

Непредельные углеводороды

Алкены, олефины



Классификация

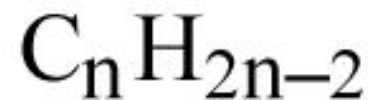


НЕПРЕДЕЛЬГЫЕ
УЛЕВОДОРОДЫ

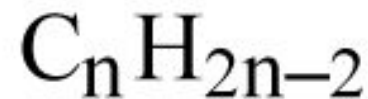
АЛКЕНЫ



АЛКИНЫ



АКАДИЕНЫ



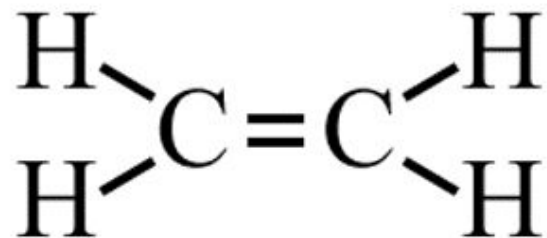
Алкены

■ Алкены -

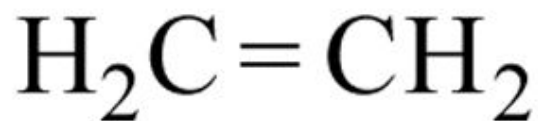
ациклические углеводороды, содержащие в молекуле, помимо одинарных связей, одну двойную связь между атомами углерода и соответствующие общей формуле C_nH_{2n} .



Структурная формула этилена



Структурная формула
ЭТИЛЕНА

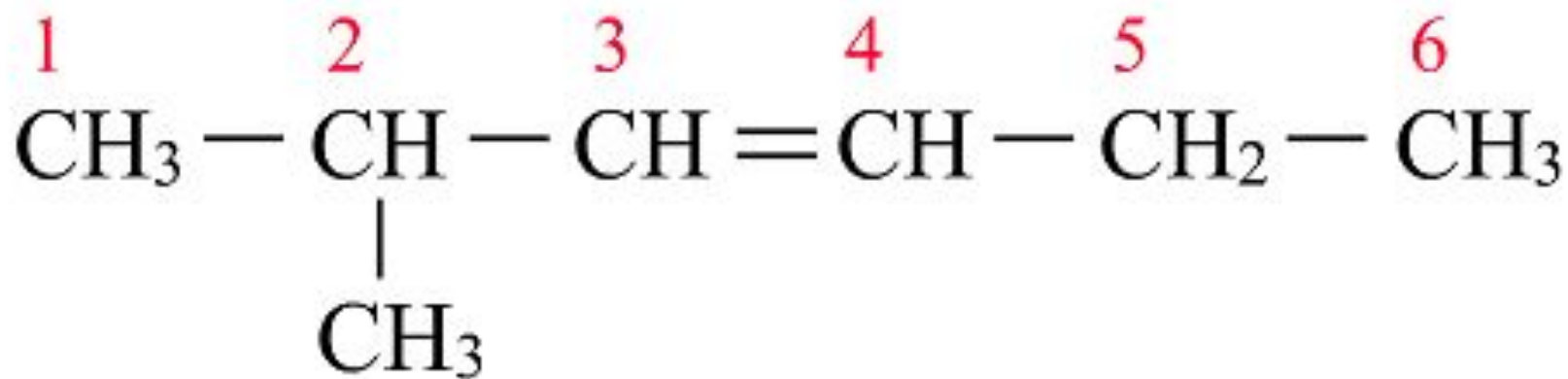


Сокращенная структурная
формула
ЭТИЛЕНА



Изомерия и номенклатура

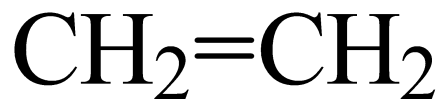
Номенклатура алкенов



2 – МЕТИЛГЕКСЕН – 3

Алкены. Номенклатура

1) в алкенах с неразветвленной цепью нумерацию производят с того конца, ближе к которому находится двойная связь. В названии алкана, соответствующего этой родоначальной структуре, суффикс **-ан** заменяется на **-ен**.



этиле

н



пропиле

н

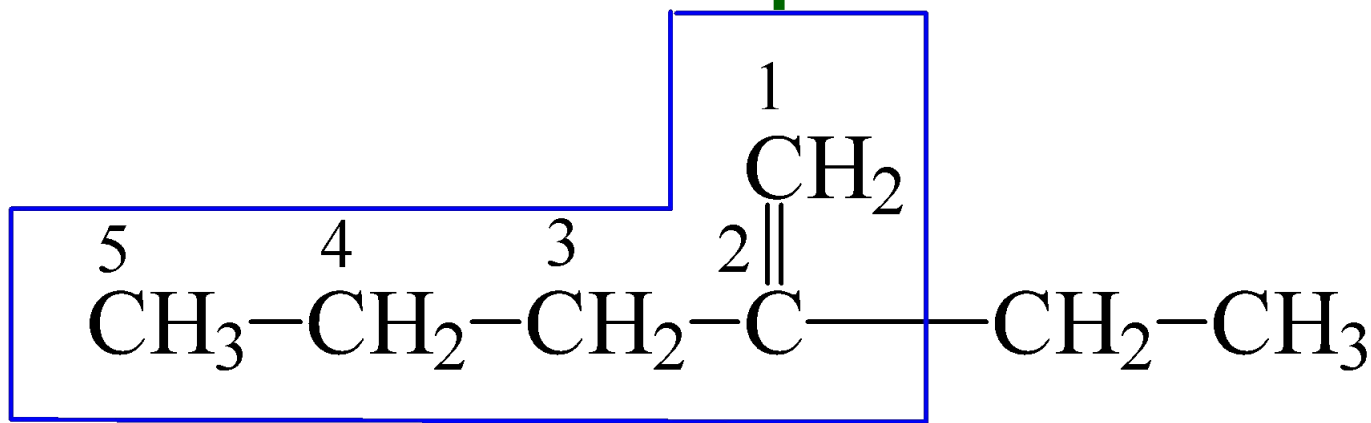


гексен-

2

Алкены. Номенклатура

2) в случае разветвления главной считается цепь, включающая двойную связь, даже если эта цепь и не является самой длинной. Нумерация производится таким образом, чтобы атом углерода, от которого начинается двойная связь, получил наименьший номер



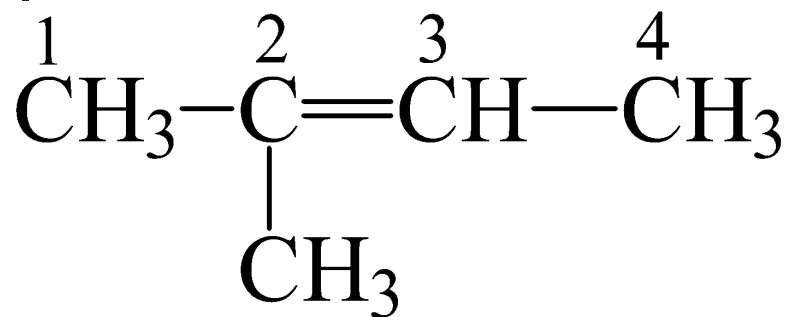
**2-
этилпентен-1**

Алкены. Номенклатура

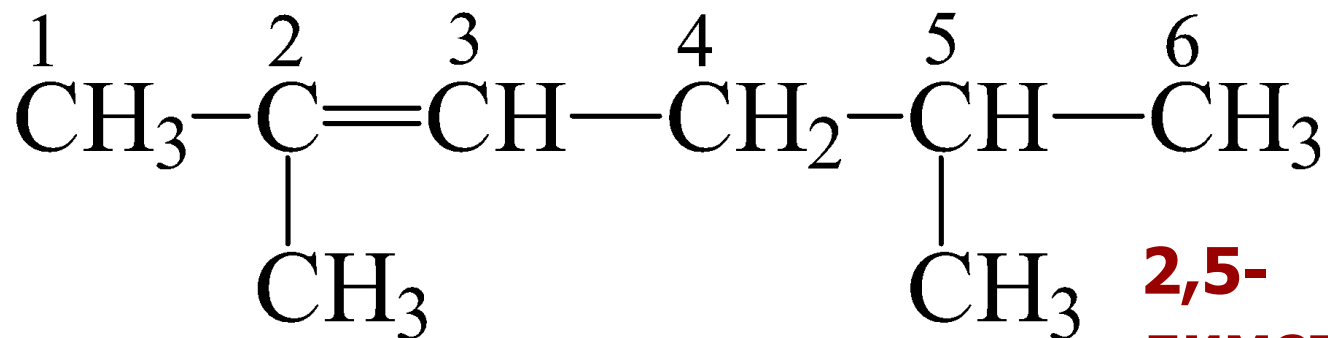


3) Углеводородные заместители обозначаются префиксом. Положение их указывается цифрой, соответствующей номеру того атома углерода, у которого находится заместитель. Заместители перечисляются в алфавитном порядке. В случае нескольких одинаковых углеводородных заместителей перед их названием ставится умножительная приставка **ди-**, **три-** и т. д.

Алкены. Номенклатура

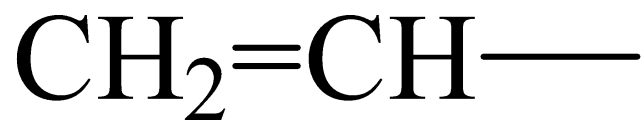


**2-
метилбутен-2**



**2,5-
диметилгексен-2**

Алкены. Номенклатура



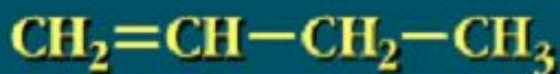
этилен
(винил
)



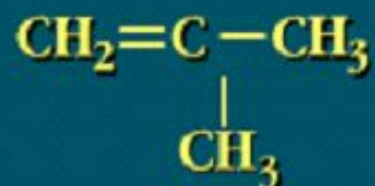
2-
пропенил
(аллил)

Изомерия алкенов

Виды изомерии алкенов изомерия углеродного скелета

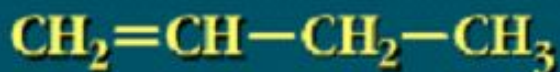


бутен-1

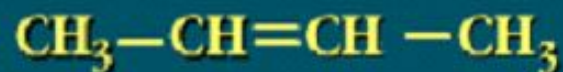


2-метилпропен-1

изомерия положения C=C связи

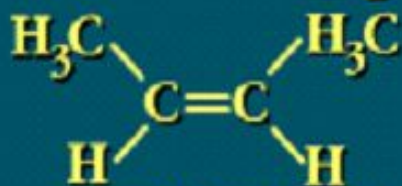


бутен-1

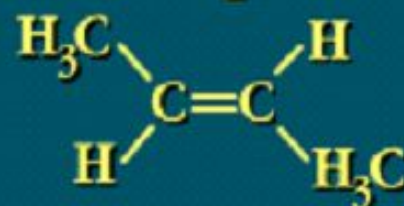


бутен-2

геометрическая (цис-, транс-) изомерия



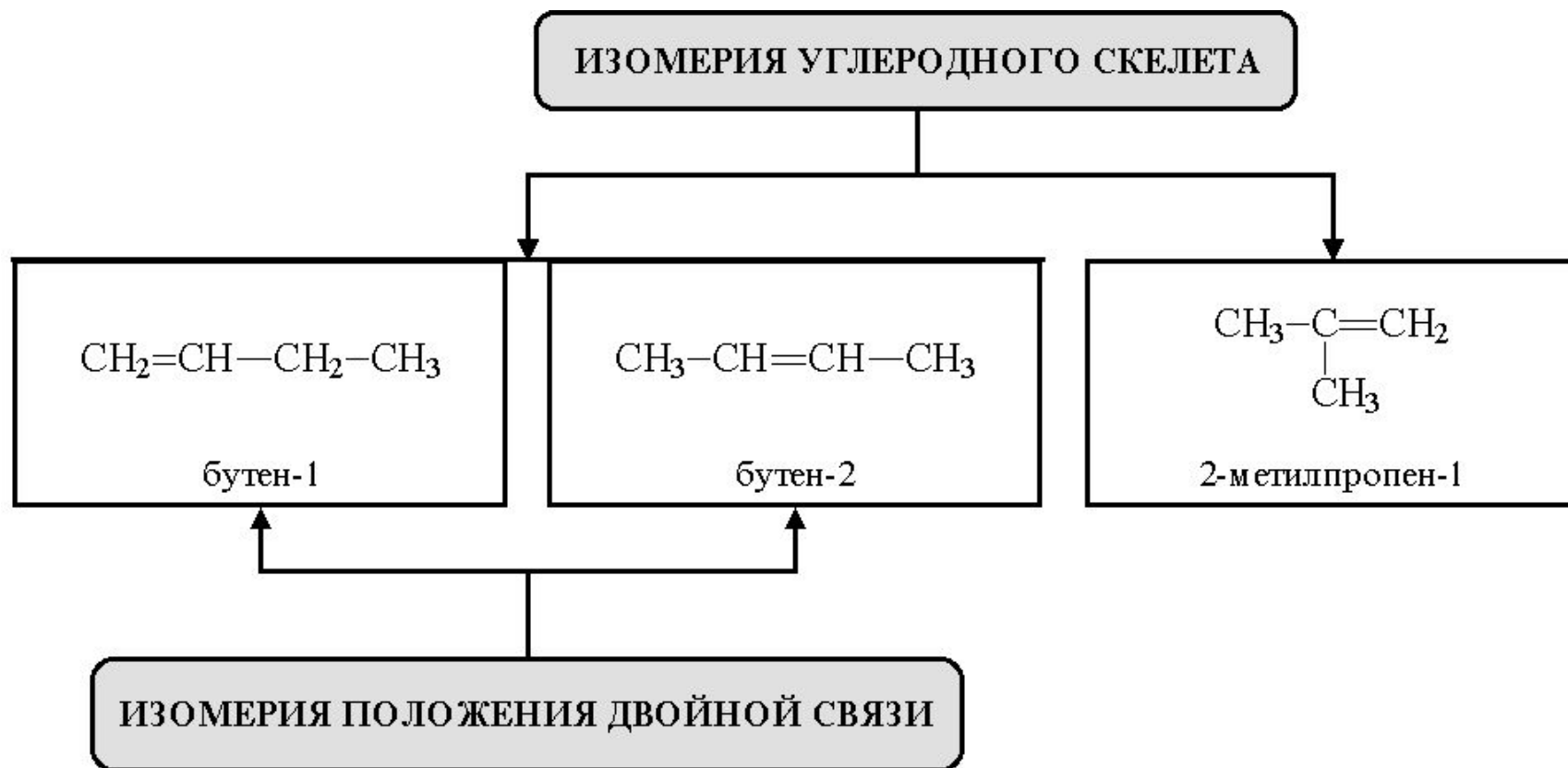
цис-бутен-2



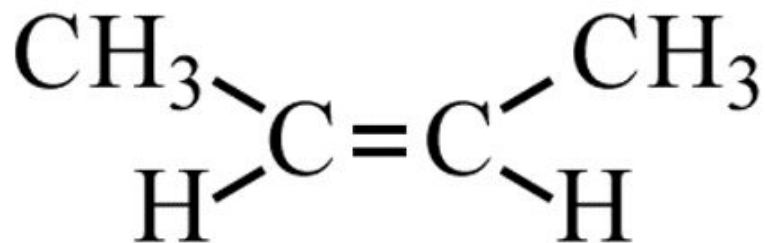
транс-бутен-2

Алкены. Изомерия

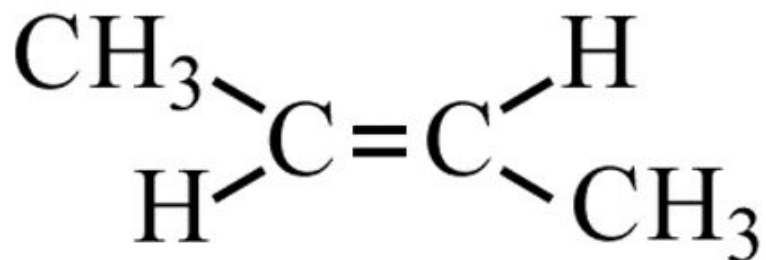
Структурная изомерия



Пространственная изомерия

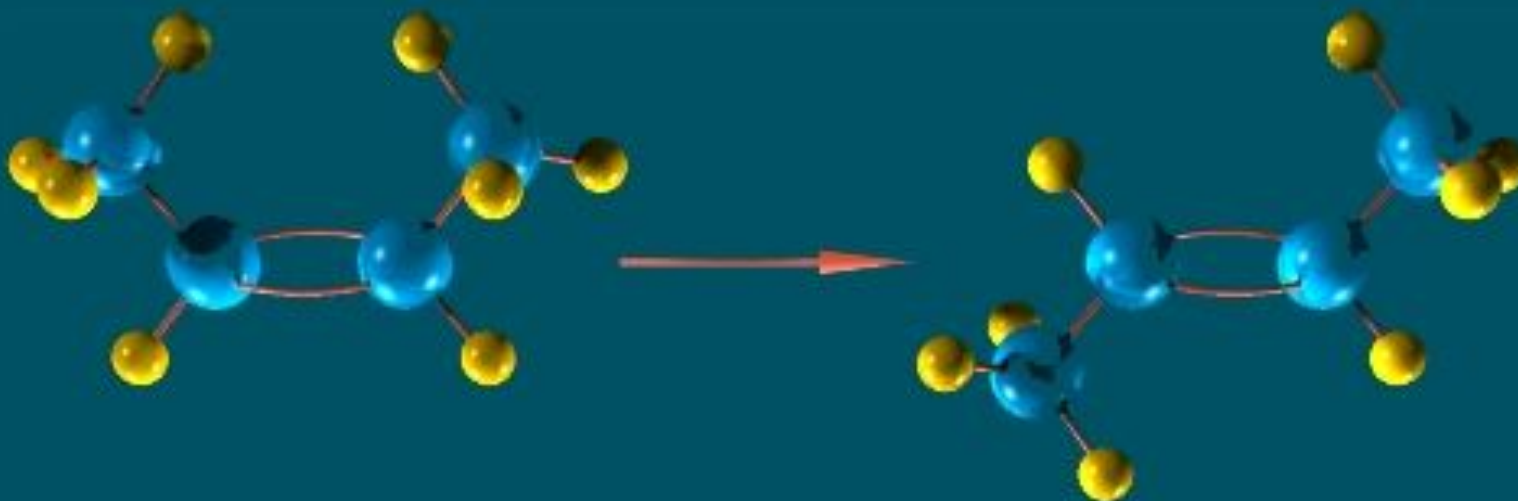


БУТЕН (ЦИС-ФОРМА)



