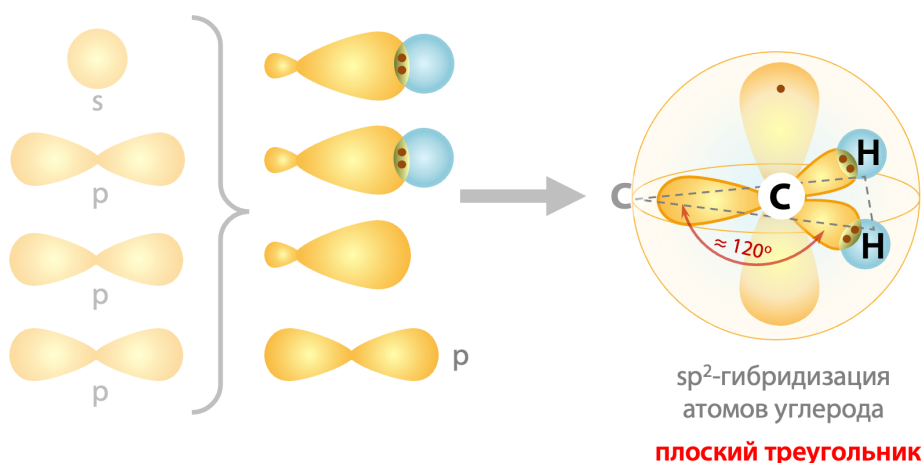


Алкены

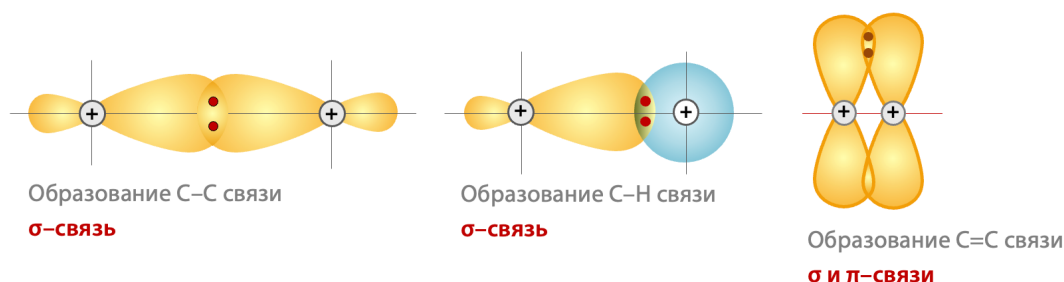
Строение

C_nH_{2n}

Алкены – ненасыщенные непредельные углеводороды, содержащие в составе одну двойную связь $C=C$. Алкены также называют этиленовыми углеводородами (по названию первого представителя алкенов – этилена C_2H_4) или **олефинами** – «рождающими масло», так как при присоединении к этилену многих веществ, например, хлора, образуются маслянистые жидкости.



Двойная связь у алкенов состоит из σ -связи (связь между атомами углерода по линии, проходящей через центры их ядер) и π -связи (боковое перекрывание p -орбиталей сверху и снизу относительно σ -связи). **Атомы углерода при двойной связи находятся в sp^2 -гибридизации** и угол между их гибридными орбиталями составляет 120° , что соответствует углу плоского треугольника.



Номенклатура

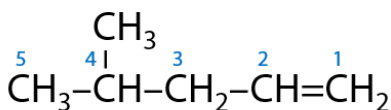
Систематическая номенклатура (IUPAC)

Необходимо выбрать самую длинную углеродную цепь, включающую в состав двойную связь; пронумеровать атомы углерода так, чтобы двойная связь и все заместители имели меньшие числа в своих положениях.

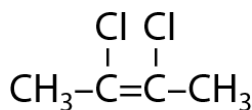


Алгоритм формирования названия: в начале указываются все заместители с их положениями (номерами), далее количество атомов углерода в главной цепи и в конце добавляется суффикс *-ен* с указанием положения двойной связи в цепи.

