

Химические свойства алкенов

Химические свойства алкенов

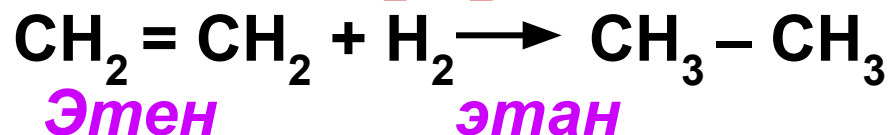
- По химическим свойствам алкены резко отличаются от алканов. Алкены более химически активные вещества, что обусловлено наличием двойной связи, состоящей из σ - и π -связей. Алкены способны присоединять два одновалентных атома или радикала за счёт разрыва π -связи, как менее прочной.

Типы химических реакций, которые характерны для алкенов

- Реакции присоединения
- Реакции полимеризации
- Реакции окисления

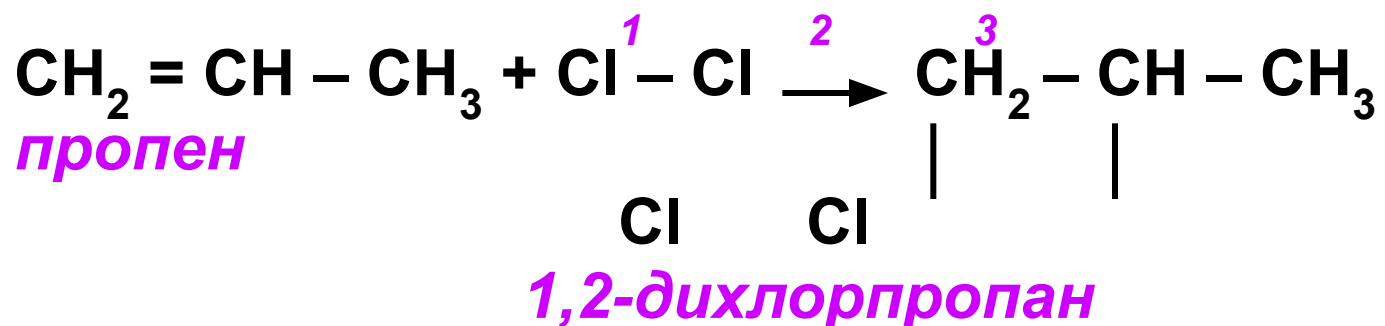
Реакции присоединения

1. Гидрирование



Условия реакции: катализатор – Ni, Pt, Pd

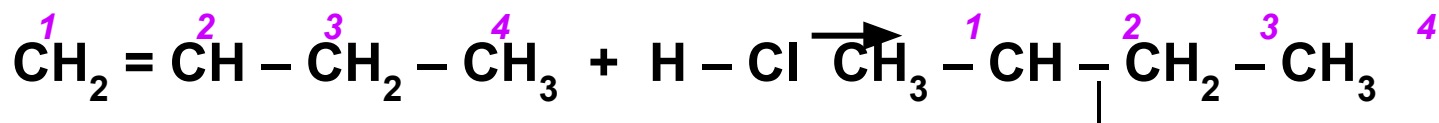
2. Галогенирование



Реакция идёт при обычных условиях.

Реакции присоединения

3. Гидрогалогенирование

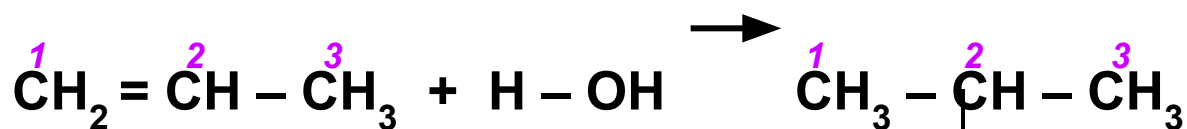


Бутен-1

Cl

2-хлорбутан

4. Гидратация



пропен

OH

пропанол-2

Условия реакции: катализатор – серная кислота, температура.

Присоединение молекул галогеноводородов и воды к молекулам несимметричных алкенов происходит в соответствии с **правилом В.В. Марковникова**

Правило В.В. Марковникова

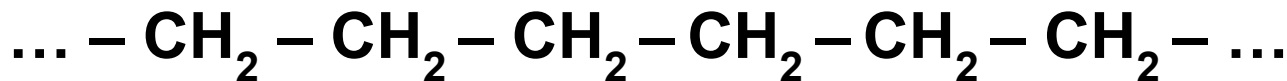
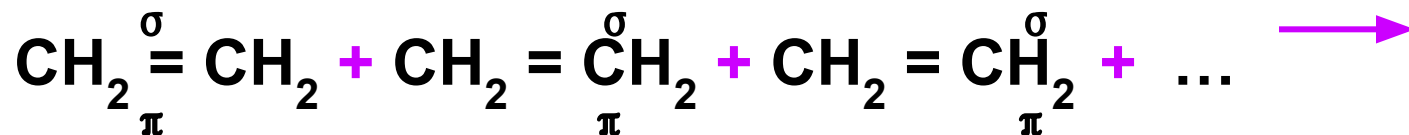
- Атом водорода присоединяется к наиболее гидрированному атому углерода при двойной связи, а атом галогена или гидроксогруппа – к наименее гидрированному.



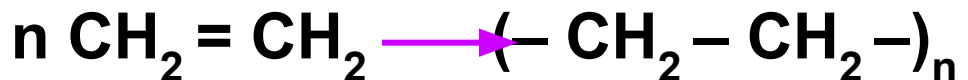
Реакции полимеризации

(свободно-радикальное присоединение)

Полимеризация – это последовательное соединение одинаковых молекул в более крупные.



