

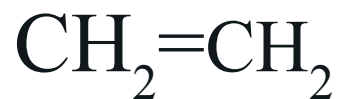
Алкены

Алкены (этиленовые углеводороды)

это углеводороды, содержащие в молекуле одну двойную связь.

$C_n H_{2n}$ общая формула

$C_2 H_4$ – этилен – этен



$C_3 H_6$ – пропен



$C_4 H_8$ - бутен

$C_5 H_{10}$ - пентен

$C_6 H_{12}$ - гексен

Физические свойства

По физическим свойствам этиленовые углеводороды близки к алканам.

При нормальных условиях

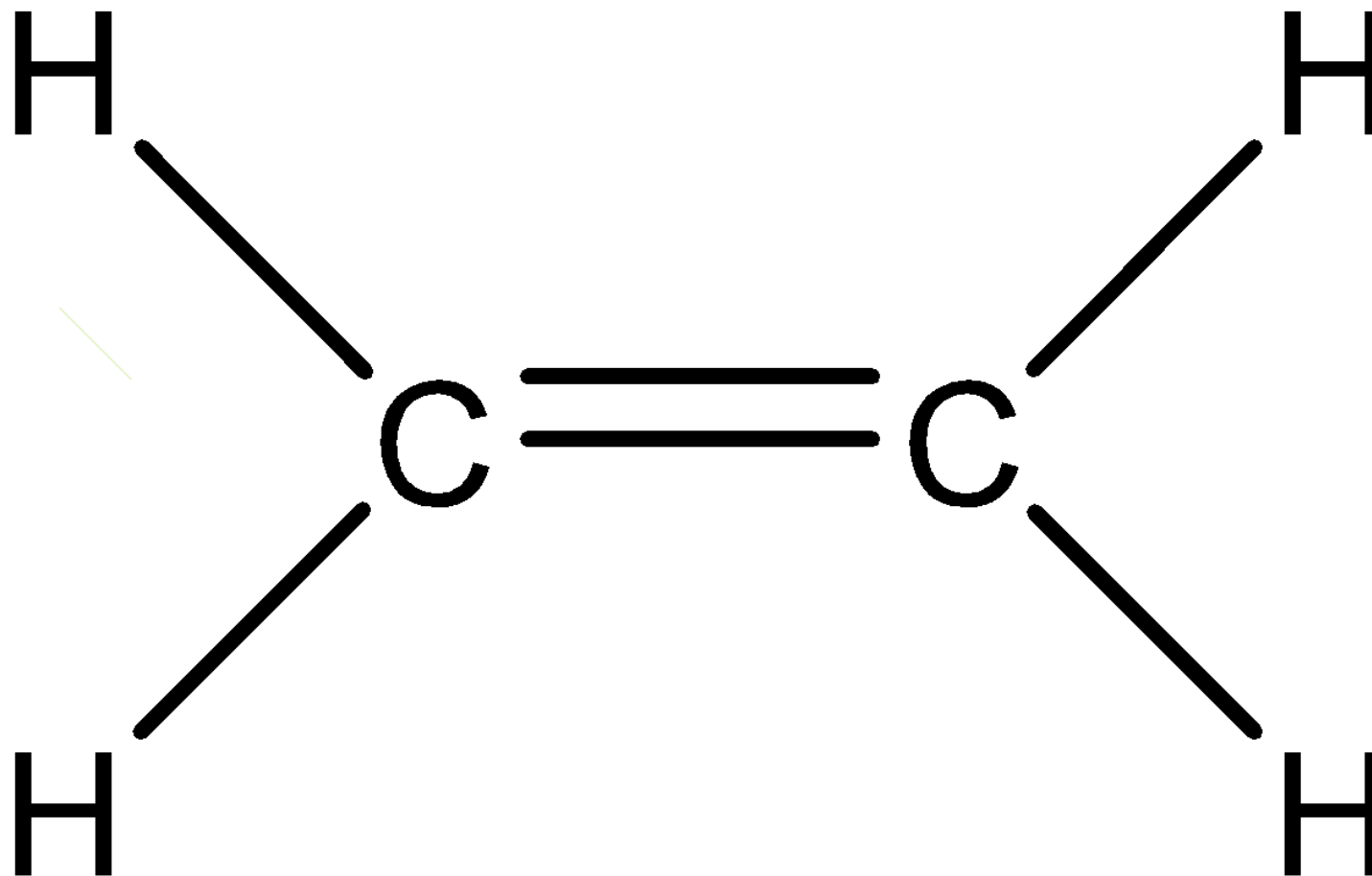
C_2-C_4 – газы,

C_5-C_{17} – жидкости,

C_{18} и далее - твердые вещества.

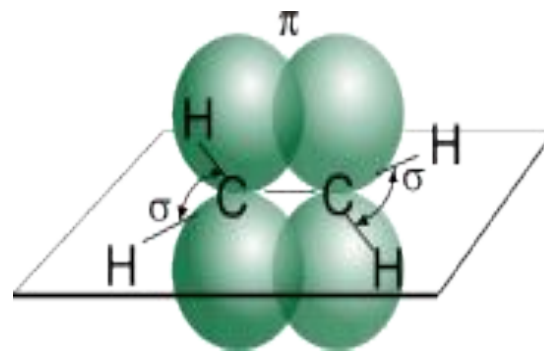
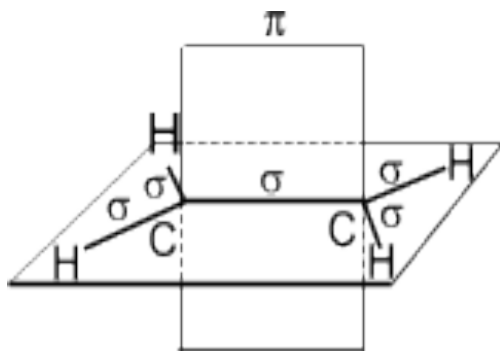
Температура плавления и кипения, а также плотность увеличиваются с ростом молекулярной массы. Все алкены легче воды, плохо растворимы в ней, но растворимы в органических растворителях.

Этилен – газ, почти без запаха,
плохо растворим в воде.



1. Образование σ -связей

Каждый атом С образует по 3 σ -связи (одну – с соседним атомом С и две связи с атомами Н). На их образование углерод затрачивает 3 электрона (один s-электрон и два p-электрона), поэтому происходит sp^2 -гибридизация.

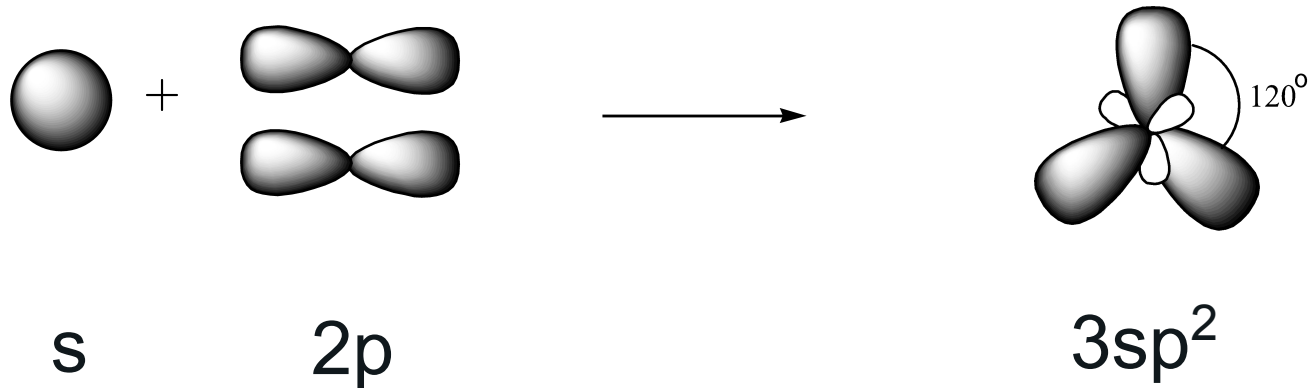


Схематическое изображение строения молекулы этилена

В результате каждый атом углерода обладает тремя гибридными sp^2 -орбиталями, которые лежат в одной плоскости под углом 120° друг к другу.

Схема образования sp^2 -гибридных орбиталей

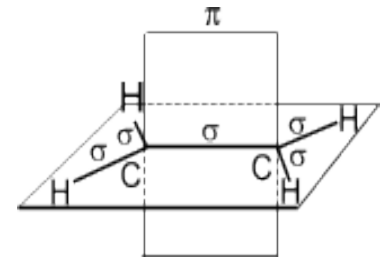
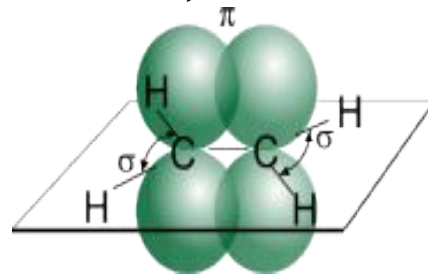
- В гибридизации участвуют орбитали одного s - и двух p -электронов:



2. Образование π -связи

У каждого атома С есть ещё по одному р-облаку, которые в гибридизации не участвуют и сохраняют форму правильных восьмерок. Перекрываясь над и под плоскостью, они образуют π -связь, которая располагается перпендикулярно к плоскости σ -связей. Двойная связь алкенов представляет собой сочетание σ - и π -связей.