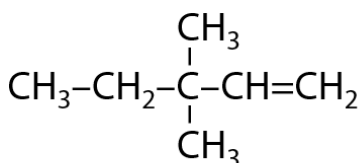
Примеры названий алкенов:



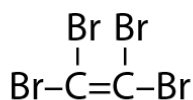
4-метилпентен-1



2,3-дихлорбутен-2



3,3-диметилпентен-1



Тетрабромэтилен

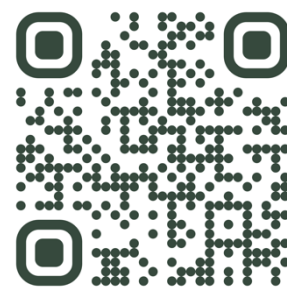


Органика с НУЛЯ до углубленного уровня

- ♥ Разбираем все 17 классов соединений.
- ♥ Короткие видео, конспекты PDF и тесты.
- ♥ Открытые вебинары каждый понедельник.



stepenin.ru/courses/organic10



Физические свойства

Количество атомов углерода	Алкены		Физические свойства	
	Название	Формула	Агрегатное состояние	Запах
1	-	-	-	-
2	Этен	C ₂ H ₄	Газообразные вещества	Сладкий
3	Пропен	C ₃ H ₆		Неприятный
4	Бутен-1	C ₄ H ₈		Бензиновый
4	Бутен-2	C ₄ H ₈		Бензиновый
5 – 17			Жидкость	Тяжелый
18 и более			Твердые вещества	-

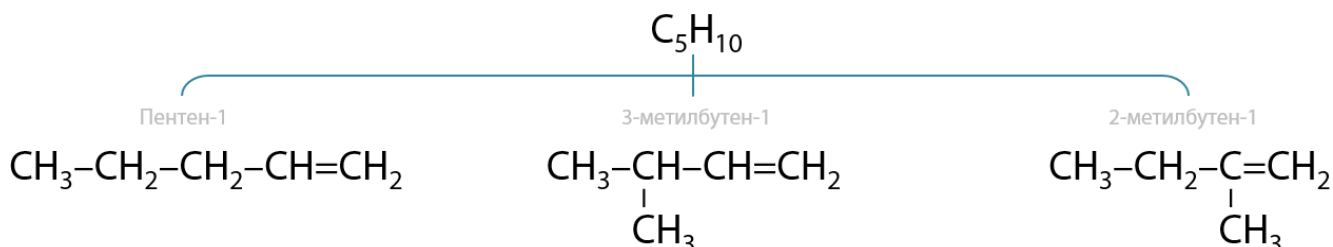


Изомерия

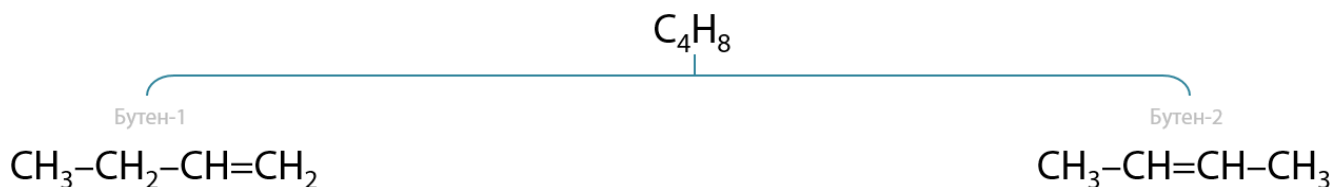
Для алкенов характерно два вида изомерии: структурная и пространственная (геометрическая).

Структурная изомерия:

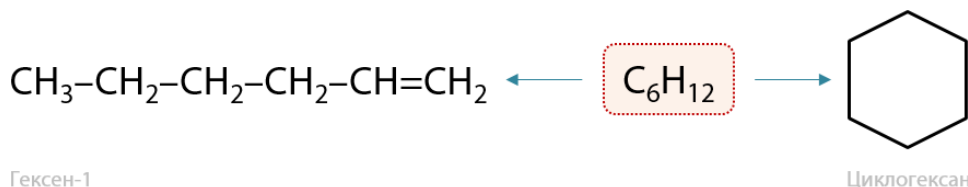
1. Положения заместителя



2. Положения кратной связи

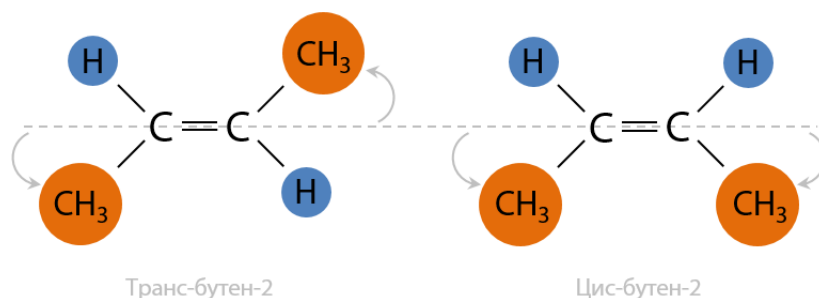


3. Межклассовая изомерия: алкены изомерны циклоалканам



Пространственная (геометрическая) изомерия:

