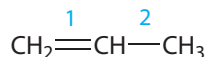


Вопросы и задания

1. Нарисуйте схему перекрывания атомных орбиталей при образовании σ - и π -связей в молекуле этилена.
2. Какая из связей углерод-углерод в молекуле пропилена имеет меньшую длину?



Какая из указанных связей прочнее?

3. Для алкенов характерны реакции присоединения по месту двойной связи. Какая связь, σ - или π - будет при этом разрываться и почему?
4. Сколько σ -связей в молекуле этана? Имеются ли π -связи в молекуле этана или других алканов?

5. На рисунке приведена шаростержневая модель молекулы пропилена. Сколько σ - и π -связей в молекуле пропилена? В каком состоянии гибридизации находятся атомы углерода, связанные двойной связью в молекуле пропилена? В каком состоянии гибридизации находится атом углерода метильной группы в молекуле пропилена?

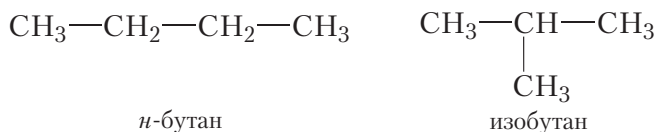


§ 13. Алкены. Структурная изомерия и номенклатура

Структурная изомерия алкенов

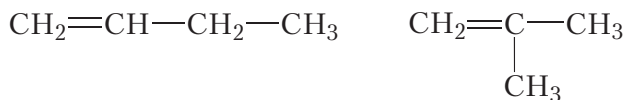
Ранее отмечалось, что многообразие органических соединений во многом обусловлено явлением изомерии — возможностью существования соединений одинакового состава, но различного строения. Соединения, имеющие одинаковую молекулярную, но разную *структурную* формулу, называются *структурными изомерами*. Рассмотрим структурную изомерию алкенов.

Очевидно, что не существует алкенов, изомерных этилену и пропилену. Аналогичная ситуация наблюдалась и для алканов с числом атомов углерода, равным два и три — у этана и пропана также нет изомеров. Явление изомерии у алканов проявляется, начиная с бутана. Вспомним строение молекул *n*-бутана и изобутана:



Изомеры бутана имеют разное строение углеродного скелета: у *n*-бутана линейное, у изобутана — разветвлённое.

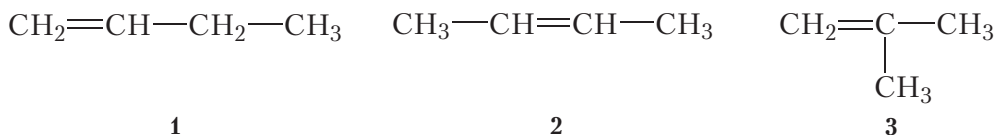
Рассмотрим возможное строение алкенов состава C_4H_8 . Так же, как и для алканов, для алкенов имеет место изомерия углеродного скелета:



Кроме того, у алкенов появляется новый вид структурной изомерии — изомерия положения двойной связи:



Таким образом, существует три изомерных алкена состава C_4H_8 . Напишем структурные формулы этих изомеров:



Соединения 1 и 2 являются *изомерами положения двойной связи*. Соединение 3 является *изомером углеродного скелета* по отношению к соединениям 1 и 2.

Как видно, возможности изомерии алкенов более широкие, чем алканов. Это объясняется тем, что наряду с изомерией углеродного скелета, для алкенов возможна изомерия положения двойной связи.

Вы можете познакомиться с межклассовой изомерией алкенов и циклоалканов, перейдя по ссылке в QR-коде.

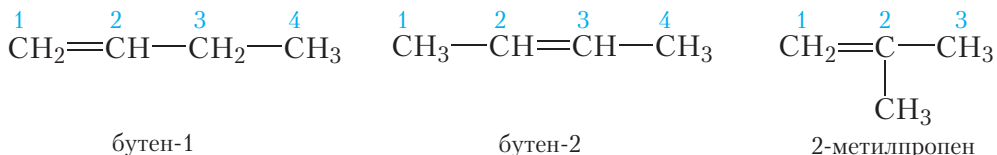


* Межклассовая изомерия алкенов и циклоалканов

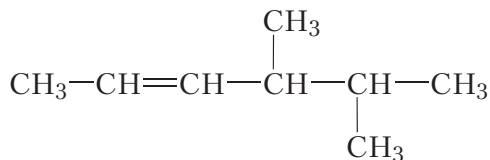
Номенклатура алкенов

В отличие от алканов, в названии алкенов вместо суффикса *-ан* используется суффикс *-ен*, обозначающий двойную связь. Атомы углерода главной цепи нумеруют, начиная с того конца, к которому ближе двойная связь. Положение двойной связи указывают номером атома углерода, от которого она *начинается*.