Длина двойной связи = 0,134 нм.



Итак:

Простая (ординарная) связь – это всегда σ -связь.

В кратных (двойных или тройных) связях – одна σ -связь, а остальные π -связи.

σ -связи всегда образованы гибридными орбиталями (неправильными восьмерками).

π -связи образованы негибридными p – орбиталями (правильными восьмерками).

π - связь менее прочна, чем σ - связь.

В связи с этим, π - связь легко разрывается и переходит в две новые σ - связи в результате присоединения по месту двойной связи двух атомов или групп атомов реагирующих веществ.

Для алкенов наиболее типичными являются реакции присоединения.



Реакции присоединения, окисления и полимеризации алкенов идут за счет разрыва двойной связи (π -связи).

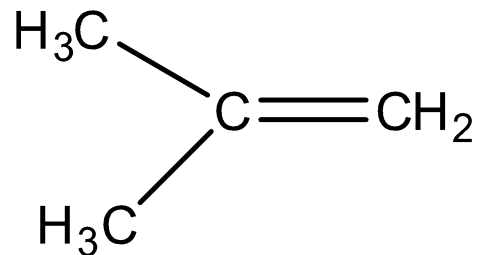
Электрофильное присоединение Ad_E

Изомерия алкенов

1) углеродного скелета

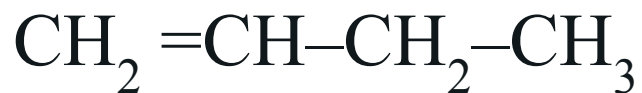


бутен-1

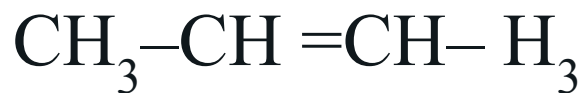


2-метилпропен-1

2) положения двойной связи



бутен-1

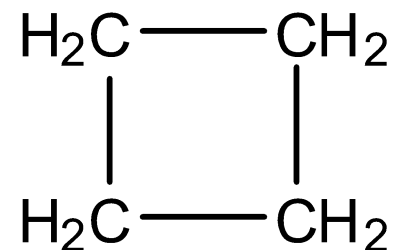


бутен-2

3) Межклассовая (циклоалканы)

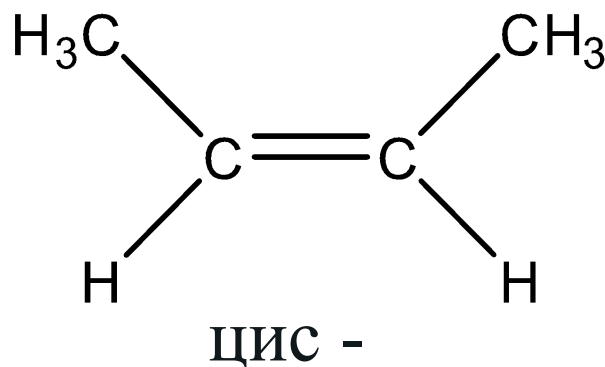
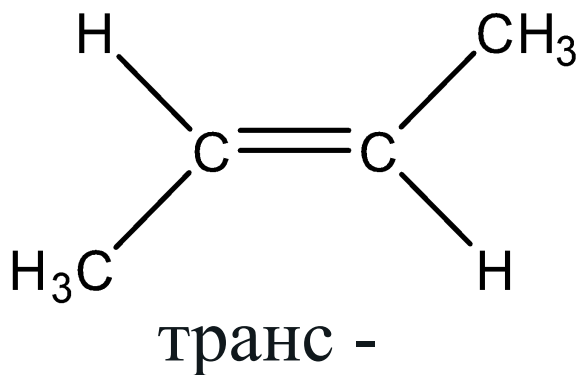


бутен-1



циклобутан

4) пространственная (цис-транс-изомерия)



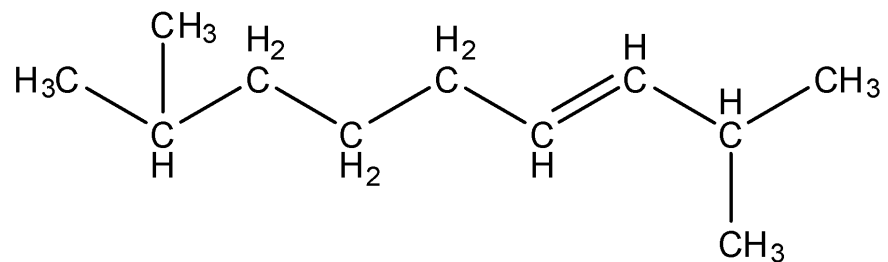
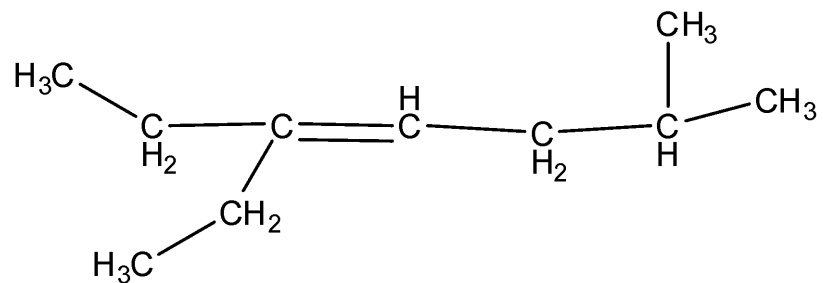
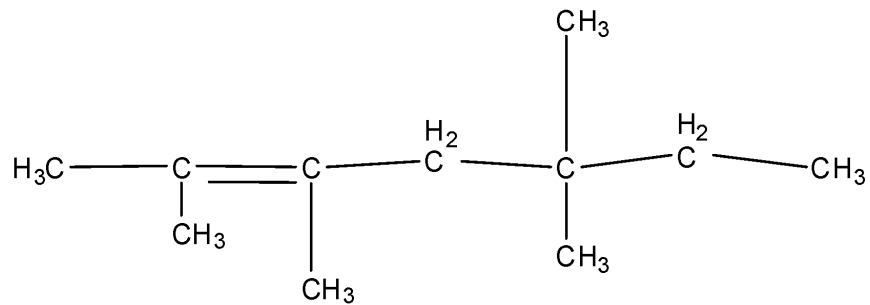
У **каждого** атома углерода двойной связи два **разных** заместителя

Если одинаковые заместители находятся по одну сторону двойной связи, это цис-изомер, если по разные – это транс-изомер.

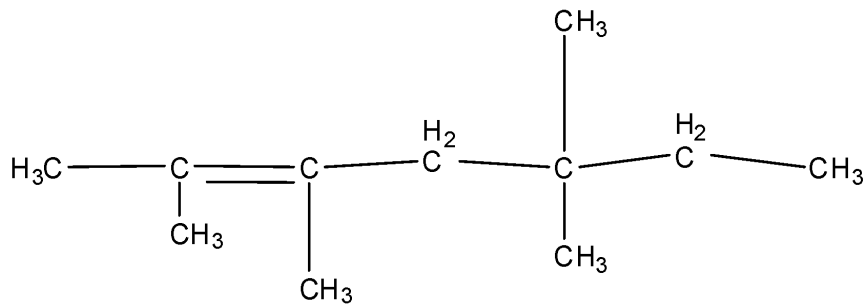
Номенклатура алкенов

- Название алкенов по систематической номенклатуре образуют из названий алканов, заменяя суффикс *-ан* на *-ен*, цифрой указывается номер того атома углерода, **от которого начинается двойная связь.**
- Главная цепь атомов углерода **должна обязательно включать двойную связь**, и ее нумерацию проводят с того конца главной цепи, к которому она ближе.
- В начале названия перечисляют радикалы с указанием номеров атомов углерода, с которыми они связаны. Если в молекуле присутствует несколько одинаковых радикалов, то цифрой указывается место каждого из них в главной цепи и перед их названием ставят соответственно приставки: *ди-*, *три-*, *тетра-* и т.д.

