

Глава 10. Основные понятия органической химии.

10.1. Общие рекомендации к изучению органических веществ.

Органические вещества – важнейшие соединения, которых значительно больше, чем неорганических. Они имеют свою специфику. Поэтому органическая химия является самостоятельной химической наукой, имеющей, кроме общехимических законов и методов изучения, специфические законы и методы исследования. Органическая химия сложна и многообразна, изучая ее нужно учитывать:

1. Химия органических веществ – это не сумма разрозненных фактов, как это кажется на первый взгляд непосвященному. Она является стройной системой знаний, где каждый последующий раздел тесно связан с предыдущим. Не усвоив первого раздела, нельзя переходить ко второму и т.д. Старайтесь четко разобраться в общих представлениях и понятиях органической химии, тогда вы легко освоите и частные проблемы.

2. Найдите взаимосвязь каждого из изучаемых разделов друг с другом. Основное содержание раздела следует законспектировать, особенно это относится к формулам веществ и уравнениям реакций.

3. Усвоив теоретический материал, выполните упражнения, ответьте на вопросы и решите задачи. Это поможет вам проконтролировать глубину усвоения вами материала.

10.2. Особенности органических веществ.

Органическими соединениями называют вещества, в молекулах которых содержатся атомы углерода. К органическим веществам *не относят* оксиды углерода, угольную кислоту и ее соли, карбиды, циан, цианиды, синильная кислота, родан, родановодородную кислоту и роданиды.

Область химии, изучающая органические вещества называется **органической химией**, или наука, изучающая углеводороды и их производные.

Соединения углерода многообразны, в настоящее время их известно более 6 миллионов (в разных источниках приводится различное число органических веществ).

Органическая химия является одной из химических наук, к ней применимы все основные законы химии, но органические вещества имеют и свои особенности. Они входят в состав организмов, но многие из них получены искусственно и в природе не встречаются. Это опровергает **витализм** – учение о «жизненной силе» (особой, присущей только организмам, способности синтезировать органические вещества). Первым ученым, доказавшим возможность получения органических веществ из неорганических, был Велер (получил мочевины), М. Бертелло – жиры, а А.М. Бутлеров – сахароподобные вещества.

Органические вещества имеют общие для всех особенности: а) горят в кислороде; б) разлагаются при невысоких температурах (до 250⁰С); в) углерод в органических веществах четырехвалентен и его атомы способны образовывать цепи различной длины.

Органические вещества нельзя изучать без представлений, развитых А.М. Бутлеровым и дополненным другими учеными о строении молекул органических веществ.

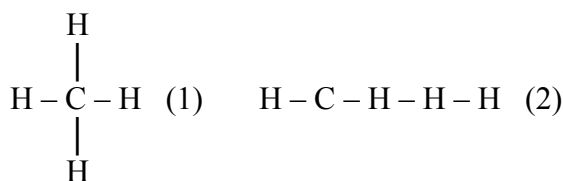
Задания для самостоятельной работы

1. Чем органические вещества отличаются от неорганических по составу?.
2. Органическими или неорганическими веществами являются оксиды углерода, угольная кислота и ее соли (обоснуйте).
3. Назовите свойства, общие для всех органических веществ.
4. Назовите особенности атомов углерода в органических веществах.

10.3. Основные положения теории строения органических соединений.

К середине XIX века было получено большое число органических веществ, но объяснить их особенности в рамках существующих представлений было невозможно. Установление взаимосвязи свойств и строения вещества стало возможным благодаря разработке А.М. Бутлеровым основ теории строения органических соединений, которую он осуществил в 60 годах XIX века. Теорию, предложенную А.М. Бутлеровым и дополненную другими учеными можно изложить в виде основных положений:

1. *Атомы в молекулах располагаются в строго определенном порядке, исходя из их валентности*, т.е. строение органического вещества можно выразить структурной формулой:



Формула (1) отражает реальное расположение атомов в молекуле друг относительно друга (ней соблюдено правило валентности), чего нет в формуле (2).

2. *Свойства вещества зависят как от его количественного и качественного состава, так и от порядка расположения атомов в молекуле*, т.е. от строения вещества.

Доказательством этого положения является существование изомерии. Например, веществу состава $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ соответствуют два вещества: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (этанол или этиловый спирт) и

$\text{CH}_3\text{—O—CH}_3$ (диметиловый эфир), которые за счет различия в строении молекул сильно отличаются друг от друга по свойствам (как физическим, так и химическим); этанол является активным многофункциональным веществом (более 10 химических свойств), а диметиловый эфир способен только к горению, разложению и к реакциями замещения.

3. *Атомы в молекулах оказывают друг на друга взаимное влияние, от которого зависят свойства веществ*. Так, вещество CH_3OH (метиловый спирт) не подвергается диссоциации, так как гидроксидная группа связана с группой CH_3 , (радикал метил) обладающей слабыми поляризующими свойствами, а соединение HCOOH (муравьиная кислота) способна к диссоциации по кислотному типу, так как группа OH связана с карбонильной группой ($=\text{C}=\text{O}$), которая обладает высокой поляризующей способностью.

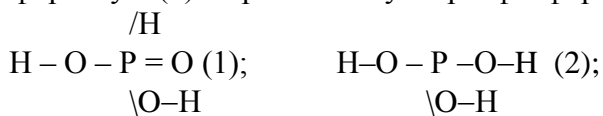
Теория строения органических соединений применима для химии в целом, но без нее невозможно понимание свойств органических веществ, поэтому она изучается в органической химии. Она имеет большое значение для органической химии, так как позволяет предсказать исходя из химических свойств вещества его строение, а на основе строения – его свойства. Ее применение сделало возможным проведение многочисленных синтезов различных органических соединений.

