



\* Правило  
Марковникова

6. После пропускания через склянку с бромной водой (избыток) 20 дм<sup>3</sup> (н. у.) смеси этана и этилена масса склянки увеличилась на 20 г. Определите объём (н. у.) этана в смеси газов.

Вы можете познакомиться с особенностями протекания реакций присоединения к несимметричным алкенам, перейдя по ссылке в QR-коде.

## § 16. Получение и применение алкенов

Алкены являются химически более активными веществами, чем алканы, поэтому в составе природных источников углеводородов (нефти и природном газе) их содержание невелико.

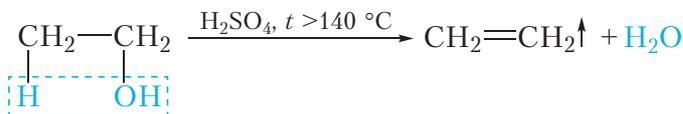
Основная область применения алкенов — получение полимеров посредством реакции полимеризации. Промышленное производство алкенов и полимеров на их основе занимает важное место в экономике многих стран. В нашей стране полиэтилен и полипропилен получают в Новополоцке (ОАО «Нафтан»).

Рассмотрим способы получения этилена и других алкенов.

### 1. Дегидратация спиртов

Алкены можно получить в результате реакции отщепления воды от спиртов. Реакция отщепления молекулы воды называется реакцией *дегидратации* (приставка *де-* означает отщепление).

Этилен образуется в результате реакции дегидратации этилового спирта. Для этого смесь этилового спирта с концентрированной серной кислотой нагревают в пробирке с газоотводной трубкой (см. видео 15.1, с. 85). При этом от молекулы спирта отщепляется молекула воды и образуется этилен. Уравнение реакции:



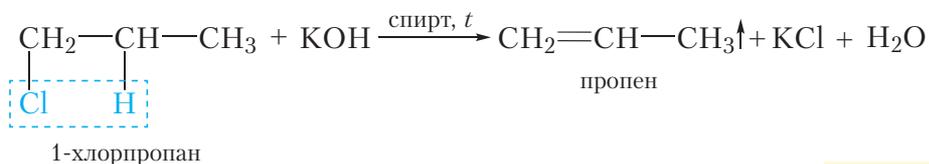
Выделяющийся этилен легко обнаружить с помощью качественных реакций на алкены. Если этилен пропустить через бромную воду либо разбавленный водный раствор перманганата калия, они обесцветятся.

В предыдущем параграфе мы изучали обратную реакцию — присоединение воды к молекуле этилена с образованием этилового спирта. Катализатором и прямой и обратной реакции является серная кислота, но условия

их протекания различны. Для протекания реакции *дегидратации* требуется более высокая температура и концентрированная (практически не содержащая воды) серная кислота. Для реакции *гидратации* алкенов используют избыток воды. Напомним, что условия протекания реакции принято указывать над стрелкой в уравнении реакции. Из приведённого примера видно, что в зависимости от условий реакция может протекать в прямом либо в обратном направлении. Поэтому следует *обязательно* указывать условия протекания химических реакций.

## 2. Дегидрогалогенирование галогенпроизводных алканов

*Дегидрогалогенированием* называется реакция отщепления галогеноводородов от молекул органических веществ. Таким способом можно получить алкены из галогенпроизводных алканов. При действии спиртового раствора щелочи от молекулы галогенпроизводного отщепляется молекула галогеноводорода и образуется алкен:



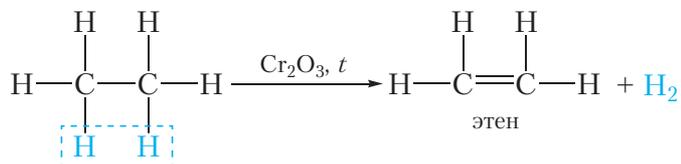
Вы можете познакомиться с другими методами получения алкенов, перейдя по ссылке в QR-коде.



