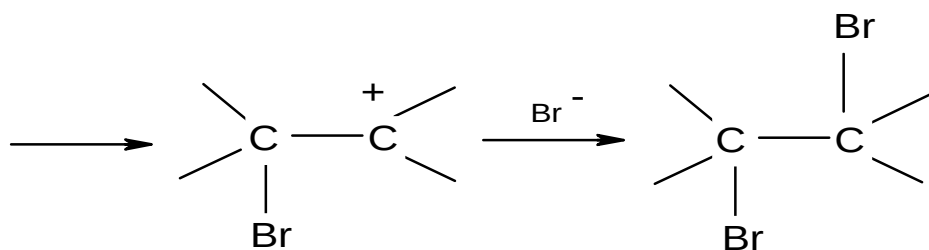
Механизм реакции:



π-КОМПЛЕКС



катион бромония

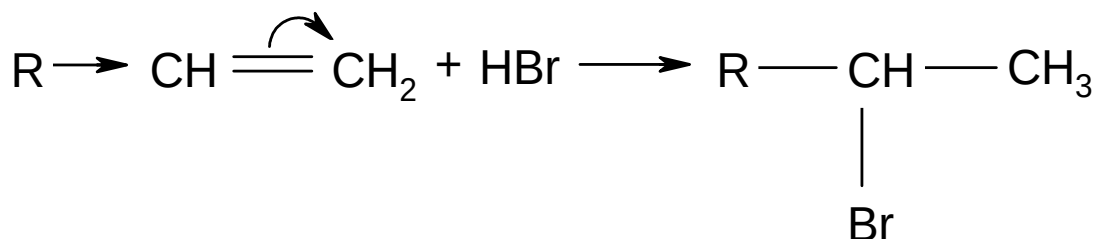
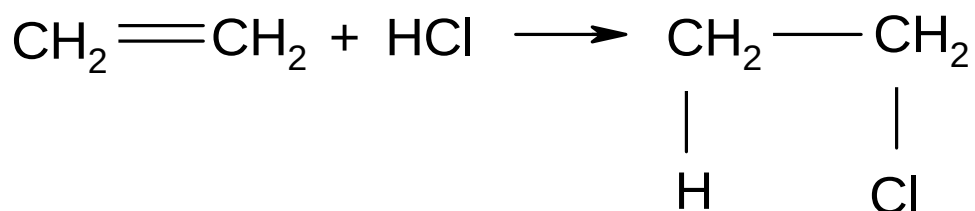


карбкатион

2. Гидрогалогенирование

**Реакционная способность
галогенводородов
увеличивается с
возрастанием кислотности**





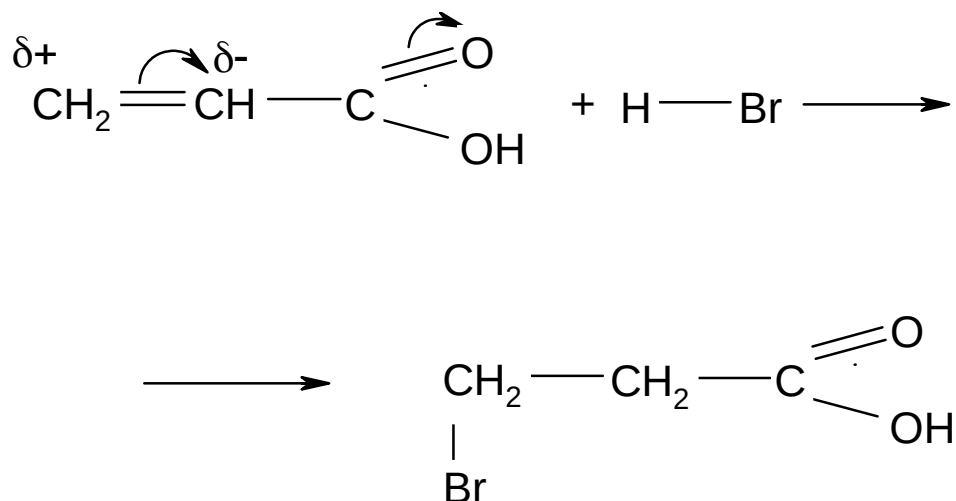
Присоединение протекает по правилу Марковникова:

*при присоединении
реагентов типа НХ к
несимметричным алкенам
атом водорода
присоединяется к более
гидрогенизированному
атому углерода двойной
связи.*

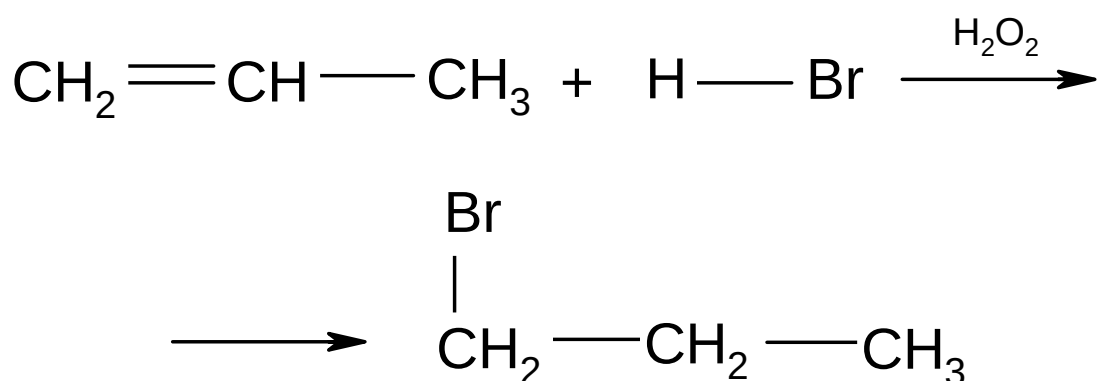
Исключения из правила Марковникова

1. Присоединение реагентов типа НХ к двойной С-С-связи в ненасыщенных соединениях, содержащих электроноакцепторные заместители при кратной связи, происходит против правила Марковникова.

Например,



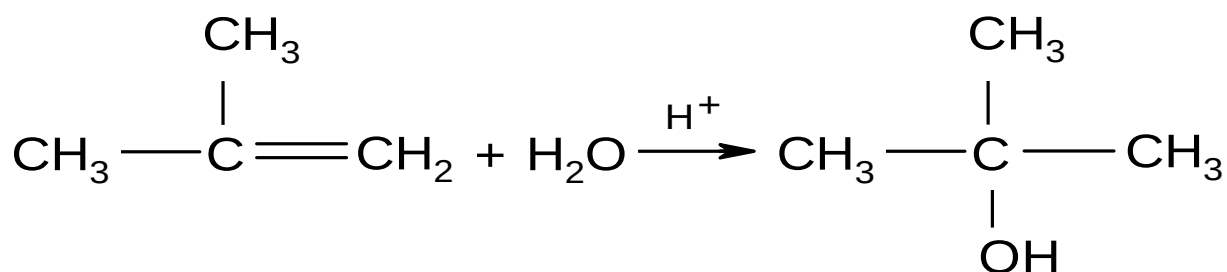
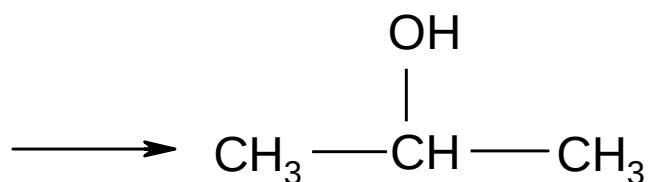
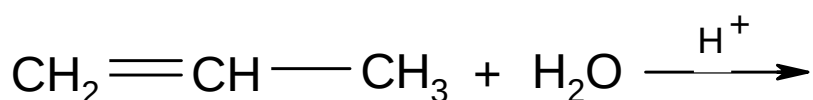
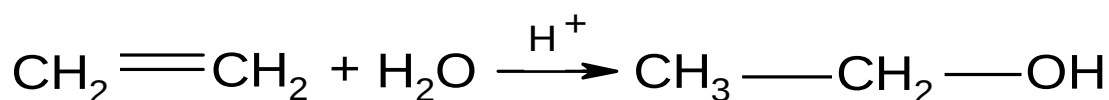
2. Присоединение бромоводорода в присутствии пероксидов (эффект Хараша):



3. Гидратация

Вода является слабым донором протона и ее присоединение к алкенам возможно только в присутствии катализатора – кислоты.