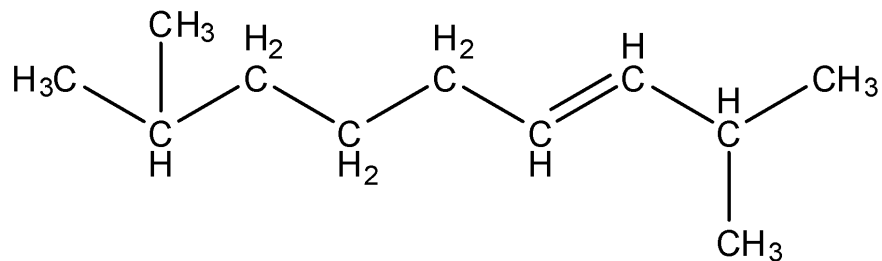
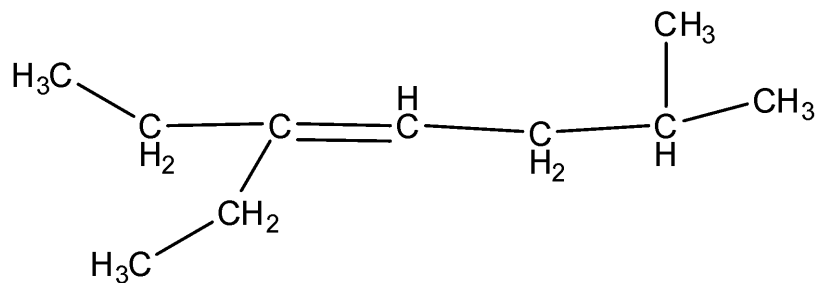
Назовите



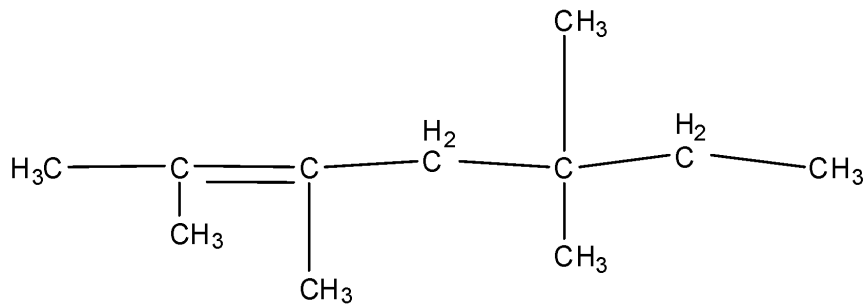
Назовите



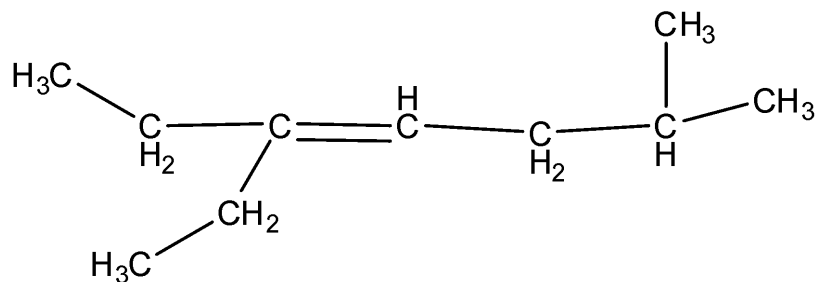
2,3,5,5–тетраметилгептен-2



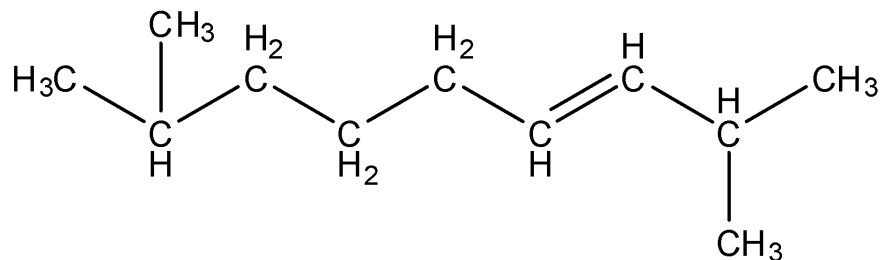
Назовите



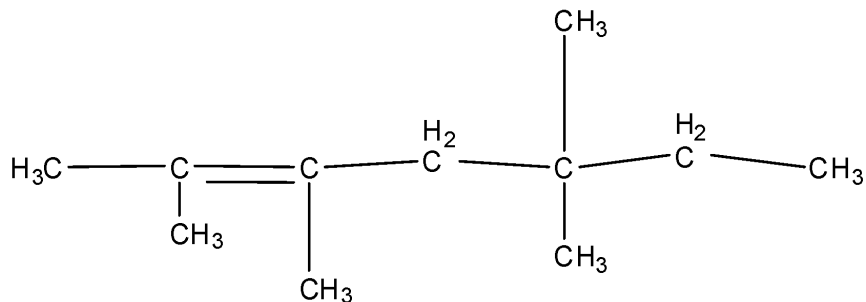
2,3,5,5-тетраметилгептен-2



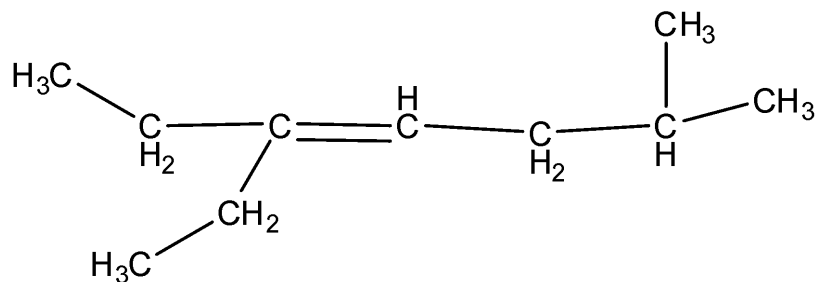
6-метил-3-этилгептен-3



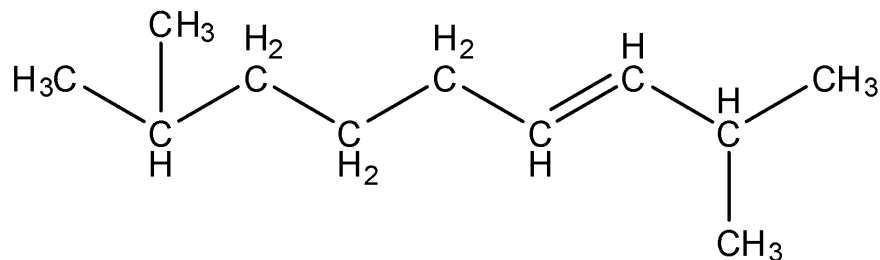
Назовите



2,3,5,5-тетраметилгептен-2



6-метил-3-этилгептен-3



транс-2,8-диметилнонен-3

Химические свойства алкенов

1) Горение

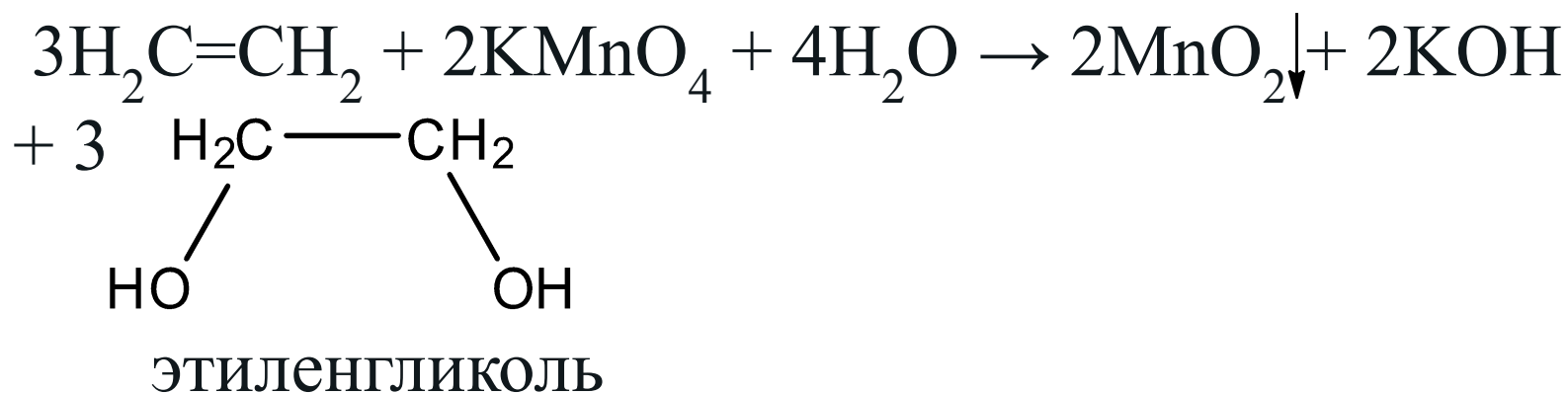
При сжигании на воздухе алкены образуют углекислый газ и воду.



2) Окисление

качественная реакция на двойную связь
(растворы окислителей обесцвечиваются)

При окислении алкенов разбавленным раствором перманганата калия образуются двухатомные спирты – гликоли (реакция Вагнера). Реакция протекает на холоду.

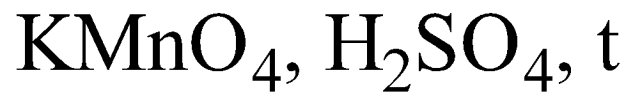


В результате реакции наблюдается обесцвечивание раствора перманганата калия.