БУТЕН (ТРАНС-ФОРМА)

Пространственная изомерия



цис - бутен-2

$T_{\text{пл.}} = -138,9^{\circ}\text{C}$

$T_{\text{кип.}} = +3,7^{\circ}\text{C}$

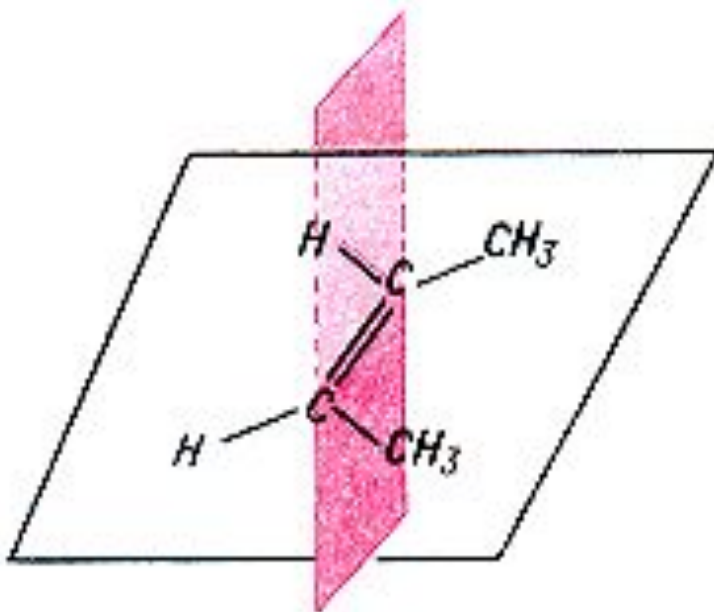
транс - бутен-2

$T_{\text{пл.}} = -105,5^{\circ}\text{C}$

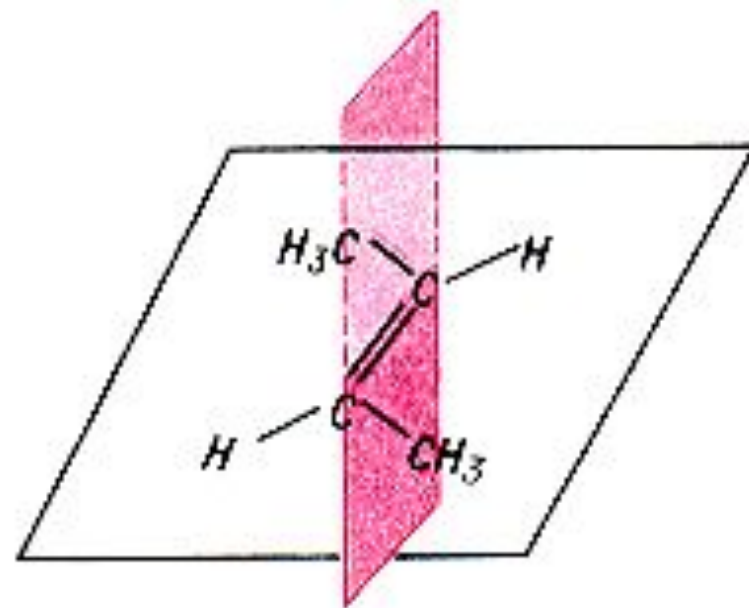
$T_{\text{кип.}} = +0,9^{\circ}\text{C}$

Пространственная изомерия

Пространственная изомерия



а

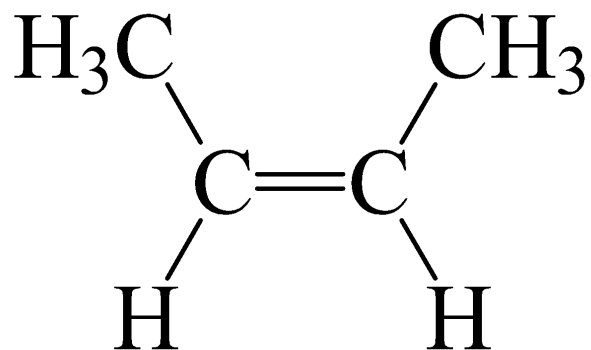


б

Цис- и транс-изомеры бутена-2

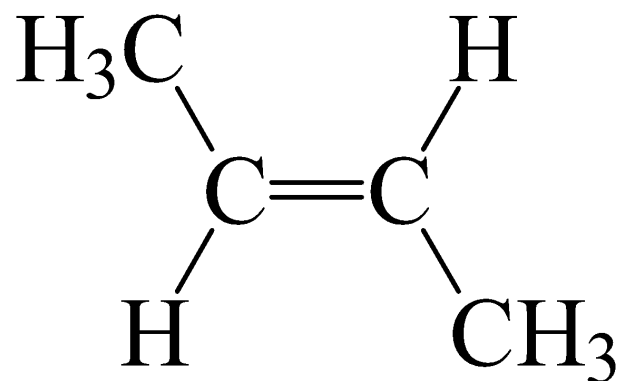
Пространственная изомерия

Пространственная изомерия



цис-бутен-2

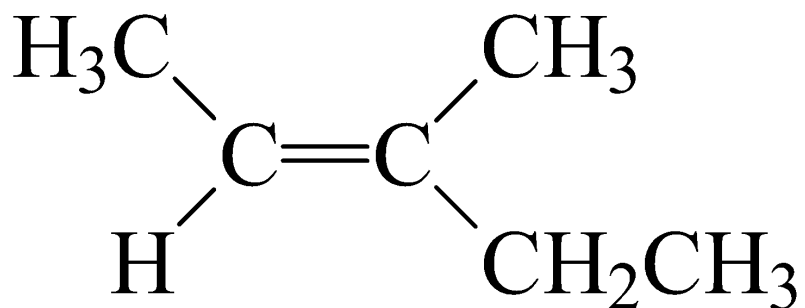
$T_{\text{кип}} = 4^{\circ}\text{C}$



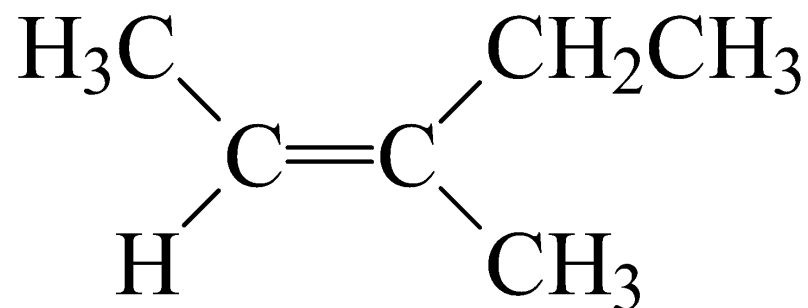
транс-бутен-2

$T_{\text{кип}} = 1^{\circ}\text{C}$

Пространственная изомерия

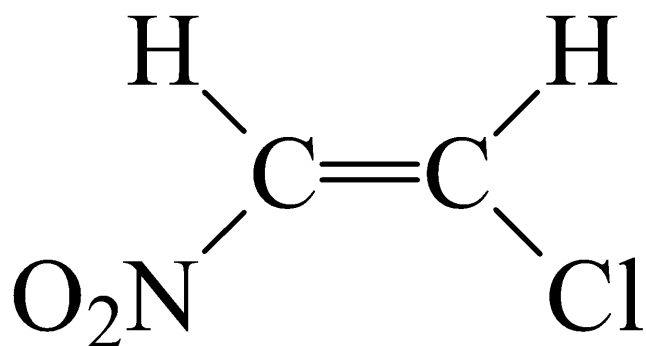


транс-3-метил-2-пентен

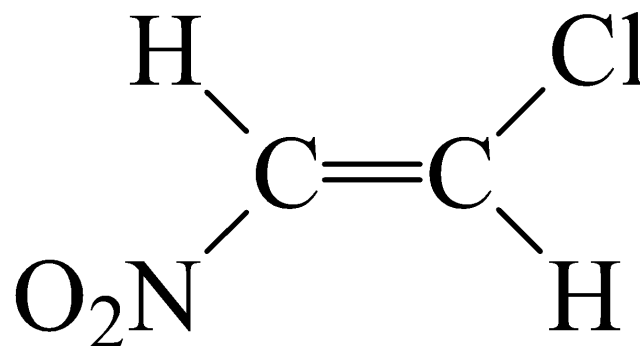


цис-3-метил-2-пентен

Номенклатура цис-, транс- изомеров

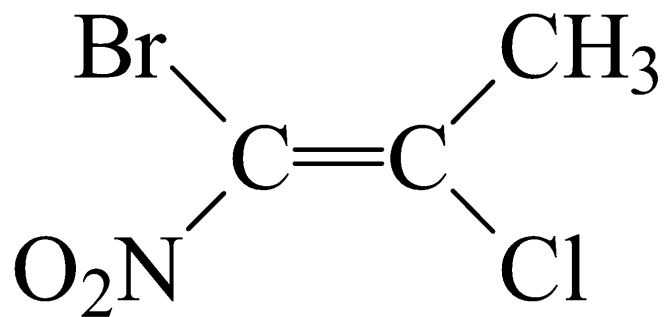


цис-1-нитро-2-хлорэтен

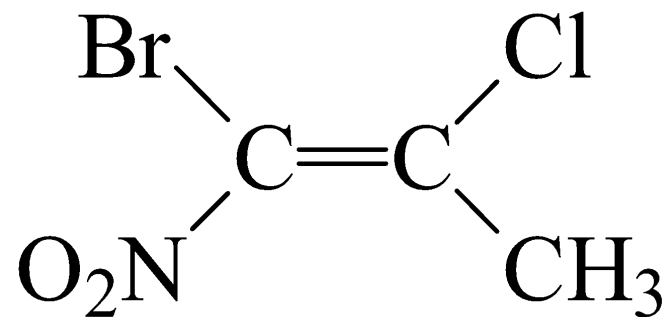


транс-1-нитро-2-хлорэтен

Номенклатура цис-, транс- ИЗОМЕРОВ



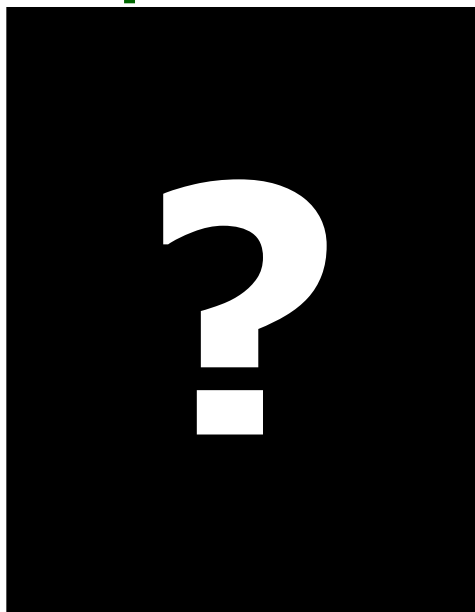
?



?

Номенклатура цис-, транс- изомеров

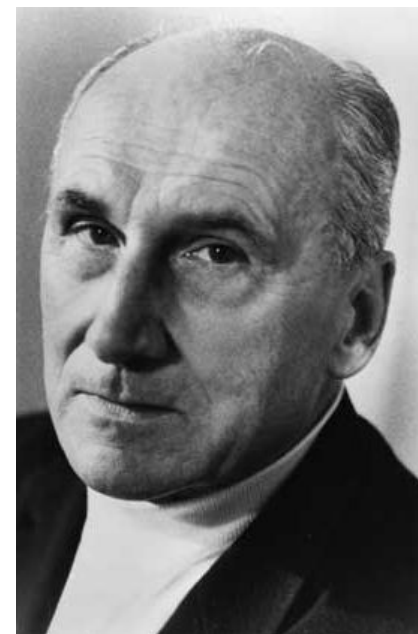
Система Кана–Ингольда– Прелога



Роберт Сидни Кан
(9.06.1899-15.09.1981)
)
(Великобритания)

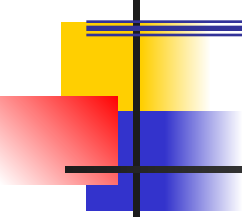


Ингольд Кристофер
(28.10.1893–8.10.1970)
)
(Великобритания)



Прелог Владимир
(23.07.1906–07.01.1998)
)
(Швейцария)

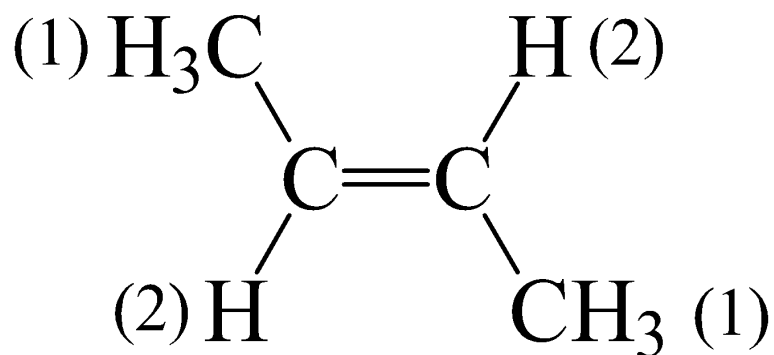
Номенклатура цис-, транс-изомеров



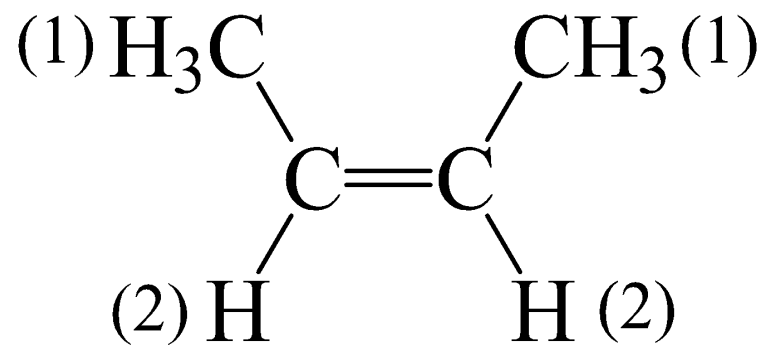
1. Используя систему Кана–Ингольда–Прелога, определяют сначала относительное старшинство заместителей, связанных с двойной связью, и дают им номера по старшинству 1 или 2.

2. Если две наиболее старшие группы расположены по одну сторону от плоскости п-связи, то конфигурация заместителей обозначается символом **Z**, если же эти группы находятся по разные стороны от плоскости п-связи, то конфигурация обозначается символом **E**.

Номенклатура цис-, транс-изомеров

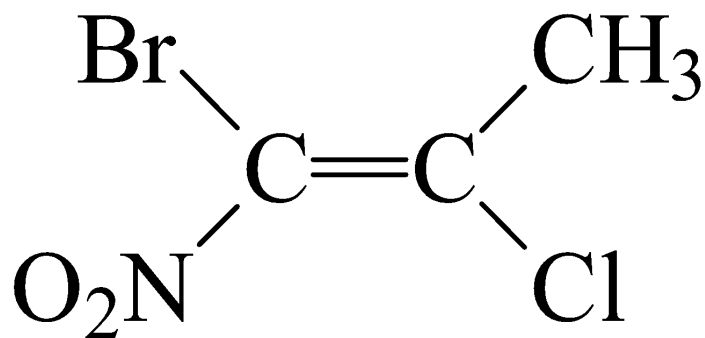
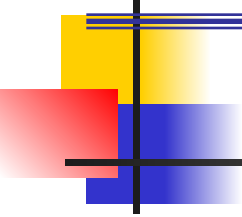


**(E)-2-
бутен**

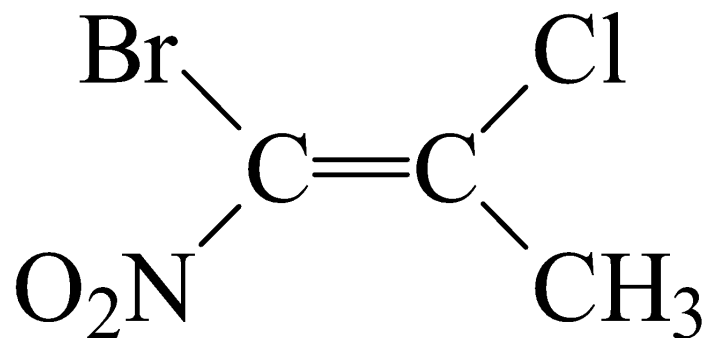


**(Z)-2-
бутен**

Номенклатура цис-, транс-изомеров



**(E)-1-бром-1-
нитро-
2-хлорпропен**

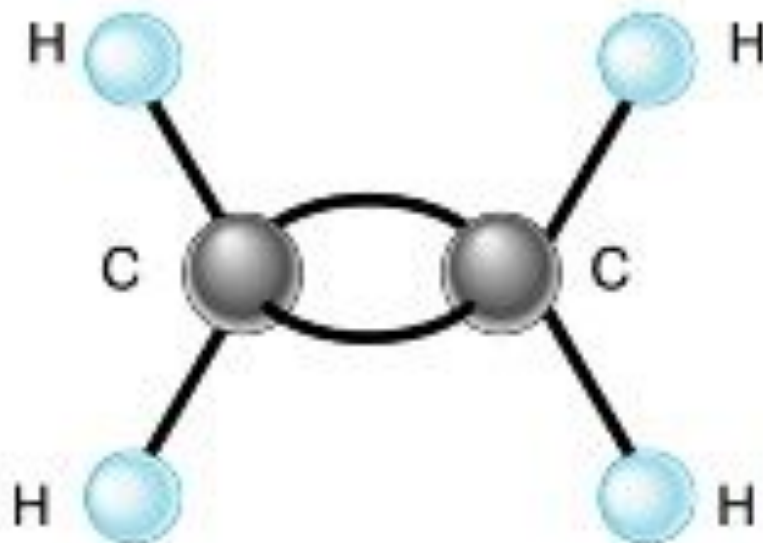
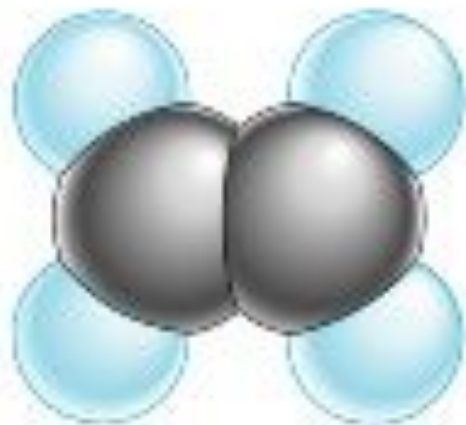


