

16. Органическая химия

К началу XXI века химики выделили в чистом виде миллионы веществ. При этом известно более 18 миллионов соединений углерода и меньше миллиона соединений всех остальных элементов.

Соединения углерода в основном относят к **органическим соединениям**.

Более точное современное определение – **органические соединения** – это **углеводороды** и их производные.

Простейший углеводород – это метан. Атомы углерода способны соединяться друг с другом, образуя цепи любой длины. Если в таких цепях углерод связан еще и с водородом – соединения называются углеводородами. Известны десятки тысяч углеводородов.

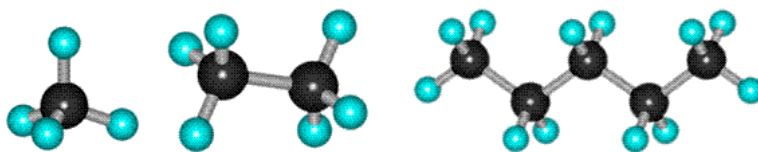


Рисунок 14. Модели молекул метана CH_4 , этана C_2H_6 , пентана C_5H_{12}

Производные углеводородов – это углеводороды, в которых один или несколько атомов водорода замещены атомом или группой атомов других элементов. Например, один из атомов водорода в метане можно заместить на хлор, или на гидроксильную группу OH , или на аминогруппу NH_2 .

В состав органических соединений, кроме атомов углерода и водорода, могут входить атомы кислорода, азота, серы, фосфора, реже галогенов.

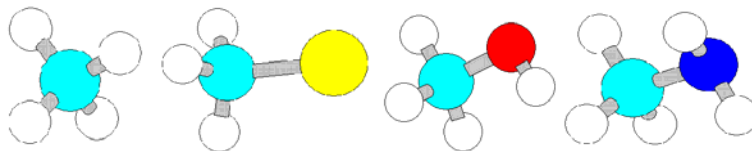


Рисунок 15. Метан CH_4 , хлорметан CH_3Cl , метиловый спирт CH_3OH , метиламин CH_3NH_2

Органических веществ так много из-за особенностей образования химических связей атомами углерода. Эти небольшие атомы способны образовывать прочные ковалентные связи друг с другом и с неметаллами-органогенами.

Важной особенностью органических соединений является наличие разных видов **изомерии**. Изомеры – это вещества, имеющие одинаковый количественный состав, но разную структуру и, соответственно, разные свойства.

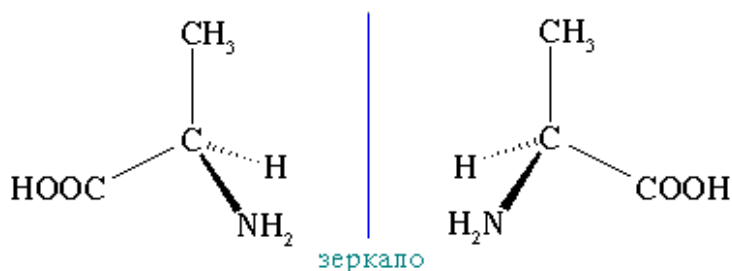
Примеры структурных изомеров:

Вещества состава $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$:



Пример более сложной изомерии – аминокислота аланин

Оптические изомеры аланина

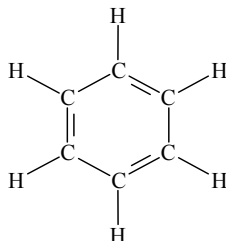


Данный тип изомерии возникает в связи с тем, что атом углерода с четырьмя одинарными связями образует со своими заместителями симметричную пространственную структуру – тетраэдр. Если в молекуле есть хотя бы один углеродный атом, связанный с четырьмя разными заместителями, возникает **оптическая изомерия**. Такие молекулы не совпадают со своим зеркальным изображением. Это свойство называется хиральностью – от греческого *chier* – рука.

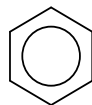
Оптическая изомерия называется также **энантиомерией** (от греческого *enantios* – противоположный и *meros* – часть), а оптические изомеры – **энантиомерами**.