Сокращённо уравнение этой реакции записывается так:



Этен

полиэтилен

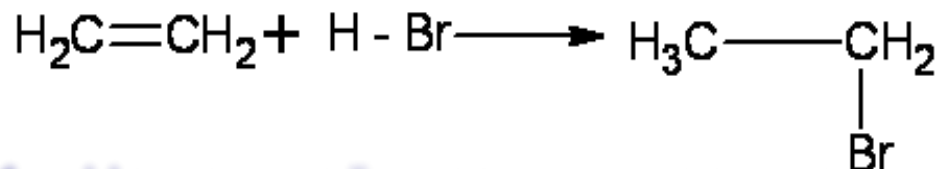
Условия реакции: повышенная температура, давление, катализатор.

!Написать реакции полимеризации пропилена и бутилена

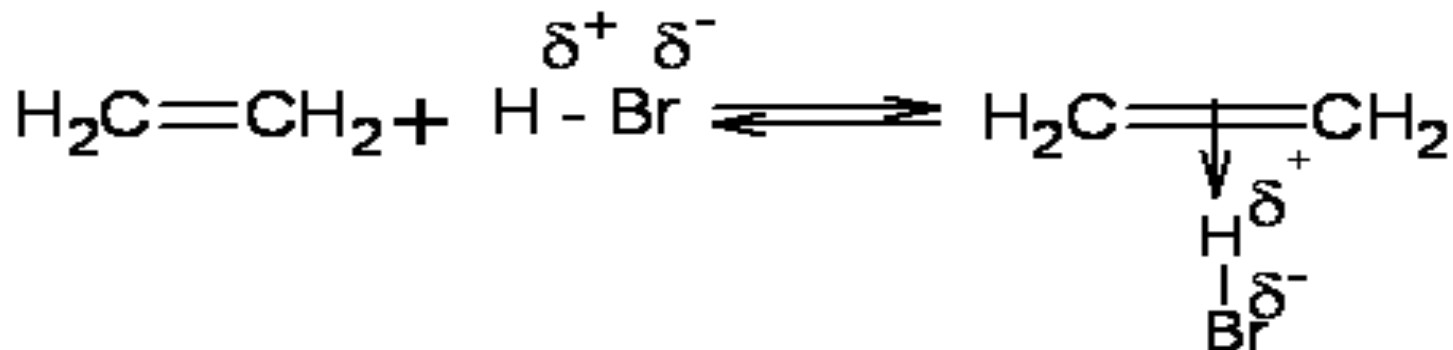
Механизм реакций присоединения алкенов

- π -связь является донором электронов, поэтому она легко реагирует с электрофильными реагентами.
- Электрофильное присоединение: разрыв π -связи протекает по гетеролитическому механизму, если атакующая частица является электрофилом.
- Свободно-радикальное присоединение: разрыв связи протекает по гомолитическому механизму, если атакующая частица является радикалом.

Механизм реакций электрофильного присоединения

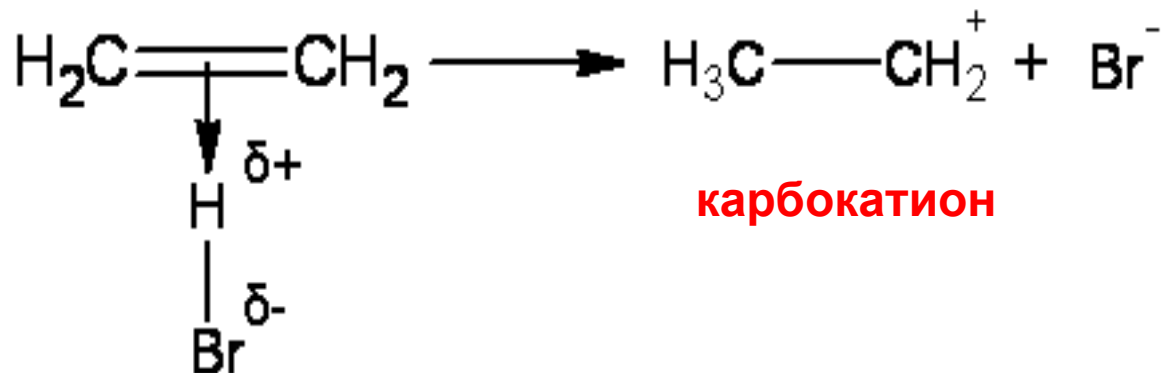


Стадия 1. На первой стадии молекула галогеноводорода образует с π -электронным облаком двойной связи неустойчивую систему – « π -комплекс» за счет частичной передачи π -электронной плотности на атом водорода, несущий частичный положительный заряд.



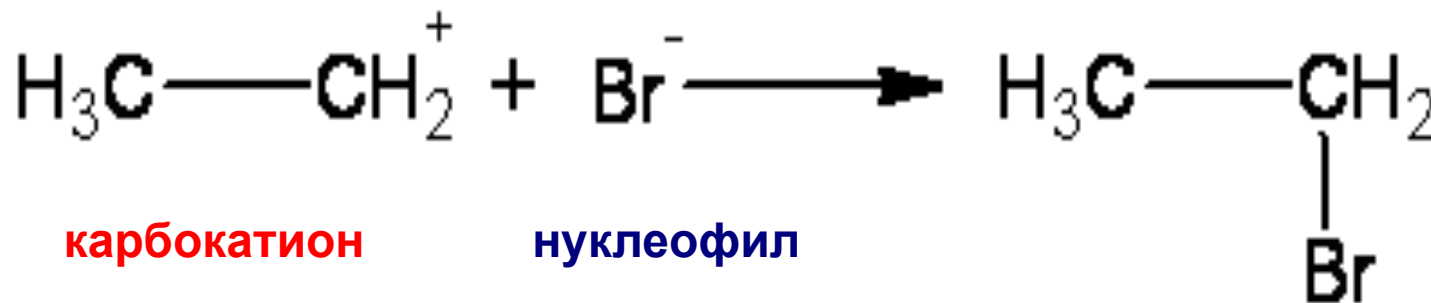
Механизм реакций электрофильного присоединения