**(Z)-1-бром-1-
нитро-
2-хлорпропен**



Строение алкенов

Модель молекулы этилена



sp^2 -гибридизация

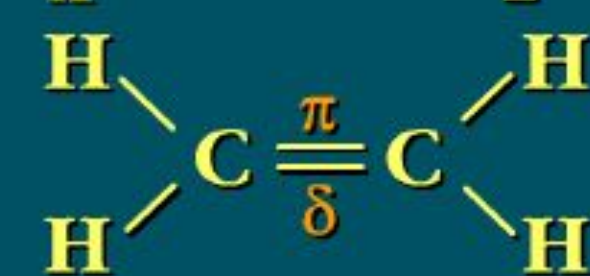


S

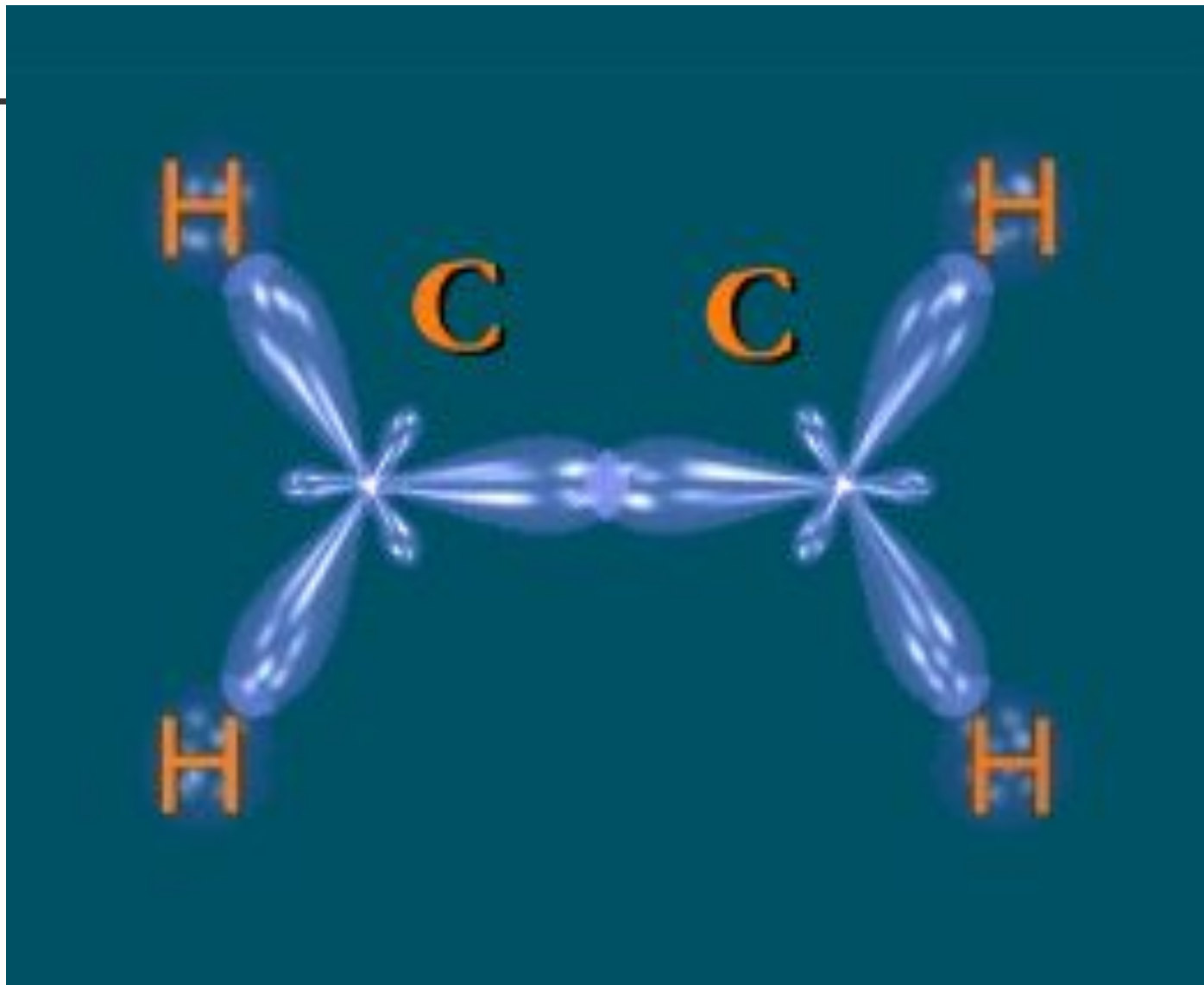
P_x

P_z

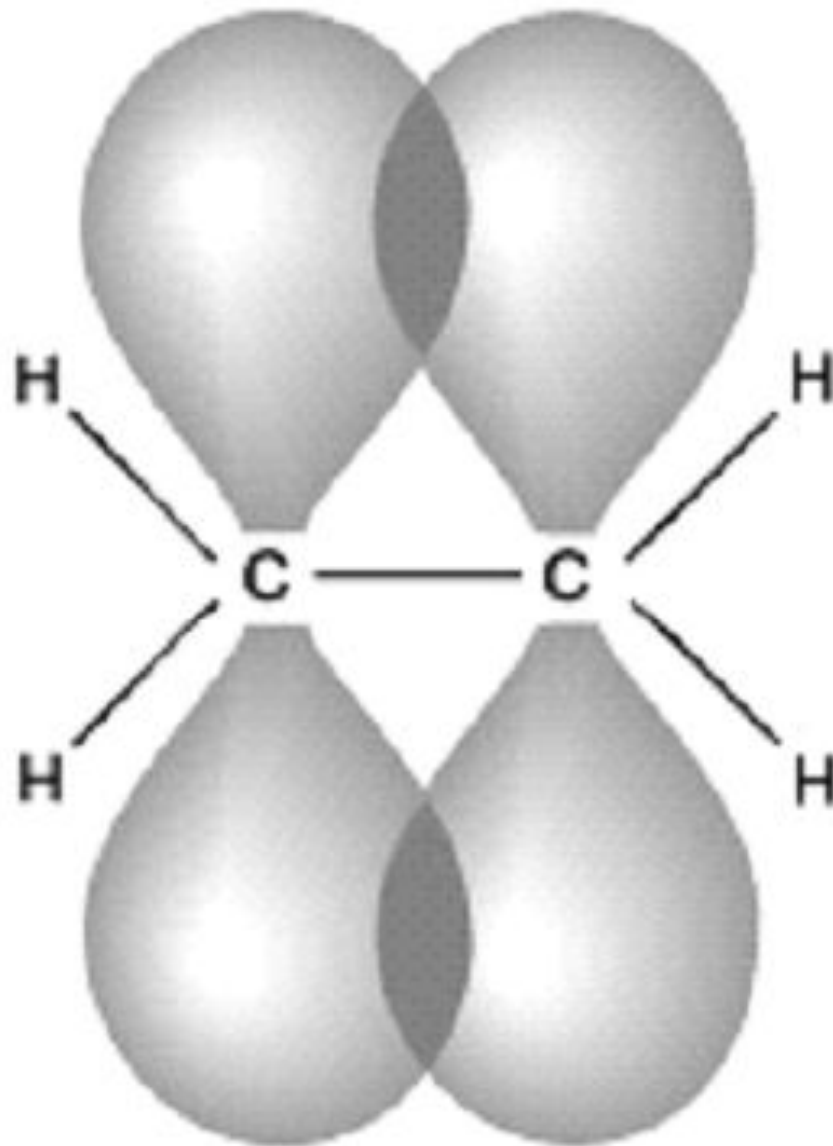
три SP^2



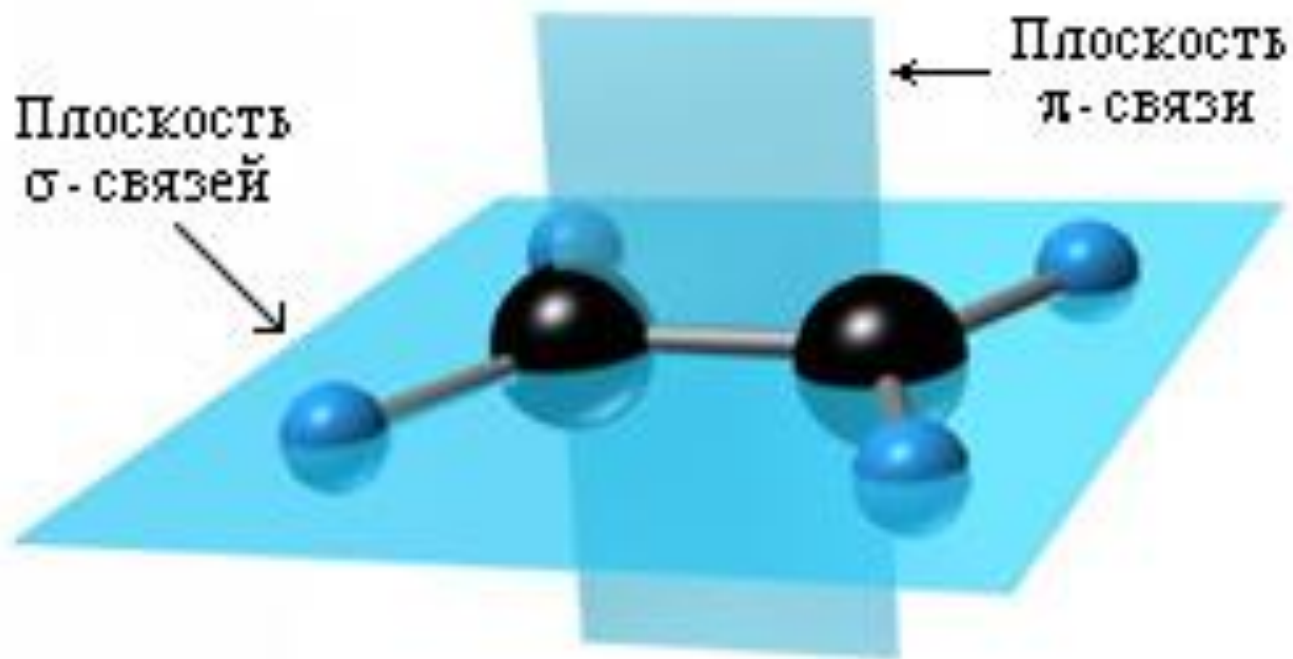
Образование σ -связи в молекуле этилена



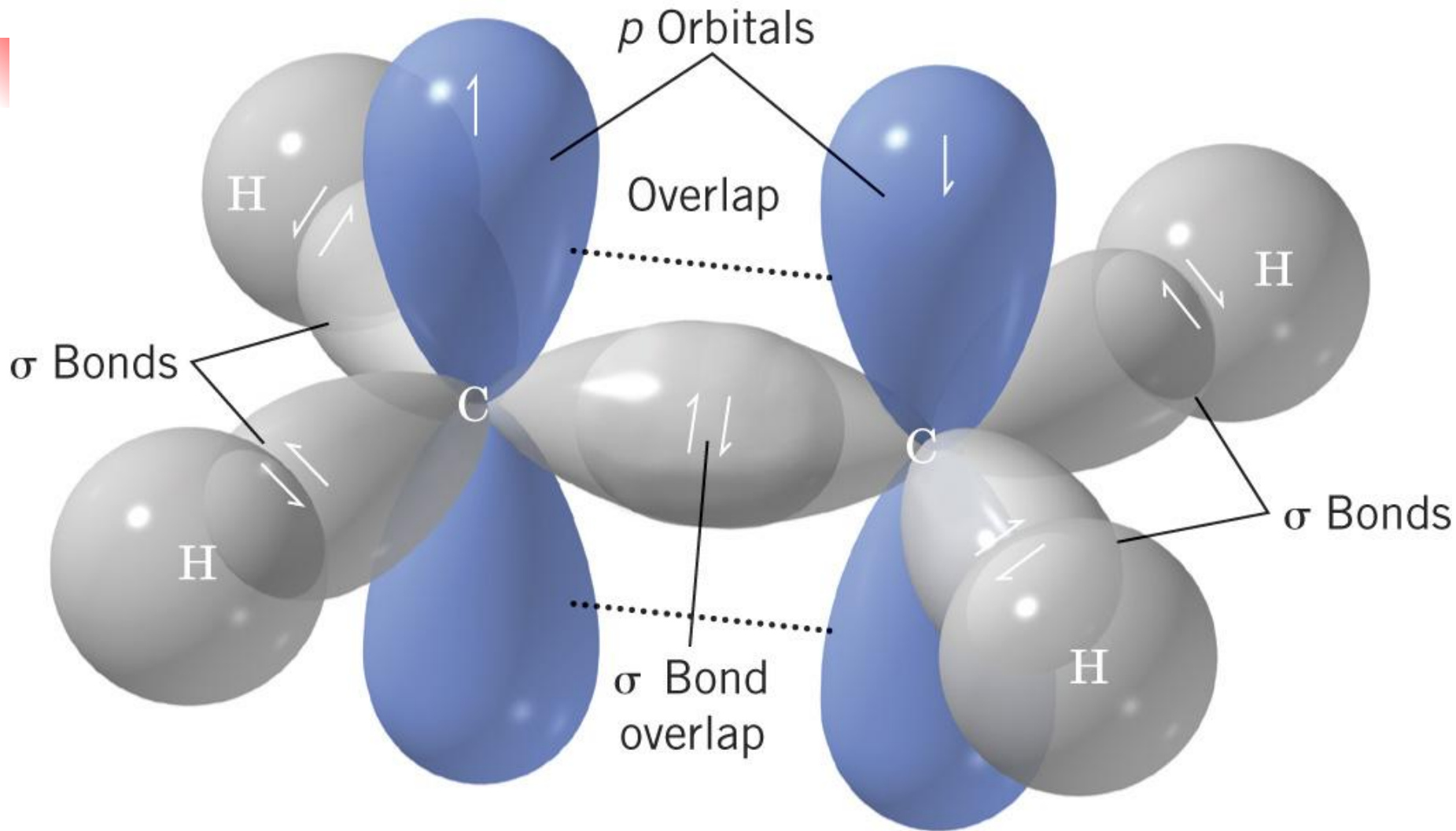
Образование π -связи

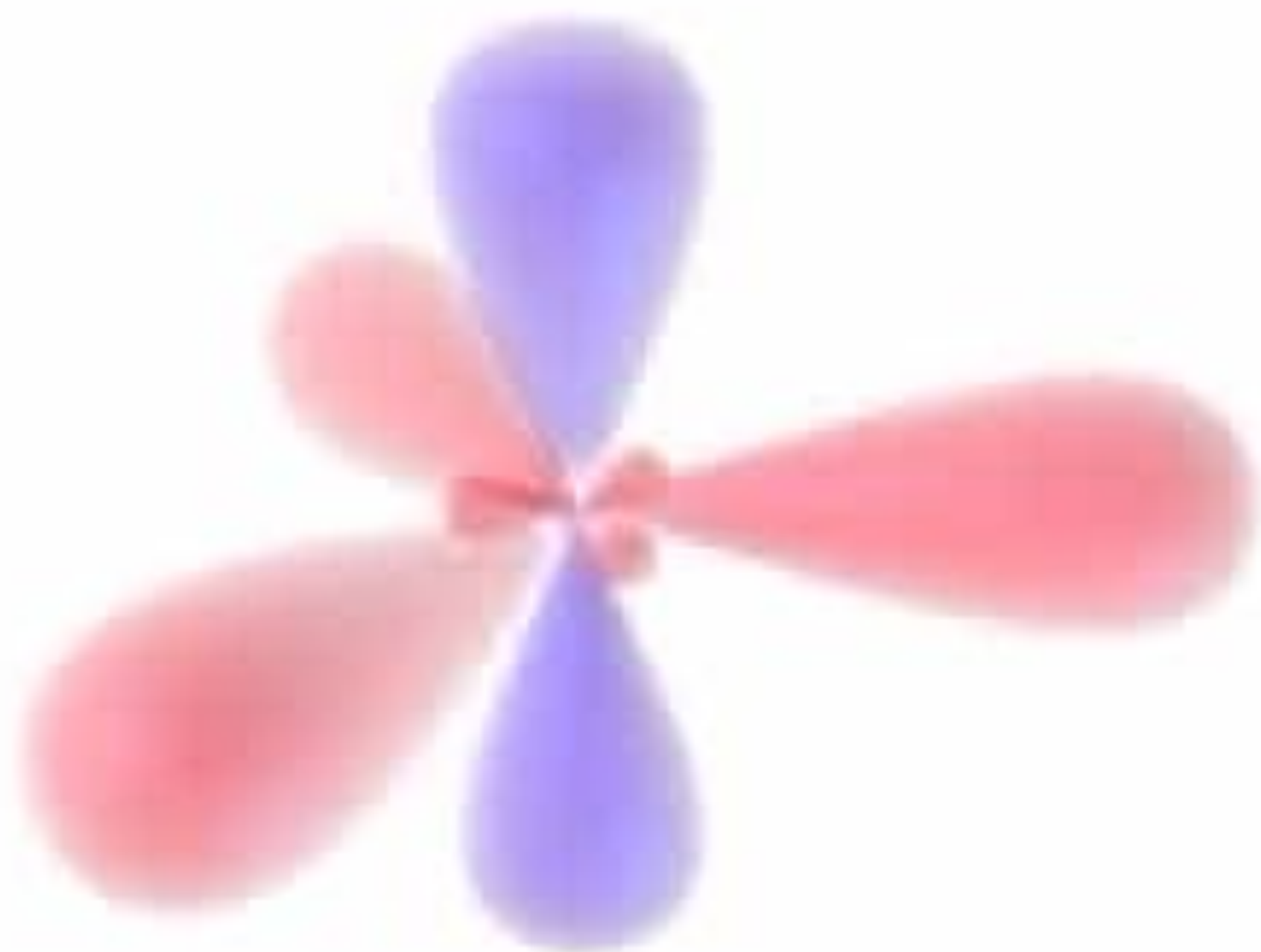


Строение алкенов



Электронное строение





Нахождение в природе

■ Этилен и его гомологи в очень небольшом количестве встречаются в природном газе, а также нефти. Олефины, образуются при крекинге нефти, при сухой перегонке дерева и каменного угля.