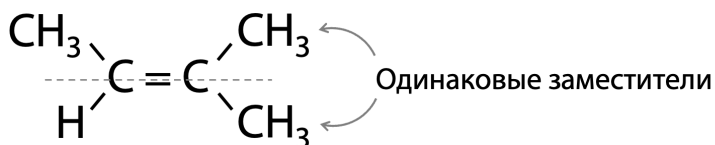
Два вида изомеров отличаются только расположением заместителей относительно плоскости двойной $C=C$ связи. Для определения *цис*- или *транс*-изомера необходимо рассматривать самые заместители у каждого атома углерода $C=C$ связи:



Цис-изомер характеризуется положением заместителей по одну сторону от двойной связи.
Транс-изомер – по разные стороны от двойной связи.



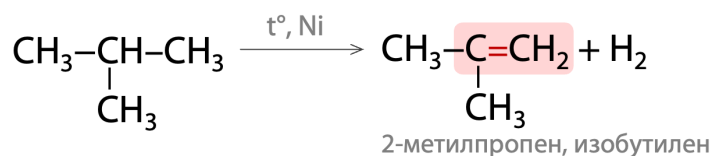
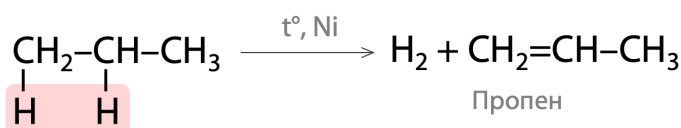
Если хотя бы при одном атоме углерода C=C связи одинаковые заместители, то алкен не имеет геометрические изомеры



2-метилбутен-2
(нет цис-транс-изомеров)

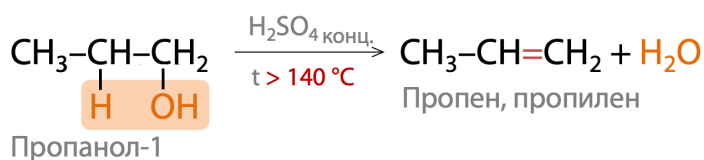
Получение алкенов

- Дегидрирование алканов.** Промышленный способ. Процесс происходит при нагревании на поверхности металлических Ni, Pt, Pd или оксидных Cr₂O₃ или Fe₂O₃ катализаторов.



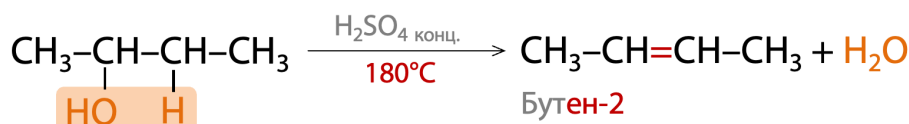
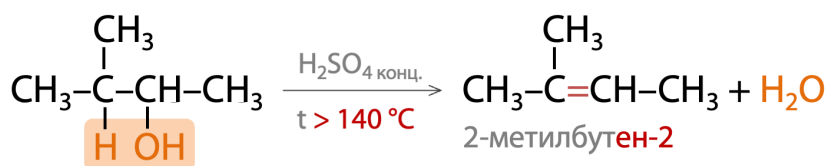
Важно В процессах дегидрирования помимо алкенов могут образоваться также алкины, а при использовании алканов с главной углеродной цепью C₆ и более – ароматические углеводороды (реакция дегидроциклизации и ароматизации).

- Дегидратация спиртов** (отщепление воды). Спирты в присутствии концентрированных серной кислоты H₂SO₄ или фосфорной кислоты H₃PO₄ и нагревании >140°C отщепляют воду. Гидроксильная группа –OH и атом водорода –H отрываются от соседних атомов углерода с образованием более замещенного алкена.