Стадия 2. Связь водород-галоген разрывается с образованием электрофильной частицы H^+ , и нуклеофильной частицы Br^- . Освободившийся электрофил H^+ присоединяется к алкену за счет электронной пары двойной связи, образуя σ -комплекс – карбокатион.



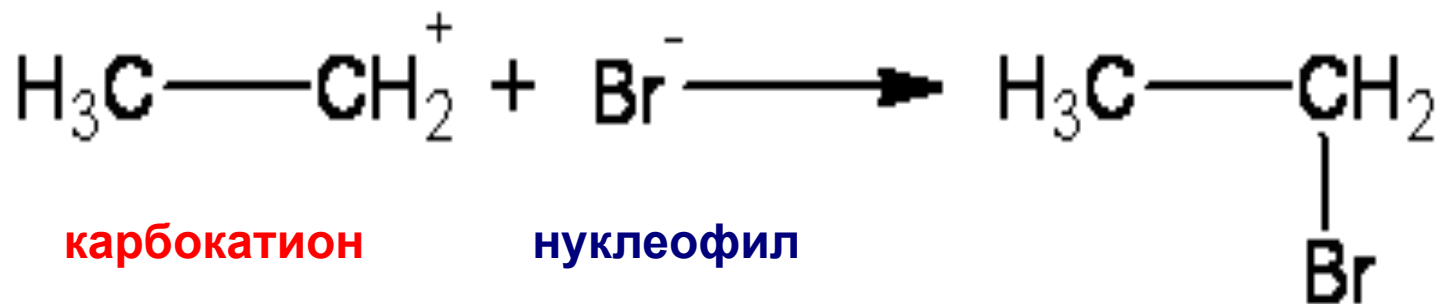
Механизм реакций электрофильного присоединения

Стадия 3. На этой стадии к положительно заряженному карбокатиону присоединяется отрицательно заряженный нуклеофил с образованием конечного продукта реакции.



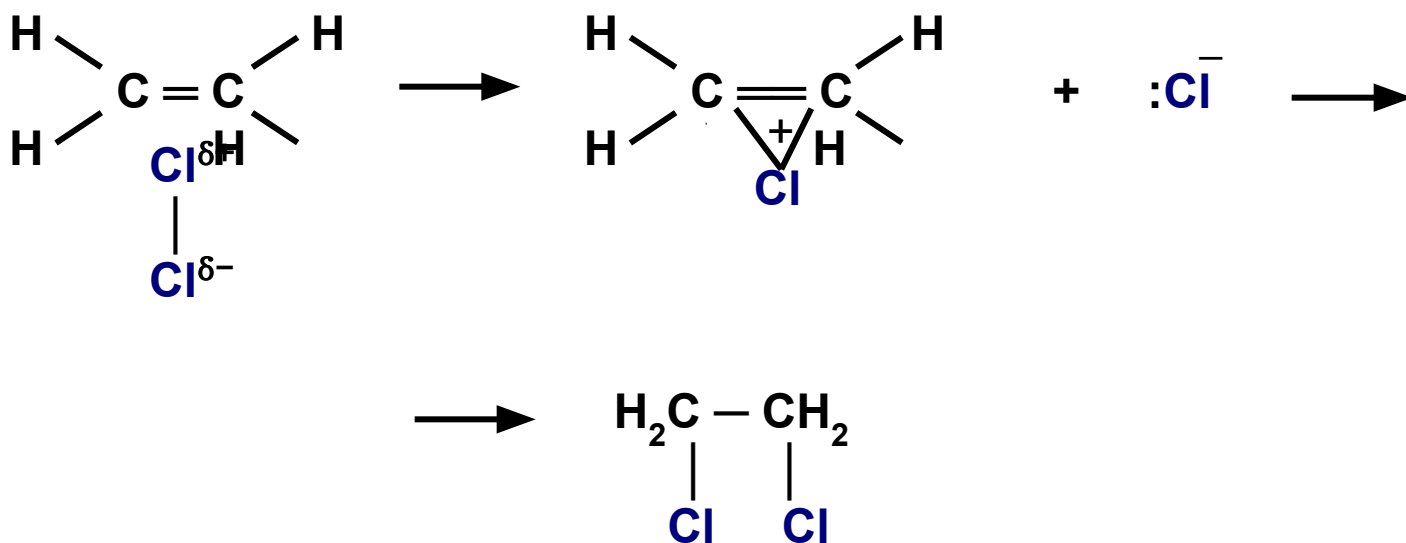
Механизм реакций электрофильного присоединения

Стадия 3. На этой стадии к положительно заряженному карбокатиону присоединяется отрицательно заряженный нуклеофил с образованием конечного продукта реакции.