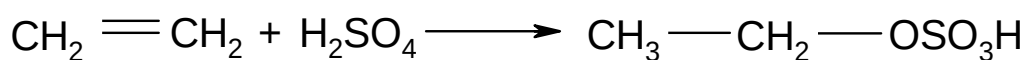
Присоединение воды к несимметричным алкенам протекает согласно правилу Марковникова.



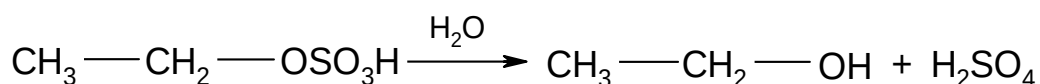
4.Присоединение серной кислоты.

Взаимодействие алкенов с серной кислотой приводит к образованию

моноалкилсульфатов:



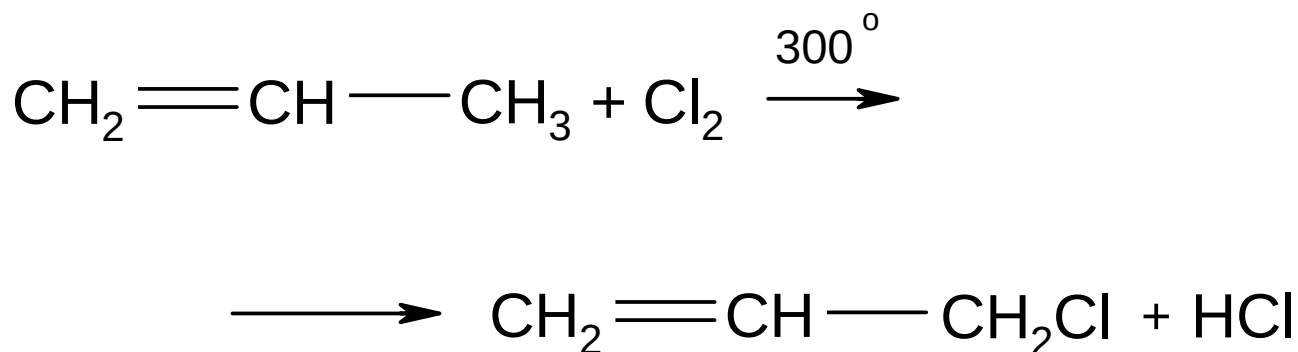
Реакция алкенов с серной кислотой является одним из способов получения спиртов; гидролиз моноалкилсульфатов приводит к спиртам:



II. Реакции радикального замещения у α -углеродного атома.

В условиях радикальных реакций (высокая температура, облучение) у алкенах могут замещаться атомы водорода на галоген в алкильных группах.

Например,



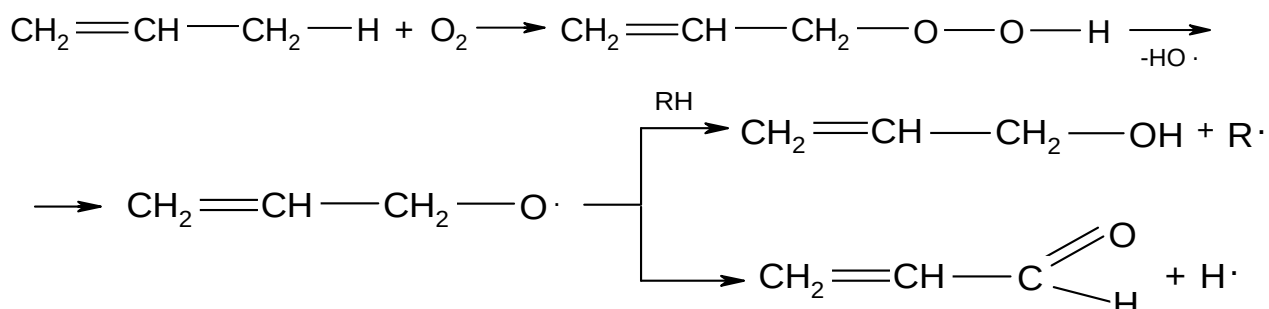
III. Реакции окисления.

Направление окисления зависит от условий реакции и выбора окислителя; при мягком окислении разрываются π -связи, при жестком окислении – π - и σ -связи.

1. Окисление кислородом воздуха без катализатора.

