

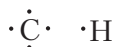
Глава 2

УГЛЕВОДОРОДЫ

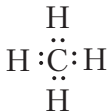
§ 6. Структурные формулы простейших углеводородов. Алканы. Изомерия алканов

Простейшими по составу органическими соединениями являются углеводороды. Молекулы углеводородов состоят только из двух элементов: углерода и водорода. Простейшим углеводородом является *метан*. Молекулярная формула метана — CH_4 . Молекулярная формула отражает только состав молекулы метана. Рассмотрим строение молекулы метана.

Атом углерода имеет четыре валентных электрона, атом водорода — один. Это можно наглядно отобразить при помощи электронных формул:



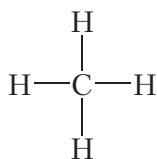
Очевидно, что один атом углерода может образовать четыре ковалентные связи с четырьмя атомами водорода:



При этом атомы приобретают завершённые внешние электронные оболочки, углерод — восьмиэлектронную, водород — двухэлектронную.

Приведённая электронная формула отражает строение молекулы метана CH_4 , в которой центральный атом углерода связан с четырьмя атомами водорода посредством четырёх общих электронных пар (четырёх ковалентных связей). На практике при отображении строения молекул органических

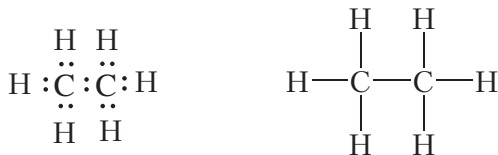
веществ удобнее пользоваться структурными формулами. Структурная формула метана:



Структурные формулы, в отличие от молекулярных, отражают не только состав, но и последовательность соединения атомов в молекуле.

Метан представляет собой бесцветный горючий газ без запаха, нерастворимый в воде. Температура кипения метана очень низка и составляет $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$. Метан является основным компонентом природного газа. Кроме этого, он встречается в месторождениях каменного угля, и его внезапные выбросы бывают причиной пожаров в угольных шахтах. Отсюда происходит название метана «рудничный газ». Выделения метана наблюдаются на торфяных болотах, этим обусловлено ещё одно его название — «болотный газ».

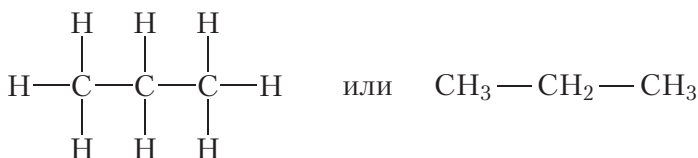
Составим структурную формулу следующего углеводорода — *этана*. Молекула этана содержит два атома углерода, соединённых одинарной связью. Учитывая, что углерод в органических веществах четырёхвалентен, легко составить электронную и структурную формулы молекулы этана:



Молекулярная формула этана — C_2H_6 . Этан, как и метан, бесцветный горючий, нерастворимый в воде газ, имеющий температуру кипения $-89\text{ }^{\circ}\text{C}$. Этан встречается в природе в составе природного газа.

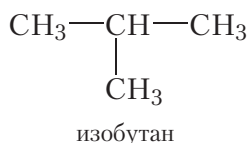
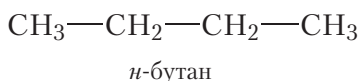
В органической химии обычно пользуются структурными, а не молекулярными формулами веществ. Для того чтобы структурные формулы не были слишком громоздкими, отдельные связи $\text{C} - \text{H}$ в них, как правило, не указывают. В этом случае структурная формула этана будет выглядеть гораздо компактнее: $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$.

Следующий углеводород — *пропан*. Молекула пропана содержит цепь из трёх атомов углерода, соединённых одинарными связями. Структурные формулы молекулы пропана:



Подсчитав число атомов углерода и водорода в структурной формуле пропана, можно записать его молекулярную формулу — C_3H_8 . Пропан так же, как метан и этан, является бесцветным горючим газом, входит в состав природного газа.

Из четырёх атомов углерода можно построить два вида цепей: нормальную (неразветвлённую) и разветвлённую. Структурные формулы соответствующих углеводородов:



Напомним, что для обозначения углеводородов, имеющих неразветвлённую (нормальную) цепь, в начале названия ставят букву «*n*» (§ 5).

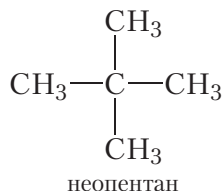
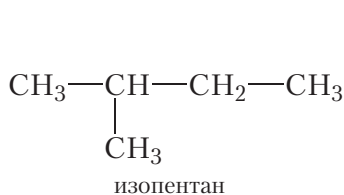
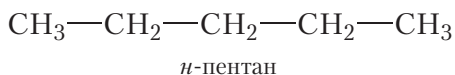
Как вы уже знаете из § 5, *n*-бутан и изобутан являются *изомерами*. Молекулы этих веществ имеют одинаковый качественный и количественный состав (молекулярная формула C_4H_{10}), но разное строение.

