

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Московский физико-технический институт
(государственный университет)
Заочная физико-техническая школа**

ХИМИЯ

Основные положения органической химии

Задание №1 для 10-х классов

(2015 – 2016 учебный год)



г. Долгопрудный, 2015

Составитель: Н.Н. Гнатко, доцент кафедры общей химии МФТИ.

Химия: задание №1 для 10-х классов (2015 – 2016 учебный год), 2015, 26 с.

Внимание! В этом году запускаются пробные факультативные задания по химии для желающих изучать дополнительно этот предмет.

Дата присылки задания №1 – 7 декабря 2015 г.

Составитель:

Гнатко Надежда Николаевна

Подписано 27.10.15. Формат 60×90 1/16.

Бумага типографская. Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,75.

Уч.-изд. л. 1,55. Тираж 100. Заказ №20-з.

Заочная физико-техническая школа
Московского физико-технического института
(государственного университета)

ООО «Печатный салон ШАНС»

Институтский пер., 9, г. Долгопрудный, Москов. обл., 141700.

ЗФТШ, тел./факс (495) 408-51-45 – **заочное отделение**,

тел./факс (498) 744-63-51 – **очно-заочное отделение**,

тел. (499) 755-55-80 – **очное отделение**.

e-mail: zftsh@mail.mipt.ru

Наш сайт: www.school.mipt.ru

© МФТИ, ЗФТШ, 2015

Все права защищены. Воспроизведение учебно-методических материалов и материалов сайта ЗФТШ в любом виде, полностью или частично, допускается только с письменного разрешения правообладателей.

1. Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова

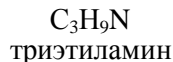
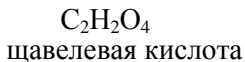
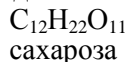
Крупнейшим событием в развитии органической химии было создание в 60-х годах XIX века великим русским ученым А.М. Бутлеровым теории химического строения органических соединений. Главные положения теории строения кратко сводятся к следующему:

- 1) в молекулах атомы соединены друг с другом в определенной последовательности в соответствии с их валентностью;
- 2) свойства веществ определяются не только составом, но и строением;
- 3) атомы или группы атомов в молекуле взаимно влияют друг на друга.

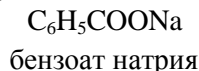
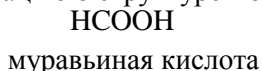
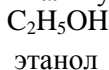
Важным следствием теории строения был вывод о том, что молекула каждого органического вещества обладает определенным (однозначным) строением.

2. Основные понятия органической химии

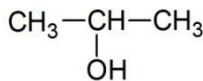
Брутто-формула химического вещества – формула, дающая информацию о том, какие атомы и в каком количестве присутствуют в молекуле данного соединения:



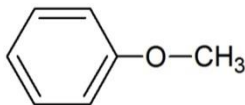
Чаще брутто-формулы называют молекулярными. Они удобны для проведения расчетов, связанных с молярными массами веществ, однако химики всё же предпочитают при написании брутто-формул вносить минимальную информацию о структуре молекул:



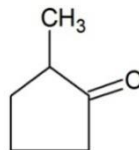
Структурная формула описывает порядок соединения атомов в молекуле. Химические связи изображаются черточками. Связь между водородом и остальными атомами обычно не указывается. Для изображения циклических структур широко используются общепринятые символы:



пропанол-2

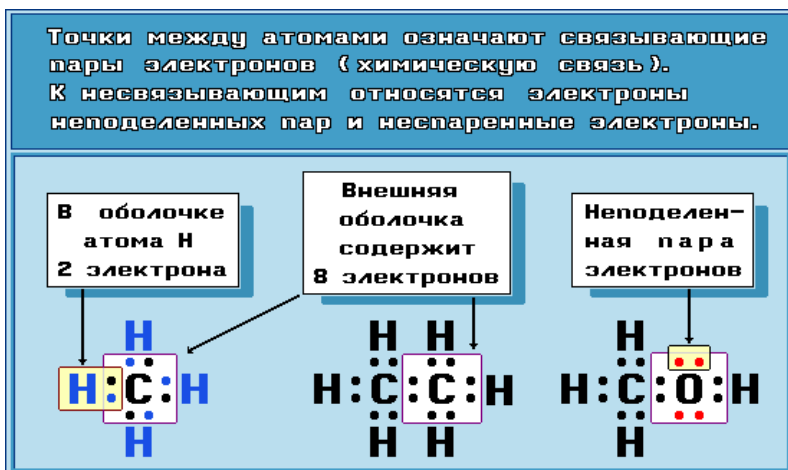


метилфениловый эфир

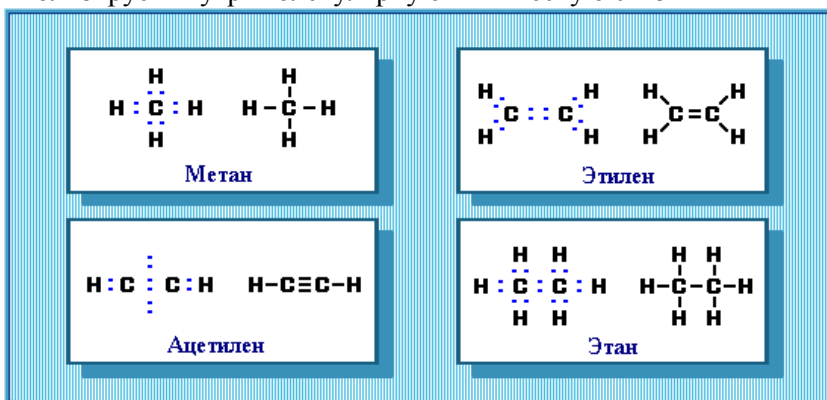


2-метилциклопентанон

Для изображения электронного строения молекул используются электронные формулы (структуры Льюиса, октетные формулы). При написании электронной формулы должно выполняться *правило октета*, согласно которому атом, участвуя в образовании химической связи (отдавая или принимая электроны), стремится приобрести электронную конфигурацию инертного газа – октет (восемь) валентных электронов. Исключение составляет атом водорода, для которого устойчивой является конфигурация гелия, т. е. 2 валентных электрона.