\* Получение алкенов

## 3. Дегидрирование алканов

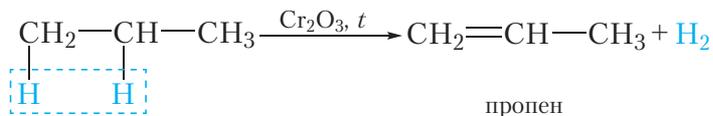
*Дегидрированием* называется реакция отщепления от органического вещества молекулы водорода ( $\text{H}_2$ ). Два атома водорода отщепляются от двух соседних атомов углерода, при этом образуется алкен. Уравнение реакции дегидрирования этана:



Напомним, что над стрелкой в уравнении принято указывать условия протекания реакции. Большинство органических реакций не могут протекать при обычных условиях, поэтому следует *обязательно* указывать условия их протекания! Так, реакция дегидрирования алканов протекает при температуре около  $500\text{ }^\circ\text{C}$  и на катализаторе  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . В предыдущем параграфе

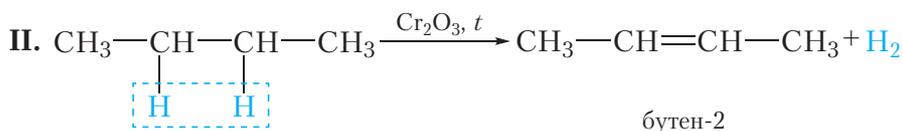
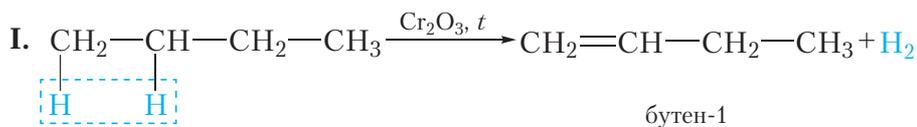
мы изучали обратную реакцию — присоединение водорода к алкенам. Напомним, что эта реакция протекает на платиновом или никелевом катализаторе при 100–200 °С.

Рассмотрим дегидрирование других алканов. В случае пропана реакция протекает согласно уравнению:



В данном случае может получиться только один алкен — пропен.

При дегидрировании бутана образуется смесь алкенов:



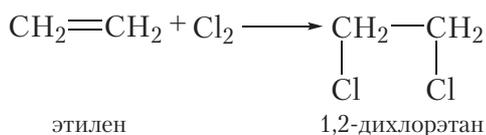
Алкены получают также в результате переработки нефти. С этой темой вы познакомитесь далее.

### Применение алкенов

Основная область применения алкенов — получение полимеров. Из этилена и пропилена получают полиэтилен и полипропилен, из которых изготавливают самые разнообразные изделия, используемые в быту и промышленности.

Реакцией гидратации этилена получают этиловый спирт.

В результате присоединения хлора к этилену получают 1,2-дихлорэтан, который применяют в качестве растворителя:



Этилен ускоряет созревание различных плодов (груш, дынь, помидоров и т. д.). С целью лучшего сохранения плоды можно транспортировать

неспелыми и доводить их до созревания на месте, вводя в воздух хранилищ этилен.

Кроме этого, алкены применяются для синтеза различных органических веществ.

### ***Интересно знать***

Яблоки при хранении выделяют этилен, поэтому для ускорения созревания некоторых фруктов, например бананов, в ёмкость, где они хранятся, помещают несколько кусочков яблока. Попробуйте осуществить этот эксперимент дома с зелёными бананами.

*В отличие от алканов, содержание алкенов в природных источниках невелико, поэтому их необходимо получать с помощью химических реакций.*

*Алкены получают дегидратацией спиртов, дегидрогалогенированием галогенпроизводных алканов, дегидрированием алканов.*

*Алкены используются в качестве мономеров при производстве полимеров и для синтеза различных органических веществ.*

### **Вопросы и задания**

1. Напишите уравнения реакций получения: а) этилена из этилового спирта; б) пропилена из 2-бромпропана; в) пропилена из пропана. Укажите условия протекания этих реакций. Все указанные реакции можно провести в обратном направлении. Запишите уравнения обратных реакций и укажите условия их протекания.