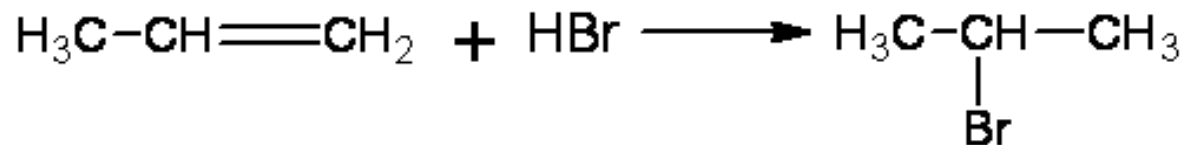
[Видео](#)

Электрофильное присоединение

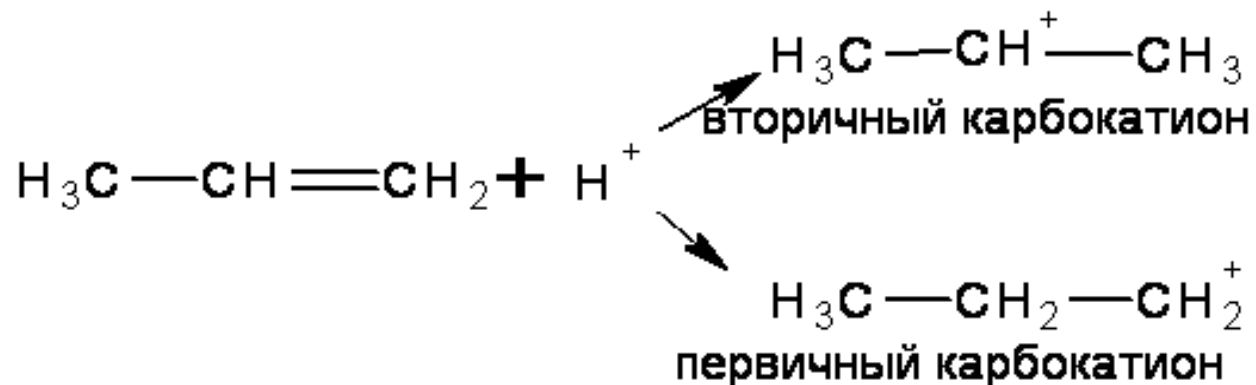


Молекула галогена не имеет собственного диполя, однако вблизи π -электронов происходит поляризация ковалентной связи, благодаря чему галоген ведёт себя как электрофильный агент.

ПОЧЕМУ ВЫПОЛНЯЕТСЯ ПРАВИЛО МАРКОВНИКОВА?



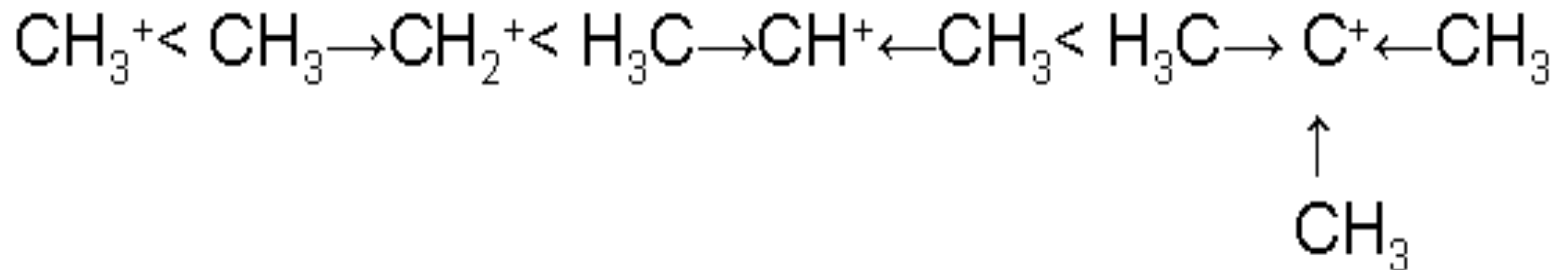
В реакциях электрофильного присоединения к несимметричным алкенам на второй стадии реакции может образоваться два карбокатиона. Далее реагировать с нуклеофилом, а значит, и определять продукт реакции будет более устойчивый из них.



ПОЧЕМУ ВЫПОЛНЯЕТСЯ ПРАВИЛО МАРКОВНИКОВА?

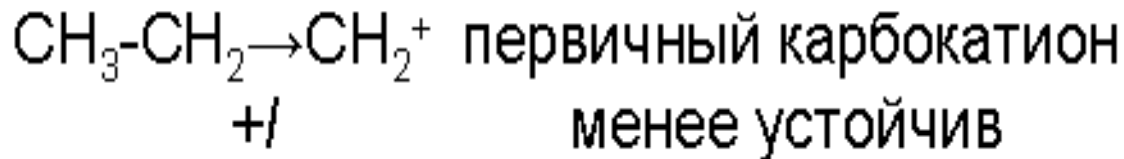
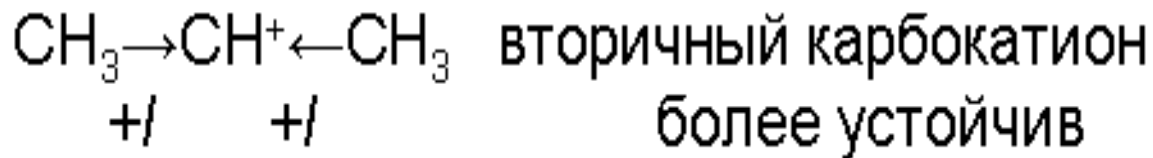
Из-за различия электроотрицательностей атомов углерода и водорода на атоме углерода группы $-\text{CH}_3$ появляется некоторый избыток электронной плотности, а на атоме водорода – некоторый ее дефицит