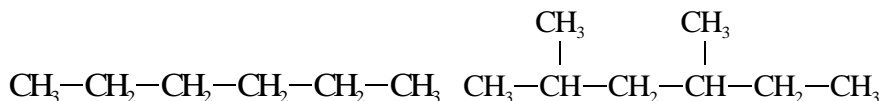
Общую пару электронов иногда обозначают черточкой, которая и символизирует внутримолекулярную химическую связь



3. Классификация органических соединений

Все органические соединения в зависимости от природы углеродного скелета можно разделить на ациклические и циклические.

Ациклические (нециклические, цепные) соединения называют также алифатическими. Они могут быть насыщенными (алканы и их производные) и ненасыщенными (алкены, алкадиены, алкины и их производные). Ациклические скелеты бывают неразветвленными (например, в н-гексане) и разветвленными (например, в 2,4-диметилгептане):



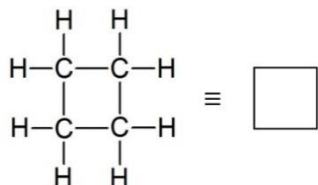
н-гексан

2,4- диметилгептан

Среди *циклических* соединений обычно выделяют *карбоциклические*, молекулы которых содержат кольца из углеродных атомов, и *гетероциклические*, кольца которых содержат кроме углерода атомы других элементов (кислорода, серы, азота и др.).

Карбоциклические соединения подразделяются на *алициклические* (предельные и непредельные) и *ароматические*.

Примеры алициклических соединений:



циклобутан

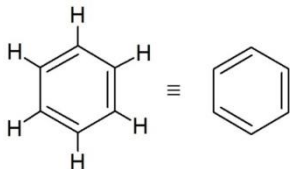


циклогексан

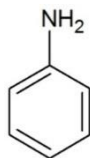


циклогексен

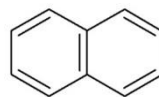
ароматических:



бензол



анилин

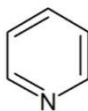


нафталин

гетероциклических:



фуран

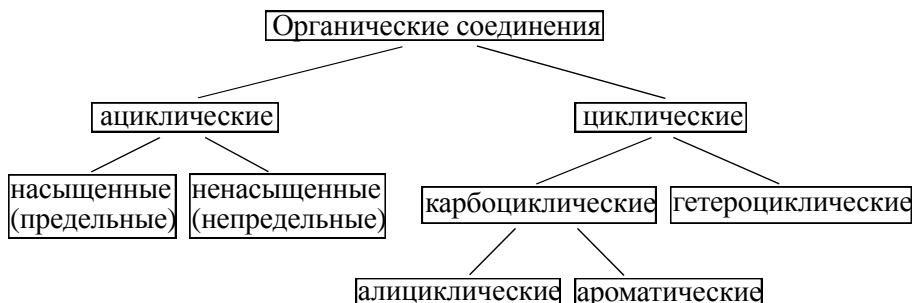


пиридин

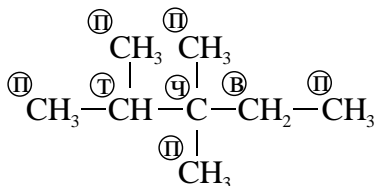


этиленоксид

Рассмотренную классификацию органических соединений можно представить в виде краткой схемы:



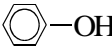
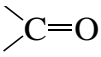
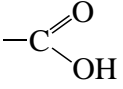
В самих углеродных скелетах полезно классифицировать отдельные атомы углерода по числу химически связанных с ними атомов углерода. Если данный атом углерода связан с одним атомом углерода, то его называют первичным, с двумя – вторичным, тремя – третичным и четырьмя – четвертичным. Ниже показаны различные атомы углерода в разветвленном насыщенном углеводороде (алкане).



Обозначения: первичный (п), вторичный (в), третичный (т), четвертичный (ч) атомы углерода.

В состав многих органических соединений кроме углерода и водорода входят и другие элементы, причем в виде

функциональных групп – групп атомов, определяющих химические свойства данного класса соединений. Некоторые наиболее характерные функциональные группы и соответствующие им классы соединений приведены в таблице:

Функциональная группа	Название группы	Классы соединений	Примеры
-F, -Cl, -Br, -I	Галогены	Галоген-производные	CH_3Cl – хлорметан
-OH	Гидроксил	Спирты	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ – этиловый спирт
		Фенолы	 – фенол
	Карбонил	Альдегиды	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}$ – уксусный альдегид
		Кетоны	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ – ацетон
	Карбоксил	Карбоновые кислоты	$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}$ – уксусная кислота
$-\text{NH}_2, -\text{NH}, \text{>N}-$	Амино-группа	Амины	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ – этиламин CH_3NHCH_3 - диметаламин
$-\text{NO}_2$	Нитро-группа	Нитро-соединения	CH_3NO_2 - нитрометан

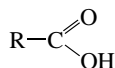
Остановимся более подробно на некоторых из перечисленных классов органических соединений.

Спирты можно представить как продукты замещения атомов водорода в молекуле углеводорода гидроксильными группами –OH. Количество гидроксильных групп в молекуле определяет принадлежность спиртов к одноатомным, двухатомным, трехатомным и полиатомным. Общая формула гомологического ряда предельных одноатомных спиртов – $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$.

Альдегидами называются продукты замещения в углеводородах атома водорода на $-\overset{\text{O}}{\underset{\text{H}}{\text{C}}}$ -группу, а кетоны содержат карбонильную группу, $\text{R}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{R}$, связанную с двумя углеводородными радикалами R.