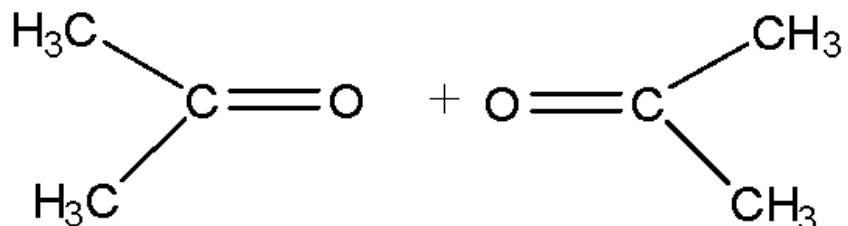
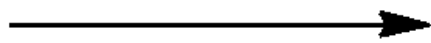
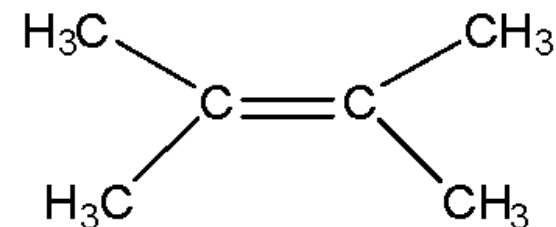
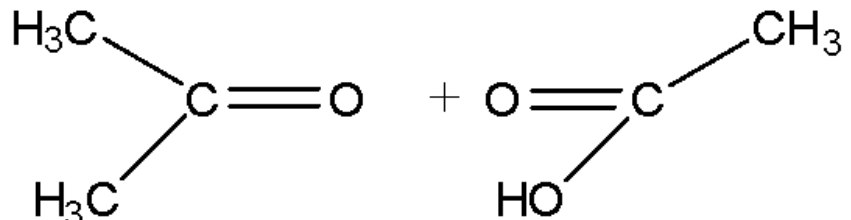
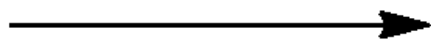
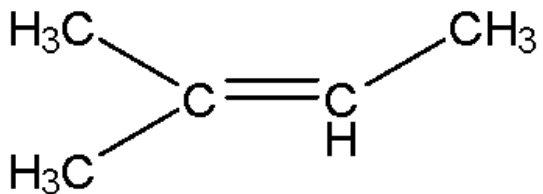
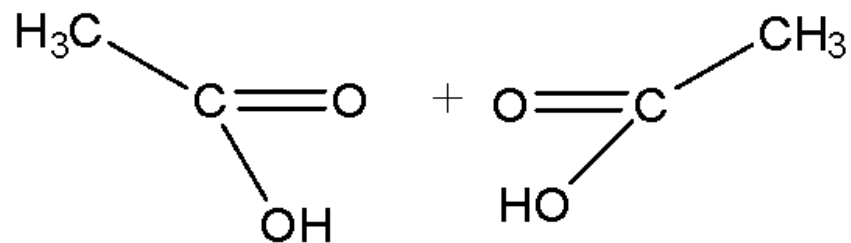
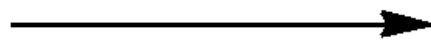
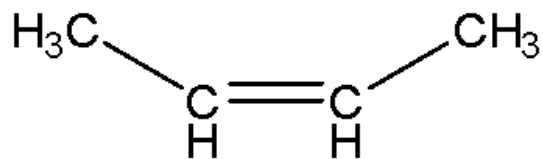
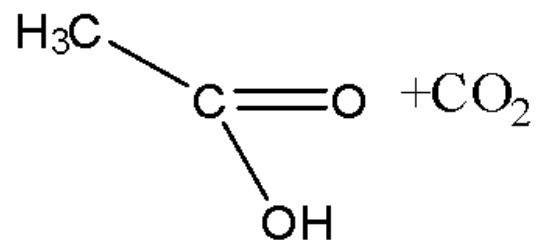
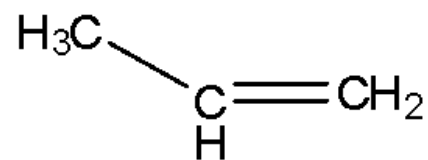
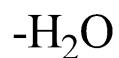
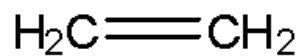
Реакция Вагнера качественная реакция на двойную связь.

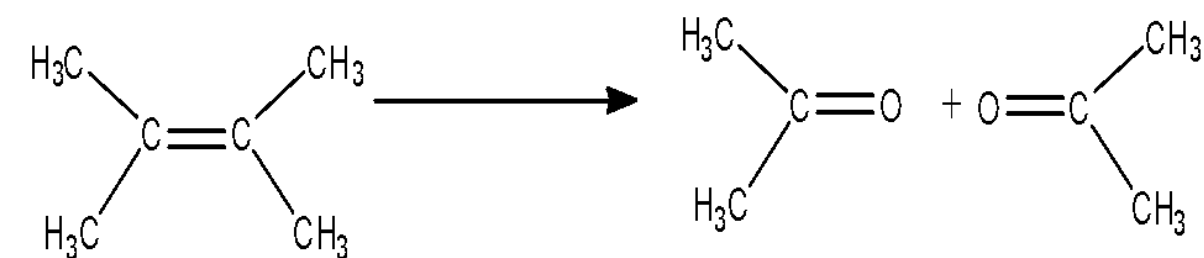
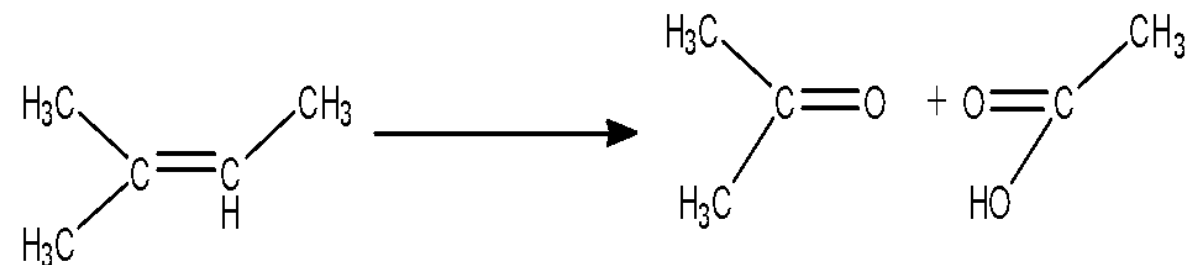
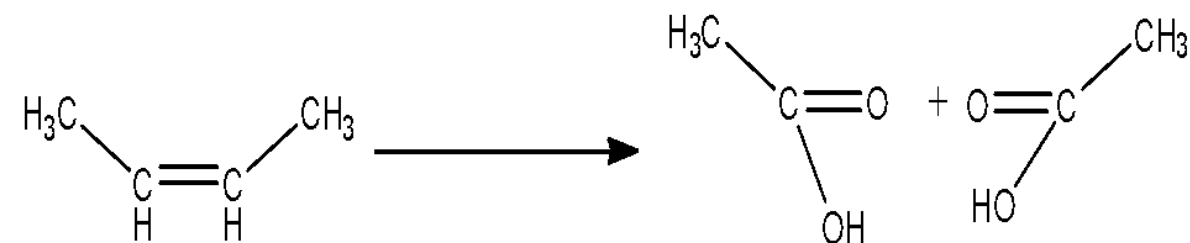
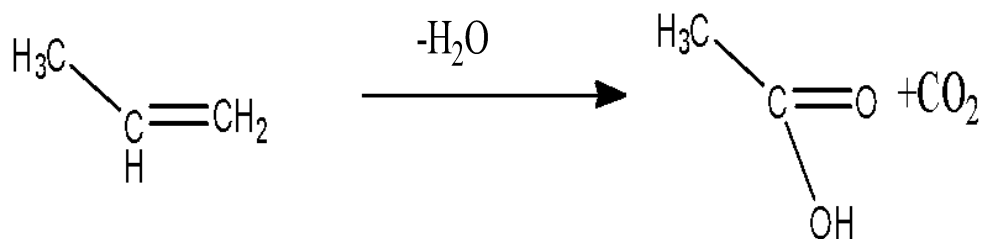
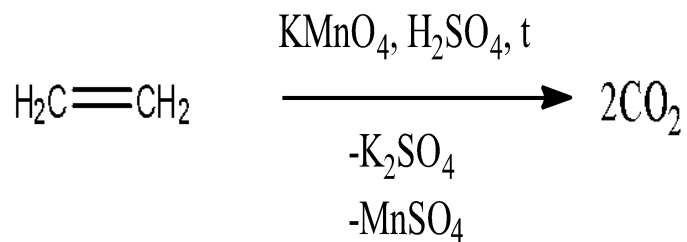
Жесткое окисление

3) Перманганат калия в серной кислоте – полный разрыв двойной связи



$\text{KMnO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4, t$





Концевая двойная
связь окисляется до
углекислого газа.

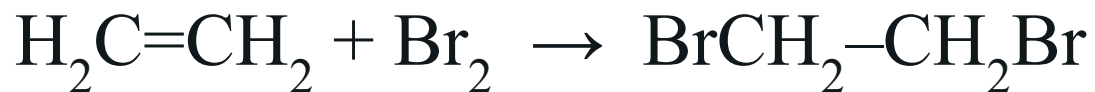
CH= окислится до
карбоновой кислоты

Третичный углерод
при двойной связи
окислится до кетона

3) Реакции присоединения.

а) Присоединение галогенов - *Галогенирование*.

