

ЦИКЛОАЛКАНЫ

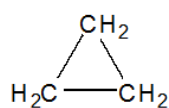
Т. А. Колевич, Вадим Э. Матулис, Виталий Э. Матулис

Вы уже знаете, что атомы углерода способны соединяться между собой ковалентными связями с образованием цепей, которые могут включать десятки и даже тысячи атомов. Такой вариант соединения атомов реализуется в молекулах алканов. При этом атомы углерода формируют углеродный скелет, остальные связи они образуют с одновалентными атомами водорода. Углеродный скелет молекул алканов может быть линейным или разветвленным. Можно предположить, что, помимо линейных и разветвленных цепей, атомы углерода могут образовывать циклы.

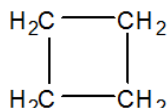
Интересно знать

Одним из первых идею о том, что атомы углерода могут образовывать циклы, высказал выдающийся немецкий химик Август Кекуле (1829 – 1896), разгадывая загадку строения молекулы бензола, с которым мы познакомимся немного позже. Существует версия, что к этой идее ученого подтолкнул вид нескольких обезьян в зоопарке, схвативших друг друга за лапы и хвост. Другие историки считают, что Кекуле приснилась углеродная цепь как извивающаяся змея, которая ухватила себя за хвост, и так замерла... Это напоминает легенду о том, что Периодическую таблицу Дмитрий Иванович Менделеев также увидел во сне.

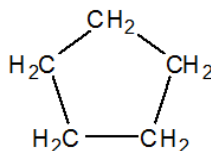
На схеме приведены формулы веществ, содержащих циклы из атомов углерода, связанных между собой одинарными ковалентными связями, эти вещества называются *циклоалканами*:



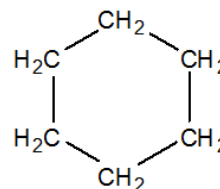
циклопропан
 $t_{\text{кип}} = -33\text{ }^{\circ}\text{C}$



циклобутан
 $t_{\text{кип}} = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$

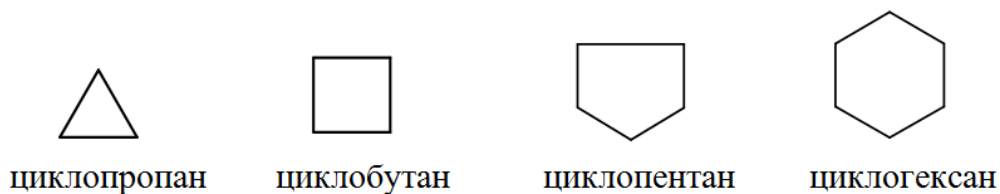


циклопентан
 $t_{\text{кип}} = 49\text{ }^{\circ}\text{C}$

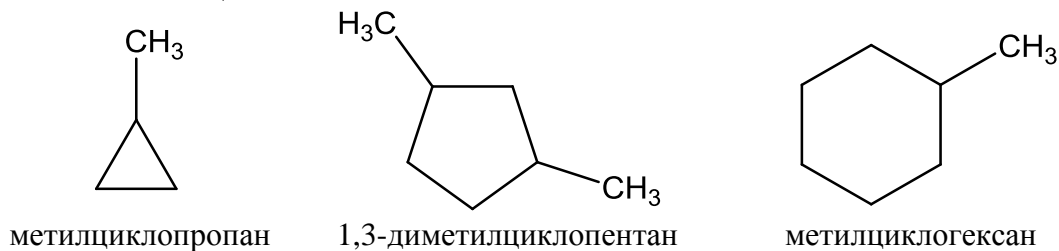


циклогексан
 $t_{\text{кип}} = 81\text{ }^{\circ}\text{C}$

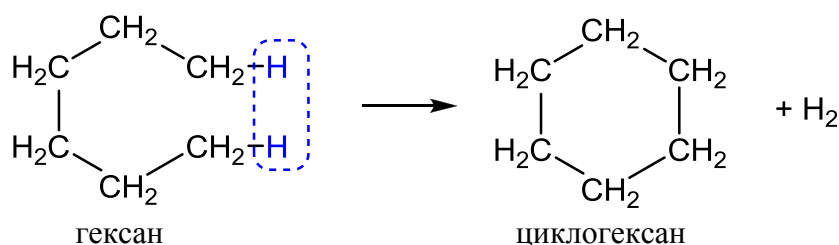
Скелетные формулы циклоалканов:



Молекулы циклоалканов могут содержать заместители, связанные с циклом:



Циклоалканы отличаются по составу от соответствующих им алканов тем, что в их молекулах содержится на два атома углерода меньше. Действительно, для замыкания открытой цепи атомов углерода в цикл необходимо отщепить от молекулы алкана два атома водорода:

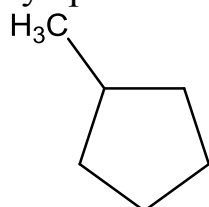


Вспомним общую формулу алканов: C_nH_{2n+2} . У циклоалканов на два атома водорода меньше, следовательно, их общая формула C_nH_{2n} .

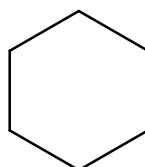
Циклоалканы – органические соединения состава C_nH_{2n} , молекулы которых содержат цикл из атомов углерода, связанных между собой одинарными ковалентными связями

Циклоалканы относятся к *карбоциклическим* соединениям, то есть соединениям, молекулы которых содержат цикл из атомов углерода.

Рассмотрим *изомерию* циклоалканов. Изомерные циклоалканы могут различаться числом атомов углерода в цикле:

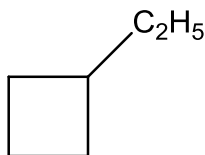


метилциклопентан

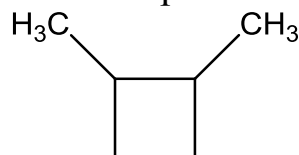


циклогексан

количеством заместителей в цикле и их строением:

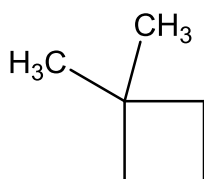


этилциклобутан

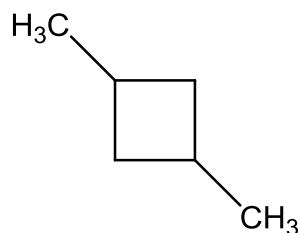


1,2-диметилциклобутан

положением заместителей в цикле:

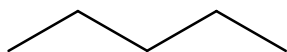


1,1-диметилциклобутан

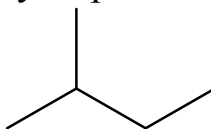


1,3-диметилциклобутан

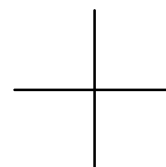
Таким образом, у циклоалканов более широкие возможности изомерии, чем у алканов. Например, существует три изомерных алкана, содержащих пять атомов углерода в молекуле:



Пентан

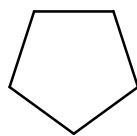


метилбутан



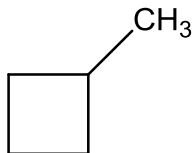
диметилпропан

Определим число изомерных циклоалканов с тем же числом атомов углерода в молекуле, то есть состава C_5H_{10} . Из пяти атомов углерода можно составить пятичленный цикл:



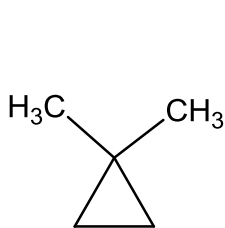
циклопентан

В молекуле циклоалкана состава C_5H_{10} четыре атома углерода могут образовывать цикл, а один – входить в состав заместителя:

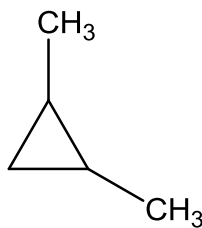


метилциклобутан

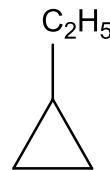
Существуют также изомерные циклоалканы состава C_5H_{10} , молекулы которых включают цикл из трех атомов углерода. В этом случае с циклом связаны либо две метильные группы, причем метильные группы могут находиться как у одного атома углерода, так и у соседних, либо одна этильная:



1,1-диметилциклопропан



1,2-диметилциклопропан

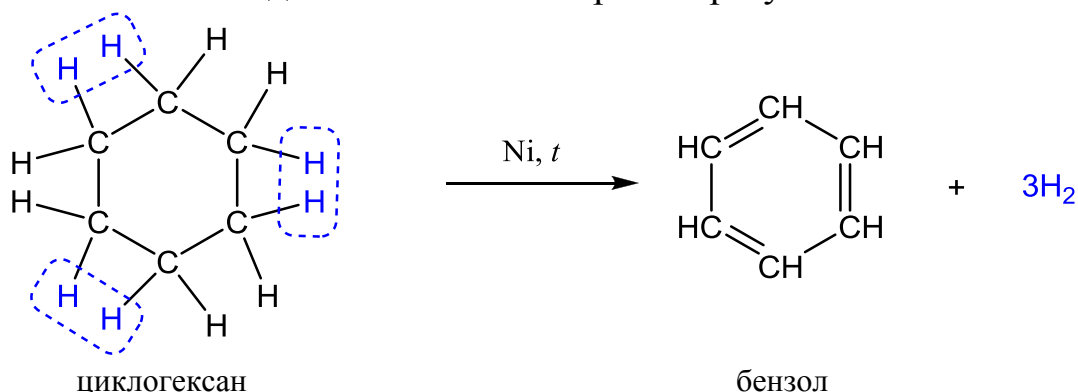


этилциклопропан

Таким образом, существуют 5 изомерных циклоалканов состава C_5H_{12} .

Рассмотрим **номенклатуру** циклоалканов. Основные принципы построения названий такие же, как и в случае алканов, только вместо наиболее длинной углеродной цепи (главной цепи) в качестве основы выбирают цикл. Атомы углерода в цикле нумеруют таким образом, чтобы заместители получили наименьшие номера. Принадлежность соединения к классу циклоалканов указывает приставка **цикло-** и суффикс **-ан**. Используя эти правила, назовем некоторые изомерные циклоалканы состава C_8H_{16} :

3. Дегидрирование (отщепление водорода). При пропускании паров циклогексана над нагретым никелевым, платиновым или палладиевым катализатором образуется бензол:



Циклоалканы встречаются в природе. Они входят в состав нефти, этим обусловлено еще одно название данного класса углеводородов – *нафтенy*. С этим, в первую очередь, связано использование циклоалканов – они являются компонентами бензина. Из циклогексана получают *капролактаm* – исходное вещество для синтеза капрона. Циклопропан применяется в медицине как обезболивающее средство.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Напишите структурные формулы этилциклопропана, 1,1-диметилциклобутана, циклогексана, 1-метил-2-этилциклопропана, циклопентана. Сколько веществ в приведенном списке являются изомерами?
2. Вычислите массовые доли углерода в циклопропане и циклопентане. Объясните полученные результаты. Можно ли установить молекулярную формулу циклоалкана, зная только массовые доли элементов в его молекуле?
3. Установите молекулярную формулу циклоалкана, если известно, что на полное сжигание одного объема его паров расходуется шесть объемов кислорода.
4. Ниже приведена шаростержневая модель молекулы циклогексана. В каком состоянии гибридизации находятся атомы углерода в этой молекуле? Как вы думаете, почему атомы углерода в молекуле циклогексана не лежат в одной плоскости?