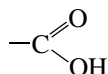
Общая формула альдегидов и кетонов $C_nH_{2n}O$.

Карбоновые кислоты – вещества с общей формулой



Здесь R – атом H или углеводородный радикал: CH_3 , C_2H_5 , C_3H_7 и т. п.

Функциональная группа карбоновых кислот – *карбоксильная группа*:



Карбоновые кислоты с одной группой $COOH$ в молекуле – *одноосновные*, с двумя группами $COOH$ – *двухосновные* и т.д. В зависимости от природы радикала R различают *предельные*, *непредельные* и *ароматические* карбоновые кислоты.

4. Номенклатура органических соединений

Важнейший принцип номенклатуры – однозначность, а именно: каждой структуре должно соответствовать единственное название, и наоборот, данному названию должна отвечать единственная структура. Все органические соединения рассматриваются как производные углеводородов, в молекулах которых часть водородных атомов заменена на функциональные группы или углеводородные радикалы.

В настоящее время признана систематическая номенклатура ИЮПАК (IUPAC –Международный союз теоретической и прикладной химии). Среди вариантов систематических номенклатур, рекомендуемых ИЮПАК, наиболее распространенной является *заместительная* номенклатура. Вкратце процесс составления названия таков:

1. В молекуле выбирают наиболее длинную углеродную цепь (главную). Главная цепь содержит максимальное число функциональных групп. Название углеводорода, соответствующего главной цепи, и будет корнем составляемого названия.

2. Атомы углерода в главной цепи нумеруются таким образом, чтобы атом, к которому присоединен заместитель (углеводородный радикал или функциональная группа), получил возможно меньший номер.

3. Перед корнем указывается положение заместителя цифрой и название заместителя. Если в молекуле несколько одинаковых заместителей, то используют приставки ди-, три- и т. д. Если же в молекуле

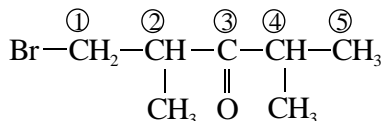
имеются разные заместители, их названия перечисляются в алфавитном порядке.

4. Органическое вещество причисляется к тому или иному классу в зависимости от того, какая функциональная группа присутствует в его молекуле. Если в соединении присутствует только одна функциональная группа, то она всегда обозначается суффиксом. Такая группа называется старшей (основной), и главную цепь выбирают таким образом, чтобы к ней обязательно была прикреплена основная группа. Если в соединении присутствуют несколько функциональных групп, то выбор и нумерацию главной цепи определяет старшая из них (старшинство группы тем выше, чем выше она расположена в нижеприведенной таблице):

Класс	Функциональная группа	приставка	суффикс
Карбоновые кислоты	-COOH	карбоксы	овая кислота
Альдегиды	-CHO	оксо	аль
Кетоны	>C=O	оксо	он
Спирты	-OH	гидроксы	ол
Амины	-NH ₂	амино	амин
Галоидпроизводные	F, Cl, Br, I	фтор, хлор, бром, иод	фторид, хлорид, бромид, иодид
Нитро-соединения	-NO ₂	нитро	-

Остальные функциональные группы рассматривают как боковые заместители и обозначают в полном названии приставками (префиксами).

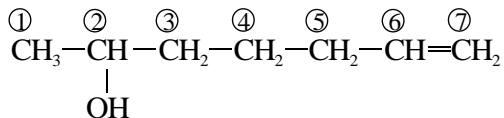
В качестве примера назовем следующее соединение:



В данном примере корнем будет пент. Далее идут суффиксы ан (насыщенное соединение) и он (класс кетонов). Заместителями в молекуле являются две метильные группы в положениях 2 и 4 и бром в положении 1 (нумерация произведена так, чтобы положения заместителей обозначались возможно меньшими номерами). Старшей функциональ-

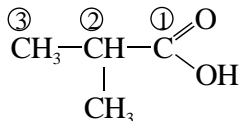
ной группой является карбонильная группа, расположенная у третьего атома углерода. Полное название соединения будет таким: **1-бром-2, 4-диметилпентанон-3**.

Разберем ещё один пример:



Соединение содержит 7 атомов углерода, его корень – гепт, далее идет суффикс ен, указывающий на наличие ненасыщенности (двойной связи). Порядок нумерации обеспечивает старшей группе -ОН наименьший номер. Полное название заканчивается суффиксом ол, обозначающим старшую группу (суффикс ол указывает на наличие гидроксильной группы). Положение двойной связи и гидроксильной группы указывается цифрами. Следовательно, приведенное соединение называется **гептен-6-ол-2**.

Последний пример относится к номенклатуре гомологического ряда предельных одноосновных карбоновых кислот:



В основе соединения 3 атома углерода, поэтому корень в названии проп, далее идут суффиксы – ан (насыщенное соединение) + -ов (класс карбоновых кислот) и окончание – ая. При втором атоме углерода – метильная группа, полное название **2-метилпропановая кислота**.

Многие соединения имеют устоявшиеся несистематические названия, такие, как глюкоза, уксусная кислота, ацетон. Многие из этих так называемых тривиальных названий узаконены правилами ИЮПАК. Например, 2-метилпропановая кислота называется изомасляной кислотой. В разделе «гомологические ряды органических соединений» тривиальные названия указаны в скобках.