Особенности изображения молекул в органической химии

Для упрощения написания часто повторяющихся фрагментов молекул в органической химии используют специальные приемы. Например, во многие молекулы входит шестичленный цикл из атомов углерода с чередующимися одинарными и двойными связями. Простейшей молекулой с такой структурой является бензол:



С учетом особенностей строения бензольного кольца и для простоты написания используют формулу без обозначения разных связей и водородов:



Иногда углеводородные цепи, содержащие только одинарные связи, изображают ломаной линией. Например, пентан можно изобразить следующими способами:



Каждый угол и конец линии в правом изображении означает четырехвалентный углерод с присоединенными водородами.

К органическим соединениям относятся и большинство веществ, влияющих на психику. Обычно в них входит азот.

17. Элементы жизни. Азот

Принятое в России и Франции название «азот» (безжизненный) (франц. *azote* от греч. *an-* - не-, без- и *zōtikos* - дающий жизнь) возникло в связи с тем, что азот, составляющий по объему 4/5 воздуха, не поддерживает дыхание.

Однако, в отличие от газообразного азота N₂, элемент азот очень важен для растений и животных, а также для технических применений. Поэтому в мире создана мощная промышленность, производящая «связанный», т.е. входящий в состав химических соединений, азот.

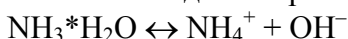
В мире ежегодно производится свыше 100 млн. т. аммиака NH₃ по реакции:



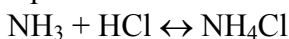
Из аммиака получают другие соединения азота.

Аммиак сжижается при 20⁰С при давлении 8,46 атм. Температура плавления при 1 атм -77,7⁰; температура кипения -33,4⁰С. Благодаря большой теплоте испарения (23,5 кДж/моль) и удобным параметрам сжижения широко используется в крупных холодильных установках (промышленные пищевые холодильники, катки с искусственным льдом).

В водных растворах аммиак проявляет слабые основные свойства. Водный раствор аммиака называют «нашатырный спирт». При этом соединение NH₄OH **не существует**, ионы аммония находятся в равновесии с комплексом NH₃*H₂O [1]:



При смешивании газообразных хлороводорода и аммиака идет обратимая реакция:



При нагревании большинство солей аммония «дымят» благодаря сдвигу равновесия влево (диссоциативная возгонка).

Хлорид аммония – ионное соединение, состоящее из катиона NH₄⁺ и аниона Cl⁻. Ионы образуются из ковалентных полярных молекул аммиака NH₃ и хлороводорода HCl по **донорно-акцепторному** механизму. В молекуле аммиака имеется свободная электронная пара, на которую переходит водород в виде протона. Аммиак в этом процессе – донор электронной пары, а протон – ее акцептор:

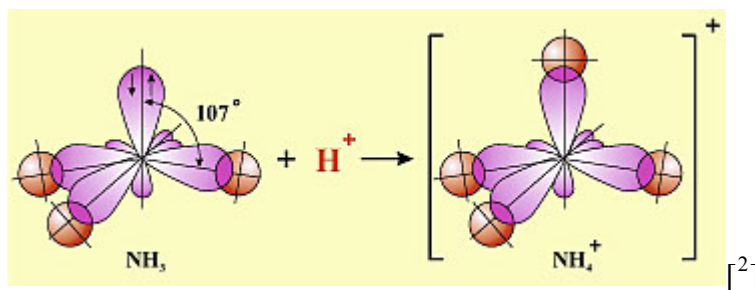


Рисунок 16. Присоединение протона к молекуле аммиака [2]

Обратимое возникновение электрического заряда на трехвалентном азоте чрезвычайно важно для передачи информации в живых организмах – многие органические соединения, содержащие азот, включают и выключают различные физиологические процессы.

Большое практическое значение имеет азотная кислота HNO₃ и ее соли – нитраты. Например, нитрат калия KNO₃ входит в состав древнейшего взрывчатого вещества – черного или дымного пороха. Нитрат аммония NH₄NO₃ – важное азотное удобрение.