2. Предложите два способа получения хлорэтана из этилена. Напишите уравнения протекающих реакций.

3. Сколько алкенов может быть получено при дегидрировании 2-метилбутана? Напишите уравнения реакций и укажите условия их протекания.

4. При полном сгорании углеводорода **А** образовалось 27 г воды и 33,6 дм<sup>3</sup> (н. у.) углекислого газа.

а) Установите простейшую формулу углеводорода **А**.

б) В результате пропускания данного углеводорода в смеси с избытком водорода над никелевым катализатором при нагревании получен углеводород **Б**, имеющий плотность 1,964 г/дм<sup>3</sup> (н. у.).

Выведите молекулярные формулы углеводородов **А** и **Б**.

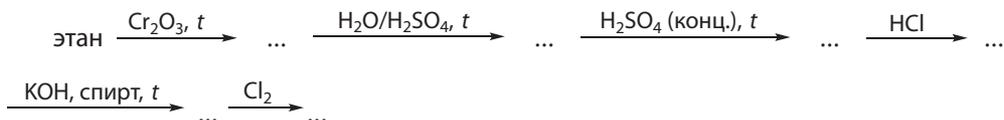
5. В результате гидрирования алкена **Х** образуется алкан, при хлорировании которого можно получить только два изомерных монохлорсодержащих вещества. При взаимодействии алкена **Х** с бромной водой образуется вещество состава C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>Br<sub>2</sub>, имеющее

симметричное строение. Приведите структурную формулу алкена **X** и составьте уравнения всех протекающих реакций.

**6.** Алкан и алкен содержат одинаковое количество атомов углерода в молекулах. Массовая доля (%) водорода в алкане на 2,38 единицы больше, чем в алкене. Установите молекулярную формулу алкена.

**7.** Вычислите массу полиэтилена, который может быть получен из 200 м<sup>3</sup> (н. у.) этана, если выход продукта реакции дегидрирования составляет 96 %, а полимеризации 98 %.

**8.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



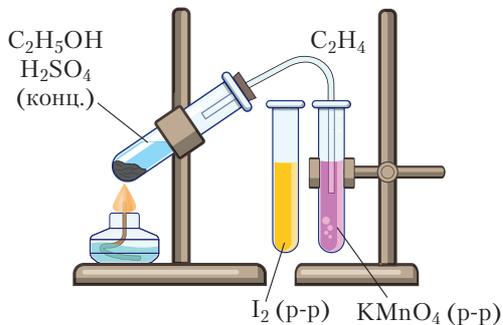
## Практическая работа 1

### Получение этилена и изучение его свойств

**Цель работы.** Получение этилена и проведение качественных реакций на двойную связь.

**Оборудование и реактивы:** пробирка с газоотводной трубкой, штатив с пробирками, спиртовка, спички, смесь этанола с концентрированной серной кислотой, раствор иода (используется вместо бромной воды), раствор перманганата калия.

**Ход работы.** Поместите в пробирку, снабжённую газоотводной трубкой, немного сухого песка (он необходим для обеспечения равномерного кипения содержимого пробирки), затем выданную вам смесь этанола и серной кислоты (примерно 5 см<sup>3</sup>). Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой, поместите её конец в стаканчик с водой. Проверьте прибор на герметичность, нагрев его руками. Убедившись в герметичности прибора, осторожно начинайте нагревание смеси этанола с серной кислотой с помощью спиртовки. Конец газоотводной трубки поместите сначала в пробирку с раствором иода, затем в пробирку с раствором перманганата калия. Что при этом наблюдается?



Прибор для получения этилена

Убедившись в герметичности прибора, осторожно начинайте нагревание смеси этанола с серной кислотой с помощью спиртовки. Конец газоотводной трубки поместите сначала в пробирку с раствором иода, затем в пробирку с раствором перманганата калия. Что при этом наблюдается?

Опишите наблюдаемые явления, напишите соответствующие уравнения и схемы реакций.