Задание: ознакомиться с теоретическим материалом и составить конспект.

Алкены.

К непредельным относят углеводороды, содержащие в молекулах кратные связи между атомами углерода. Непредельными являются алкены, алкины, алкадиены. Алкены — ациклические углеводороды, содержащие в молекуле, помимо одинарных связей, одну двойную связь между атомами углерода и соответствующие общей формуле C_nH_{2n} .

Строение

Атомы углерода, между которыми имеется двойная связь, находятся в состоянии sp^2 -гибридизации. Это означает, что в гибридизации участвуют одна s- и две p-орбитали, а одна p-орбиталь остается негибридизованной. Перекрывание гибридных орбиталей приводит к образованию σ -связи, а за счет негибридизованных p-орбиталей соседних атомов углерода образуется вторая, π -связь. Таким образом, двойная связь состоит из одной σ - и одной π -связи.

Гибридные орбитали атомов, образующих двойную связь, находятся в одной плоскости, а орбитали, образующие π -связь, располагаются перпендикулярно плоскости молекулы.

Двойная связь является более прочной. Наличие π -связи приводит к тому, что алкены химически более активны, чем алканы, и способны вступать в реакции присоединения.

Гомологический ряд этилена

Неразветвленные алкены составляют гомологический ряд этена (этилена):

 C_2H_4 – этен,

 C_3H_6 – пропен,

 C_4H_8 – бутен

 C_5H_{10} – пентен,

 C_6H_{12} – гексен и т.д.

Номенклатура алкенов

Номенклатура алкенов, разработанная ИЮПАК, схожа с номенклатурой алканов.

1. Выбор главной цепи.

Образование названия углеводорода начинается с определения главной цепи — самой длинной цепочки атомов углерода в молекуле. В случае алкенов главная цепь должна содержать двойную связь.

2. Нумерация атомов главной цепи.

Нумерация атомов главной цепи начинается с того конца, к которому ближе находится двойная связь.

3. Формирование названия.

Названия алкенов формируются так же, как и названия алканов. В конце названия указывают номер атома углерода, у которого начинается двойная связь, и суффикс, обозначающий принадлежность соединения к классу алкенов, -ен.

Изомерия и номенклатура

Для алкенов, так же, как и для алканов, характерна структурная изомерия. Структурные изомеры отличаются друг от друга строением углеродного скелета. Простейший алкен, для которого характерны структурные изомеры, — это бутен.

Особым видом структурной изомерии является изомерия положения двойной связи.

Вокруг одинарной углерод-углеродной связи возможно практически свободное вращение атомов углерода, поэтому молекулы алканов могут приобретать самую разнообразную форму. Вращение вокруг двойной связи невозможно, что приводит к появлению у алкенов еще одного вида изомерии — геометрической, μuc -, или mpahc-изомерии, которые отличаются друг от друга пространственным расположением фрагментов молекулы относительно плоскости π -связи, а, следовательно, и свойствами.

Алкены изомерны циклоалканам (межклассовая изомерия), например:

$$\mathrm{CH_2}{=}\mathrm{CH}{-}\mathrm{CH_2}{-}\mathrm{CH_2}{-}\mathrm{CH_2}{-}\mathrm{CH_3},$$
 пексен-1 циклогексан

Получение

Промышленные способы получения алкенов основаны на превращении алканов в алкены с использованием природных источников углеводородов (нефть, природный газ).

1. Крекинг нефтепродуктов.

В процессе термического крекинга предельных углеводородов наряду с образованием алканов происходит образование алкенов, например:

$$t$$
 $C_{16}H_{34} \to C_8H_{18} + C_8H_{16}$ гексадекан октан октен

2. Дегидрирование алканов.

При пропускании алканов над катализатором (Pt, Ni, Cr_2O_3) при высокой температуре (400—600 °C) происходит отщепление молекулы водорода и образование алкена.

Лабораторные способы.

1. Дегидратация спиртов (отщепление воды).

Воздействие водоотнимающих средств (H_2SO_4 , Al_2O_3) на одноатомные спирты при высокой температуре приводит к отщеплению молекулы воды и образованию двойной связи:

$$\text{CH}_{3}\text{--CH}_{2}\text{--OH} \xrightarrow{\text{H}_{2}\text{SO}_{4},\ 140-150\ ^{\circ}\text{C}} \text{CH}_{2}\text{--CH}_{2} + \text{H}_{2}\text{O}.$$

Эту реакцию называют внутримолекулярной дегидратацией.

2. Дегидрогалогенирование галогеналканов.

При взаимодействии галогеналкана с щелочью в спиртовом растворе образуется двойная связь в результате отщепления молекулы галогеноводорода:

$$\begin{array}{c} \operatorname{Br} \\ \subset \operatorname{H}_3-\operatorname{CH}-\operatorname{CH}_2-\operatorname{CH}_3+\operatorname{NaOH} \xrightarrow{\operatorname{спирт},\ t} \\ \operatorname{2-бромбутан} \\ \longrightarrow \operatorname{CH}_3-\operatorname{CH}=\operatorname{CH}-\operatorname{CH}_3+\operatorname{NaBr}+\operatorname{H}_2\operatorname{O}. \\ \\ \operatorname{бутен-2} \end{array}$$

В результате этой реакции образуется преимущественно бутен-2, а не бутен-1, что соответствует *правилу Зайцева*:

при отщеплении галогеноводорода от вторичных и третичных галогеналканов атом водорода отщепляется от наименее гидрированного атома углерода.