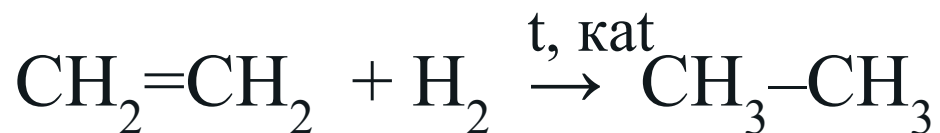
Алкены при обычных условиях присоединяют галогены, приводя к дигалогенопроизводным алканов, содержащим атомы галогена у соседних углеродных атомов.



Приведенная реакция - обесцвечивание этиленом бромной воды является качественной реакцией на двойную связь.

б) Гидрирование – присоединение водорода.

Алкены легко присоединяют водород в присутствии катализаторов (Pt, Pd, Ni) образуя предельные углеводороды.

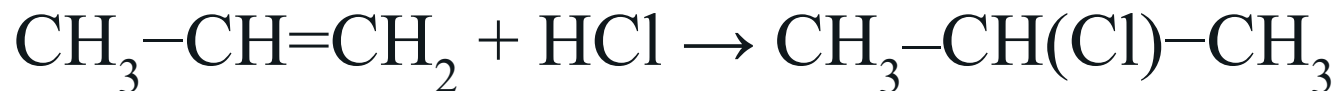


в) Гидрогалогенирование. Этилен и его гомологи присоединяют галогеноводороды, приводя к галогенопроизводным углеводородов.



Присоединение галогеноводородов к несимметричным алкенам происходит в соответствии с **правилом Марковникова**:

При присоединении галогеноводородов или воды к несимметричным алкенам водород присоединяется к наиболее гидрогенизированному атому углерода при двойной связи.

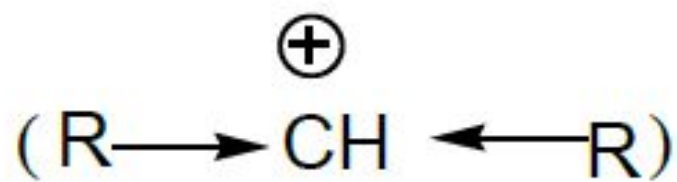
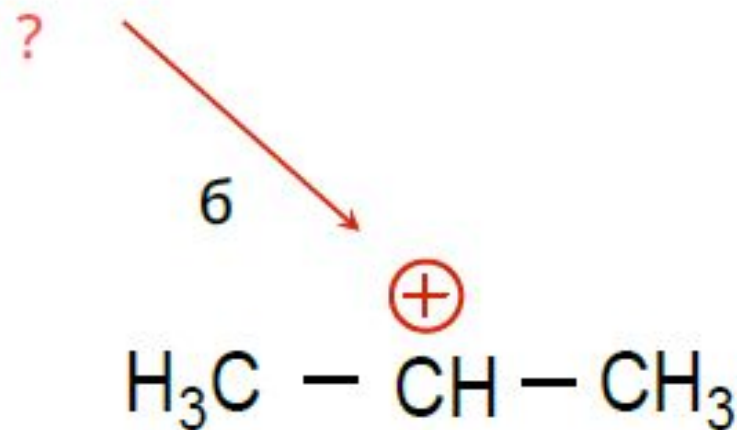
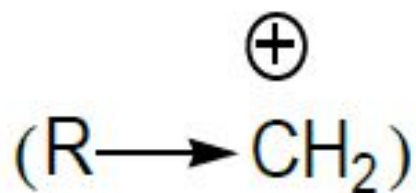
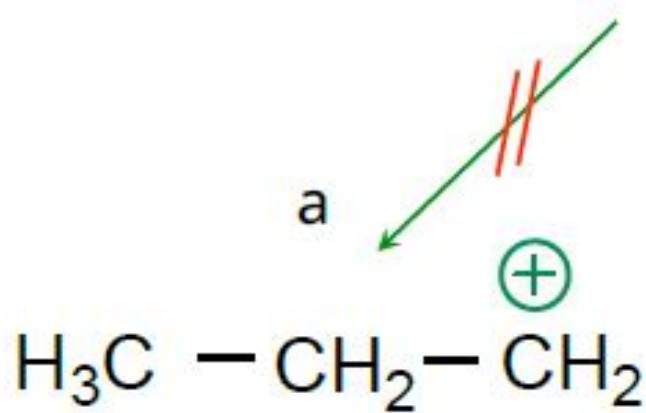
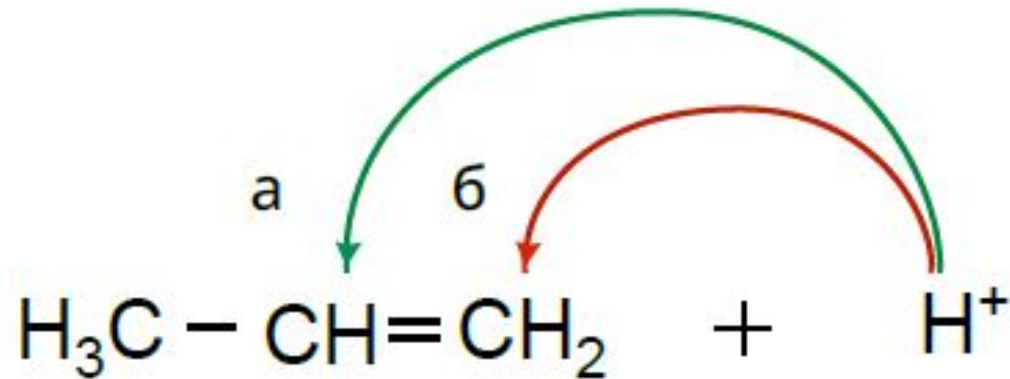


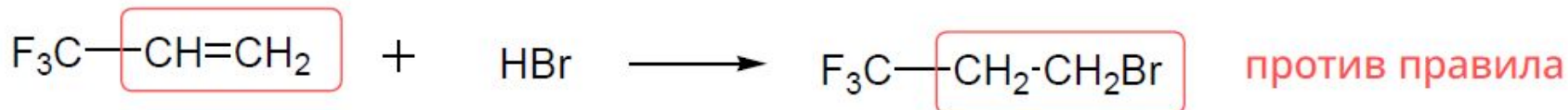
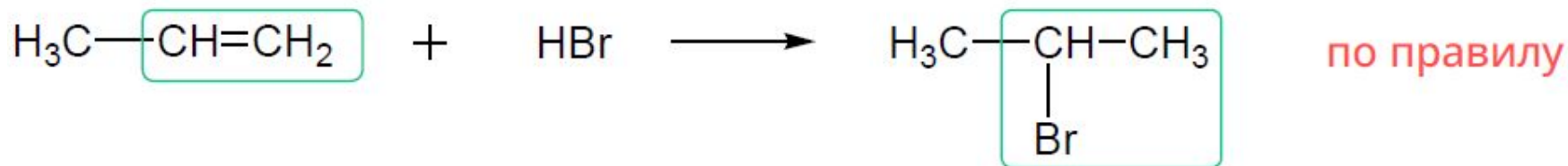
Механизм электрофильного присоединения



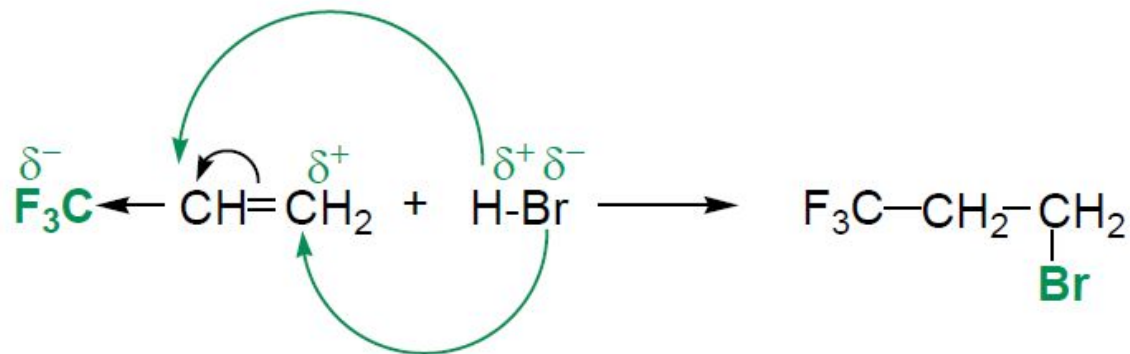
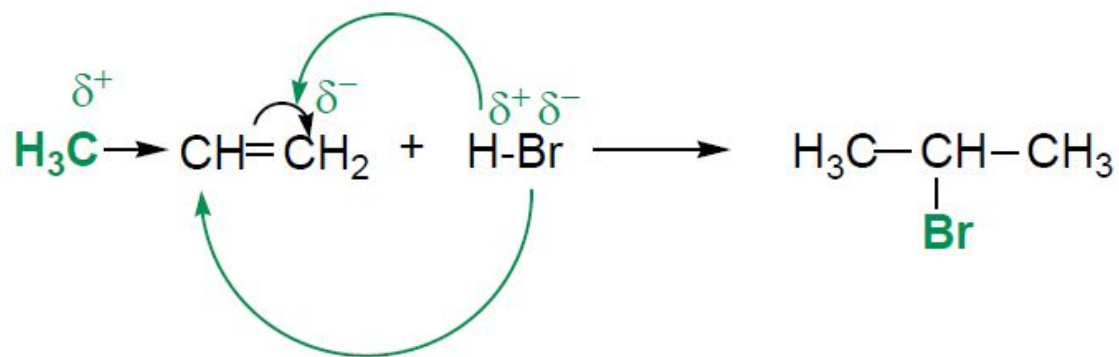
Реакция электрофильного присоединения A_E