5. Гомологические ряды органических соединений

Соединения, сходные по строению и химическим свойствам и отличающиеся друг от друга на гомологическую разность CH_2 или в общем случае на $(\text{CH}_2)_n$, называются **гомологами** и образуют единый гомологический ряд. Ниже приведены некоторые представители гомологиче-

ского ряда алканов и предельных одноосновных карбоновых кислот, а также их общие формулы:

CH_4 – метан	HCOOH –метановая (муравьиная) кислота
C_2H_6 – этан	CH_3COOH – этановая (уксусная) кислота
C_3H_8 – пропан	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ – пропановая (пропионовая) кислота
C_4H_{10} – бутан	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$ – бутановая (масляная) кислота
C_5H_{12} – пентан	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$ –пентановая (валериановая) кислота
C_6H_{14} – гексан	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$ –гексановая (капроновая) кислота
$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$

Простейшие представители гомологического ряда алкенов – $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ (этен), а алкинов – $\text{CH}\equiv\text{CH}$ (этин, ацетилен). Структурные формулы их ближайших гомологов вместе с общей формулой имеют вид:

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ – пропен	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$ – пропин
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ – бутен-1	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ – бутин-1
$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ -пентен-1	$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ – пентин-1
C_nH_{2n}	$\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

Гомологический ряд бензола имеет общую формулу $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$. Гомологи можно рассматривать как производные бензола, в котором один или несколько атомов водорода замещены различными углеводородными радикалами. Например:

$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ –метилбензол (толуол)
$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ – диметилбензол (ксилол)
$\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5$ – этилбензол
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ – изопропилбензол (кумол)

6. Изомерия органических соединений

Способность атомов углерода к образованию четырех ковалентных связей, в том числе и с другими атомами углерода, открывает возможность существования нескольких соединений одного элементного состава. Дадим более точную формулировку таким соединениям.

Вещества, имеющие одинаковый состав молекул (одну и ту же молекулярную формулу), но различное химическое строение и обладающие поэтому разными свойствами, называются **изомерами**.

Все изомеры делят на два больших класса – структурные изомеры и пространственные изомеры (стереоизомеры).

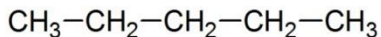
Структурными называют изомеры, отвечающие различным структурным формулам органических соединений (с разным порядком соединений атомов).

Стереоизомерами называют соединения, имеющий одинаковый со-

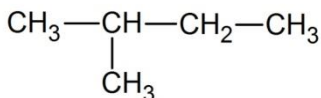
став и одинаковый порядок соединения атомов, но отличающиеся расположением атомов в пространстве.

Виды структурной изомерии

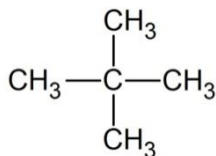
Изомерия углеродного скелета



н-пентан



2-метилбутан или изопентан



2-диметилпропан или неопентан

Изомерия положения кратной связи

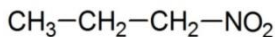


пентадиен-1,4

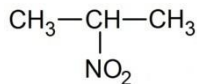


пентадиен-1,3

Изомерия положения функциональной группы

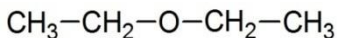


1-нитропропан



2-нитропропан

Межклассовая изомерия



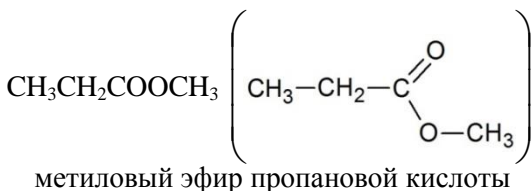
диэтиловый эфир



бутанол-1



бутановая кислота

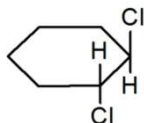


метиловый эфир пропановой кислоты

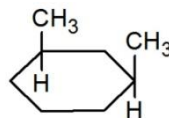
Виды пространственной изомерии

Геометрическая изомерия

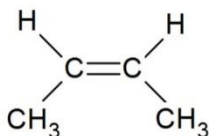
Геометрическая изомерия характерна для соединений, содержащих двойную связь или цикл. В таких молекулах часто возможно провести условную плоскость таким образом, что заместители у различных атомов углерода могут оказаться по одну сторону (цис-) или по разные стороны (транс-) от этой плоскости. Если изменение ориентации этих заместителей относительно плоскости возможно только за счет разрыва одной из химических связей, то говорят о наличии геометрических изомеров.



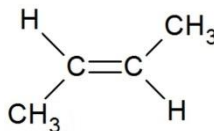
транс-1,2-дихлоргексан



цис-1,3-диметилгексан



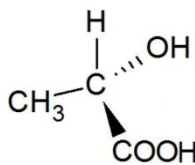
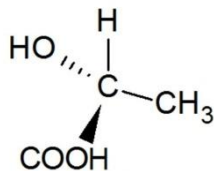
цис-бутен-2



транс-бутен-2

Оптическая изомерия

Оптическая изомерия возникает тогда, когда предмет – органическая молекула – несовместим со своим изображением в зеркале. Такое свойство обозначается термином «хиральность», а пространственные изомеры называются зеркальными, оптическими антиподами, или энантиомерами. В виде энантиомеров существует, например, молочная кислота $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{OH})\text{-COOH}$:



Энантиомеры имеют одинаковые температуры плавления и кипения, растворимость, показатель преломления и другие характеристики. Их отличия проявляются только при изучении вращения веществом плоскости поляризации света или при взаимодействии с другим хиральным соединением. Способность вращать плоскость поляризации света называется оптической активностью. Смесь равных количеств энантиомеров называется рацематом.

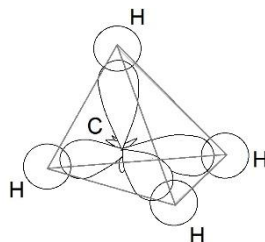
7. Гибридизация орбиталей

Часто химические связи образуются за счёт электронов, расположенных на разных атомных орбиталях. Казалось бы, и связи в молекуле по прочности должны быть неравноценными. Однако опыт показывает, что они равнозначны. Это явление объясняется представлением о гибридизации атомных орбиталей, введенным американским химиком Л. Полингом.