$\text{C}^{\delta-}\text{H}_3^{\delta+}$. Наличие такой группы рядом с атомом углерода, несущим положительный заряд, неизбежно вызывает смещение электронной плотности в сторону положительного заряда. Таким образом, метильная группа выступает как донор, отдавая часть своей электронной плотности. Про такую группу говорят, что она обладает **положительным индуктивным эффектом (+I-эффектом)**. Чем большим количеством таких **электронодонорных (+I)** - заместителей окружен углерод, несущий положительный заряд, тем более устойчив соответствующий карбокатион. Таким образом, стабильность карбокатионов возрастает в ряду:



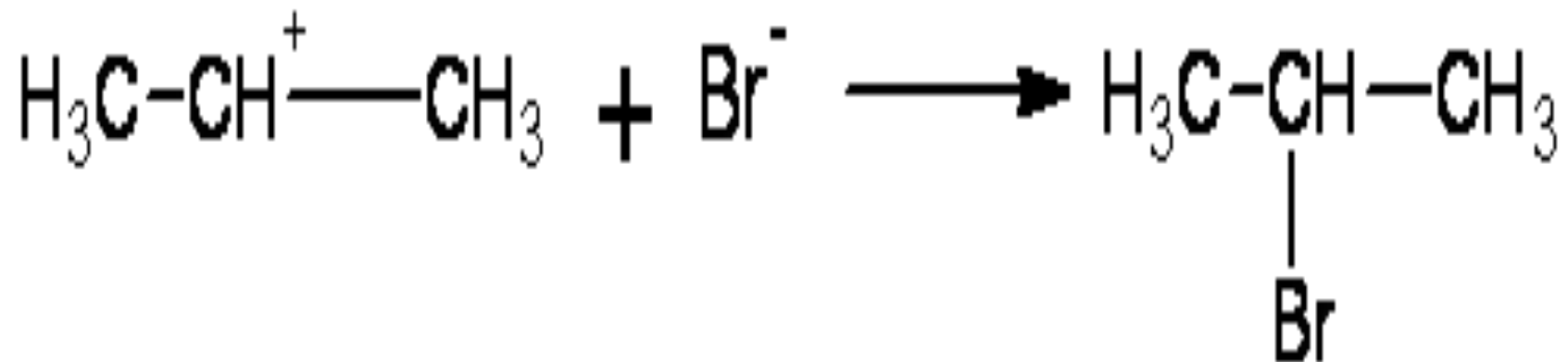
ПОЧЕМУ ВЫПОЛНЯЕТСЯ ПРАВИЛО МАРКОВНИКОВА?

В случае пропена наиболее устойчивым является вторичный карбокатион, так как в нем положительно заряженный атом углерода карбокатиона стабилизирован двумя $+I$ -эффектами соседних метильных групп. Преимущественно образуется и реагирует дальше именно он. Неустойчивый первичный карбокатион, по-видимому, существует очень короткое время, так что за время своей «жизни» не успевает присоединить нуклеофил и образовать продукт реакции.



ПОЧЕМУ ВЫПОЛНЯЕТСЯ ПРАВИЛО МАРКОВНИКОВА?

При присоединении на последней стадии бромид-иона к вторичному карбокатиону и образуется 2-бромпропан:

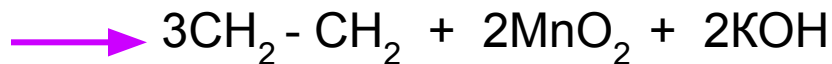


Реакции окисления

Реакция Вагнера. (Мягкое окисление раствором перманганата калия).