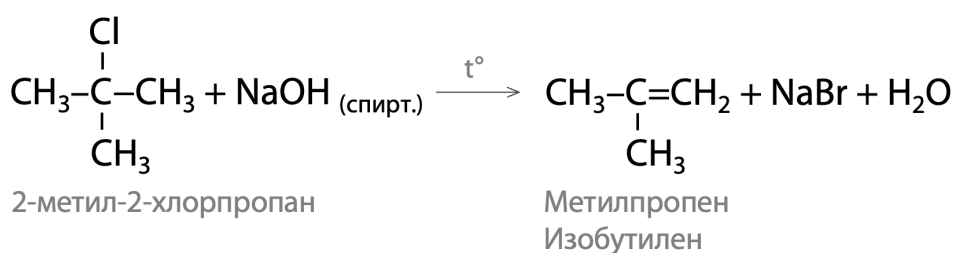
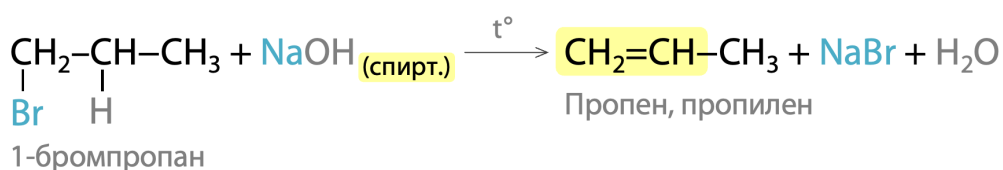
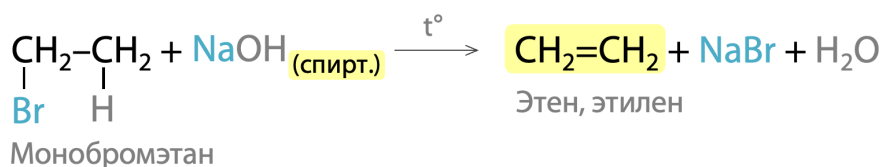




В случаях, когда появляется выбор в реакциях отщепления воды, от каких именно соседних атомов углерода отщепить группу $-OH$ и атом водорода $-H$, пользуемся **правилом Зайцева**. Отщепление водорода происходит от того соседнего углерода, при котором изначально меньше атомов водорода:



3. **Дегидрогалогенирование** (отщепление галогеноводорода). Спиртовый раствор щелочи NaOH/KOH приводит к отщеплению галогеноводорода аналогично дегидратации: атом водорода $-H$ и галогена $-Hlg$ отщепляются от соседних атомов углерода по правилу Зайцева.

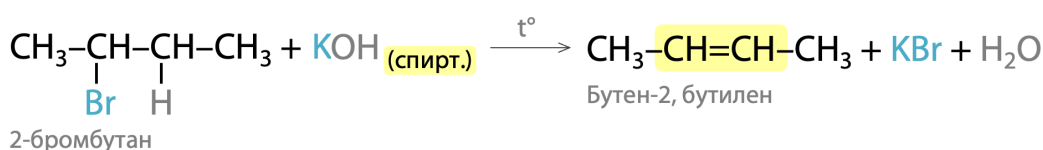


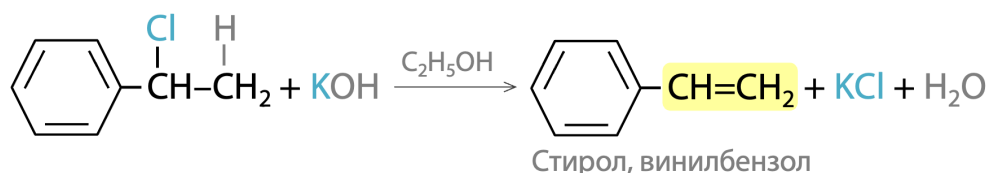
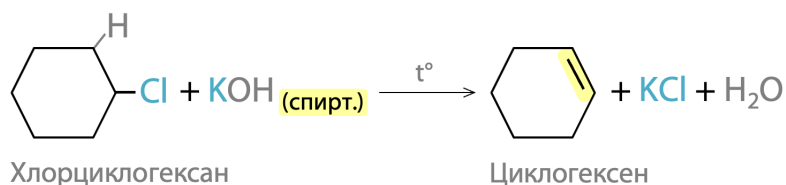
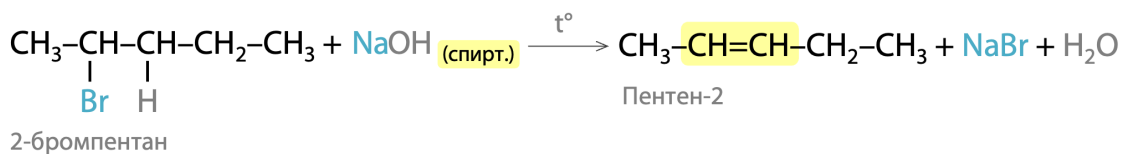
Правило Зайцева

При отщеплении галогеноводородов и воды атом водорода забираем от менее гидрированного атома углерода при двойной связи.