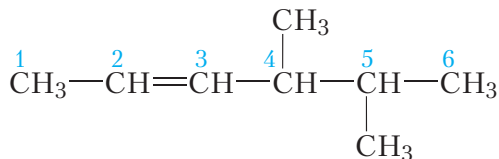
Этилен в соответствии с правилами номенклатуры называется *этен*. Пропилен — *пропен*. Назовём изомерные алкены состава C_4H_8 :



Рассмотрим более сложный пример. Назовём алкен, структурная формула которого:



Выберем главную цепь соединения. В данном случае выбор не представляет трудностей, это самая длинная горизонтально расположенная цепь, она включает двойную связь. Пронумеруем атомы углерода. Нумерацию начинаем с того конца, к которому ближе двойная связь:



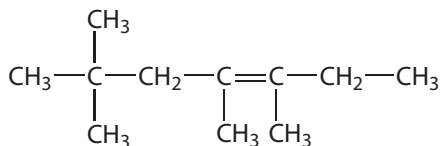
Главная цепь включает шесть атомов углерода, двойная связь начинается со второго атома углерода, поэтому на конце названия будет суффикс *-ен* с цифрой 2. Положения двух метильных групп при четвёртом и пятом атомах углерода обозначаются, как и в случае алканов, соответствующими номерами. В итоге, название соединения: **4,5-диметилгексен-2**.

Возможности изомерии в ряду алкенов шире, чем у алканов, так как кроме изомерии углеродного скелета возможна изомерия положения двойной связи.

Принципы построения названий алкенов похожи на рассмотренные ранее для алканов. Положение двойной связи указывается номером атома углерода главной цепи, с которого начинается C=C связь. Атомы углерода главной цепи нумеруют с того конца, к которому ближе двойная связь.

Вопросы и задания

1. Напишите структурные формулы алкенов состава C_5H_{10} и дайте им названия.
2. Назовите алкен, структурная формула которого:

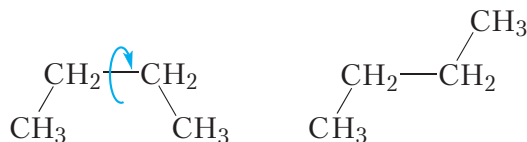


3. Напишите структурные формулы следующих алкенов:
 - а) 2,3,4-триметилпентен-1;
 - б) 4,5-диметил-3-этилгексен-2.

§ 14. Пространственная изомерия алкенов

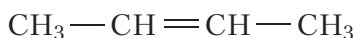
В предыдущем параграфе мы рассмотрели разновидности *структурной изомерии* алкенов — изомерию положения двойной связи и изомерию углеродного скелета. Кроме структурной изомерии для алкенов возможна пространственная изомерия. Это связано с тем, что молекулы алкенов, даже имея одинаковую последовательность соединения атомов и одинаковое положение двойной связи, могут различаться расположением атомов в пространстве.

Как мы уже знаем, в молекулах алканов легко происходит вращение вокруг одинарных связей углерод-углерод (лаб. опыт 1, с. 43). Благодаря этому углеродная цепь может принимать различные пространственные формы. Например, для молекулы *n*-бутана:

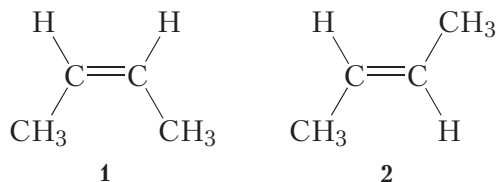


В одном из учебников по органической химии совокупность молекул алканов сравнили со скоплением непрерывно извивающихся червячков.

Иначе обстоит дело в случае алкенов. Рассмотрим строение молекулы бутена-2:

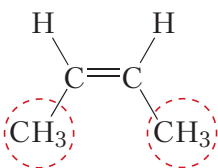


Атомы углерода, соединённые двойной связью, находятся в состоянии sp^2 -гибридизации (§ 12), поэтому для молекулы бутена-2 возможны две плоские структуры:



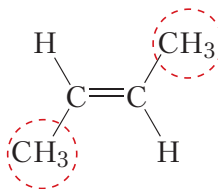
В структуре **1** метильные группы расположены по одну сторону относительно двойной связи, в структуре **2** — по разные стороны. Из-за невозможности вращения вокруг двойной связи структуры **1** и **2** не могут превращаться друг в друга при обычных условиях и поэтому обозначают различные вещества, то есть изомеры.

Если заместители (в данном случае метильные группы) находятся по одну сторону двойной связи:



соответствующий изомер называется **цис-изомером**.

В случае расположения заместителей по разные стороны двойной связи:



соответствующий изомер называется **транс-изомером**.

Следовательно, бутен-2 существует в виде двух изомеров, в молекулах которых последовательность соединения атомов и положение двойной связи совершенно одинаковые, но пространственное расположение атомов различается.