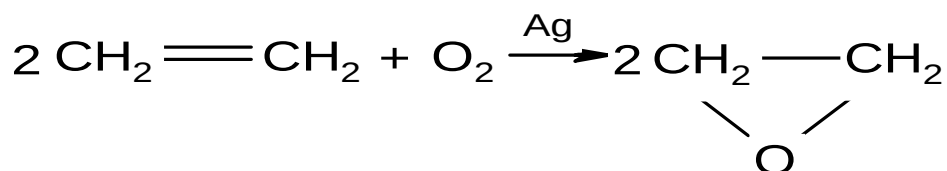
При окислении кислородом воздуха без катализатора на первой стадии алкены образуют гидропероксиды,

распадающиеся на спирт и карбонильные соединения.



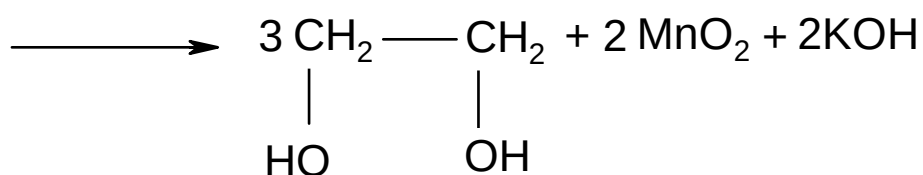
2. Окисление кислородом воздуха в присутствии серебряного катализатора.

Продуктами окисления являются органические окиси (эпоксиды):



3. Гидроксилирование.

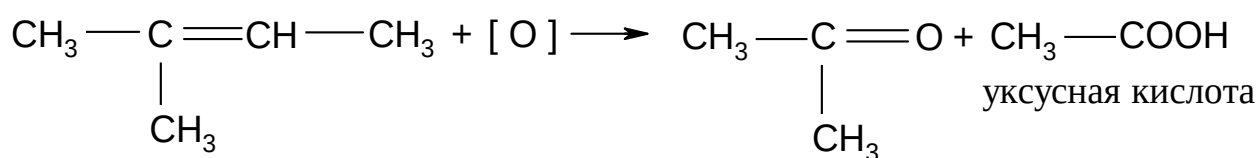
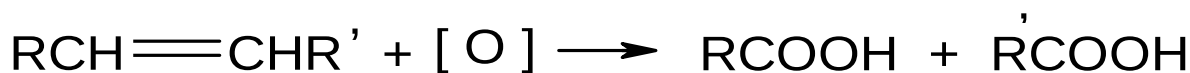
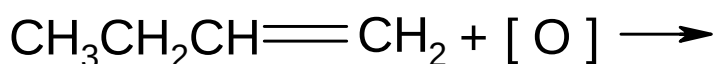
Окисление осуществляется разбавленным раствором перманганата калия (реакция Вагнера) или пероксидом водорода в присутствии катализаторов (CrO_3 , OsO_4 и др.), образуя при этом гликоли:



**качественная реакция на
наличие двойной связи в
веществе**

4. Жесткое окисление.

**действие сильных
окислителей в жестких
условиях (конц. растворы
KMnO₄, K₂Cr₂O₇, HNO₃)**

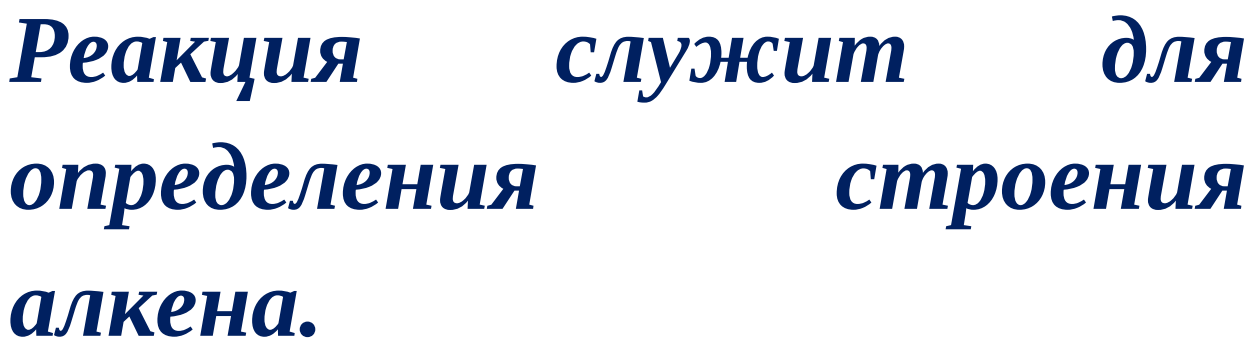


**реакция используется для
определения строения
алкенов**

5. Озонирование.