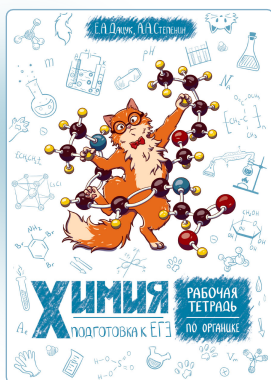
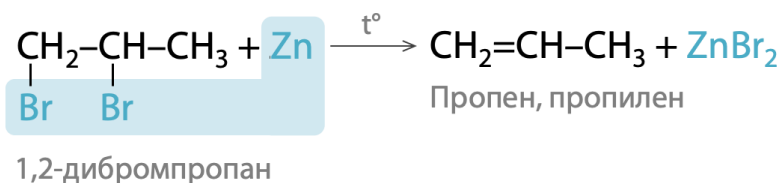
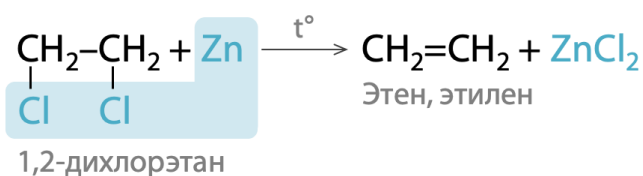


Запоминалка: «бедняк беднеет»





4. **Дегалогенирование.** Из дигалогеналканов, у которых атомы галогенов расположены при соседних атомах углерода, можно получить алкен воздействием металла, проявляющего валентность II в своих соединениях (например, Ca, Mg, Zn).



Рабочая тетрадь. Органика: с теорией и заданиями



- ♥ 180 цветных страниц А4 на пружине.
- ♥ Все классы веществ и инфографики.



stepenin.ru/book-organic



1474268669



217800681





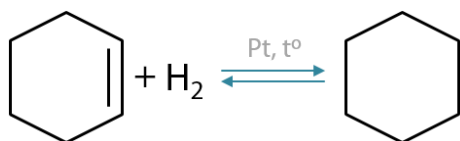
Химические свойства алкенов

Для алкенов характерны реакции присоединения по двойной связи с разрывом π -связи. Если же в структуре есть насыщенный углеводородный заместитель (напоминает алкан), то по нему возможно протекание радикальных реакций замещения.

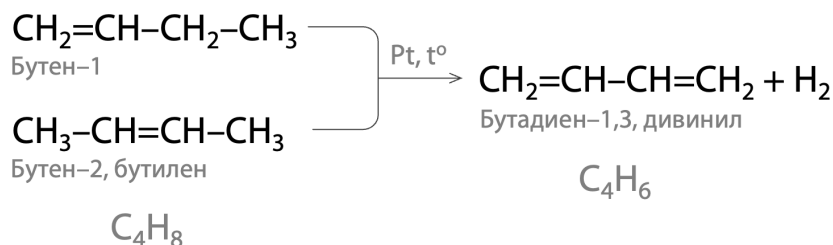
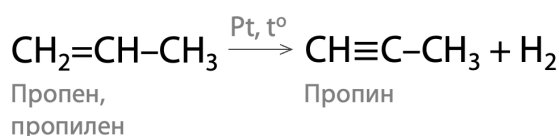
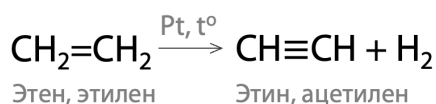
Большая часть реакций алкенов протекает по ионному механизму.

Присоединение симметричных молекул

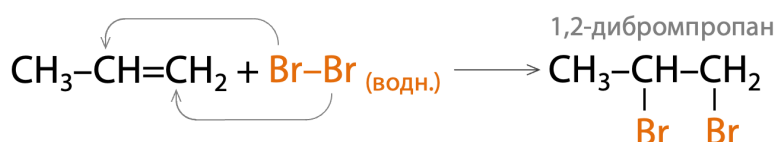
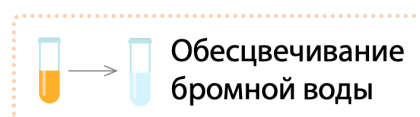
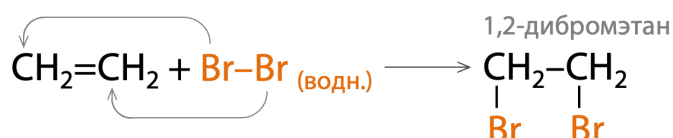
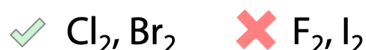
1. **Гидрирование** (присоединения водорода). Реакция равновесная, возможен обратный процесс дегидрирования (см. раздел «Получение алкенов»).