Электронная интерпретация правила Марковникова

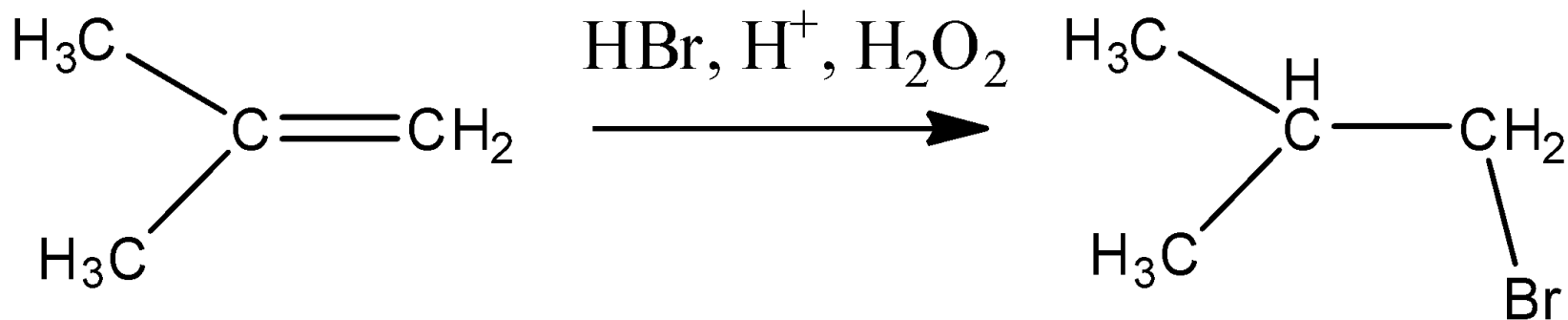




Электронная интерпретация правила Марковникова



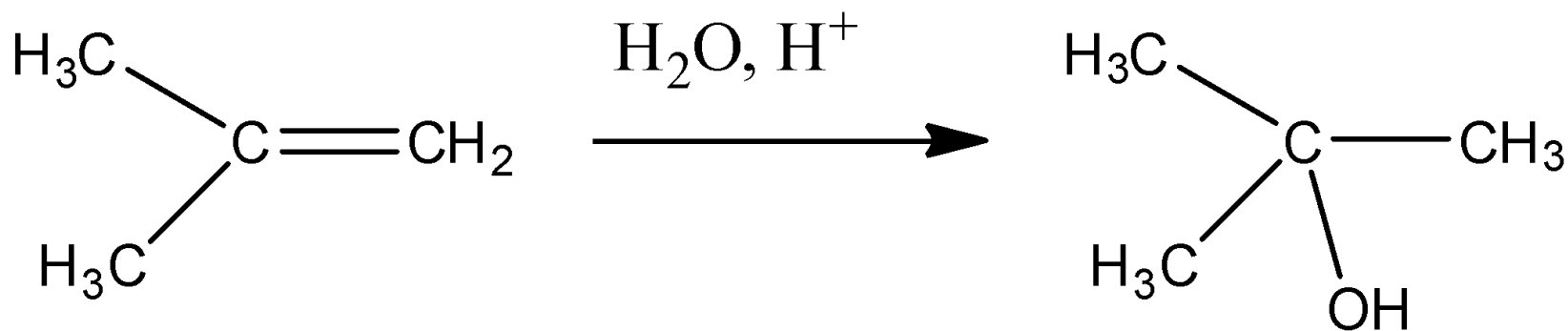
Присоединение против правила Марковникова в присутствии перекиси – эффект Караша



Механизм присоединения меняется на радикальный (Ad_R)

3. г. Гидратация.

В присутствии минеральных кислот алкены присоединяют воду, образуя спирты.



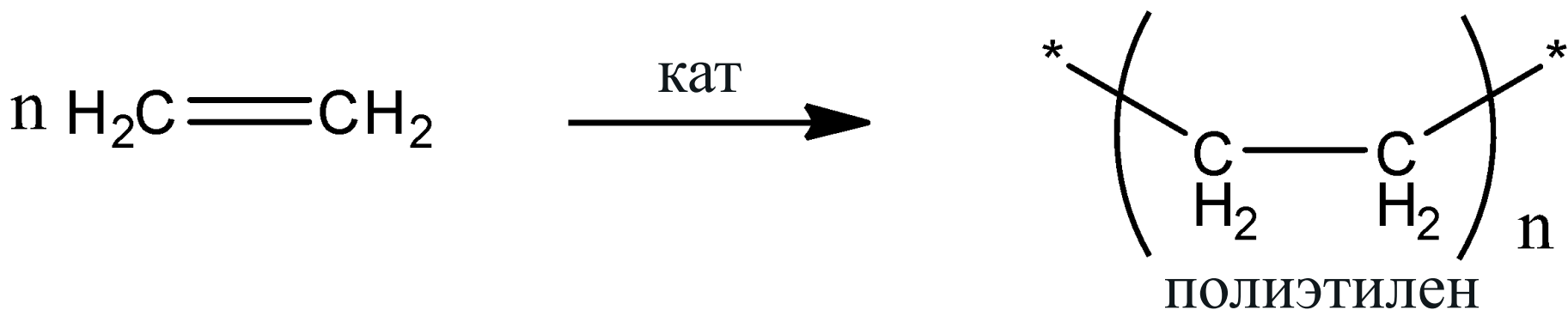
Направление реакций гидратации определяется правилом Марковникова.

4. Полимеризация

Полимеризация - процесс соединения многих маленьких одинаковых молекул в одну большую молекулу.

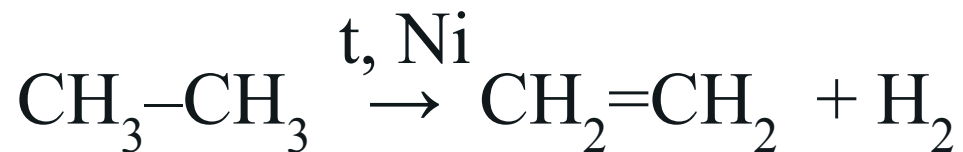
При полимеризации двойные связи в молекулах исходного непредельного соединения "разрываются", и за счет образующихся свободных валентностей эти молекулы соединяются друг с другом.

Полимеризация алкенов вызывается нагреванием, давлением, облучением, действием свободных радикалов или катализаторов.

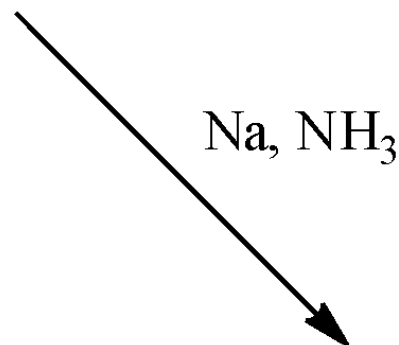
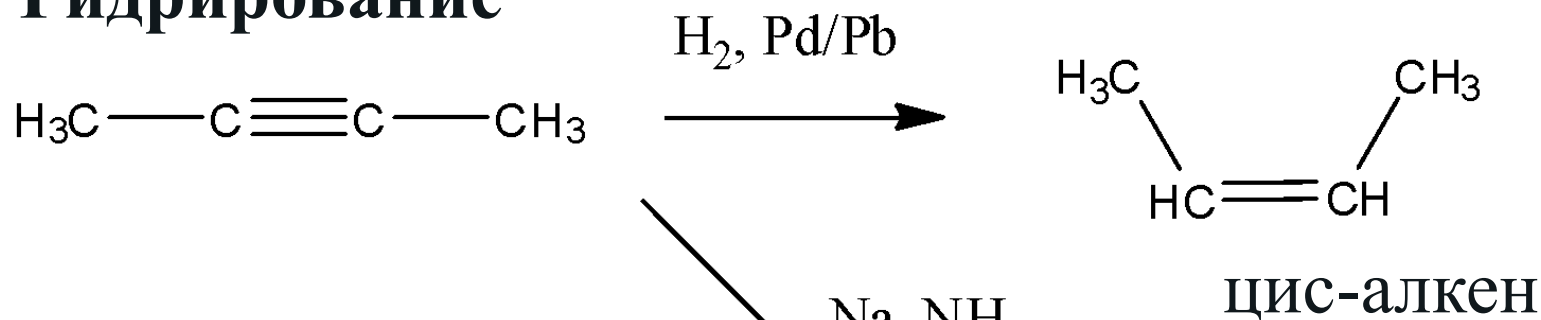


Получение алкенов

1) Дегидрирование (отщепление водорода) алканов при повышенной температуре с катализатором.