Рассмотрим образование молекулы метана. Атом углерода в возбужденном состоянии обладает четырьмя неспаренными электронами: одним s -электроном и тремя p -электронами – $1s^2 2s^1 2p^3$. Экспериментальные данные показали, что все четыре связи C-H в молекуле метана CH_4 одинаковы и направлены к вершинам тетраэдра (угол между ними составляет $109^\circ 28'$).

Одинаковая прочность связей объясняется **гибридизацией** валентных (внешних) орбиталей, то есть смешением их и выравниванием по форме и энергии. При этом число гибридных орбиталей равно числу исходных.

Четыре совершенно одинаковые sp^3 – гибридные орбитали атома углерода расположены под углом $109^\circ 28'$ друг к другу и направлены к вершинам тетраэдра, в центре которого находится атом углерода. На рисунке видно, что гибридная орбиталь асимметрична и сильно вытянута по одну сторону от ядра.

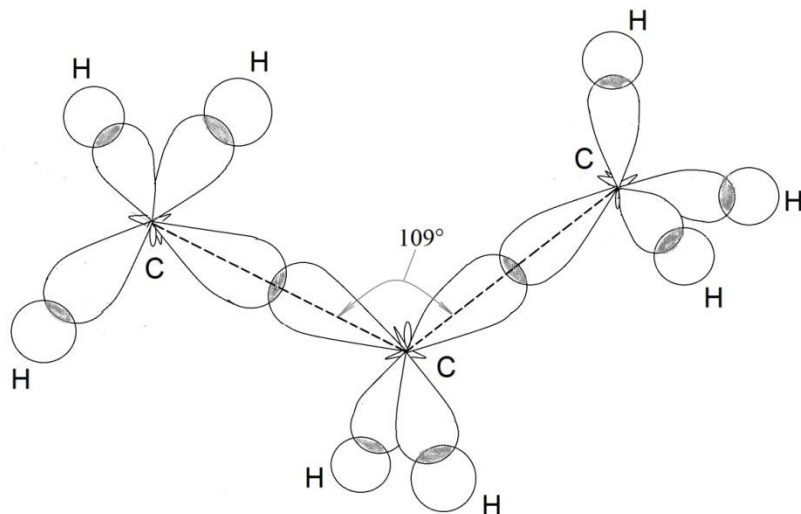


Это обуславливает более сильное перекрывание гибридных орбиталей с орбиталями других атомов по сравнению с перекрыванием

«обычных» s - и p -орбиталей и приводит к образованию более прочных связей.

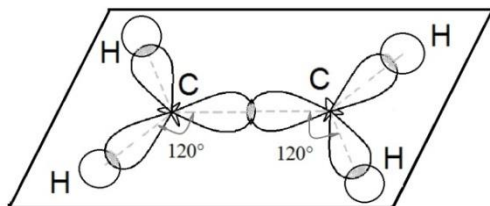
Ковалентная связь, которая образуется при перекрывании орбиталей вдоль линии, связывающей центры атомов, называется σ (сигма) – связью.

Так как гибридные электронные орбитали направлены к вершинам тетраэдра, то при образовании молекулы пропана C_3H_8 направление химической связи между вторым и третьим атомами углерода не может совпадать с направлением связи между первым и вторым атомами углерода. Образуется угол $109^\circ 28'$. Такие же углы существуют между четвертым, пятым и другими атомами углерода. Углеродная цепь принимает зигзагообразную форму:

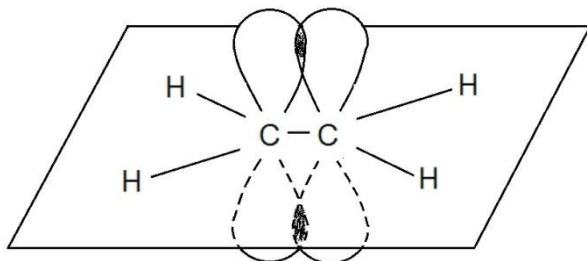


Ещё один вид гибридизации осуществляется в соединениях углерода ряда этилена. В этом случае происходит гибридизация одной s - и двух p -орбиталей углерода (sp^2 –гибридизация). При этом образуются три одинаковые sp^2 –гибридные орбитали, расположенные под углом 120° друг к другу. Таким образом каждый атом углерода имеет по три гибридных электронных облака и по одному негибридному p -облаку. Ги-

бридные электронные облака взаимно перекрываются и образуют между атомами углерода σ -связь:

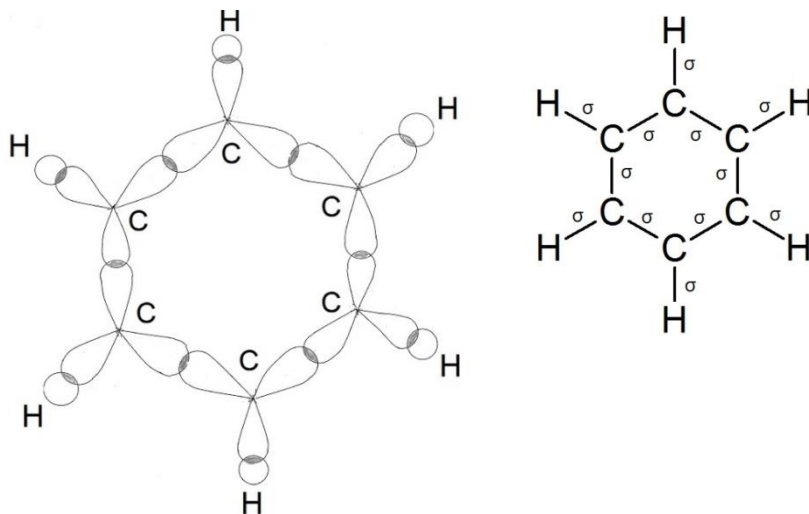


Остальные гибридные электронные облака атомов углерода перекрываются с s-облаками атомов водорода и также образуют σ -связи. Негибридные p-орбитали взаимно перекрываются в плоскости, которая расположена перпендикулярно плоскости σ -связей:

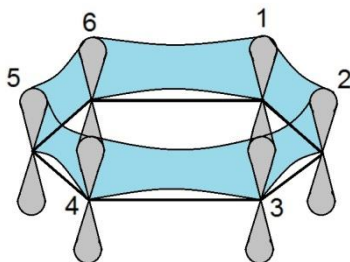


Ковалентная связь, возникающая при перекрывании орбиталей по обе стороны линии, связывающей центры атомов, называется π (пи) – связью.