Для алкенов также возможен и процесс дегидрирования. Алкены $\text{C}_2\text{--C}_3$ дегидрируются с образованием алкинов, а C_4 – с образованием бутадиена–1,3:



2. **Галогенирование** (присоединение галогенов). Качественная реакция: обесцвечивание бромной воды. Связь между атомами галогенов и π -связь алкена разрываются и в результате взаимодействия образуется дигалогеналканы. Реакция проходит в водной среде, применяются хлорная или бромная вода.





Присоединение несимметричных молекул

Несимметричные молекулы присоединяются по правилу Марковникова:

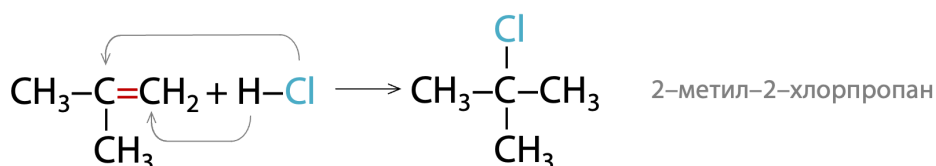
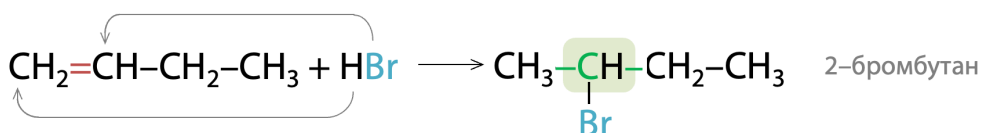
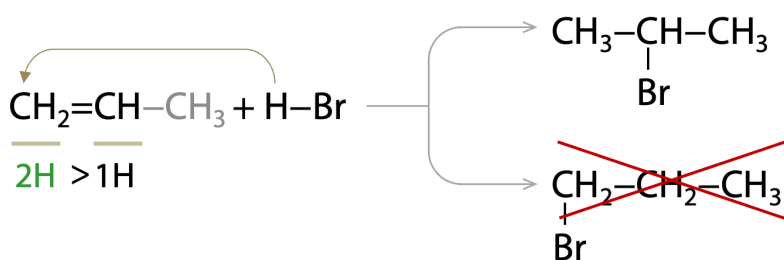
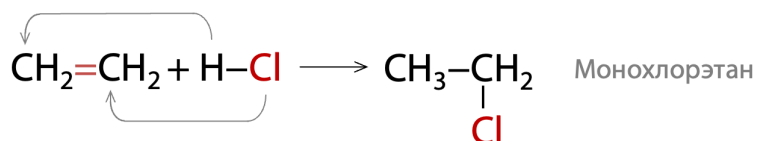
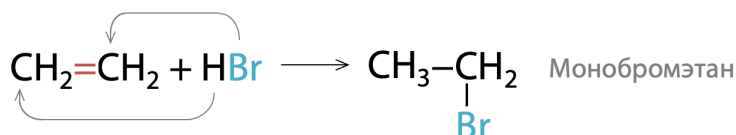


Правило Марковникова 🥕

При присоединении галогеноводородов и воды атом водорода преимущественно присоединяется к тому атому углерода при кратной связи, который содержит больше атомов водорода.

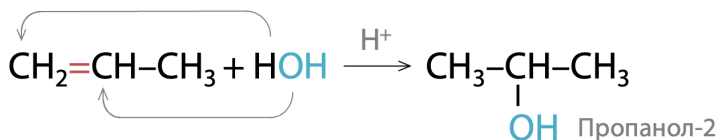
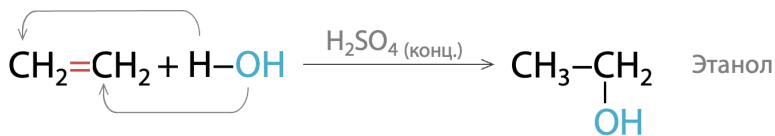
💡 Запоминалки: «богач богатеет», «водород ищет друзей»

3. **Гидрогалогенирование.** Проводится в водной среде, обычно присоединяют HCl или HBr.





4. **Гидратация** (присоединение воды). Присоединение происходит в кислой среде, применяются H_2SO_4 или H_3PO_4 . Образуются одноатомные (с одной OH-группой) спирты.