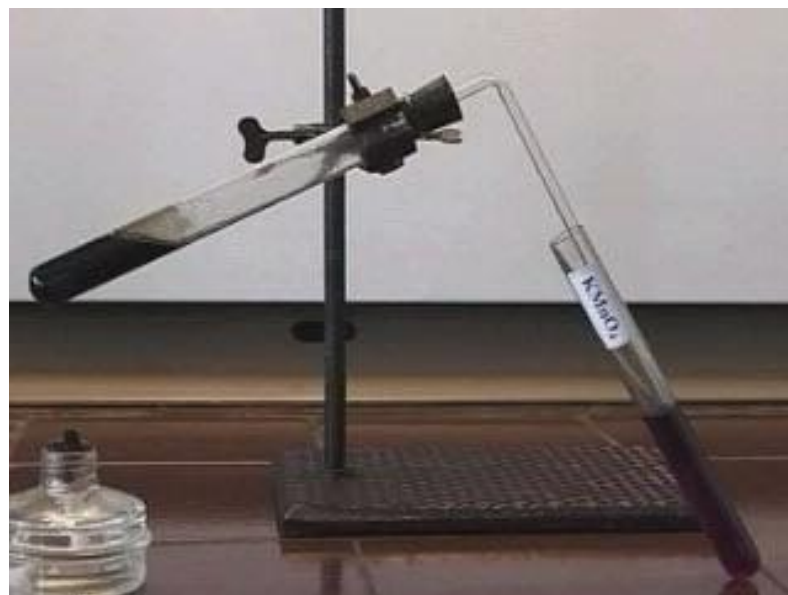


этен



этандиол

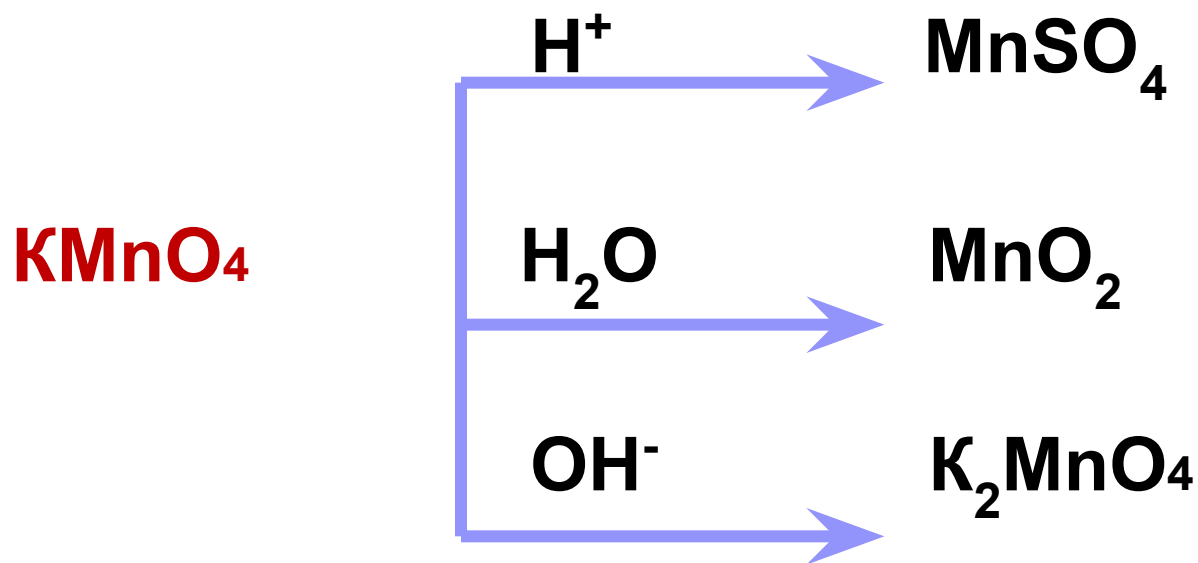
Или



Видео

Реакции окисления

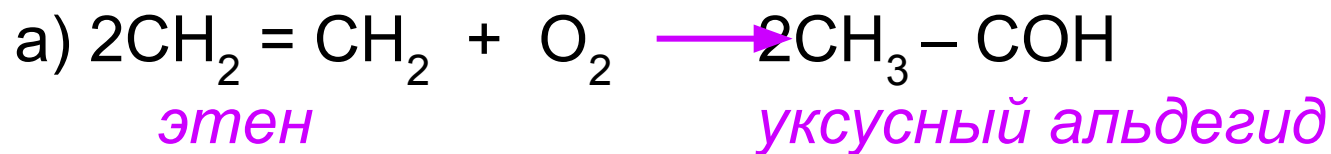
■ Окисление **KMnO₄**



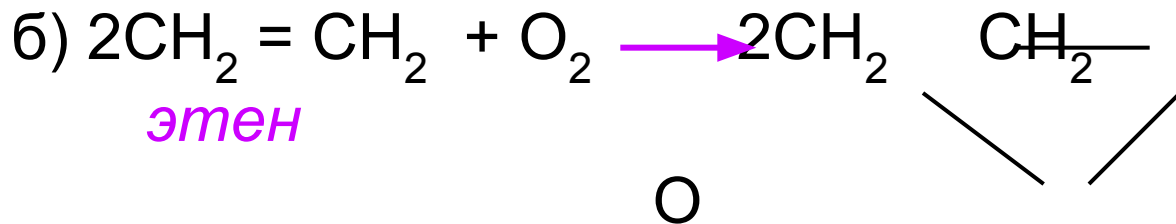
Подробно реакции окисления рассмотрены в презентации «Окисление алкенов»

Реакции окисления

Каталитическое окисление



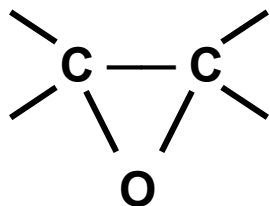
Условия реакции: катализатор – влажная смесь двух солей PdCl_2 и CuCl_2 .



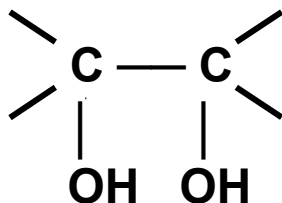
оксид этилена (эпоксид)

Условия реакции: катализатор – Ag , $t = 150\text{-}350^\circ\text{C}$

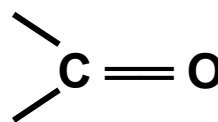
Возможные продукты окисления алкенов



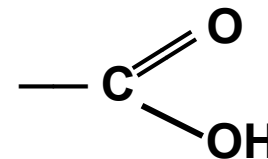
ЭПОКСИДЫ



ДИОЛЫ



альдегиды
или кетоны



КИСЛОТЫ

Горение алкенов

Алкены горят красноватым светящимся пламенем, в то время как пламя предельных углеводородов голубое. Массовая доля углерода в алкенах несколько выше, чем в алканах с тем же числом атомов углерода.