Способы получения

алкенов

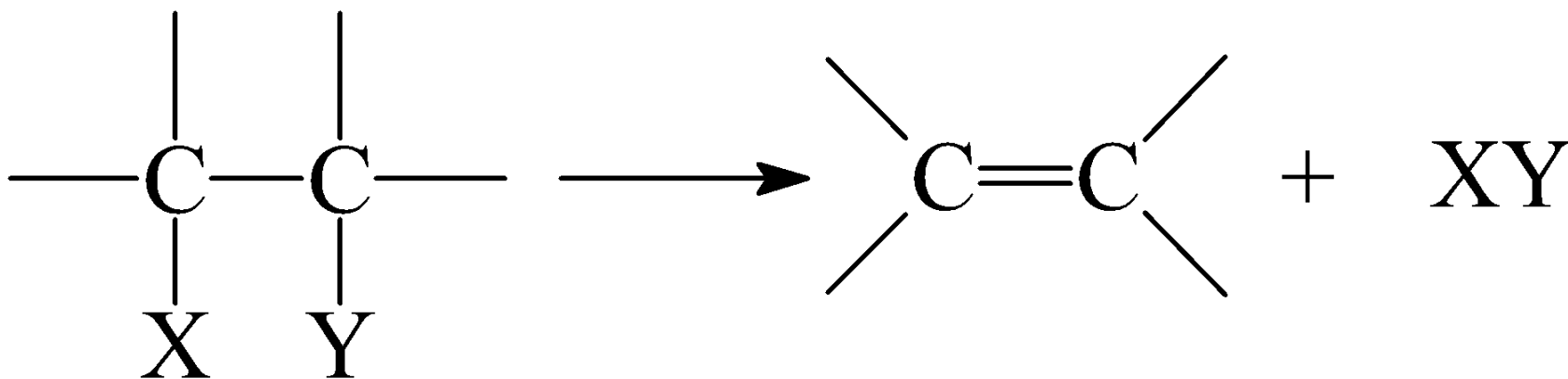


Алкены

Реакции

элиминирования

Элиминирование — это отщепление двух атомов или групп атомов от соседних атомов углерода с образованием между ними π -связи.



Алкены

Реакции

элиминирования

ЭЛИМИНИРОВАНИЕ

галогенводорода
 HHal

воды
 H_2O

галогена
 Hal_2

водорода
 H_2

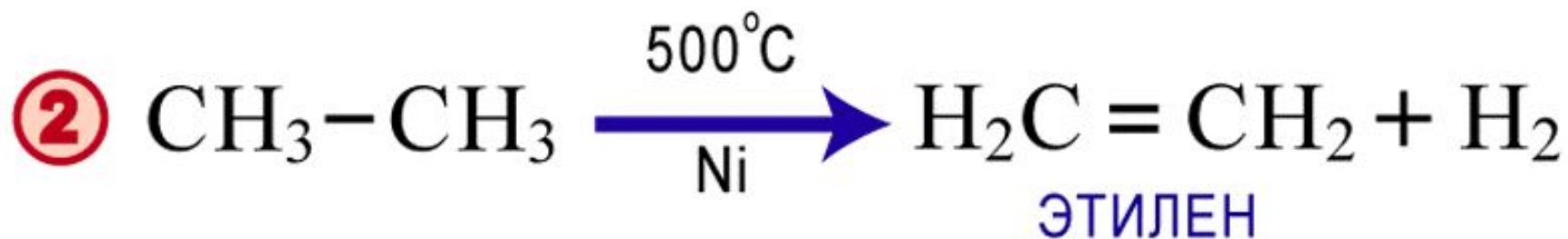
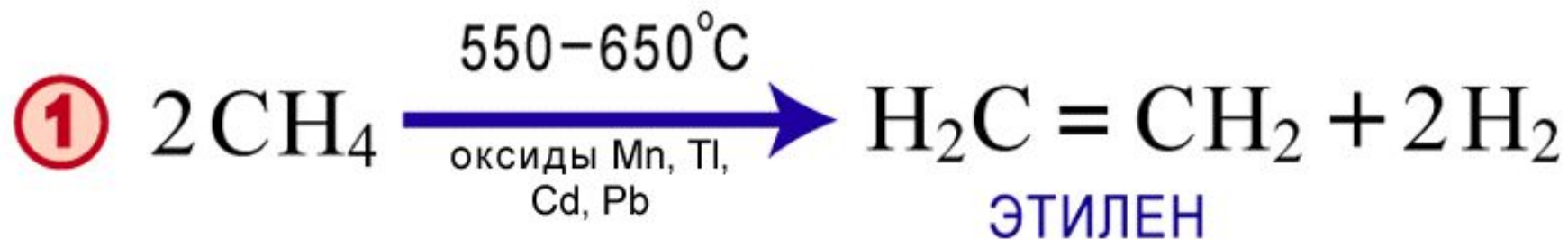
Дегидрогалогенирование

Дегидратация

Дегалогенирование

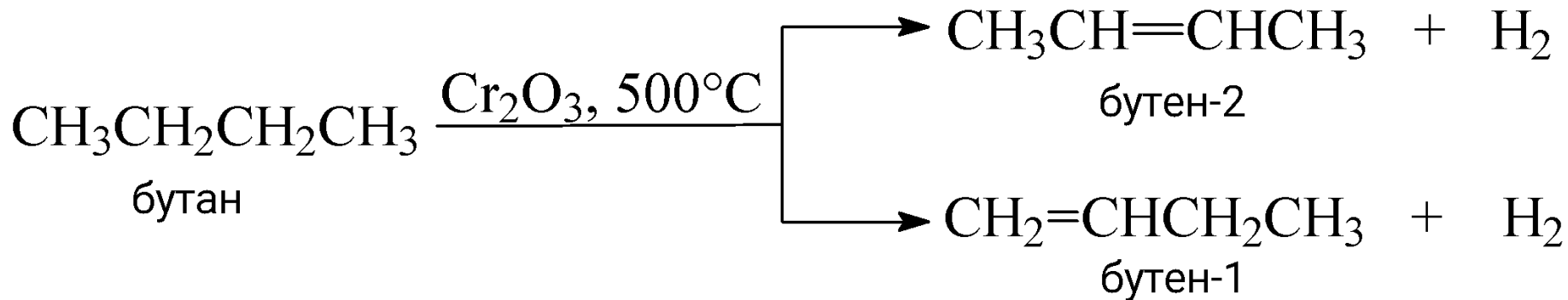
Дегидрирование

Дегидрирование алканов



Реакции элиминирования

Дегидрирование

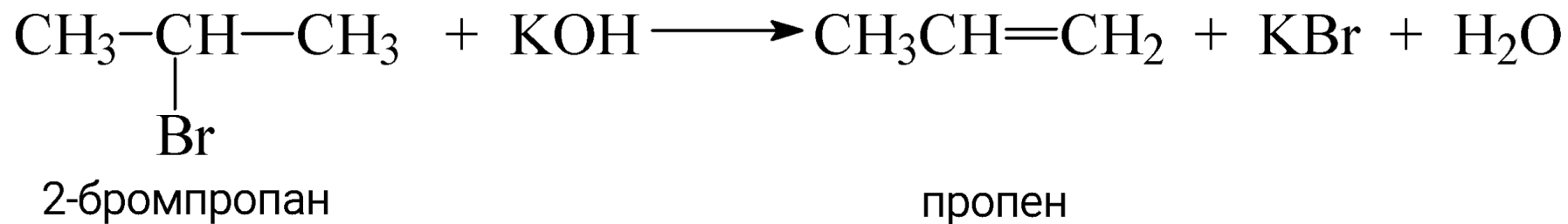


Дегидрогалогенирование хлорпроизводных



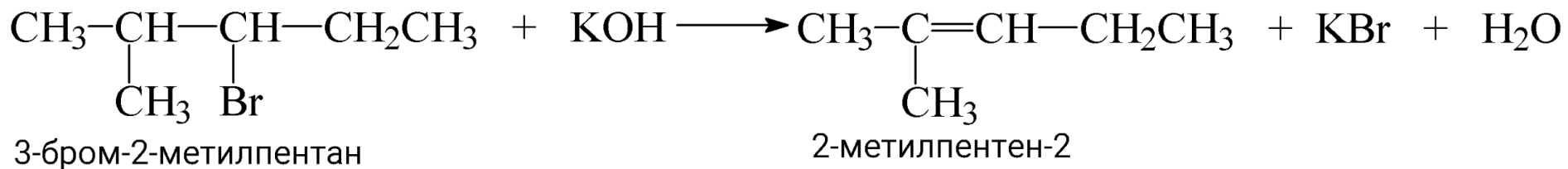
Реакции элиминирования

Дегидрогалогенирование



Реакции элиминирования

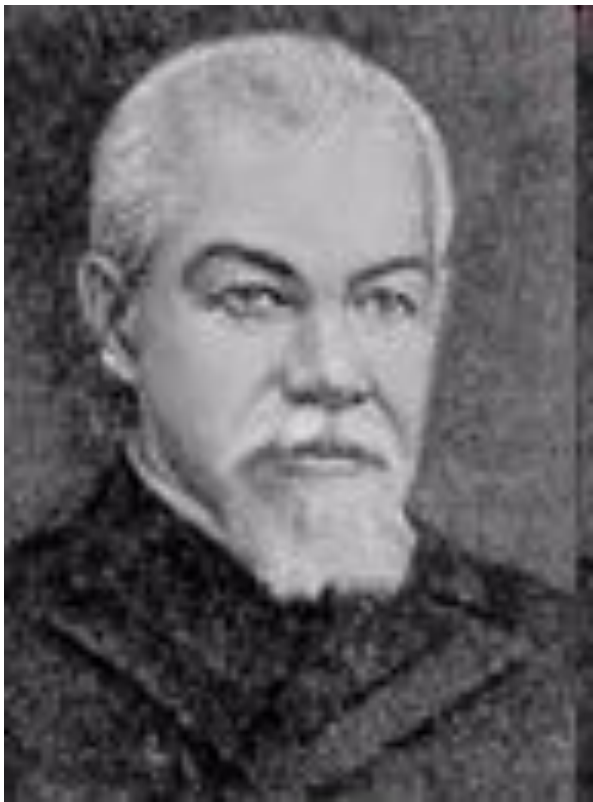
Дегидрогалогенирование



Правило

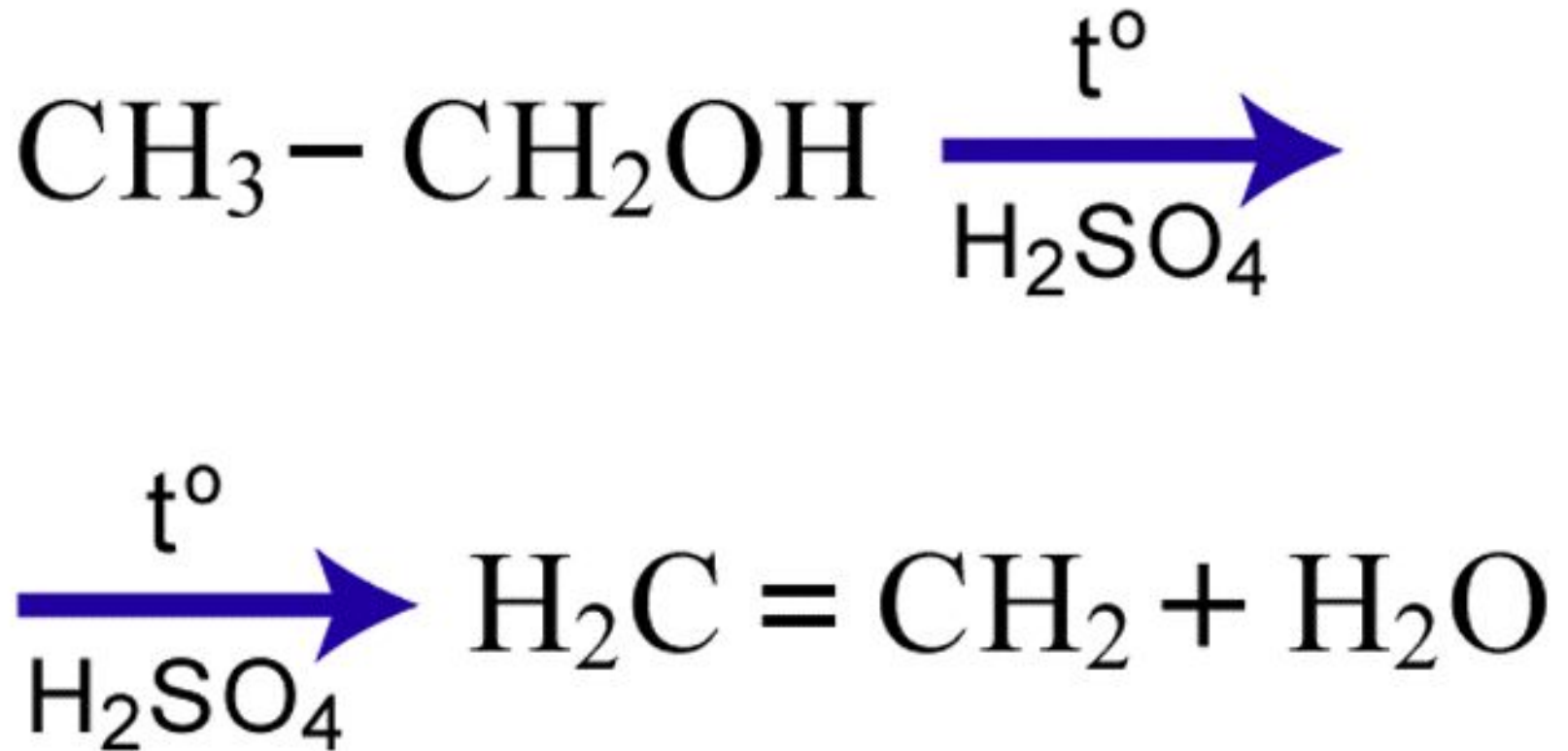
Зайцева

В случае несимметричных алкилгалогенидов отщепление атома водорода происходит от наименее гидрогенизированного атома углерода.



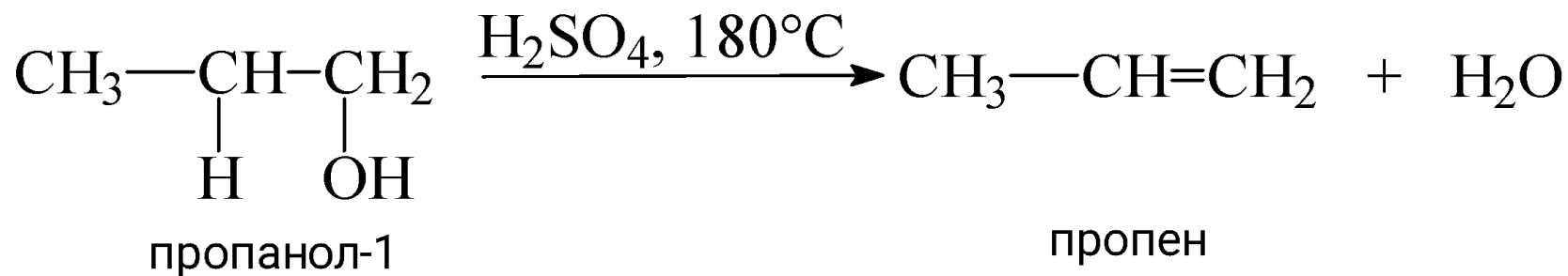
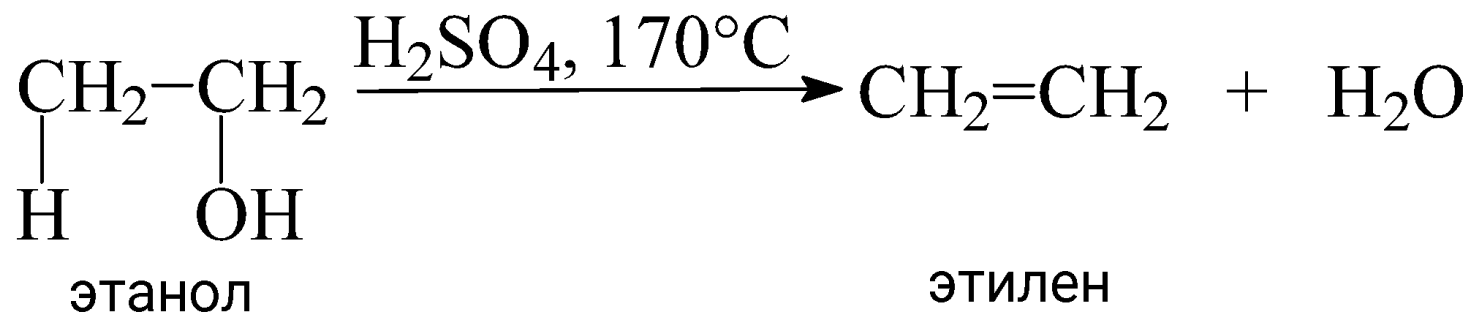
**ЗАЙЦЕВ Александр Михайлович (Россия)
(2.VII.1841 - 1.IX.1910)**

Дегидратация спиртов



Реакции элиминирования

Дегидратация

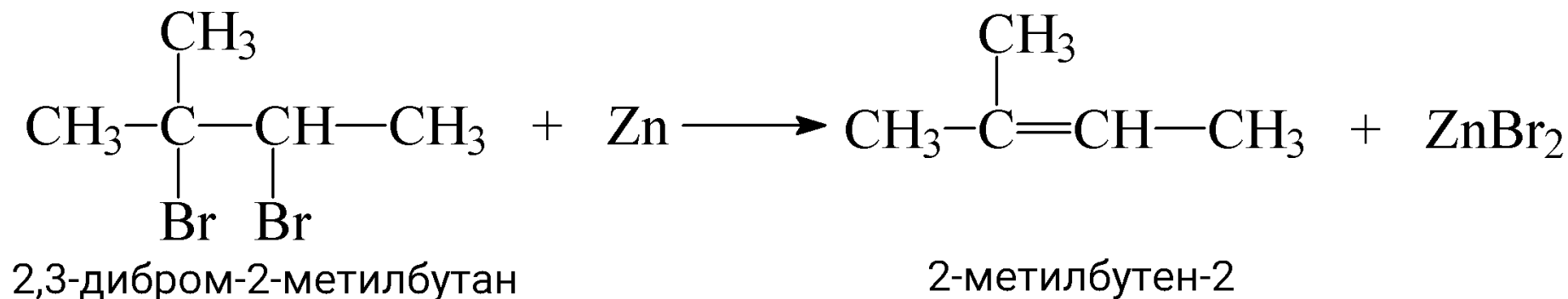


Дегалогенирование хлорпроизводных

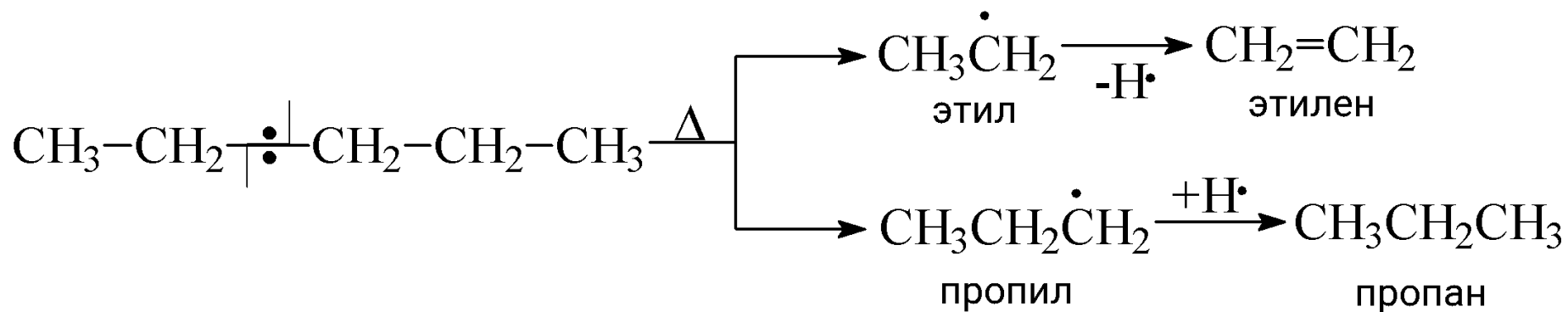


Реакции элиминирования

Дегалогенирование



Пиролиз алканов



Физические свойства алкенов

Алкены обладают более резким запахом. По ρ легче воды, плохо растворяются в воде. Некоторые алкены обладают физиологической, биологической активностью.