2) Гидрирование

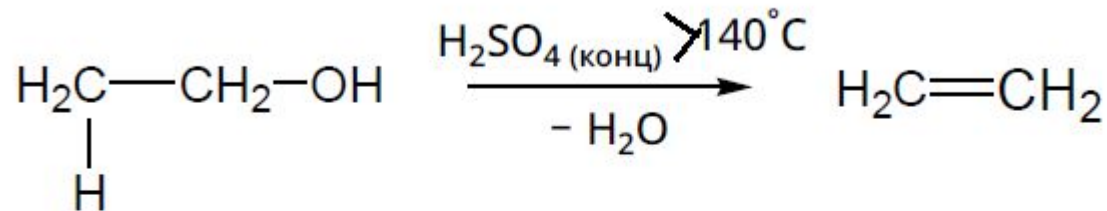


Pd/Pb – катализатор Линдлара

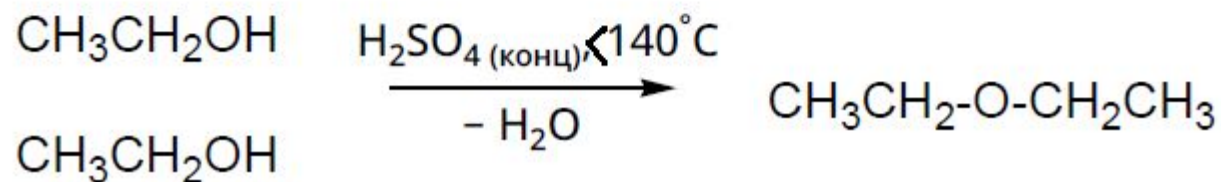
Получение алкенов

2) Дегидратация (отщепление воды) спиртов при нагревании с водоотнимающими средствами (концентрированная серная или фосфорная кислоты) или при пропускании паров спирта над катализатором (окись алюминия).

А Внутримолекулярная



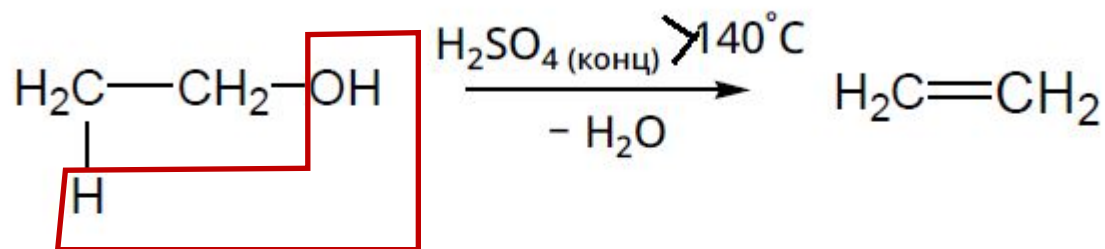
Б Межмолекулярная



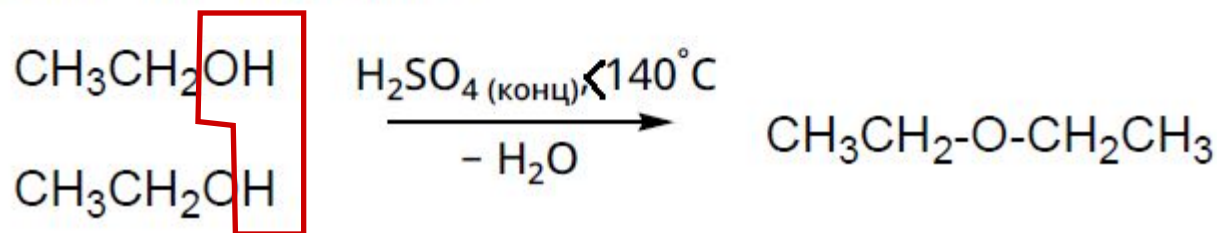
Получение алкенов

2) Дегидратация (отщепление воды) спиртов при нагревании с водоотнимающими средствами (концентрированная серная или фосфорная кислоты) или при пропускании паров спирта над катализатором (окись алюминия).

А Внутримолекулярная

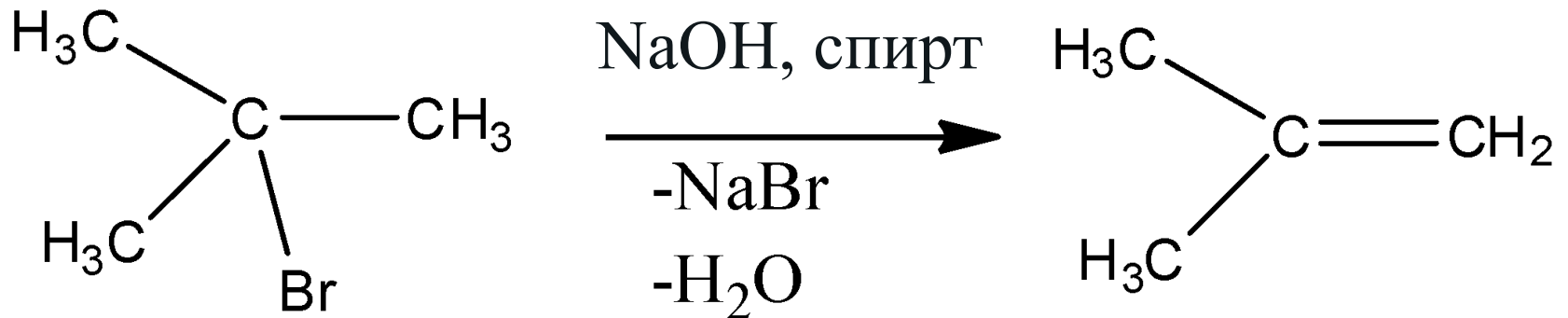
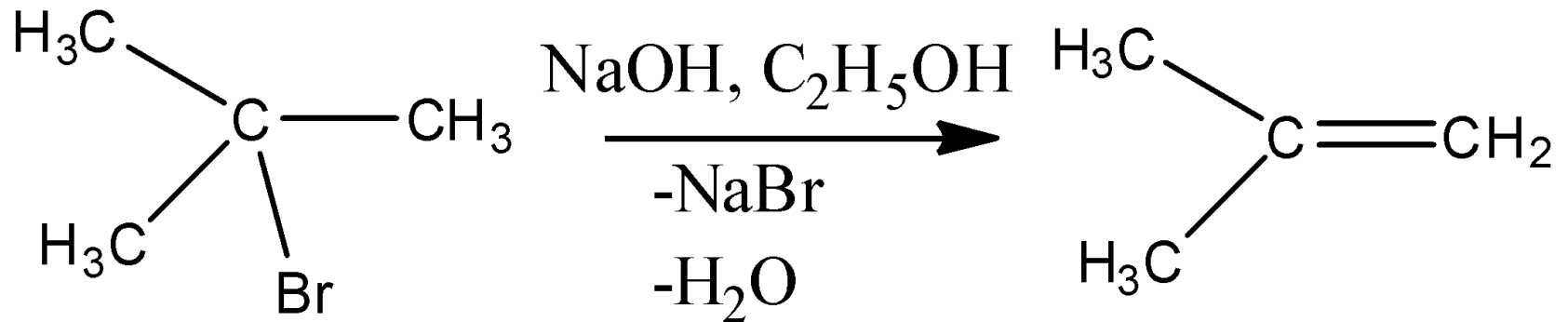


Б Межмолекулярная



Получение алкенов

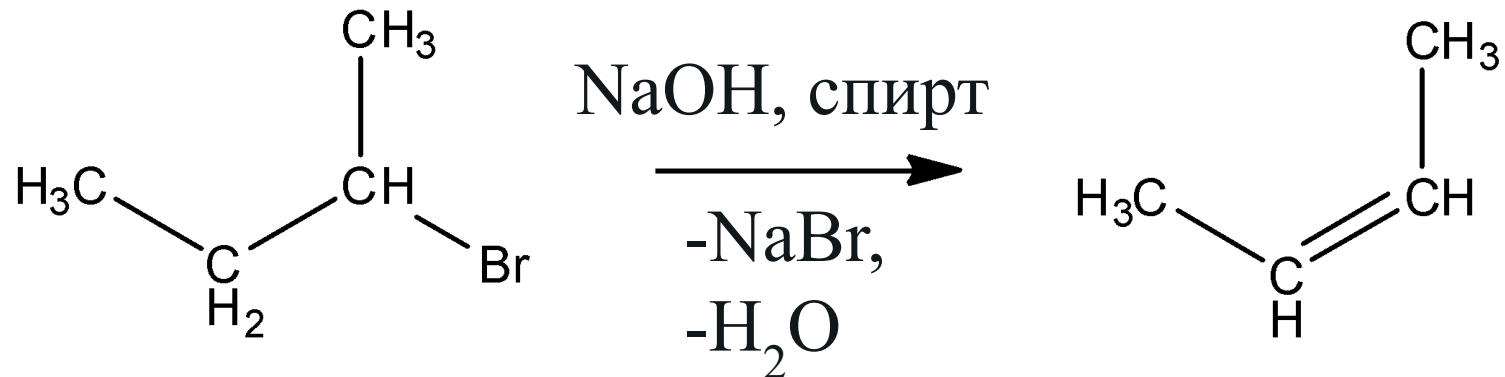
3) Дегидрогалогенирование –
галогенпроизводные со спиртовым раствором NaOH