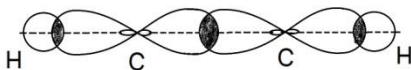
Ещё одним примером, где происходит sp^2 -гибридизации углерода, является молекула бензола. Три атомные орбитали (одна s и две p) каждого углерода в молекуле бензола гибридизируются и образуют три σ -связи. Гибридные орбитали перекрываются друг с другом. Перекрывание всех электронных облаков на одном рисунке показать трудно, поэтому рассмотрим последовательно два рисунка. Ниже приведены схема образования σ -связей в молекуле бензола:



Негибридные p-электронные орбитали атомов углерода расположены перпендикулярно плоскости направления σ -связей, они также перекрываются друг с другом, образуя единую систему π -связей

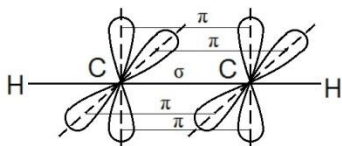


В молекуле ацетилена C_2H_2 каждый атом углерода находится в sp-гибридном состоянии, образуя две гибридные связи, направленные под углом 180° друг к другу. Они, как уже упоминалось выше, называются σ -связями.



Но в молекуле ацетилена в каждом из атомов углерода содержится ещё по два p-электрона, которые не принимают участие в образовании σ -связей. Молекула ацетилена имеет плоский линейный «скелет», по-

этому оба р-электронных облака в каждом из атомов выступают из плоскости в перпендикулярном к ней направлении. При этом происходит некоторое взаимодействие электронных облаков, но менее сильное, чем при образовании σ – связей. В итоге в молекуле ацетилена образуются ещё две ковалентные углерод-углеродные π -связи:



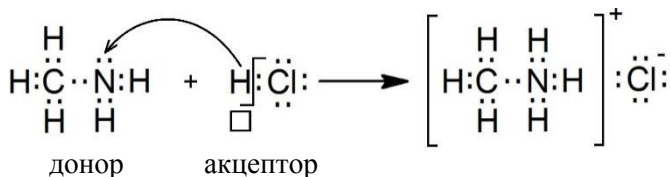
Под воздействием реагентов π -связь легко разрывается, она значительно слабее, чем σ -связь. π -связь образуется не только между атомами углерода, но и в случае образования двойных и тройных связей между углеродом и кислородом, углеродом и азотом.

8. Механизм образования ковалентной связи

Ковалентная связь – связь, осуществляемая за счет образования общих электронных пар, принадлежащих обоим атомам. Существуют два механизма образования ковалентной связи: обменный и донорно-акцепторный.

При **обменном механизме** каждый из атомов отдает в общее пользование по одному неспаренному электрону. Таким образом построено большинство органических соединений (см. электронные формулы метана, этана, этена, ацетилена).

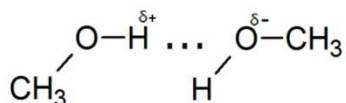
Ковалентная связь может быть образована также парой электронов, предоставляемой одним атомом, называемым донором электронов, и вакантной орбиталью другого атома, называемого акцептором электронов. Такой механизм образования ковалентной связи носит название **донорно-акцепторным**. Поясним механизм донорно-акцепторного взаимодействия на примере образования хлорида аммония с помощью электронных формул (точки обозначены валентные электроны, а пустым квадратиком свободная s-орбиталь водорода):



В ионе метиламмония все связи, образованные по двум различным механизмам, равноценны.

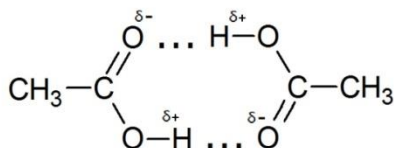
9. Водородная связь

Существуют и межмолекулярные взаимодействия, например, водородная связь. Она возникает при взаимодействии атома водорода, соединенного с электроноакцепторными атомами (N, O, F) и не поделенной электронной парой другого атома или другой молекулы. Графически водородная связь изображается пунктиром.



Водородную связь образуют только такие атомы водорода, которые соединены с более электроотрицательным атомом, чем сам водород. При этом на атоме водорода создается частичный положительный заряд δ^+ , а на более электроотрицательном атоме частично отрицательный заряд δ^- .

Например, для уксусной кислоты возникновение водородной связи может привести к объединению молекул в пары с образованием циклической димерной структуры, и молекулярная масса уксусной кислоты, измеренная по плотности пара, оказывается удвоенной:



Межмолекулярные водородные связи влияют на многие физические свойства спиртов, кислот, производных аммиака. Они являются причиной образования вторичной структуры биологических полимеров – белков, нуклеиновых кислот.

10. Типы органических реакций

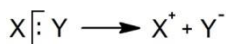
Чаще всего органические реакции классифицируют по типу разрыва химических связей в реагирующих частицах. Из их числа можно выделить две большие группы реакций – радикальные и ионные.

Если общая электронная пара делится между атомами, то образуются *радикалы* – частицы, имеющие неспаренные электроны. Такой разрыв связи называется радикальным или гомолитическим:



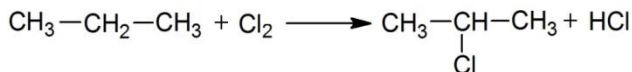
По радикальному механизму протекают реакции, в которых разрыву подвергаются связи малой полярности (C-C, C-H, N-N) при высокой температуре, под действием света или радиоактивного излучения.