Алкены

| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| $C_2 - C_4$ газы $T_{кип.}: -103,8 \dots 3,5^\circ C$ | $C_5 - C_{17}$ жидкости $T_{кип.}: +30 \dots +170^\circ C$ | $> C_{18}$ твердые вещества $T_{пл.}: > +18^\circ C$ |

| Соединение | Формула | Т. кип., °С | d_4^{20} |
|------------------------|---|-------------|------------|
| Этен (этилен) | $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ | -103,7 | 0,5699* |
| Пропен | $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$ | -47,4 | 0,5193* |
| 1-Бутен | $\text{CH}_3\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ | -6,3 | 0,5951* |
| <i>цис</i> -2-Бутен | $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$ | 3,7 | 0,6213 |
| <i>транс</i> -2-Бутен | $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{H} \end{array}$ | 0,9 | 0,6042 |
| 2-Метил-1-пропен | $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}_2$ | -6,9 | 0,5942* |
| 1-Пентен | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ | 30,0 | 0,6405 |
| <i>цис</i> -2-Пентен | $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{CH}_3\text{CH}_2-\text{C}=\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$ | 36,9 | 0,6556 |
| <i>транс</i> -2-Пентен | $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}_2-\text{C}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{H} \end{array}$ | 36,4 | 0,6482 |
| 2-Метил-2-бутен | $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$ | 38,6 | 0,6623 |

* Значения измерены при температуре кипения.



Химические свойства

Общая характеристика реакционной способности алкенов

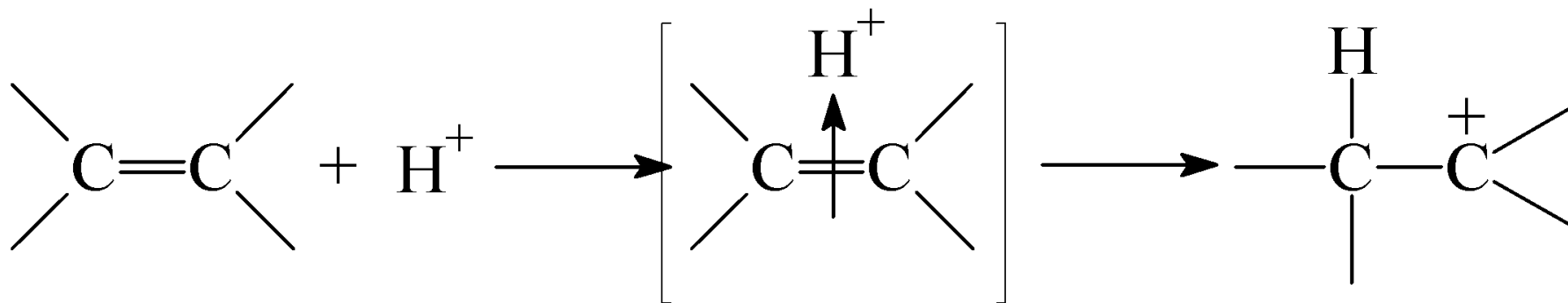
Алкены достаточно химически активны. Причиной этого является наличие в их молекулах π -связи. Считается, что π -связь является менее прочной, чем σ -связь по энергии, более поляризуемой и пространственно доступной для атаки различных реагентов. Поэтому наиболее характерными реакциями для алкенов являются реакции присоединения, протекающие за счет разрыва π -связи и образования двух новых σ -связей.



Химические свойства

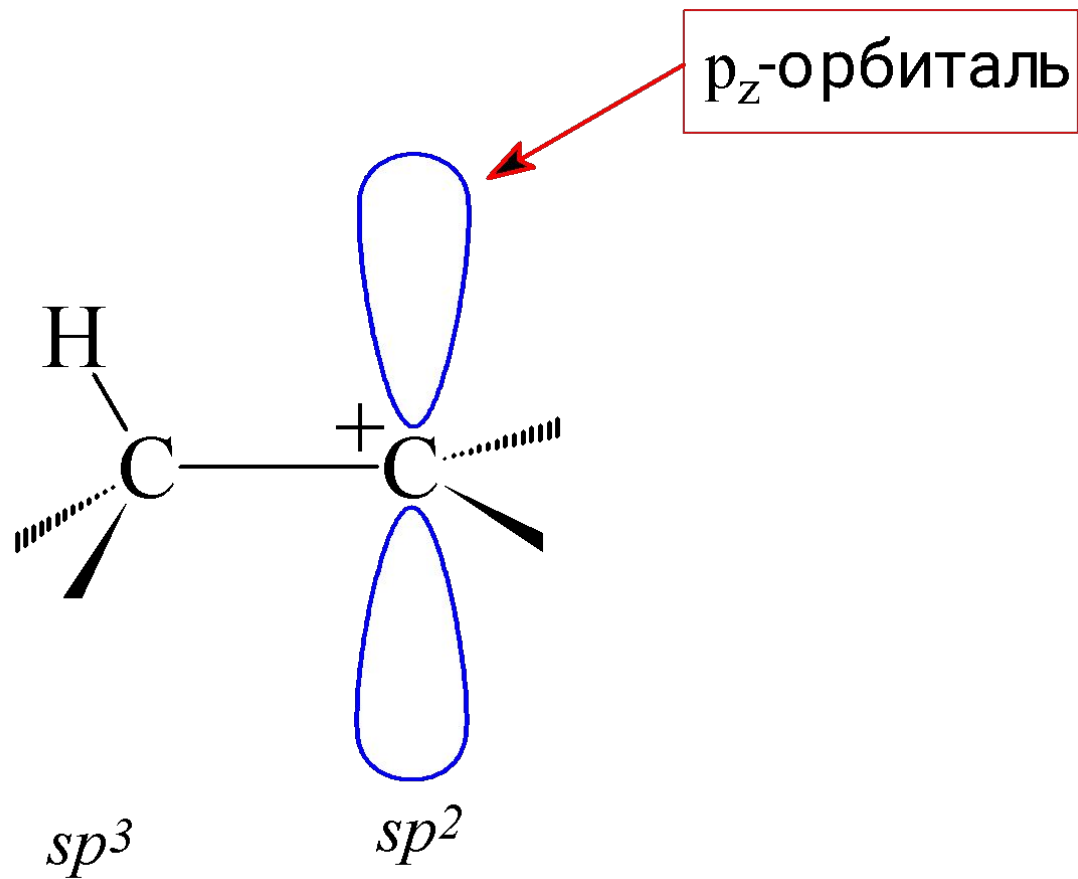
Реакции электрофильного присоединения

A_E (от англ. addition electrophilic)