При недостатке кислорода



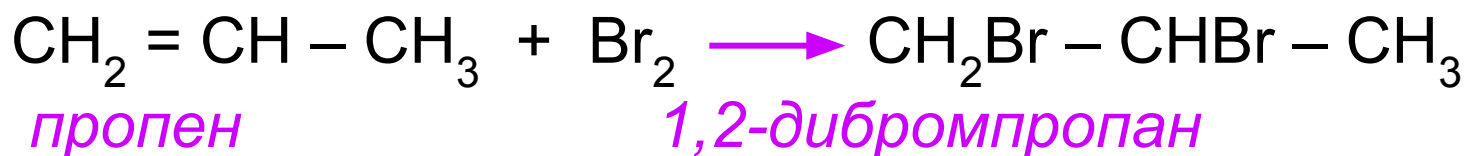
Получение и горение этилена



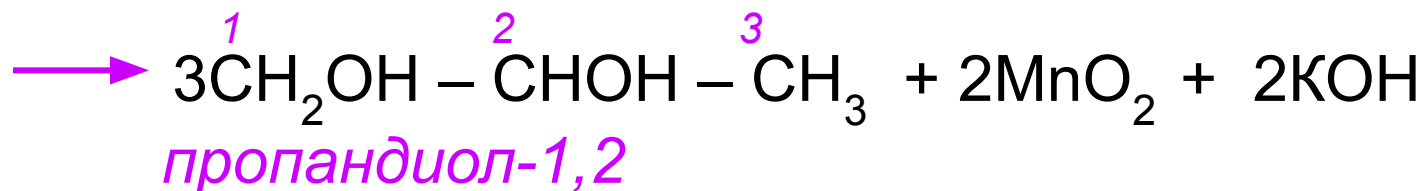
ВИДЕО

Качественные реакции на двойную углерод-углеродную СВЯЗЬ

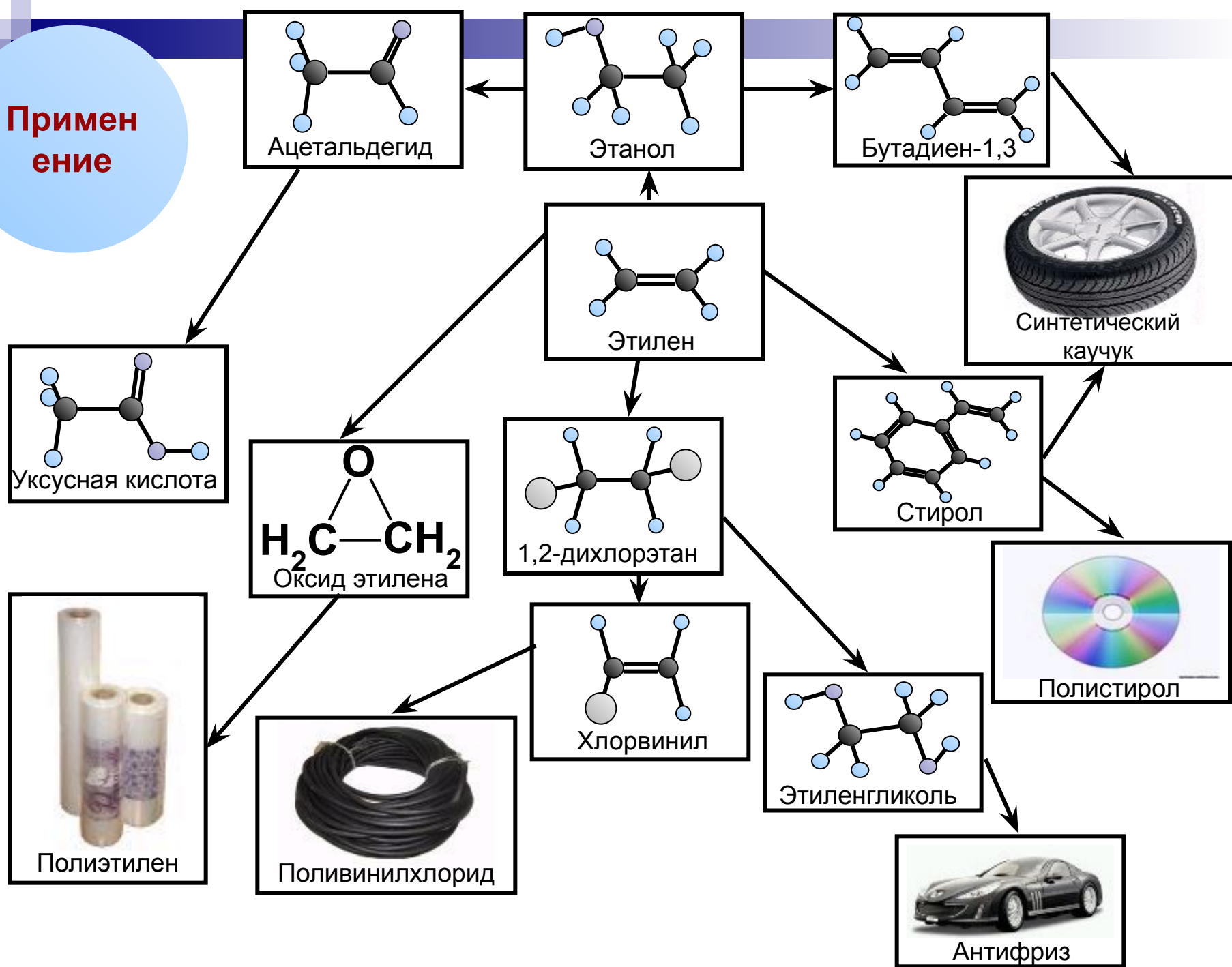
- **Обесцвечивание бромной воды**



- **Обесцвечивание раствора перманганата калия**



Применение



**Алкен массой 4,2 г
способен присоединить 8 г
брома.
Молекулярная формула
алкена:**

**Проверк
а
знаний**

Вопрос

1

Вопрос

2

Вопрос

3

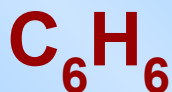
Вопрос

4

Вопрос

5

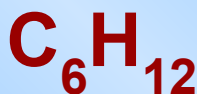
А



В



Б



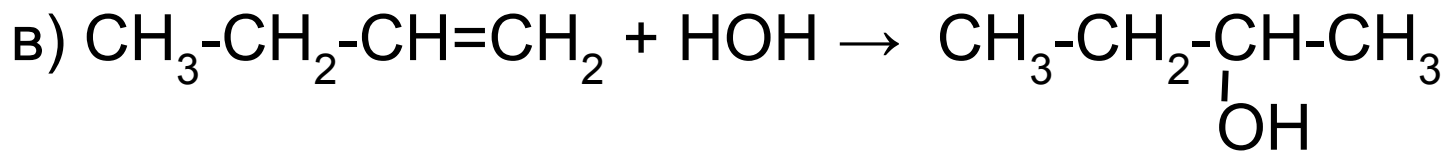
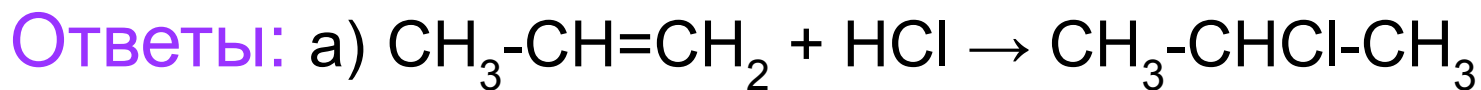
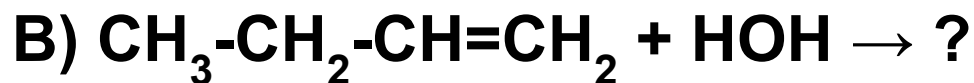
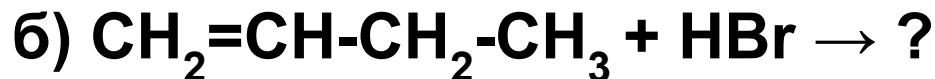
Г



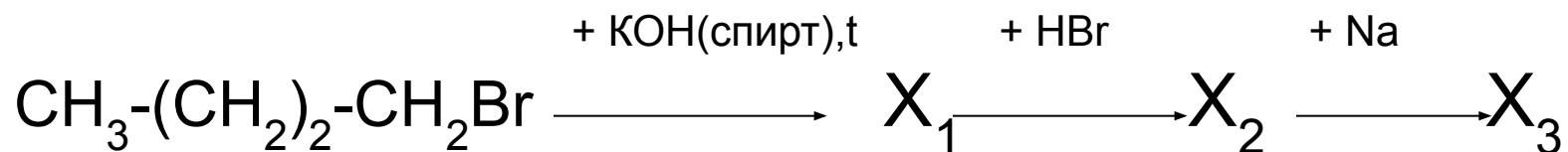
Проверьте правильность написаний уравнений реакций

- $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}_2\text{Br} + \text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{Br}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$

Используя правило Марковникова,
напишите уравнения следующих
реакций присоединения:



Осуществить превращения:



Ответы: X_1 бутен-1
 X_2 2-бромбутан
 X_3 3,4-диметилгексан

Решите задачу