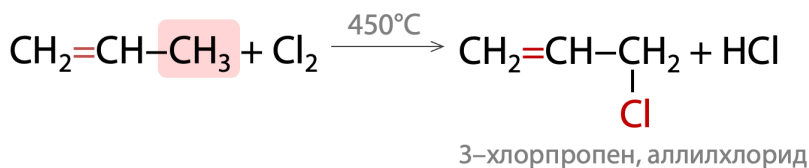
По правилу Марковникова

Радикальные реакции алкенов

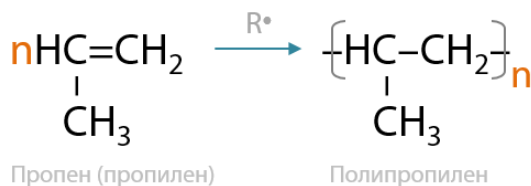
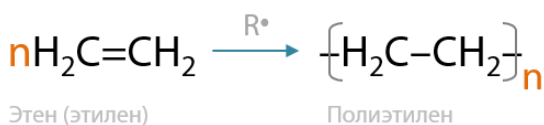
Реакции присоединения, проходящие по радикальному механизму, идут строго против правила Марковникова.

5. **Галогенирование по аллильному положению** (замещение как у алканов). Аллильное положение – атом углерода в sp^3 -гибридизации, расположенный по соседству с двойной связью. Замещение атомов водорода в этом положении происходит в условиях как у алканов: облучение светом или нагревание примерно до 500°C .

! Реакция Львова. Замещение, **НЕ** присоединение:



6. **Полимеризация.** Процесс, при котором происходит разрыв π -связи и соединение мономерных фрагментов между собой с образованием длинной углеродной цепи. По реакции полимеризации получают, например, полиэтилен или полипропилен.



Задача 33. Углеводороды


stepenin.ru/hydrocarbons-book


- ♥ все типы задач по углеводородам
- ♥ 50 лучших номеров с ответами
- ♥ 60 страниц формата А5
- ♥ можешь встретить на ЕГЭ