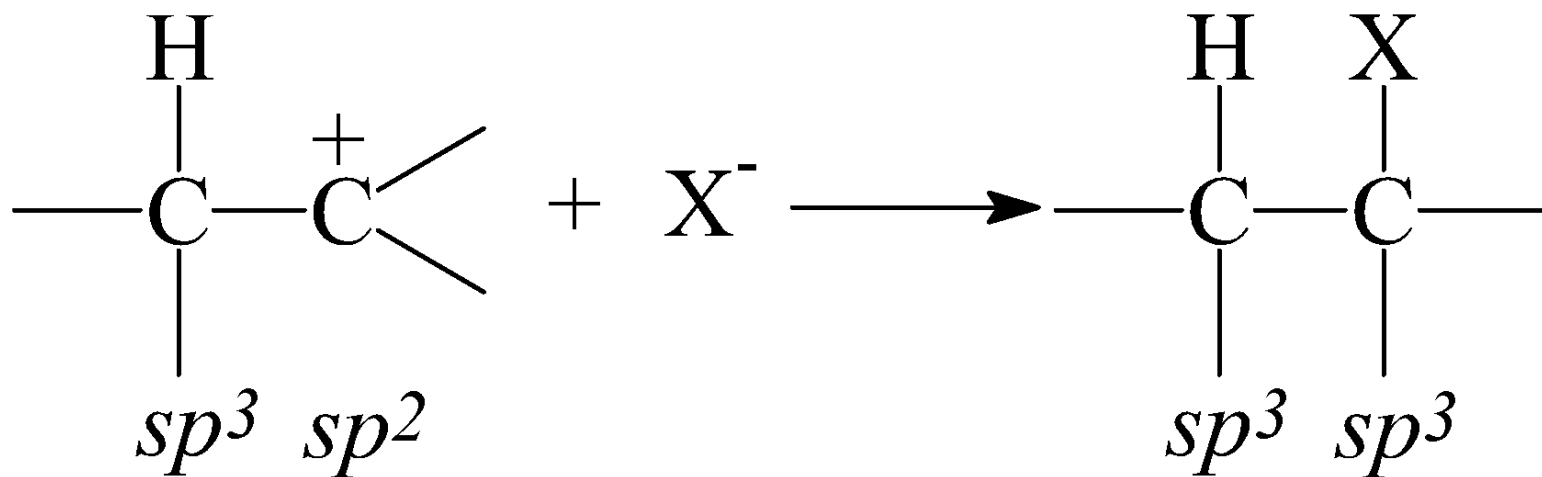
Химические свойства

Реакции электрофильного присоединения



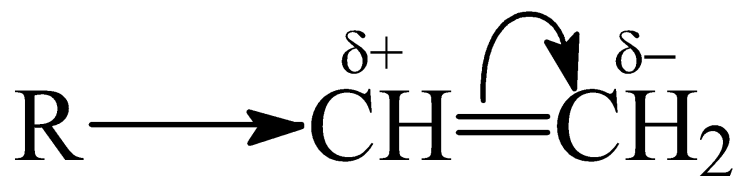
Химические свойства

Реакции электрофильного присоединения

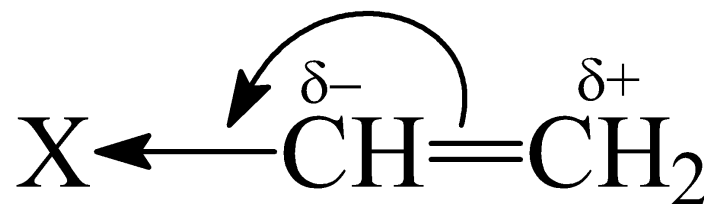


Химические свойства

Реакции электрофильного присоединения

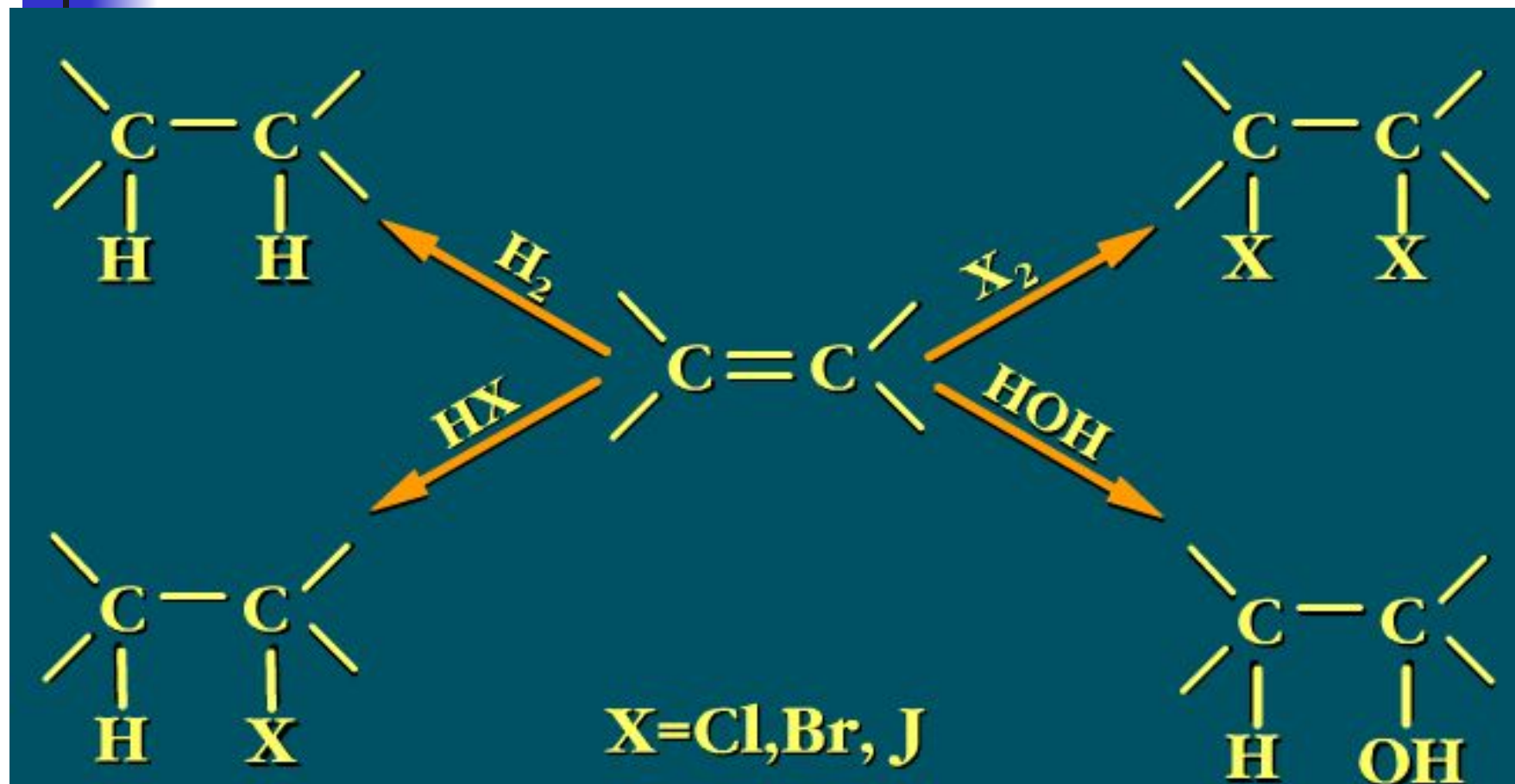


+I-эффект

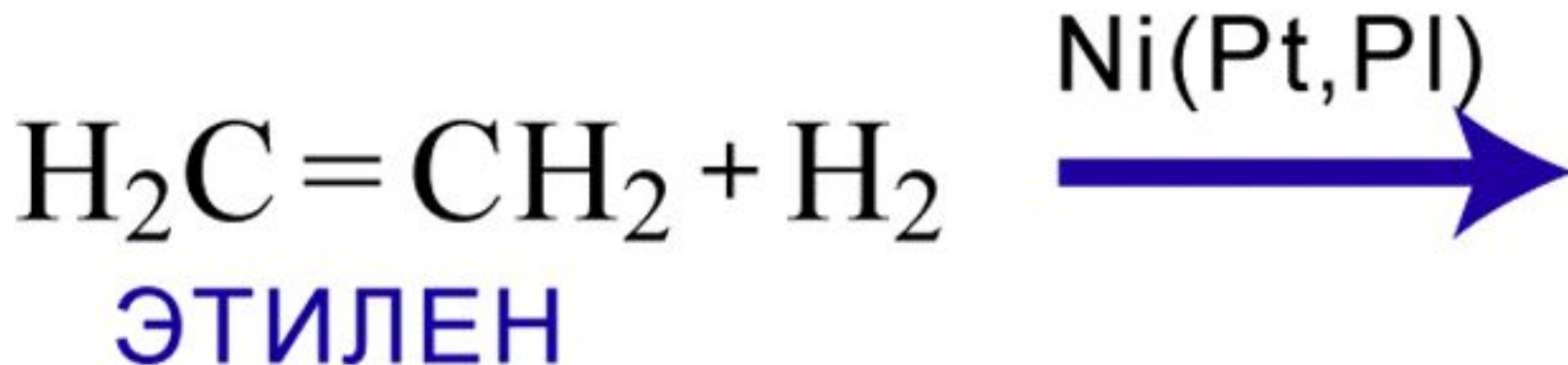


-I-эффект

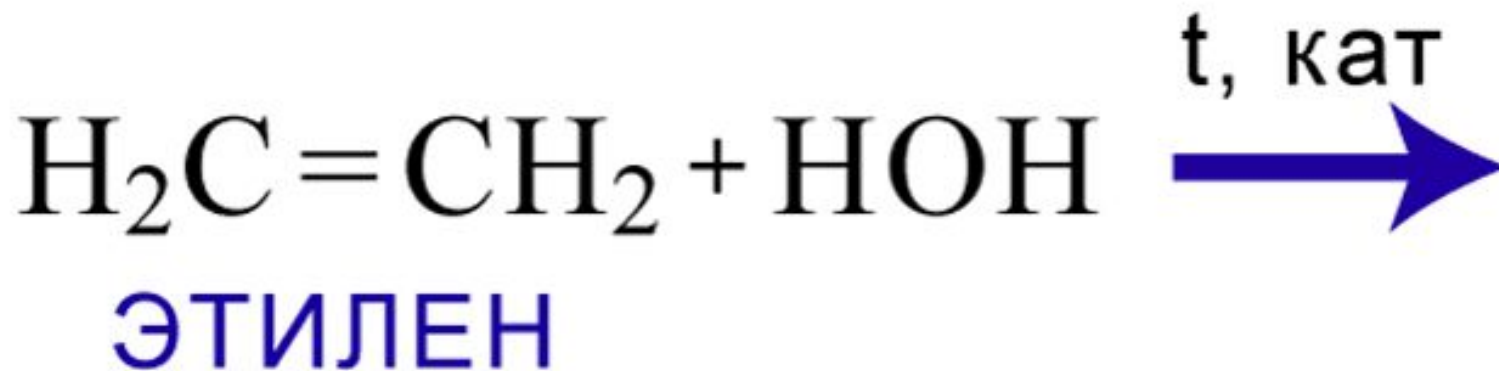
Реакции присоединения



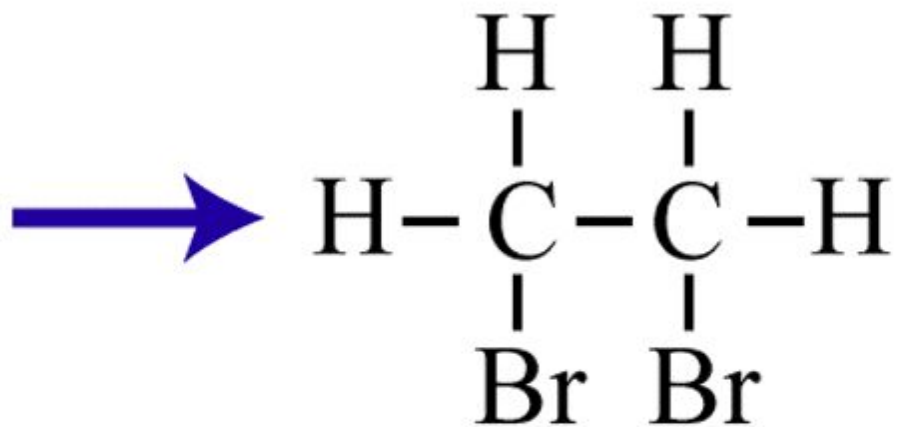
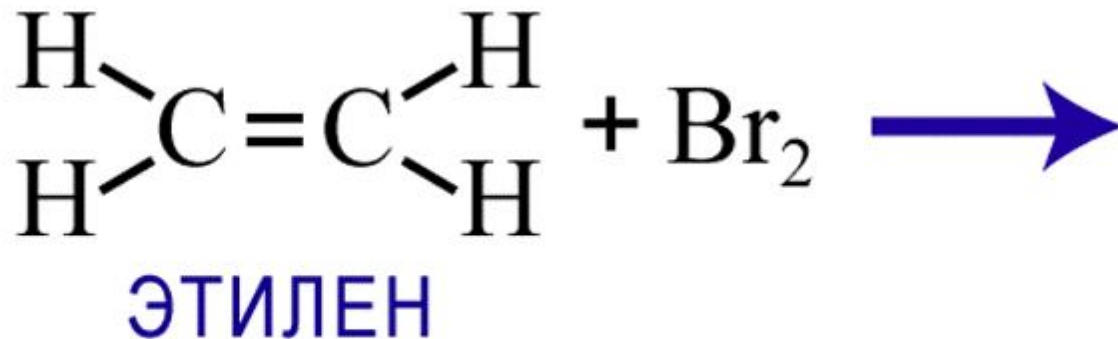
Гидрирование этилена



Гидратация алкенов



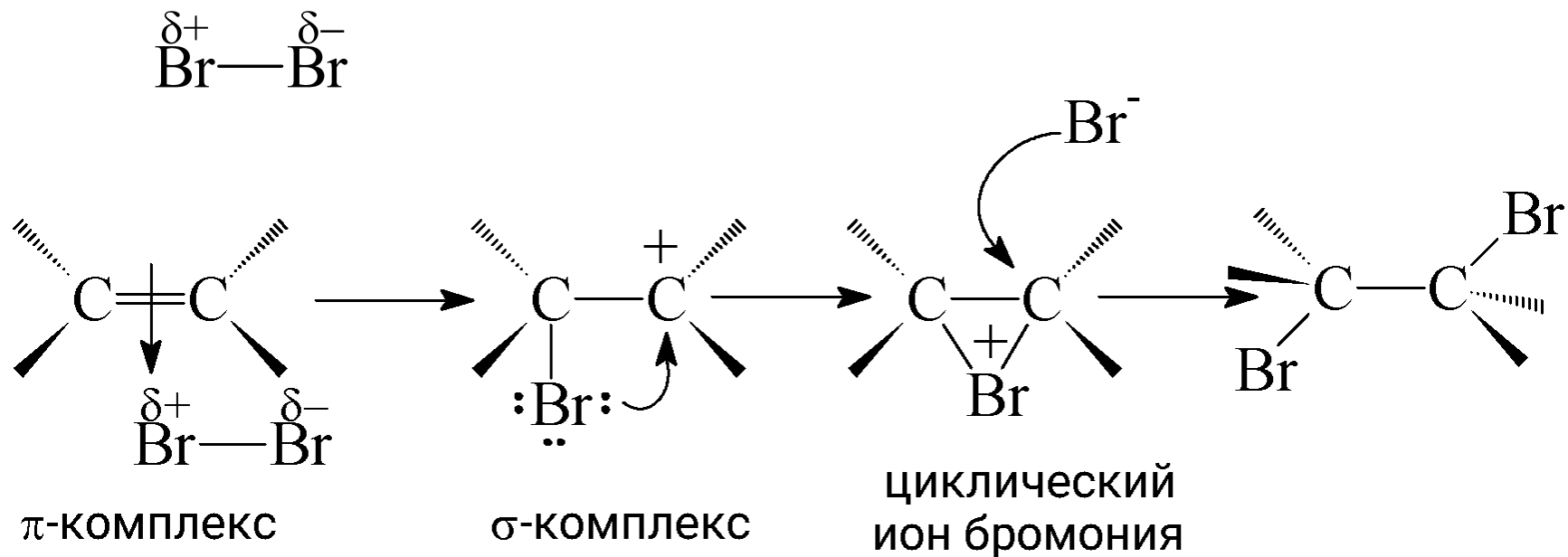
Галогенирование алкенов



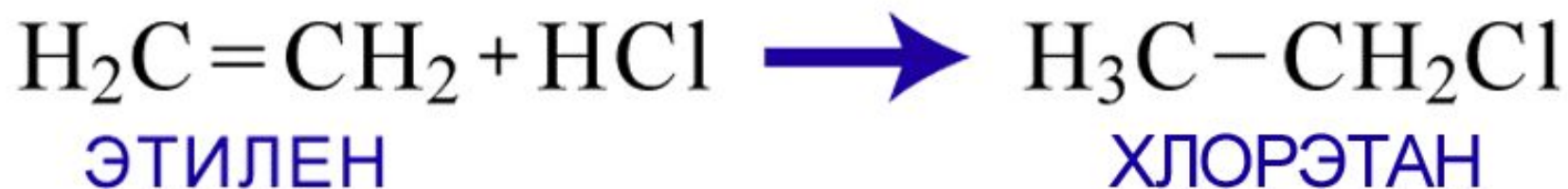
1,2 - ДИБРОМЭТАН

Реакции электрофильного присоединения

Галогенирование

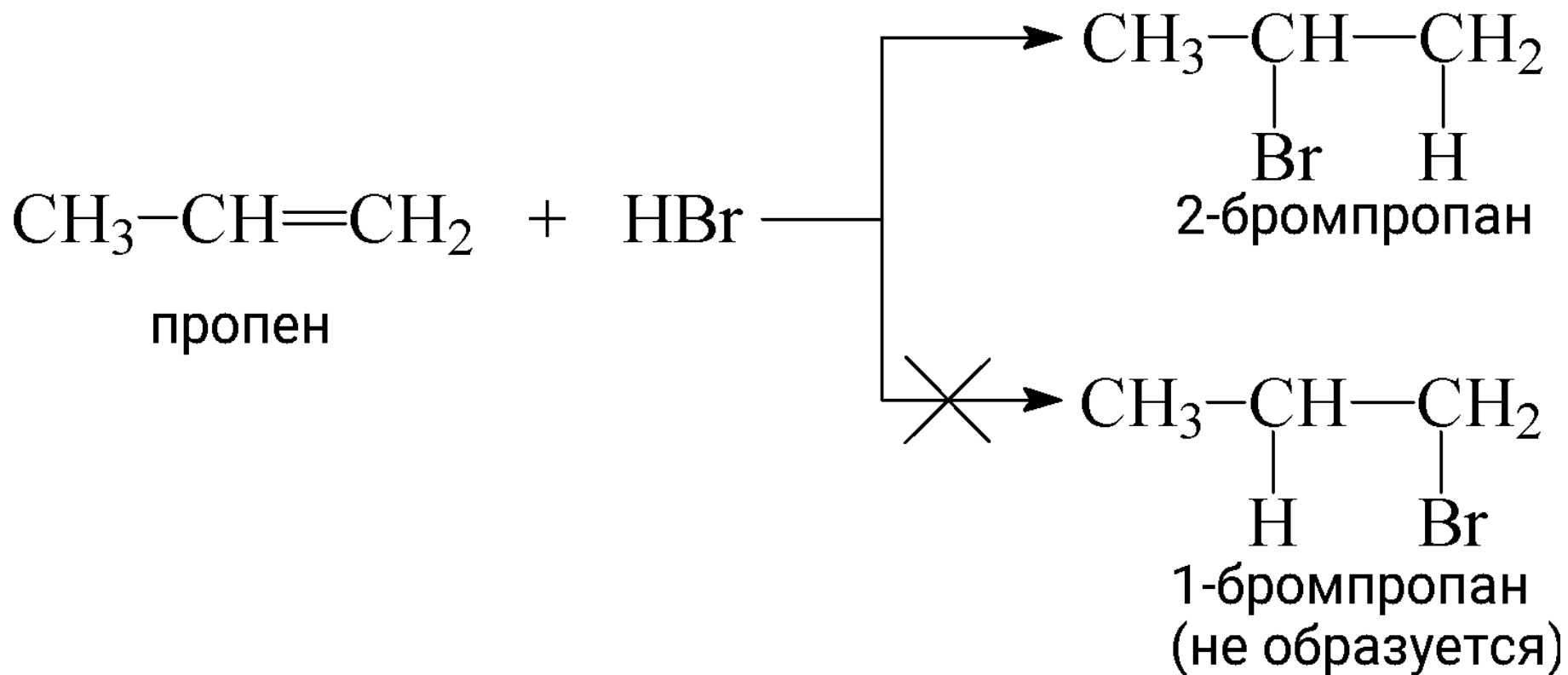


Гидрогалогенирование алкенов



Реакции электрофильного присоединения

Гидрогалогенирование



Правило Марковникова

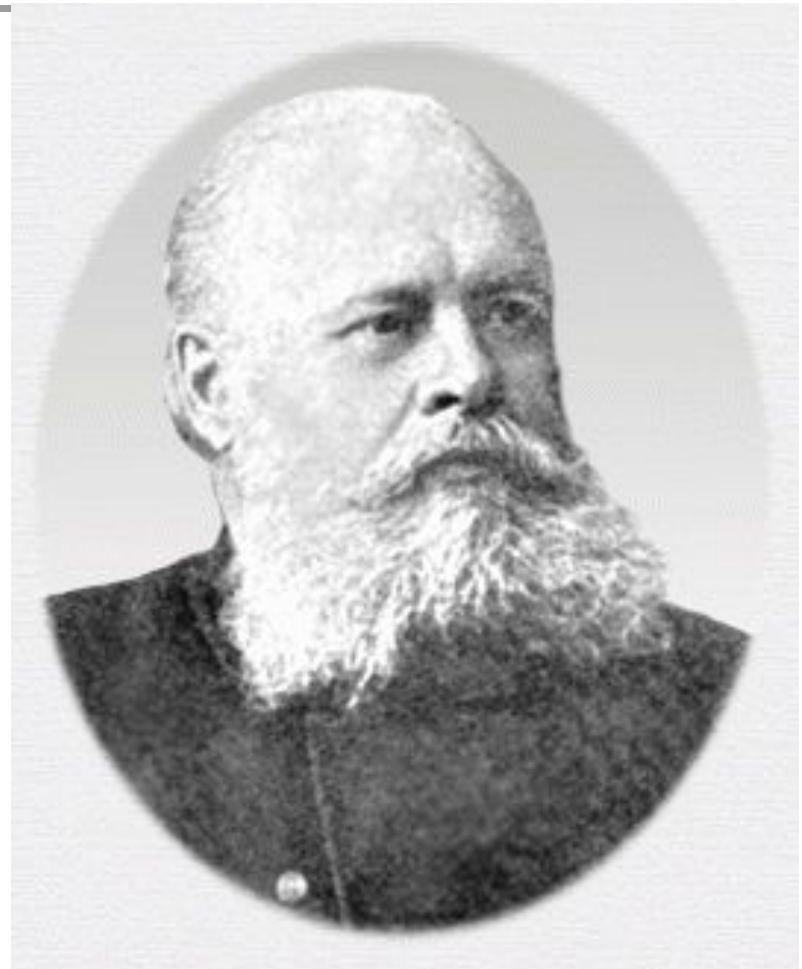
Наименее гидрированный
атом углерода

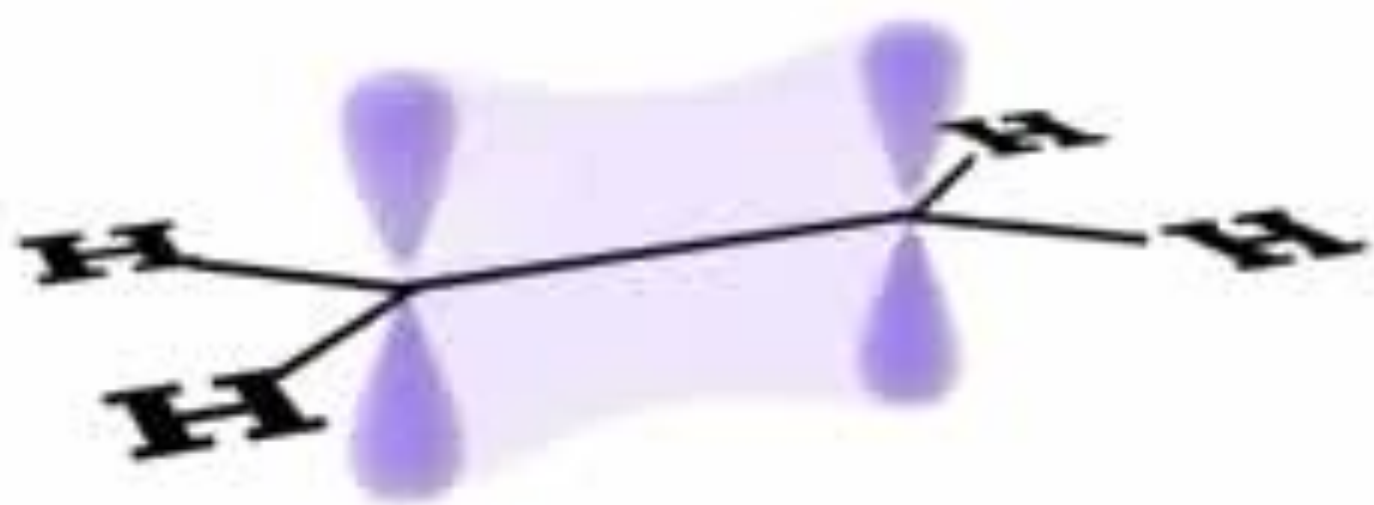


Наиболее гидрированный
атом углерода

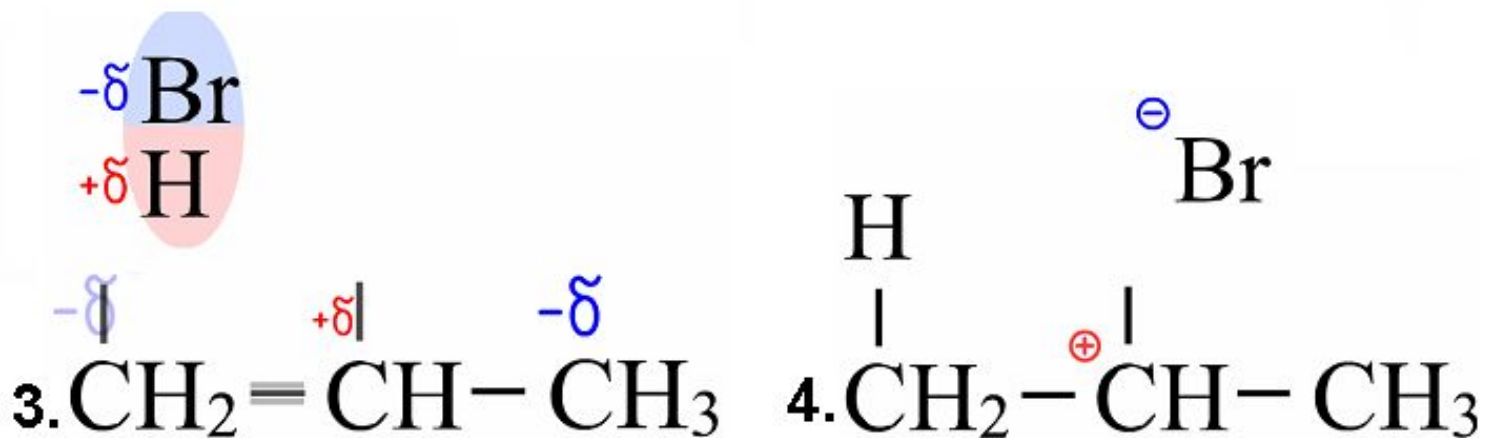
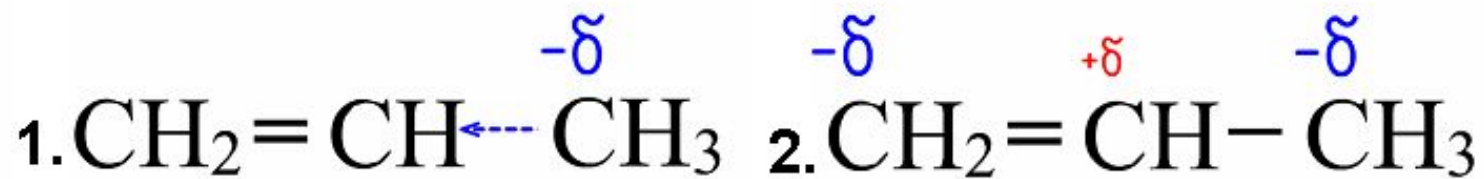
Владимир Васильевич Марковников 1837 - 1904 гг.