Получение алкенов

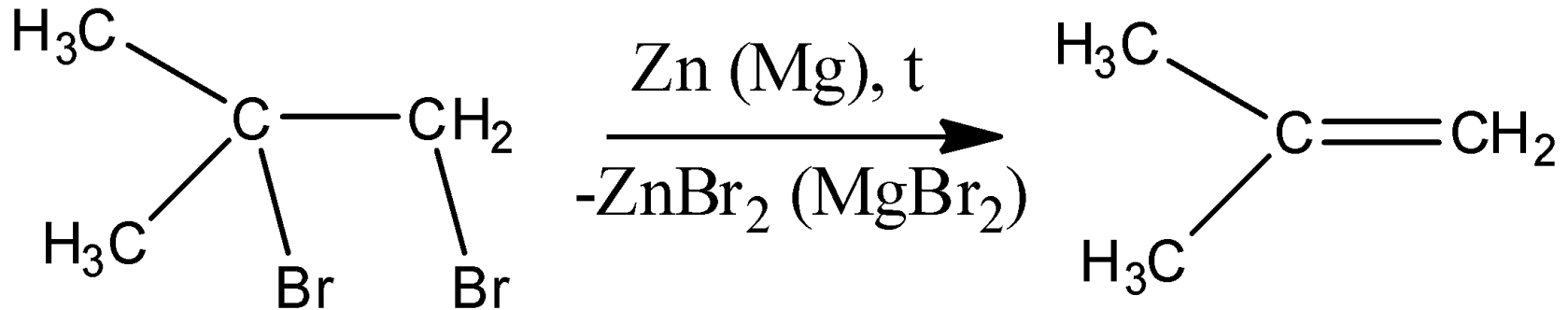
Дегидратация и дегидрогалогенирование несимметричных соединений происходит по **правилу Зайцева**

При отщеплении галогеноводородов или воды от несимметричных галогеналканов или спиртов атом водорода отщепляется от наименее гидрогенизированного атома углерода



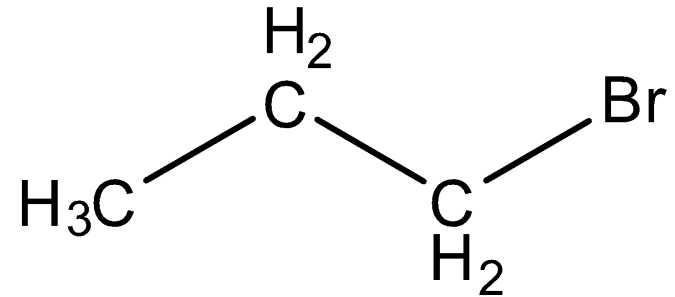
Получение алкенов

4) Дегалогенирование – нагревание вицинального дигалогенпроизводного с цинком или магнием

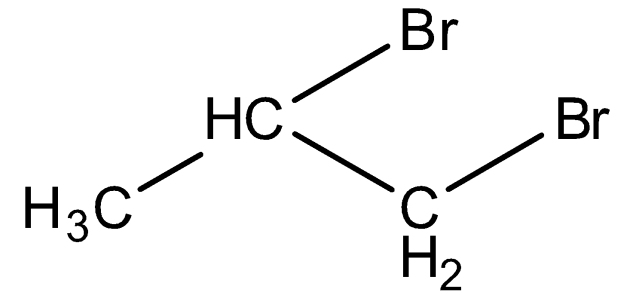


Получение алкенов

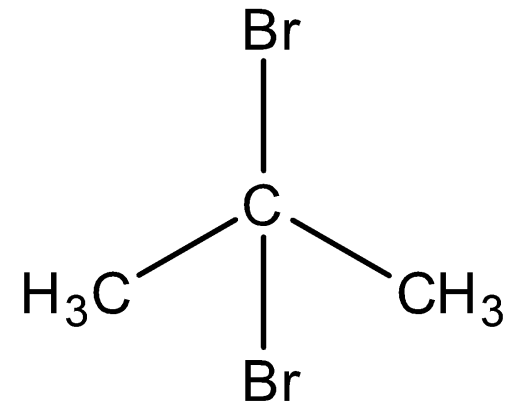
Терминальная группа
– на конце



Вицинальные группы
– у соседних атомов углерода



Геминальные группы
– у одного атома углерода



Применение алкенов

Алкены широко используются в промышленности в качестве исходных веществ в органическом синтезе.

Наибольшее значение имеет этилен и его производные.

Применение этилена и его
производных:



Этилен ускоряет созревание плодов



В качестве топлива



Этиленгликоль – для получения антифризов,
тормозных жидкостей



Дихлорэтан – растворитель



Дихлорэтан – для борьбы с вредителями
(окуривание зернохранилищ)



Хлорэтан, бромэтан – для наркоза
при легких операциях



Этиловый спирт - растворитель, антисептик в
медицине, в производстве синтетического
каучука...

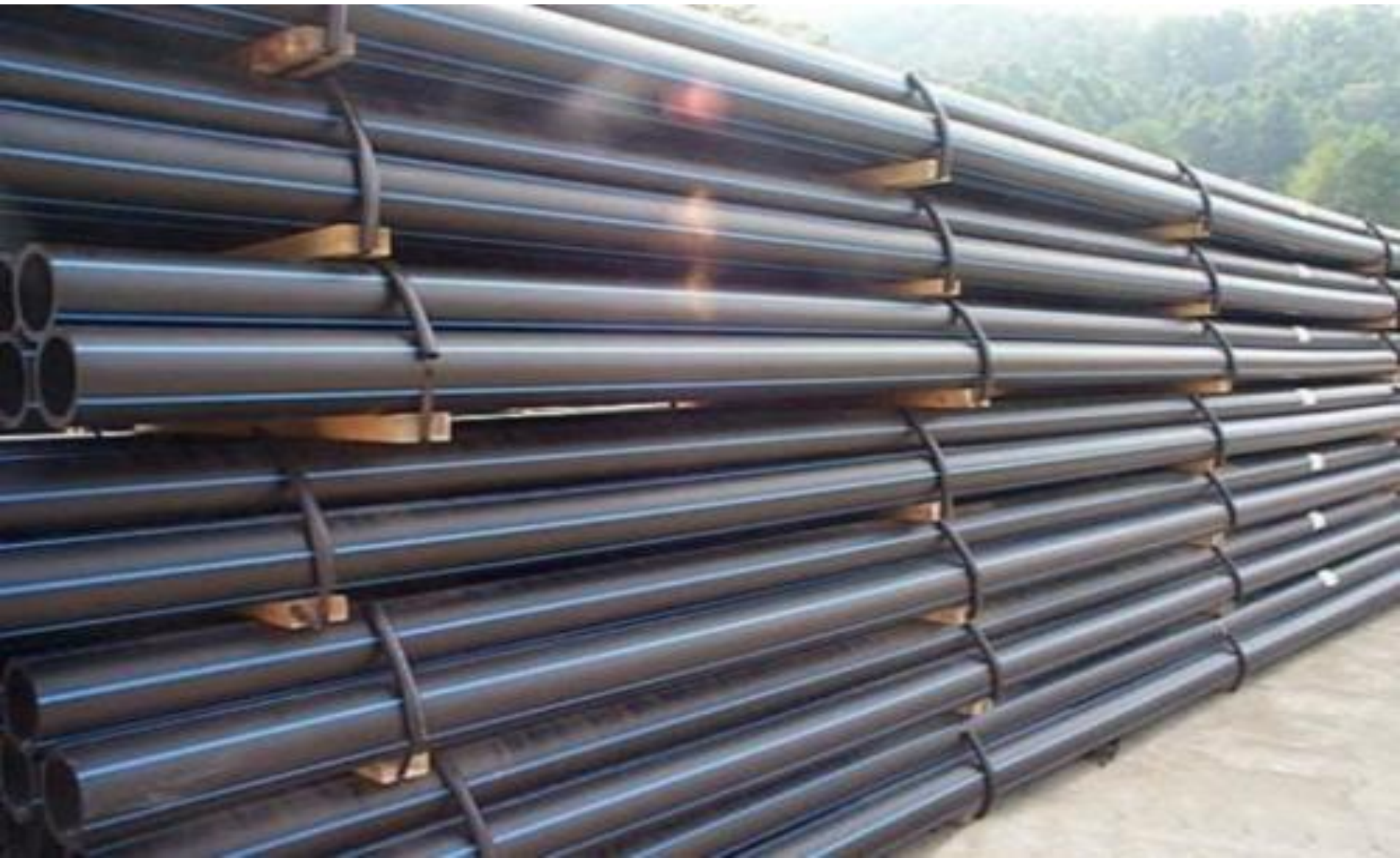


Производство полиэтилена

Изоляция проводов и кабелей



Трубы



Tapa



Пленка