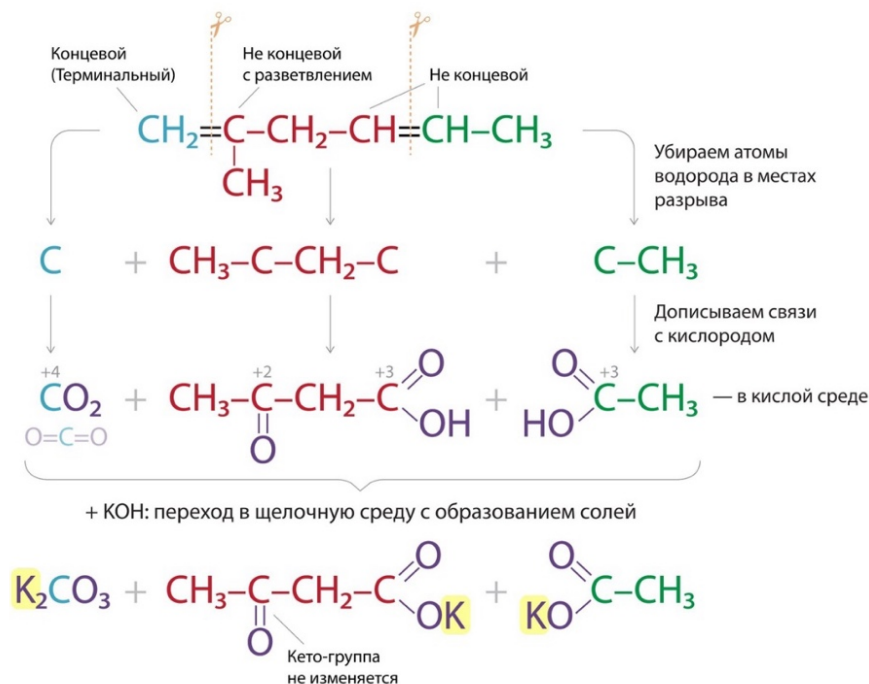




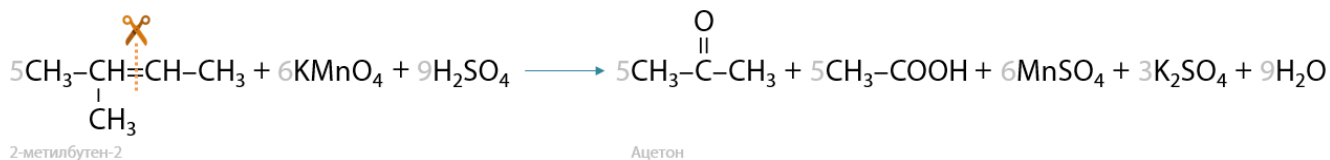
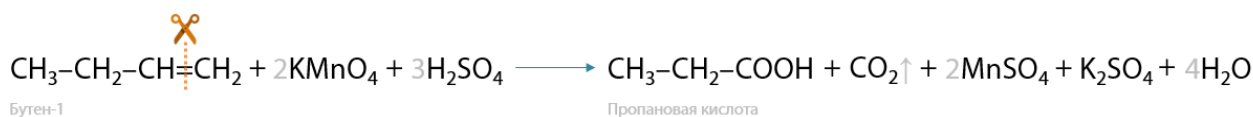
Окисление алкенов

Окисление алкенов происходит по двойной связи: в жестких условиях разрывают и σ - и π -связи, а в мягких условиях разрывается только π -связь.

7. **Жесткое окисление перманганатами/дихроматами в кислой среде.** Качественная реакция: обесцвечивание раствора перманганата. Происходит разрыв по двойной связи. Окисление фрагментов молекулы алкена при двойной связи проходит по следующей схеме:

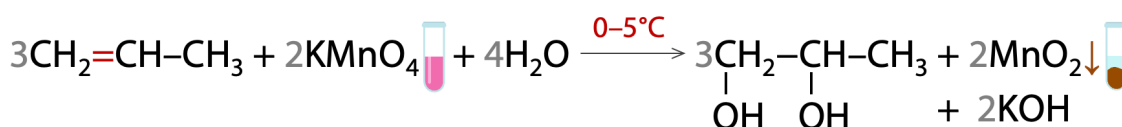
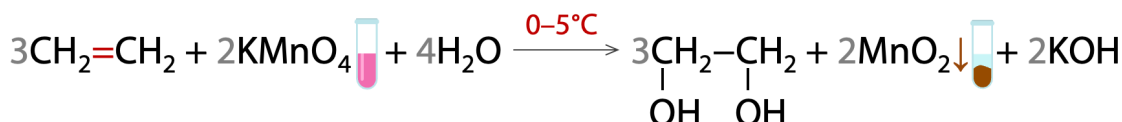
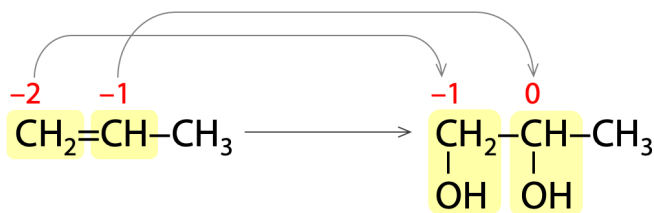
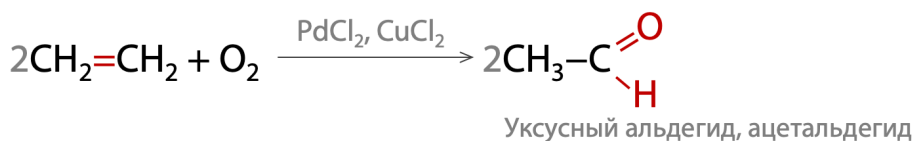


Примеры реакций окисления алкенов:

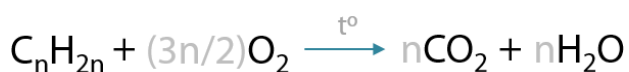


8. **Окисление в нейтральной среде перманганатом калия** (окисление по Вагнеру).

Качественная реакция: обесцвечивание раствора перманганата калия и выпадение бурого осадка MnO_2 . Получение двухатомных спиртов (спиртов с двумя OH -группами).

9. **Вакер-процесс.** Окисление алкенов кислородом воздуха в присутствии катализатора $\text{PdCl}_2 + \text{CuCl}_2$. В результате окисления, например, этилена образуется ацетальдегид (уксусный альдегид).10. **Горение** (полное окисление). Как и другие вещества, состоящие из атомов углерода и водорода, алкены сгорают с образованием углекислого газа и воды.

В общем виде процесс сгорания алкенов можно записать следующим образом:



Свыше 1800 бесплатных заданий
и органических цепочек
есть на нашем сайте.

Быстрее туда, решать!



stepenin.ru/tasks/organic