Изомерные *n*-бутан и изобутан при нормальных условиях — бесцветные газы без запаха, присутствуют в природном газе. Смесь пропана и изомерных бутанов, выделенными из природного газа, заполняют газовые баллоны, используемые в быту (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Баллоны с бытовым газом

Из пяти атомов углерода, соединённых одинарными связями, можно построить молекулы трёх углеводородов:



Состав всех трёх углеводородов одинаков и соответствует молекулярной формуле C_5H_{12} . То есть приведённые углеводороды являются изомерами.

Очевидно, что для углеводородов с большим числом атомов углерода в молекуле число изомеров будет значительным. Так, например, изомерных углеводородов состава $C_{20}H_{42}$ насчитывается более 300 000, а число возможных изомерных веществ состава $C_{40}H_{82}$ составляет более чем 10^{12} .

Явление изомерии во многом обуславливает многообразие органических соединений, делает органическую химию поистине неисчерпаемой.

Мы рассмотрели строение углеводородов, в которых атомы углерода связаны между собой только одинарными связями, остальные связи углерод образует с атомами водорода. Состав таких углеводородов описывается молекулярными формулами CH_4 , C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10} , C_5H_{12} и т. д. Легко видеть, что для этих углеводородов можно предложить общую формулу:

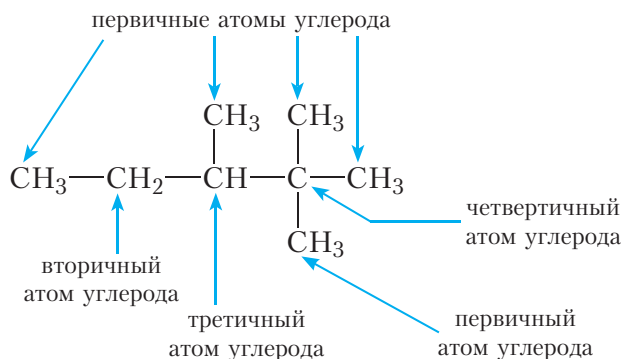


Все углеводороды нециклического строения, в молекулах которых имеются лишь одинарные связи, будут соответствовать данной общей формуле. Такие углеводороды называются *алканами*.

Атом углерода, связанный в углеродной цепи только с одним атомом углерода, называется *первичным*. Первичные атомы углерода являются концевыми элементами углеродной цепи. В молекуле этана оба атома углерода первичные.

Вторичный атом углерода связан с двумя атомами углерода. В молекуле пропана первый и третий атомы углерода являются первичными, второй атом — вторичным.

Третичный атом углерода связан с тремя атомами углерода; *четвертичный* — с четырьмя атомами углерода. Третичные и четвертичные атомы углерода являются точками разветвления углеродной цепи. Такие атомы углерода имеются в молекулах изопентана и неопентана (укажите их самостоятельно).



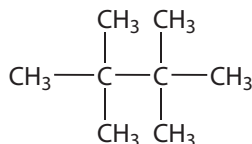
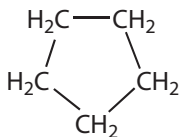
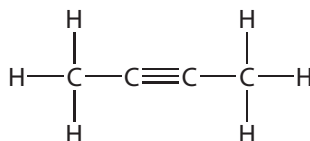
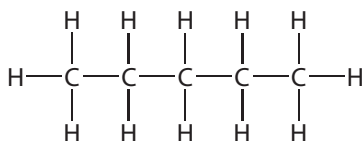
Углеводороды нециклического строения, в молекулах которых имеются только одинарные связи, называются алканами.

Общая формула алканов C_nH_{2n+2} .

Существуют два изомерных алкана состава C_4H_{10} и три изомерных алкана состава C_5H_{12} .

Вопросы и задания

1. Среди перечисленных укажите формулы алканов:



2. Напишите структурные формулы *n*-бутана и изобутана.
3. Что такое изомеры? Почему метан, этан и пропан не имеют изомеров?
4. Напишите структурные формулы всех углеводородов состава C_7H_{16} .
5. Составьте молекулярные формулы алканов, в молекулах которых содержится: а) восемь атомов углерода; б) двадцать атомов водорода.
6. Какое число атомов водорода — чётное или нечётное — может содержаться в составе молекул алканов и почему?
7. Для изомерных углеводородов состава C_4H_{10} укажите первичные, вторичные и третичные атомы углерода.

§ 7. Пространственное строение молекул алканов. sp^3 -Гибридизация

В предыдущем параграфе мы рассмотрели структурные формулы некоторых алканов. Структурные формулы отражают не только состав, но и последовательность соединения атомов в молекуле. В то же время структурные формулы могут не показывать пространственного строения молекулы.