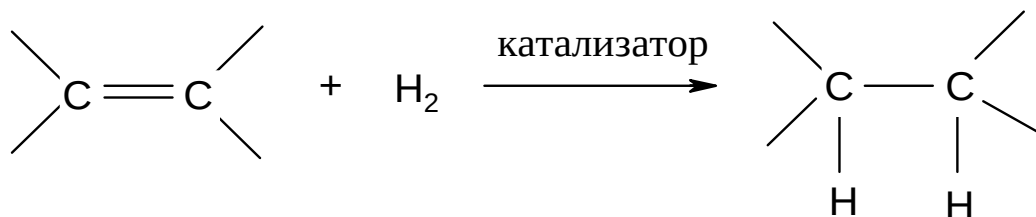
**Озон присоединяется по
месту двойной связи,
образуя нестойкие,
взрывчатые озониды.**

**При обработке водой они
образуют пероксид водорода
и карбонильные соединения.**



**Алкены гидрируются тем
легче, чем меньше
заместителей имеется у**

двойной связи (правило С.В.Лебедева).



V. Полимеризация.

Полимеризация – процесс образования

высокомолекулярного

вещества (полимера) путем

соединения друг с другом с

помощью главных

валентностей молекул

низкомолекулярного

вещества (мономера).

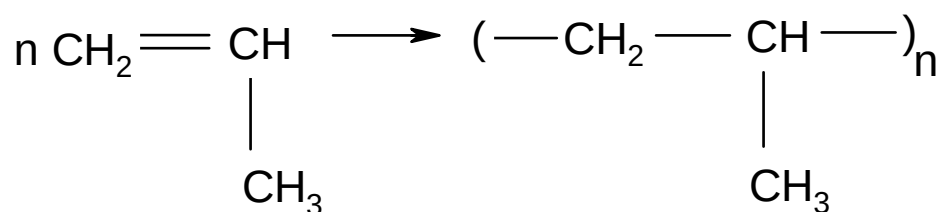
Полимеризация алкенов

**может быть вызвана
нагреванием,
высоким давлением,
облучением,
действием свободных
радикалов
катализаторов.**

Полимеризация этилена



пропилена



Применение: этилен и его гомологи используются для получения разнообразных органических веществ, таких, как галогенпроизводные, спирты (этанол, этиленгликоль), альдегиды, кислоты, стирол, в производстве полимеров.

Алкадиены

Алкадиены— это ненасыщенные

**углеводороды, содержащие
в цепи две двойные связи.**

Общая формула диенов
 C_nH_{2n-2} .

Классификация:

- 1. Диены с
кумулярованными
связями:**

$\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$ пропадиен, аллен

$\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$ 1,2-бутадиен, метилаллен

2. Диены с сопряженными СВЯЗЯМИ:

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 1,3 - бутадиен, дивинил

$\text{CH}_2=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 2 - метил - 1,3 - бутадиен, изопрен

3. Диены с изолированными СВЯЗЯМИ:

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ 1,4 - пентадиен

Физические свойства

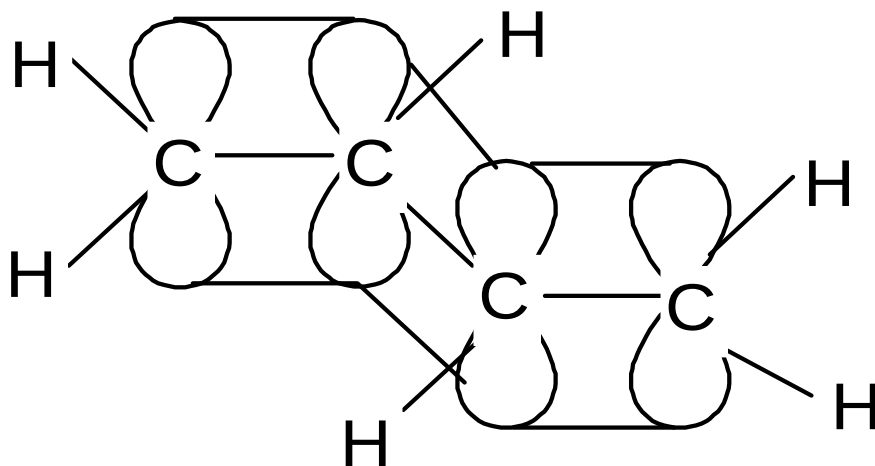
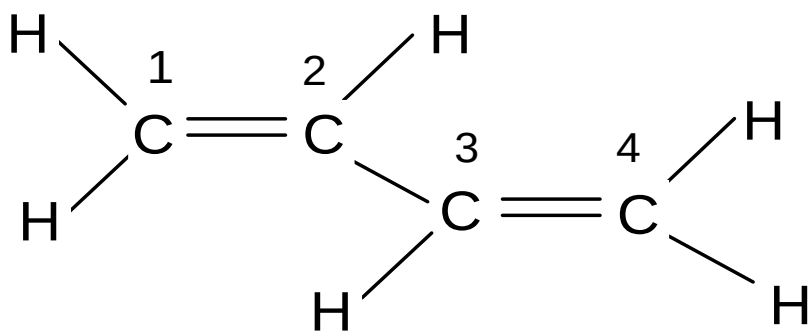
Бутадиен – 1,3 –

бесцветный газ с

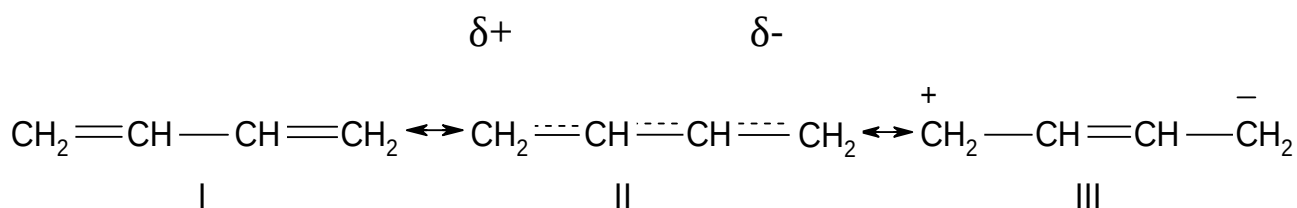
характерным запахом.

**Изопрен – летучая
жидкость с приятным
запахом.**

Электронное строение
Строение сопряженных
диенов на примере 1,3-
бутадиена;
атомы углерода находятся
в sp^2 -гибридизации.



Результат такого сопряжения можно изобразить в виде граничных(или резонансных) структур:



длина связей

$l(C_1-C_2, C_3-C_4) = 0,137\text{нм},$

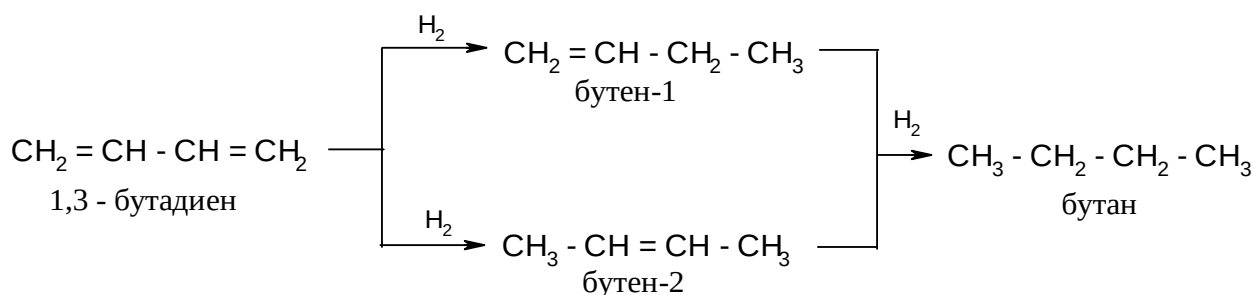
$l(C_2-C_3) = 0,147\text{нм}$

энергия сопряжения

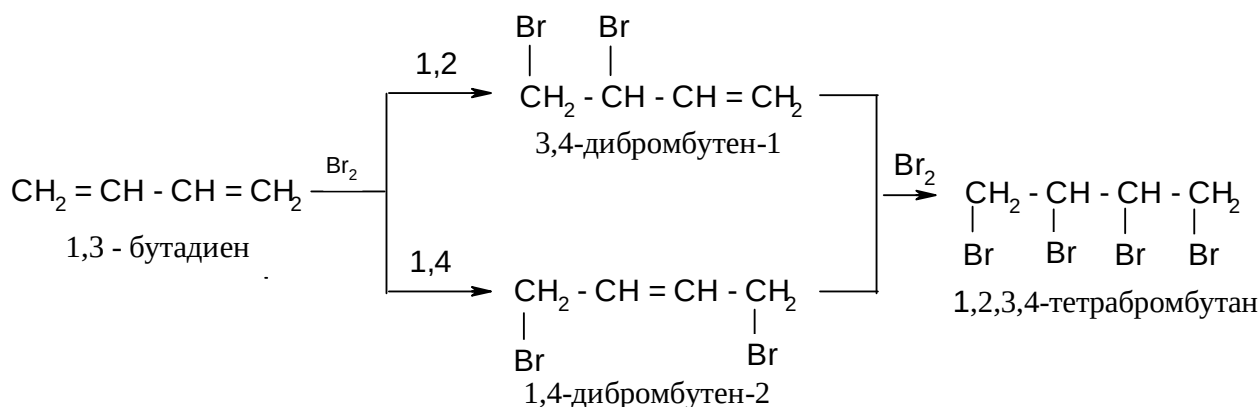
$E_{\text{сопр.}} = 15\text{кДж/моль}$

Химические свойства

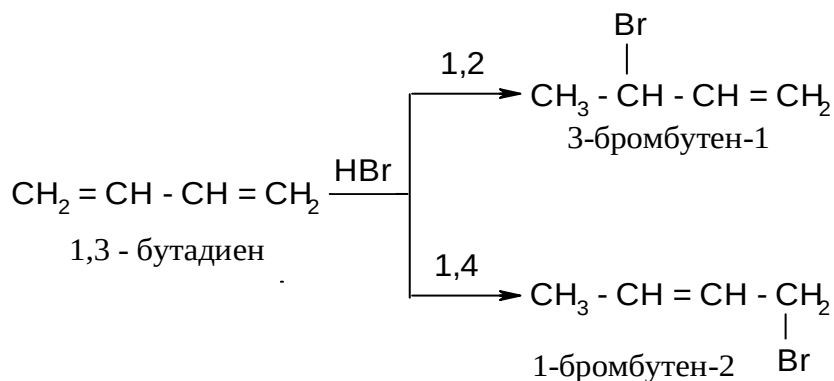
1. Гидрирование



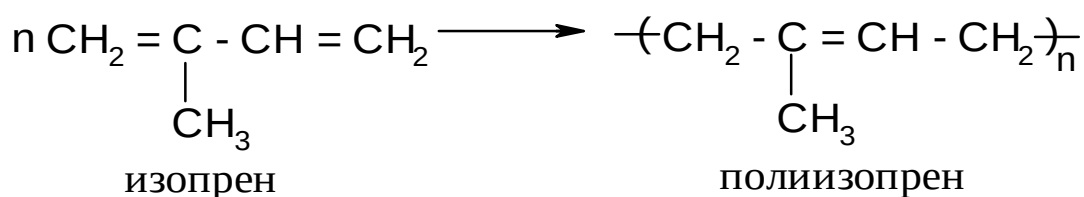
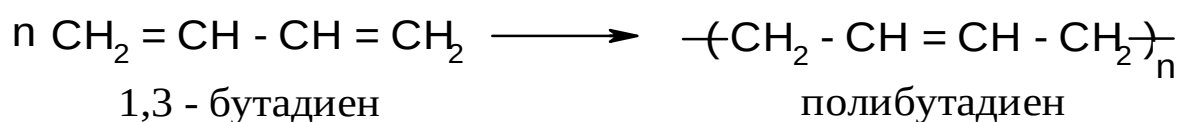
2. Галогенирование



3. Гидрогалогенирование:



4. Полимеризация:



5. Реакция Дильса-Альдера