3. Дегалогенирование.

При действии цинка или магния на дибромпроизводное алкана происходит отщепление атомов галогенов, находящихся при соседних атомах углерода, и образование двойной связи:

Вг Вг | CH3—CH—CH3 + Zn
$$\longrightarrow$$
 CH3—CH—CH—CH3 + ZnBr2. 2,3-дибромбутан бутен-2

Свойства

Физические свойства

Первые три представителя гомологического ряда алкенов — газы, вещества состава C_5H_{10} — $C_{16}H_{32}$ — жидкости, высшие алкены — твердые вещества. Температуры кипения и плавления закономерно повышаются при увеличении молекулярной массы соединений.

Химические свойства

1. Реакции присоединения.

а) Гидрирование алкенов (сводородом)

Алкены способны присоединять водород в присутствии катализаторов гидрирования — металлов — платины, палладия, никеля:

$$\mathrm{CH_3-\!CH_2-\!CH=\!CH_2+H_2} \xrightarrow{\mathrm{Pt},\ t} \mathrm{CH_3-\!CH_2-\!CH_2-\!CH_3}$$

б) Галогенирование.

Взаимодействие алкена с бромной водой или раствором брома в органическом растворителе приводит к быстрому обесцвечиванию этих растворов в результате присоединения молекулы галогена к алкену и образования дигалогеналканов:

$$\mathrm{CH_2}\!\!=\!\!\mathrm{CH_2} + \mathrm{Br_2} \longrightarrow \mathrm{CH_2}\mathrm{Br}\!\!-\!\!\mathrm{CH_2}\mathrm{Br}$$
1,2-дибромэтан

в) Гидрогалогенирование:

$$CH_3$$
— CH = CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3 — $CHBr$ — CH_3 -
пропен 2-бромпропан

Реакция присоединения галогеноводорода более подробно будет рассмотрена ниже. Эта реакция подчиняется *правилу Марковникова*: при присоединении галогеноводорода к алкену водород присоединяется к более гидрированному атому углерода, а галоген к менее гидрированному.

г) Гидратация. Гидратация алкенов приводит к образованию спиртов. Например, присоединение воды к этену лежит в основе одного из промышленных способов получения этилового спирта:

Первичный спирт образуется только при гидратации этена. При гидратации пропена или других алкенов образуются вторичные спирты:

$$CH_3$$
— CH = $CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3$ — CH — CH_3 —пропен пропанол-2

2. Полимеризация

Особым случаем реакции присоединения является *реакция полимеризации* алкенов и их производных. Реакция протекает при повышенной температуре и давлении, а также в присутствии катализатора:

$$nCH_2 = CH_2 \xrightarrow{R} (... - CH_2 - CH_2 - ...)_n$$
 этен полиэтилен

3. Реакции окисления

а) Горение

Как и любые органические соединения, алкены горят в кислороде с образованием CO₂ и H₂O:

$$C_2H_4 + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$

б) Окисление перманганатом калия (реакция Вагнера)

В отличие от алканов, которые устойчивы к окислению в растворах, алкены легко окисляются под действием водных растворов перманганата калия. В нейтральных или слабощелочных растворах на холоде происходит окисление алкенов до диолов (двухатомных спиртов), причем гидроксильные группы присоединяются к тем атомам, между которыми до окисления существовала двойная связь:

$$CH_2$$
= CH_2 + [O] + H_2 O \longrightarrow CH_2 - CH_2 .

OH OH

этандиол-1,2

(этиленгликоль)

В действительности процесс окисления алкенов гораздо сложнее, происходящие при этом превращения можно изобразить уравнением:

$$3CH_2$$
= $CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O$ \longrightarrow $3CH_2$ - $CH_2 + 2MnO_2 + 2KOH.$ OH OH этандиол-1,2 (этиленгликоль)

Применение

Алкены широко используются в химической промышленности как сырье для получения разнообразных органических веществ и материалов. Например, этен — исходное вещество для производства этанола, этиленгликоля, эпоксидов, дихлорэтана.

Большое количество этена перерабатывается в полиэтилен, который используется для изготовления упаковочной пленки, посуды, труб, электроизоляционных материалов.

Из пропена получают глицерин, ацетон, изопропиловый спирт, растворители. Полимеризацией пропена получают полипропилен, который по многим показателям превосходит полиэтилен: имеет более высокую температуру плавления, химическую устойчивость.

В настоящее время из полимеров — аналогов полиэтилена производят волокна, обладающие уникальными свойствами. Так, например, волокно из полипропилена прочнее всех известных синтетических волокон. Материалы, изготовленные из этих волокон, являются перспективными и находят все большее применение в разных областях человеческой деятельности.