Если при разрыве связи общая электронная пара остается у одного атома, то образуются ионы – катион (X^+) и анион (Y^-). Такой механизм называется ионным или гетеролитическим:

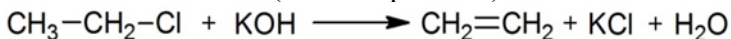


Кроме того, органические реакции, как и неорганические, классифицируют по структурному признаку. Наиболее часто встречаются 4 основных типа превращений:

1. Реакции замещения:



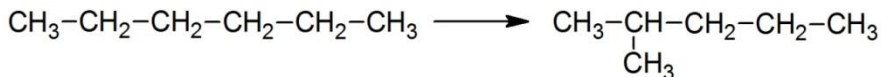
2. Реакции отщепления (элиминирования):



3. Реакции присоединения:



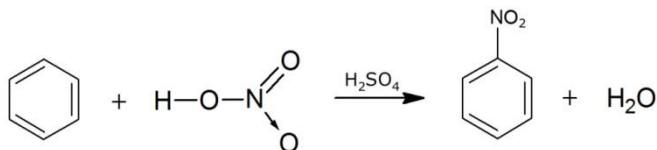
4. Реакции изомеризации (перегруппировки):



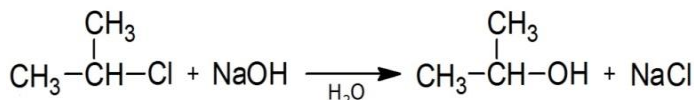
Реакции *замещения* – реакции, в результате которых осуществляется замена одного атома или группы атомов в исходной молекуле (субстрате) на другие атомы или группы атомов. Различают радикальные, нуклеофильные и электрофильные реакции замещения. Нуклеофильными («любящими ядра») частицами являются H_2O , NH_3 , Cl^- , Br^- , I^- и др. Электрофильные («любящие электроны») частицы: H^+ , NO_2^+ , Cl^+ , кати-

оны металлов и др. Приведем примеры различных реакций замещения (обозначают S от англ. substitution):

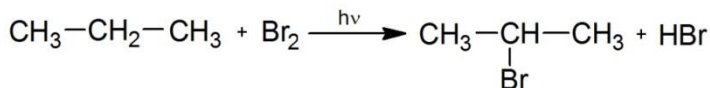
реакция электрофильного замещения H^+ на NO_2^+ в бензольном кольце (S_E):



реакция нуклеофильного замещения Cl^- на OH^- в галогенпроизводных алканах (S_N):



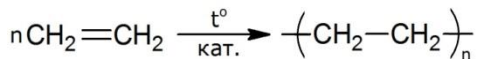
реакция радикального замещения в алканах (S_R)



Реакциями отщепления (элиминирования) называются реакции, сопровождающиеся выбросом малой молекулы из исходного органического вещества:



Реакции присоединения превращают две реагирующие молекулы в одну. Особой разновидностью является реакция полимеризации, в которой n молекул мономера, соединяясь между собой, образуют молекулы полимера:

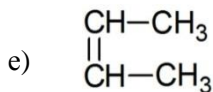
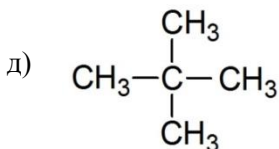
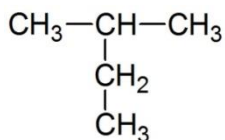
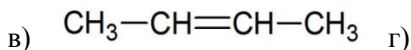
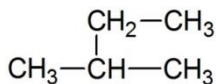
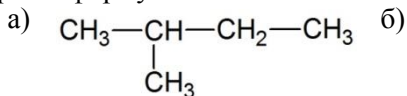


Кроме приведенных четырех типов реакций на практике употребляются также другие обозначения некоторых классов реакций, например, окислительно-восстановительные реакции, реакции конденсации, пирилиз и др.

Контрольные вопросы

1(2). Сколько существует изомерных радикалов состава C_3H_7 ? Изобразите их электронные и структурные формулы.

2(2). Сколько веществ изображено с помощью следующих структурных формул:



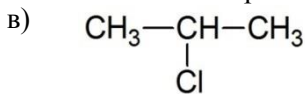
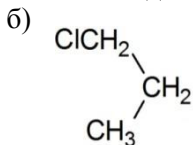
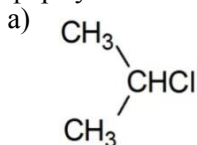
Назовите все соединения.

3(2). Приведите примеры пяти углеводородов, не имеющих изомеров.

4(1). К каким классам органических соединений относятся нитроэтан $C_2H_5NO_2$ и глицин H_2NCH_2COOH ? Какой вид изомерии между ними?

5(4). Напишите структурные формулы всех изомеров C_5H_{10} из класса алкенов. Назовите все соединения.

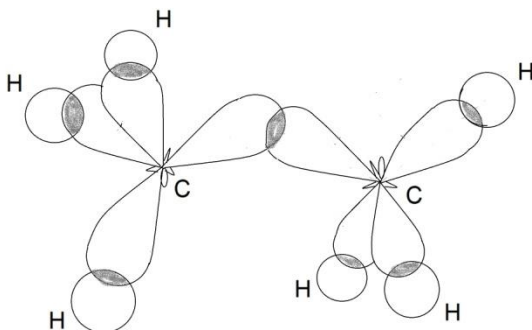
6(3). Укажите, сколько соединений обозначено приведенными ниже формулами и какие из этих соединений являются изомерами:



Назовите все соединения.