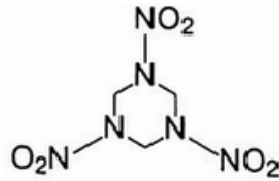
Соль азотистой кислоты HNO₂ – нитрит натрия NaNO₂ добавляют в колбасы и мясные продукты для сохранения розового цвета.

Азот входит в состав всех современных взрывчатых веществ, например, гексогена:

¹ см., например, Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: Учебн. для химико-технол. вузов. – 2-е изд. – М.: Высш. школа, 1988. – 640 с., с.333

² Плакаты и таблицы по общей химии

http://www.labstend.ru/site/index/uch_tech/index_full.php?mode=full&id=369&id_cat=1506



В живых организмах азот входит в состав белков и нуклеиновых кислот, а также в состав **психоактивных** веществ.

Например, опиаты (морфин и его аналоги) действуют как структурные аналоги небольших белков – энкефалинов. В природе энкефалины снижают активность и болевую чувствительность детенышей млекопитающих после кормления материнским молоком.

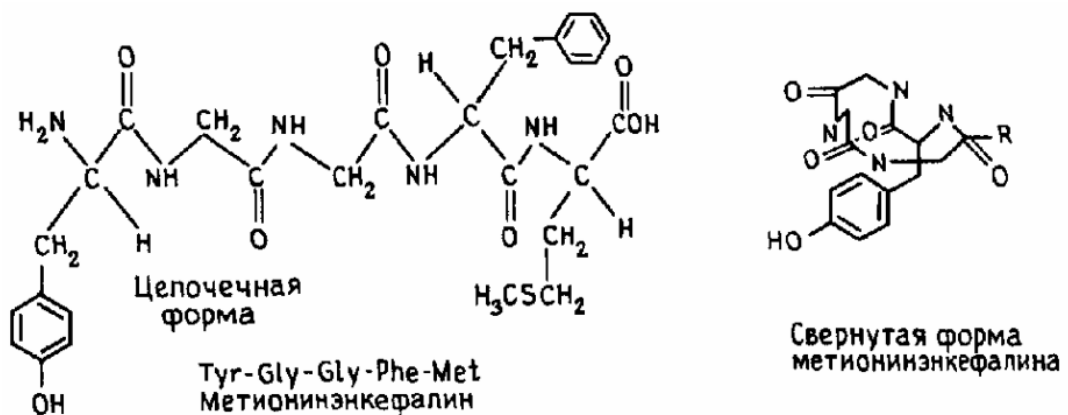


Рисунок 17. Энкефалин – из книги Химия и Общество, “Мир”, 1995, с.482

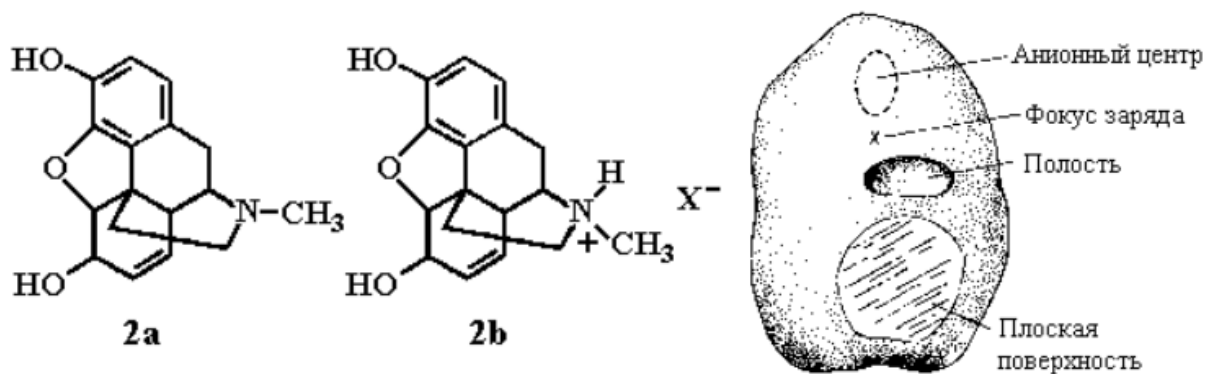


Рисунок 18. Нейтральный (2a), ионизированный (2b) морфин и рецептор синапса – места контакта нервных клеток (нейронов). Бензольное кольцо морфина устраивается в плоской области рецептора, а соседние с бензольным кольцом углеродные атомы находятся на таком расстоянии и имеют такую