Русский химик-органик. Исследования посвящены теоретической органической химии, органическому синтезу и нефтехимии. Исследования спиртов, карбоновых кислот послужили основой его учения о взаимном влиянии атомов как главном содержании теории химического строения. В 1869 г. сформулировал правило о направлении реакций замещения, отщепления, присоединения по двойной связи и изомеризации в зависимости от химического строения (правило Марковникова).



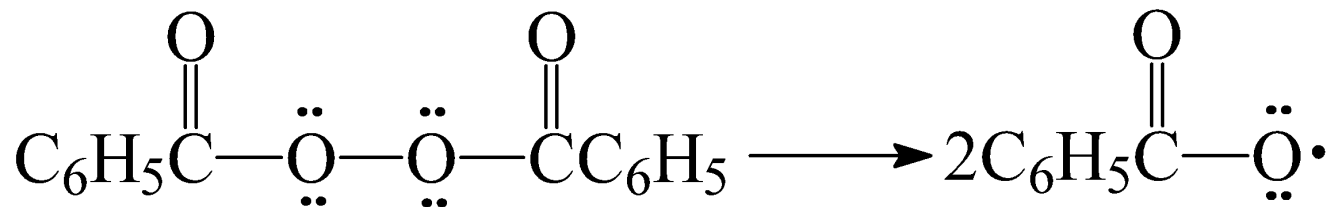
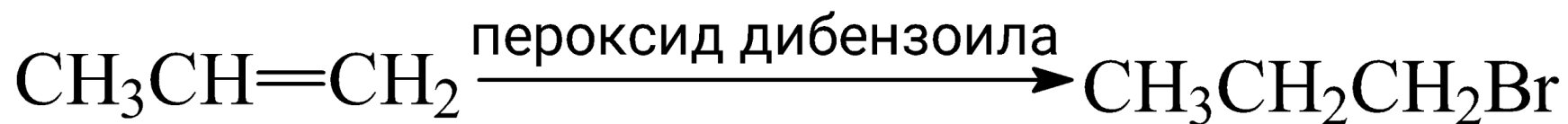


Механизм реакции гидрогалогенирования



Свободно-радикальное присоединение

Гидробромирование



Свободно-радикальное присоединение

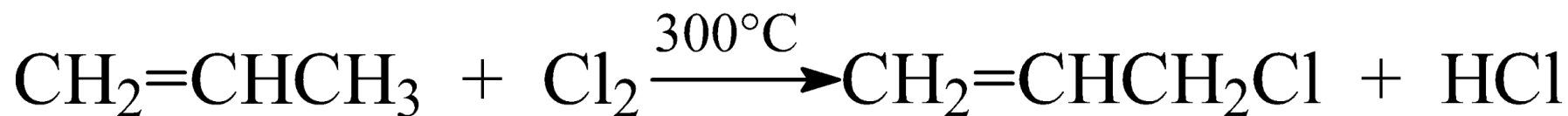
Гидробромирование

Присоединение HBr против правила Марковникова происходит следующим образом: $\text{Br}\cdot$ (а не $\text{H}\cdot$) реагирует в первую очередь с π -системой и быстрее всего образуется наиболее стабильный радикал.

«Перекисный эффект» или эффект Хараша.

Свободно-радикальное замещение

Аллильное замещение галогенами

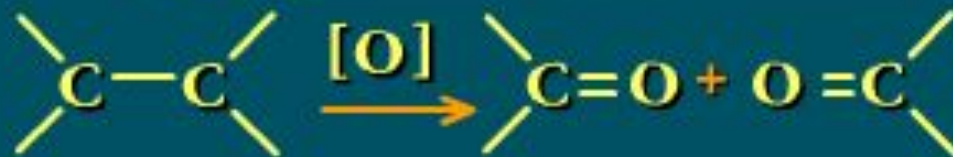


Реакции окисления, полимеризации

Реакции окисления с разрывом π -связей



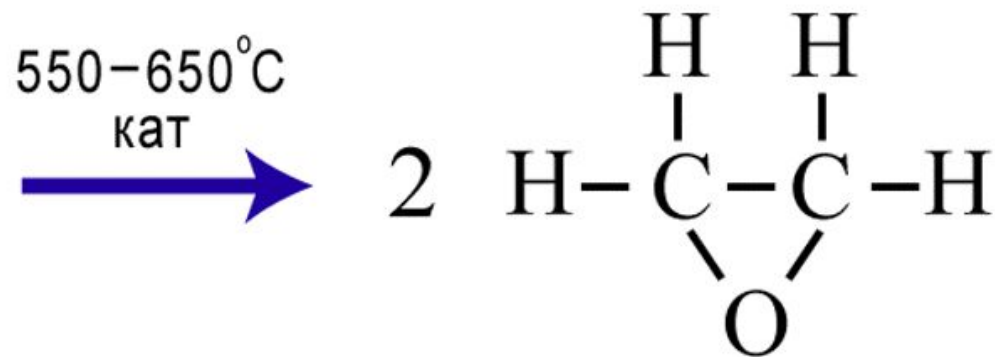
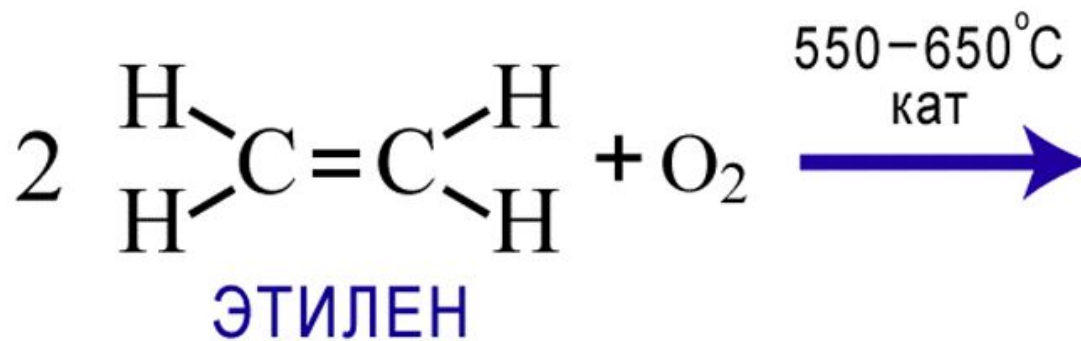
с разрывом π - и σ -связей



реакции полимеризации

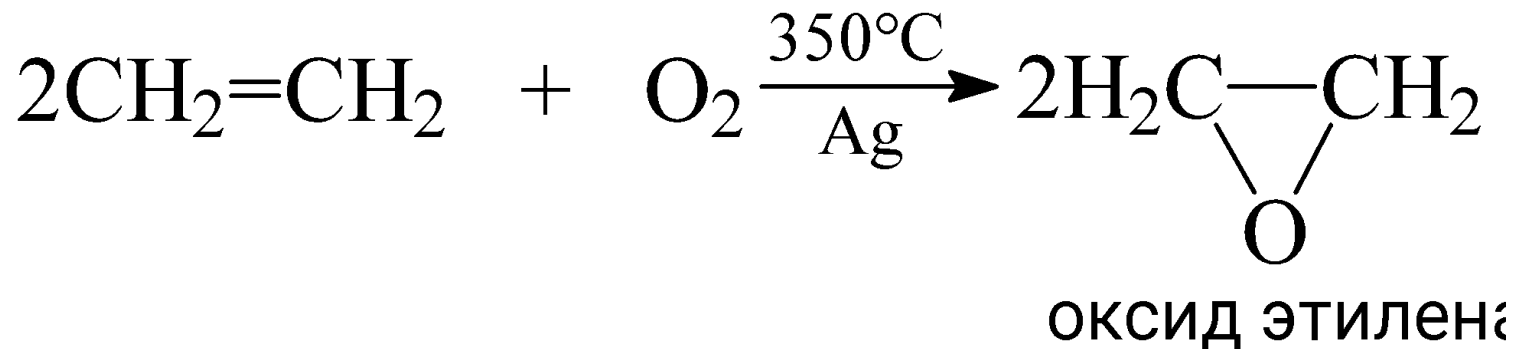
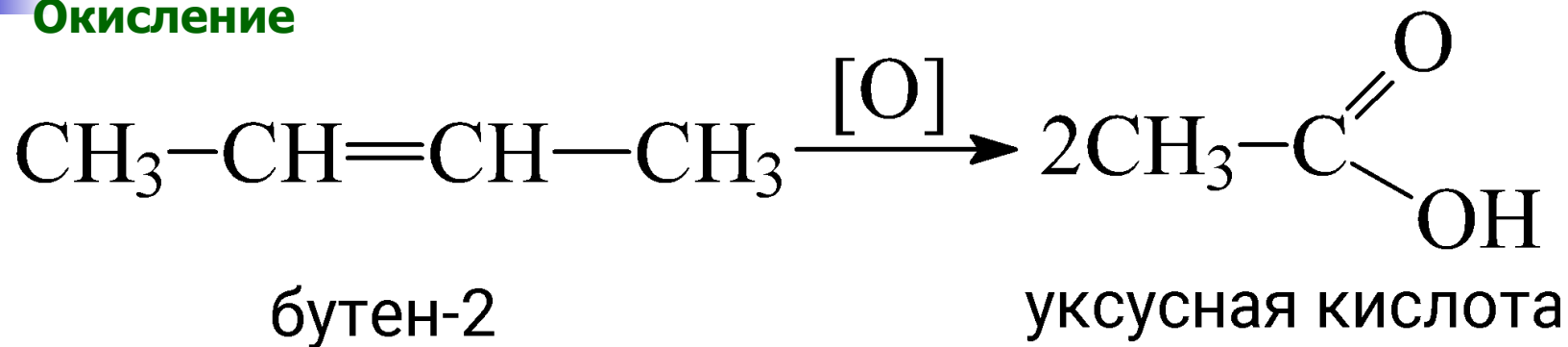


Частичное окисление этилена кислородом воздуха

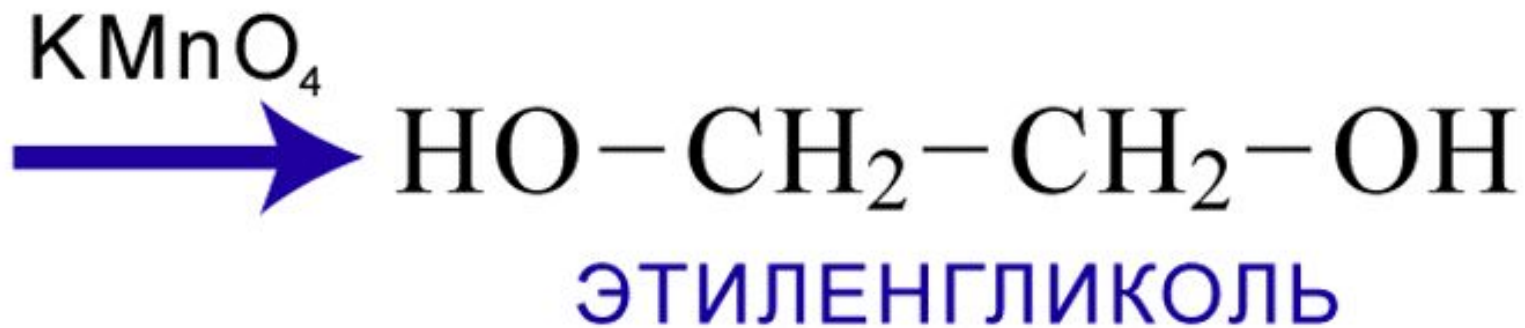
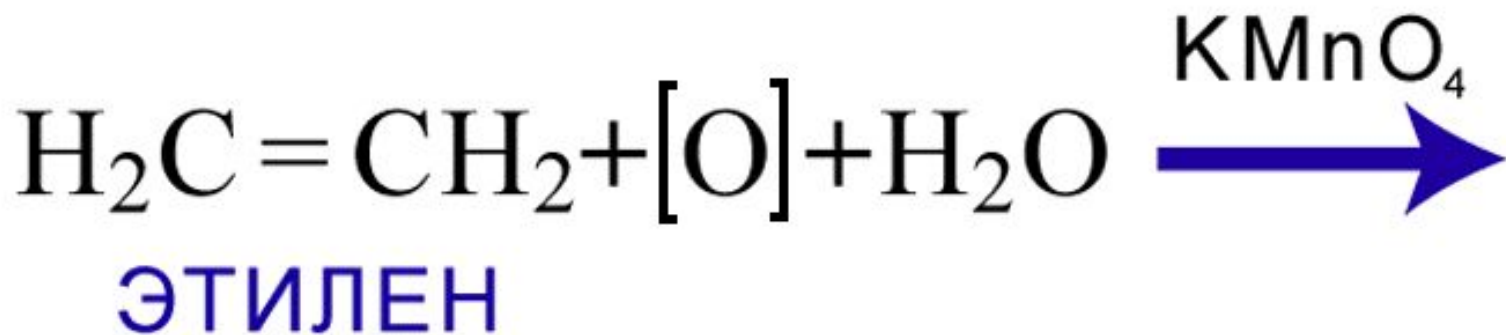


Окисление

Окисление



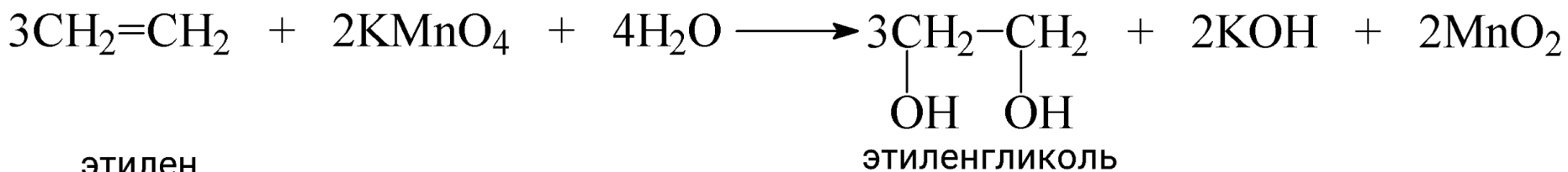
Окисление этилена



Окисление

Окисление

Окисление по Вагнеру

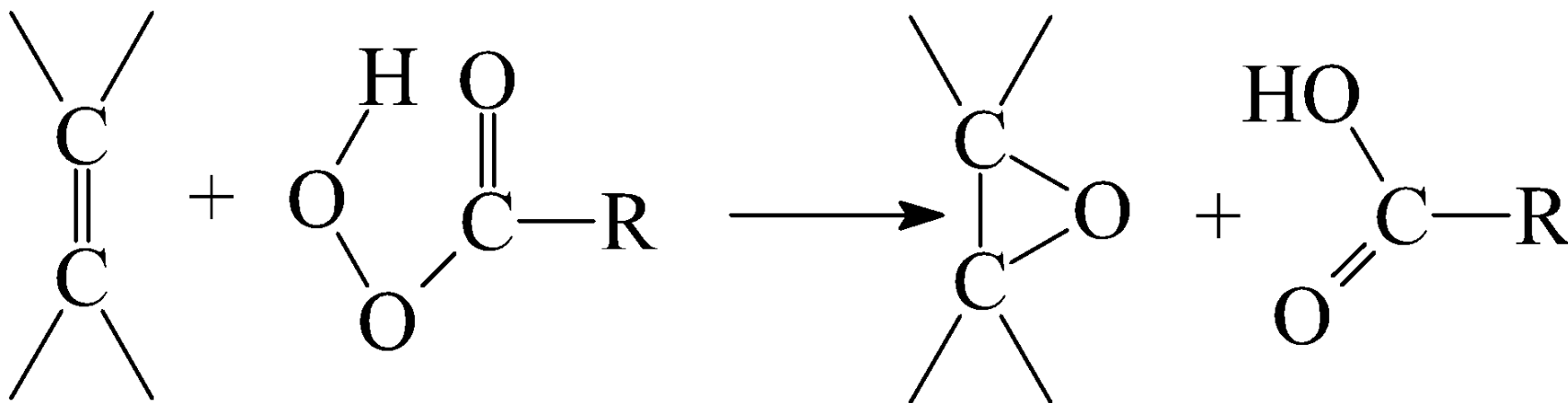


ВАГНЕР Егор Егорович (9.XII.1849 – 27.XI.1903)



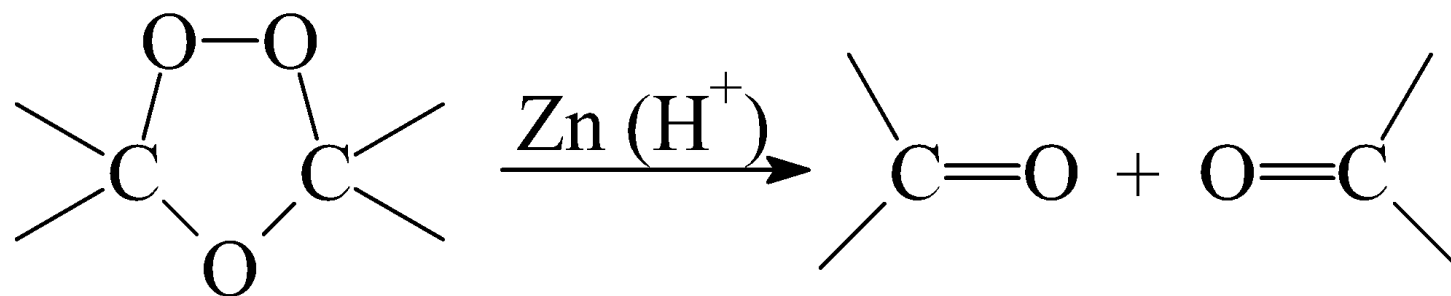
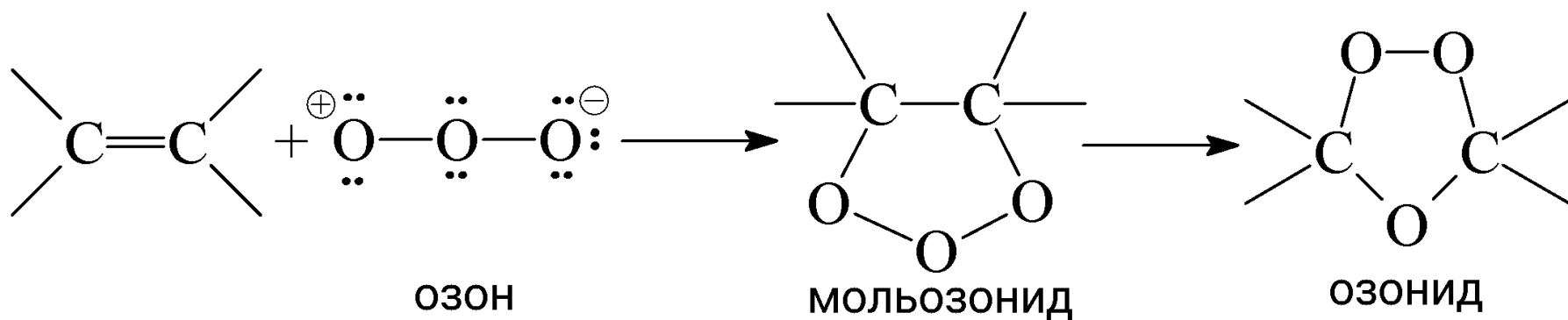
Окисление