7(2). В каких из перечисленных соединений возможна пространственная изомерия: бутин-2, 3-метилгексен-2, 2,2-диметилпентан. Изобразите структурные формулы всех соединений.

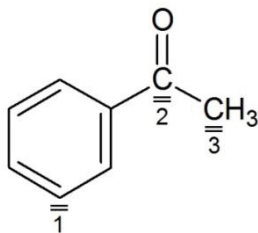
8(2). Найдите ошибку в графическом изображении строения молекулы этана:



9(1). Какое общее количество σ -связей имеется в молекуле циклопропана?

10(1). Сколько σ - и π -связей содержится в молекуле бутадиена-1,3?

11(3). Определите тип гибридизации подчеркнутых атомов углерода:

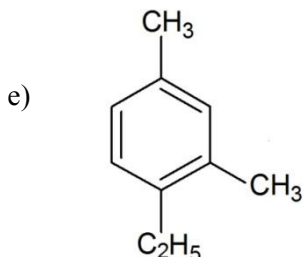
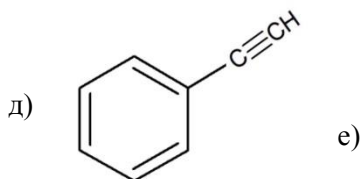
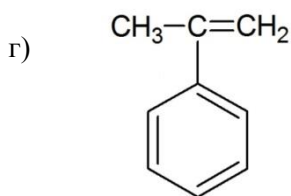
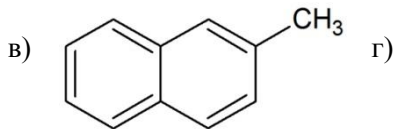
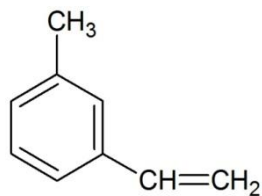
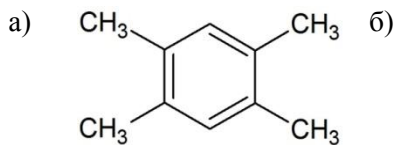


12(2). Какая простейшая одноосновная карбоновая кислота имеет изомер? Изобразите структурные формулы кислоты и её изомера.

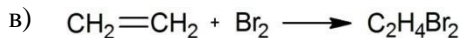
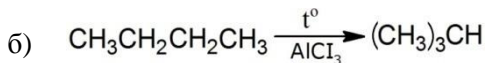
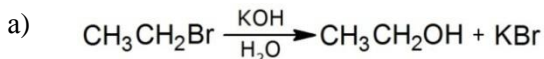
13(5). Напишите общую формулу гомологического ряда ароматических одноосновных карбоновых кислот. Дайте обоснованный ответ.

14(2). Какой гомолог метана имеет плотность, почти равную плотности воздуха?

15(2). Какие из веществ, формулы которых записаны ниже, являются гомологами бензола. Найдите также изомеры среди этих веществ:



16(3). Охарактеризуйте реакции:



17(3). Составьте уравнения трёх разных типов органических реакций. Сделайте пояснения к каждому механизму приведенных реакций:

а) реакции обмена с участием органической кислоты и любой щелочи (реакция нейтрализации);

б) реакции отщепления с участием дигалогеналканов с образованием циклического соединения;

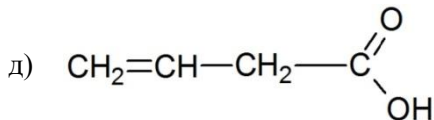
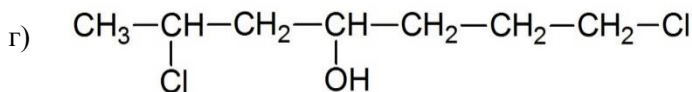
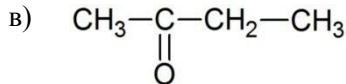
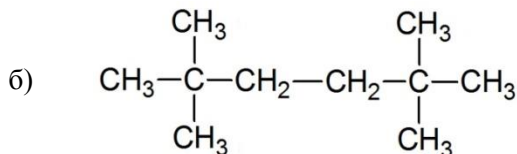
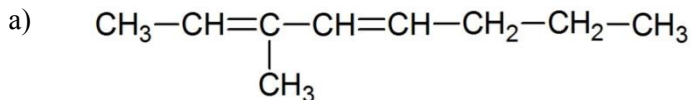
в) реакции электрофильного замещения с участием галогенов.

18(4). Возможно ли образование водородных связей а) молекулами водорода; б) между водой и карбоновыми кислотами; в) между молекулами спиртов; г) между молекулами кетонов?

19(2). Объясните, почему спирты, в отличие от углеводов, растворимы в воде.

20(3). В чем сущность донорно-акцепторного механизма образования химической связи на примере образования эфирата трехфтористого бора $(C_2H_5)_2OBF_3$. Укажите донор и акцептор в этом соединении.

21(5). Дайте названия соединениям по заместительной номенклатуре. Пронумеруйте главную цепь:



22(5). Напишите структурные формулы следующих соединений: а) 3-метилбутин-1; б) 2-метилпропаналь; в) 2-метилбутадиен-1,3; г) пентандиол-1,4; д) дихлоруксусная кислота. Сделайте нумерацию главной цепи.

23(2). Напишите структурные формулы алкенов состава C_7H_{14} , имеющих по одному четвертичному атому углерода, и назовите их по систематической номенклатуре.

Список рекомендованной литературы

1. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Начала химии, М.: Экзамен, 2013
2. Ардашникова Е.И., Казеннова Н.Б., Тамм М.Е. Курс органической химии для старшеклассников и поступающих в ВУЗы, М.: Аквариум. 1998
3. Кузьменко Н.Е., Еремина Е.А., Готовимся к экзамену по химии, М., Юнвес, 2003
4. Хомченко Г.П. Пособие по химии для поступающих в вузы, М.: Новая волна, 2013