ориентацию, что они великолепно укладываются в углубление. За углублением находится отрицательно заряженная группа, которая может притягивать положительно заряженный атом азота. Благодаря такому высокому соответствию их форм молекула морфина связывается с рецептором очень прочно и блокирует его функции.

Из книги П.Эткинс "Молекулы", перевод с англ., издательство "Мир", 1991

Сильное, разнообразное и во многом загадочное действие на психику оказывает природное вещество, синтезируемое в организме – нейромедиатор серотонин, который в популярной литературе называют «гормон счастья».

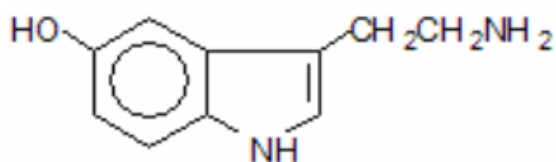


Рисунок 19. Серотонин (5-окситриптамин)

В нем тоже присутствует трехвалентный азот, способный к ионизации. На серотониновые рецепторы воздействует одно из самых сильных психоактивных веществ – диэтиламид d-лизергиновой кислоты (ЛСД-25, “кислота”), обладающее сходным строением.

Трехвалентный азот содержат и важные гормоны – адреналин и норадреналин. Они взаимодействуют с рецепторами благодаря ионизации азота.

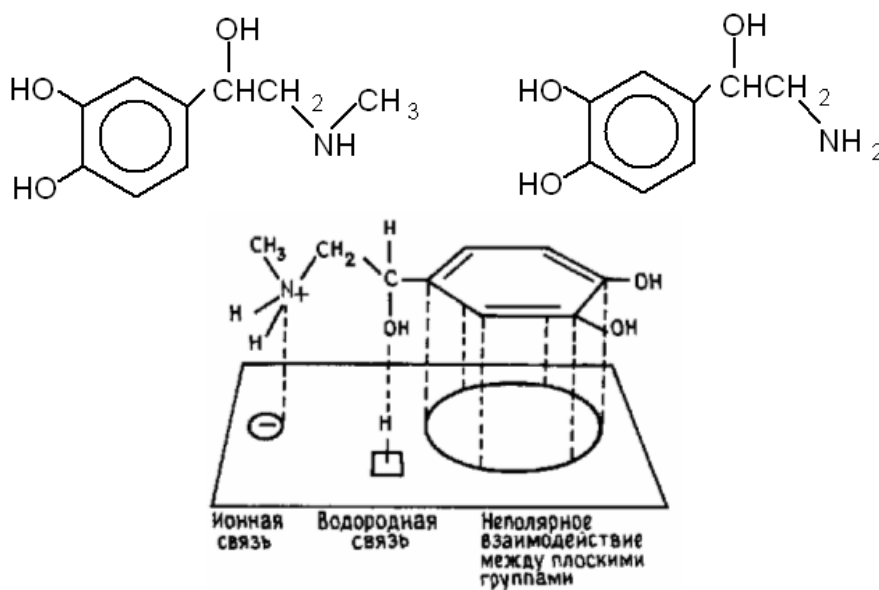


Рисунок 20. Адреналин, норадреналин и их взаимодействие с рецептором.
Из книги Химия и Общество, “Мир”, 1995, с.482

Синтетическими аналогами адреналина являются амфетамины (α -метил- β -фенилэтиламины) и фенэтиламины (β -фенилэтиламины).