Реакция Прилежаева



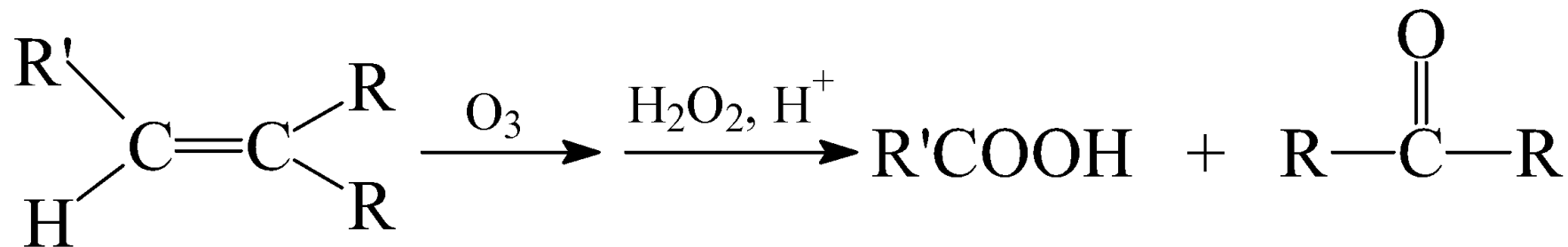
Окисление

Озонолиз

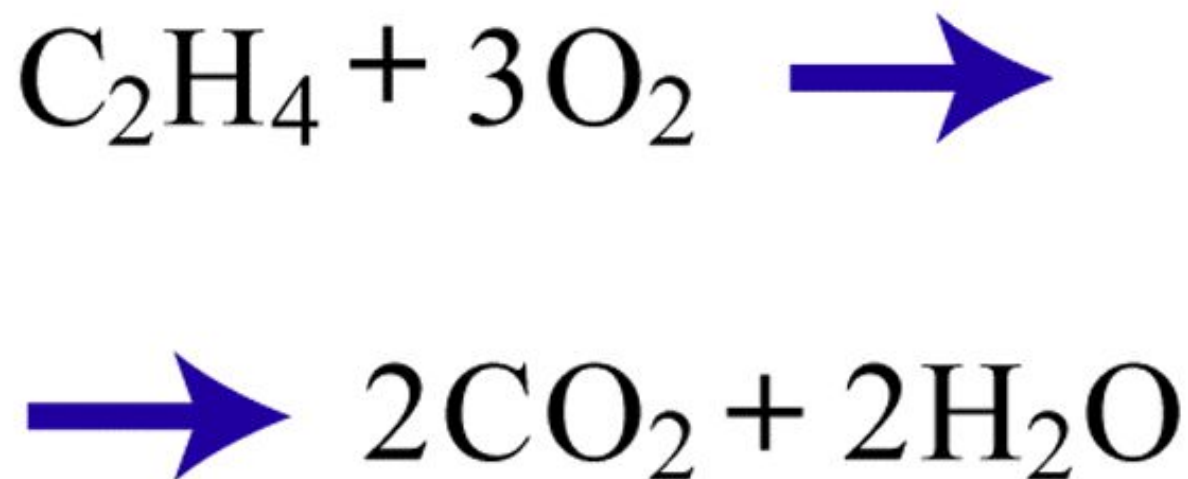


Окисление

Озонолиз



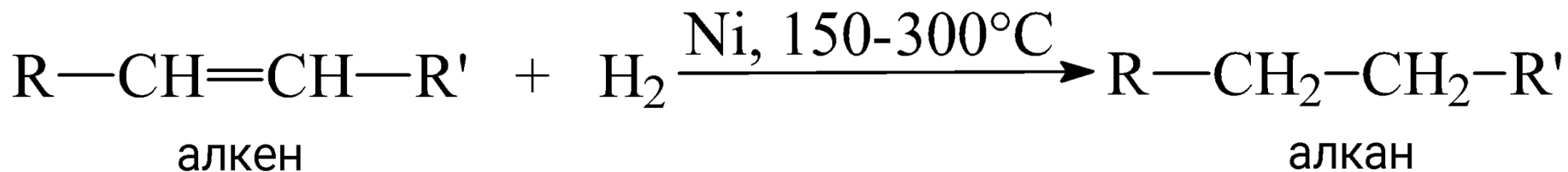
Горение этилена



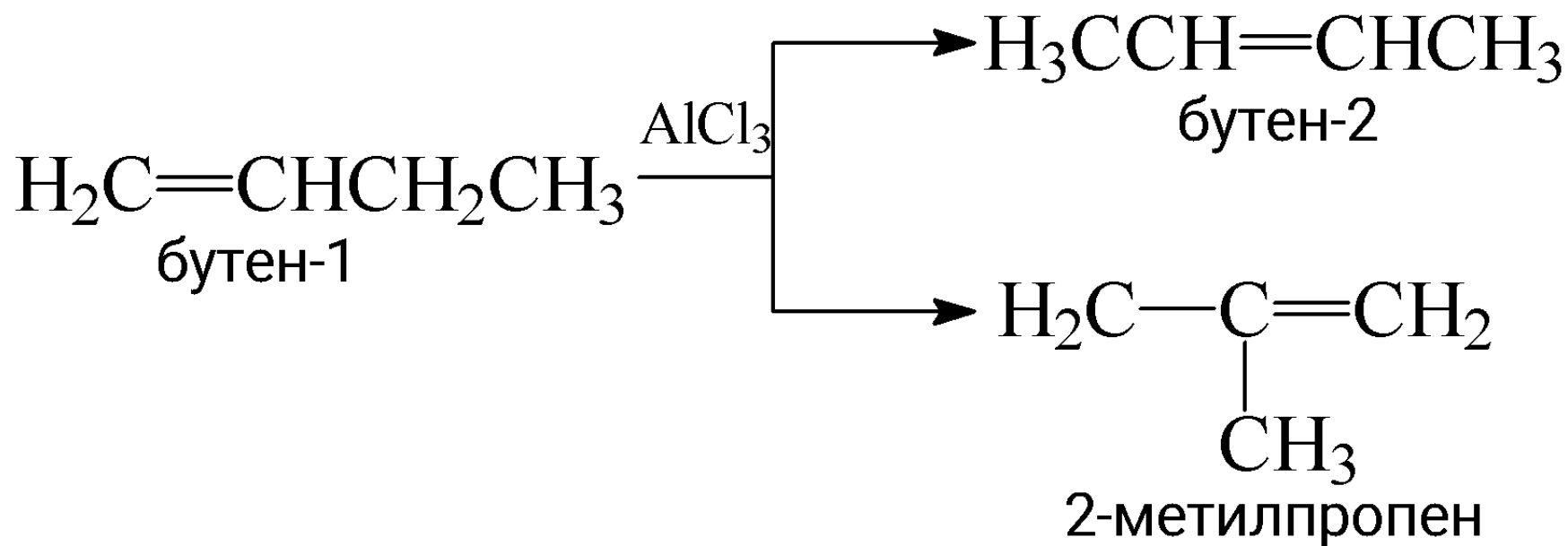


Восстановление (гидрирование)

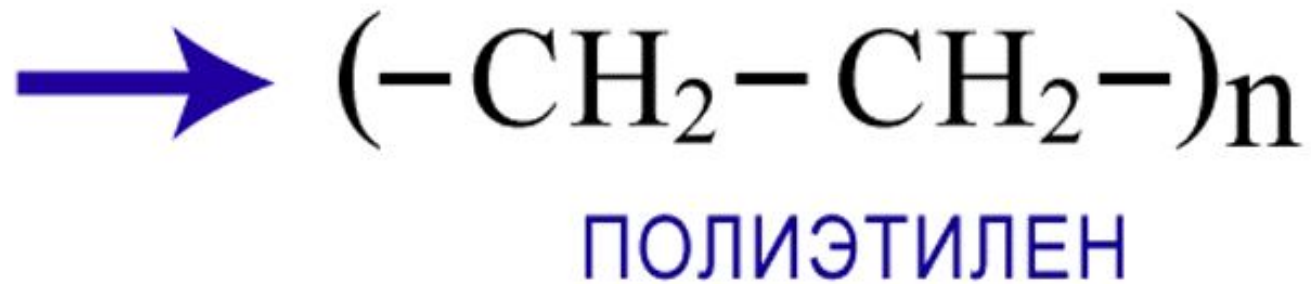




Реакция изомеризации



Полимеризация этилена

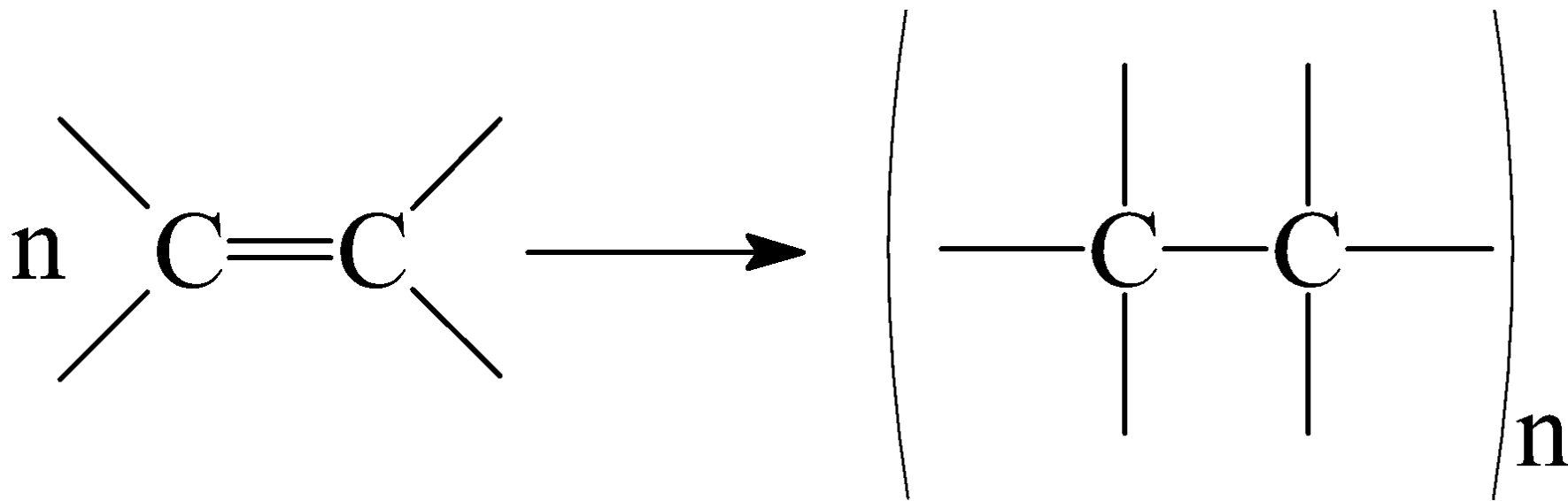


Реакция полимеризации

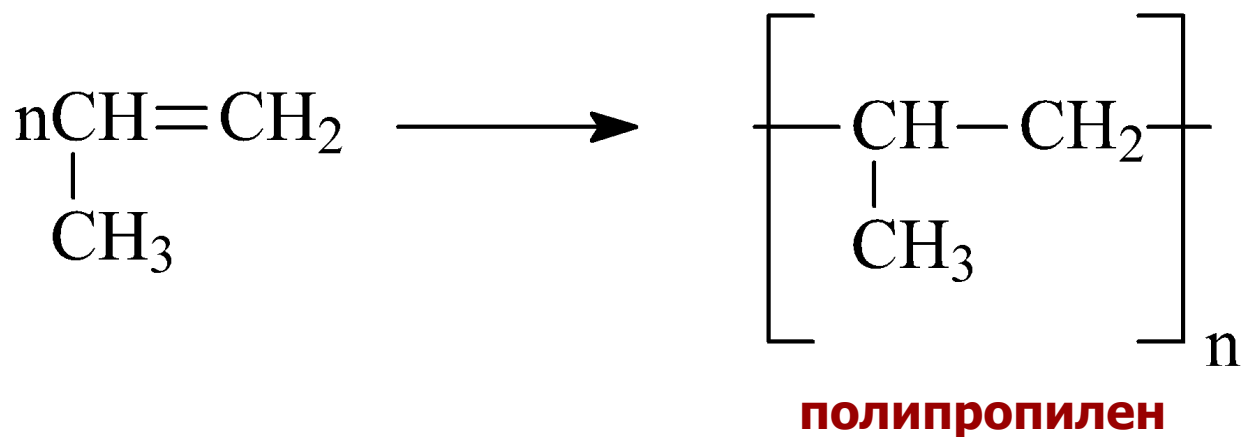
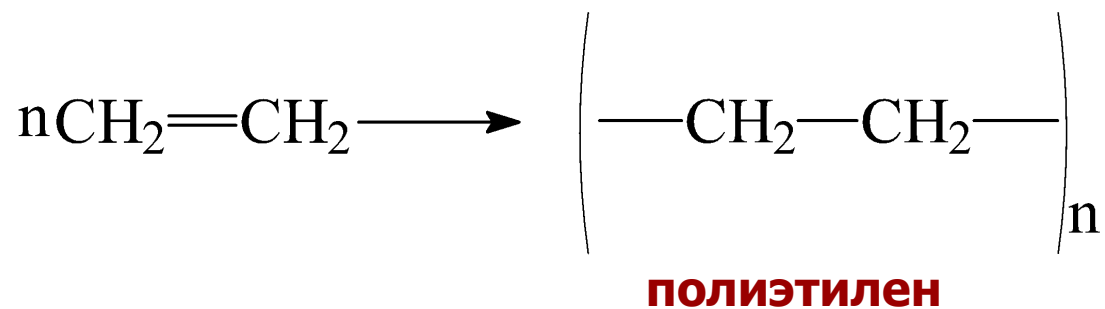


Реакция полимеризации — это последовательное присоединение молекул ненасыщенных соединений друг к другу с образованием высокомолекулярного продукта — полимера.

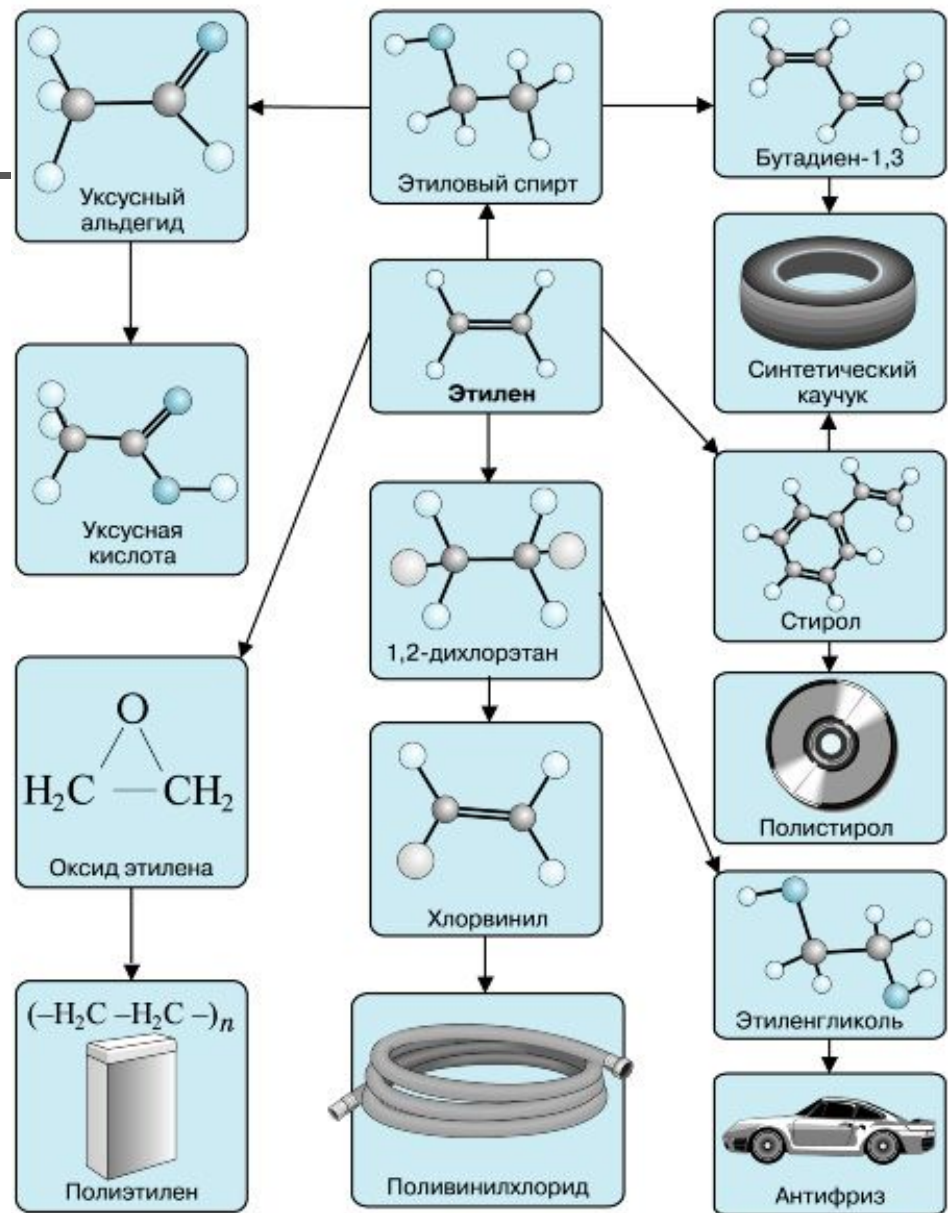
Реакция полимеризации



Реакция полимеризации



Применение алкенов





Задачи

- Тест 1
- Тест 2
- Тест 3
- Тест 4
- Тест 5