- Найдите молекулярную формулу углеводорода, массовая доля углерода в котором составляет 85,7 %. Относительная плотность этого углеводорода по азоту равна 2.
- При сжигании углеводорода массой 0,7 г образовались оксида углерода (IV) и вода количеством вещества по 0,05 моль каждое. Относительная плотность паров этого вещества по азоту равна 2,5. Найдите молекулярную формулу алкена.
- При сжигании углеводорода массой 11,2 г получили 35,2 г оксида углерода (IV) и 14,4 г воды. Относительная плотность углеводорода по воздуху 1,93. Найдите молекулярную формулу вещества.

Проверь

Задача 1

$M(C_xH_y) = 56$ г/моль
 $m(C_xH_y) = 56$ г
 $m(C) = 48$ г
 $m(H) = 8$ г

$$x : y = \frac{48}{12} : \frac{8}{1} = 4 : 8$$

Ответ: C_4H_8

Задача 2

$M(C_xH_y) = 70$ г/моль
 $n(H) = 0,1$ моль

$n(C) = 0,05$ моль

$$x : y = 0,05 : 0,1 = 1 : 2$$

Простейшая формула CH_2

Истинная – C_5H_{10}

Ответ: C_5H_{10}

Задача 3

$M(C_xH_y) = 56$ г/моль

$m(C_xH_y) = 11,2$ г

$n(CO_2) = 0,8$ моль

$n(H_2O) = 0,8$ моль

$n(C) = 0,8$ моль

$n(H) = 1,6$ моль

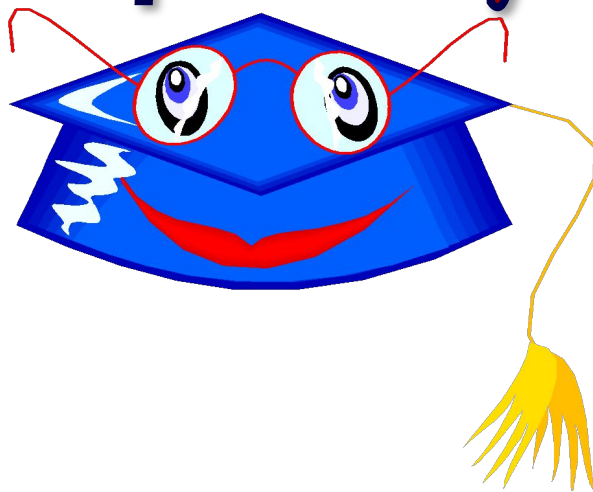
$$x : y = 0,8 : 1,6 = 1 : 2$$

Простейшая формула CH_2

Истинная – C_4H_8

Ответ: C_4H_8

Спасибо за работу на уроке!



Успехов в освоении органической химии!