Применимость теории строения органических веществ для неорганических:

Первое положение теории: структурная формула углекислого газа:

а) $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ (правильная, почему?); б) $\text{C}-\text{O}-\text{O}$ (неправильная)

Второе положение теории: изомеры характерны не только органическим, но и неорганическим вещества. Например, формула H_3PO_3 характеризует двухосновную фосфористую (1) и трехосновную ортофосфористую (2) кислоты (последняя неустойчива)



Третье положение теории строения веществ можно проиллюстрировать рассмотрением влияния степени окисления и радиуса атома химического элемента на свойства групп OH в гидроксидах [это объясняет способность гидроксидов проявлять основные (KOH), кислотные (H_2CO_3) свойства или быть амфотерными ($\text{Be}(\text{OH})_2$] (см. раздел 7.13).

Задания для самостоятельной работы

1. Кто, сформулировал основные положения теории строения органических веществ?
2. Чем важна теория строения химических соединений (общехимический уровень)?
3. Почему познание органических веществ практически невозможно без понимания основ теории их строения?

10.4. Гомологи, гомологические ряды, радикалы.

10.4.1. Гомологи, гомологические ряды.

Органические вещества образуют **гомологические ряды** – совокупность органических соединений с одинаковым качественным составом, сходным строением, содержащих одинаковые функциональные группы и отличающихся одно от другого на одну или несколько групп CH_2 , которая называется **гомологической разностью**.

Составьте определение понятия «гомолог», исходя из того, что **гомолог** – органическое вещество, являющееся членом гомологического ряда.

Органические соединения объединены в довольно большое число гомологических рядов. Основу большинства из них составляет гомологический ряд метана. Название веществ, образующих этот ряд, является основой номенклатуры многих органических веществ.

Гомологический ряд метана: общая формула – $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$;

CH_4 – (метан)

C_2H_6 ; $\text{CH}_3 - \text{CH}_3$ (этан)

C_3H_8 ; $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ (пропан)

C_4H_{10} ; $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_2 - \text{CH}_3$ (н-бутан)

C_5H_{12} ; $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_3$ (н-пентан)

C_6H_{14} ; $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH}_3$ (н-гексан)

C_7H_{16} ; $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_5 - \text{CH}_3$ (н-гептан)

C_8H_{18} ; $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_6 - \text{CH}_3$ (н-октан)

C_9H_{20} ; $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_7 - \text{CH}_3$ (н-нонан)

$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$; $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_8 - \text{CH}_3$ (н-декан)

.....

$\text{C}_{70}\text{H}_{142}$; $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_{68} - \text{CH}_3$ (н-гептаконтан)

Названия гомологов метана нужно запомнить: на их основе составляются названия многих органических веществ.

10.4.2. Радикалы.

В органической химии большое значение имеют особые частицы – радикалы, знание о которых необходимо для составления названий органических веществ и для понимания сущности реакций в органической химии. Радикалы могут состоять из одного или нескольких атомов, характеризоваться различным составом и валентностью. Их обязательным признаком является наличие одной или нескольких **незавершенных** электронных пар, обуславливающих высокую химическую активность таких частиц. Специфическими для органической химии являются **углеводородные радикалы** – группа атомов углерода и водорода, обладающих одной или несколькими незавершенными электронными парами, и поэтому высокой химической активностью и коротким сроком жизни.

По числу **незавершенных** электронных пар (**неспаренных** электронов) различают одно-, двух- и более валентные радикалы.

Одновалентные радикалы:

1. $\cdot\text{Cl}$ ($-\text{Cl}$): атом хлора является одновалентным радикалом, так как содержит один неспаренный электрон.

2. $\cdot\text{CH}_3$ ($-\text{CH}_3$) – метил; 3. $-\text{C}_2\text{H}_5$ ($\cdot\text{C}_2\text{H}_5$) или $(\cdot\text{CH}_2 - \text{CH}_3)$ – этил;

4. $\cdot\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ ($-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$) или $[-(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3]$ – пропил;

5⁰. $-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ [$\cdot\text{CH}(\text{CH}_3)_2$] или $[-\text{CH}-\text{CH}_3]$ – изопропил;

6. $-(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$ или $\cdot\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ – н-бутил и т.д.

Радикалы 2-6 являются предельными углеводородными. Существуют одновалентные непредельные радикалы, например $\cdot\text{CH}=\text{CH}_2$ – винил, а также ароматические, например $\cdot\text{C}_6\text{H}_5$ (фенил) и т.д.

Название одновалентного радикала образуется заменой окончания «ан» на окончание «ил» в названии предельного углеводорода [метан (CH_4) – метил ($\cdot\text{CH}_3$)]

Существуют *многовалентные* радикалы: $=\text{CH}_2$ (метилен); $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ (этилиден) и др.

Задания для самостоятельной работы

1. Сформулируйте понятия «гомолог», «гомологический ряд», «гомологическая разность», «радикал», «углеводородный радикал».
2. Найдите среди приведенных формул веществ те, которые являются гомологами:
а) C_2H_2 ; б) C_2H_4 ; в) C_6H_{12} ; г) C_3H_6 .
3. Напишите формулы двух веществ, являющихся гомологами ацетилен (C_2H_2).
4. Назовите три признака, отличающие радикал от молекулы.
5. Напишите формулы и назовите одновалентные радикалы, которые можно получить из: а) метана; б) этана; в) пропана (два радикала).

10.5. Изомеры, Изомерия.

Для органических веществ большое значение имеет изомерия, которая является одной из причин многообразия органических веществ.

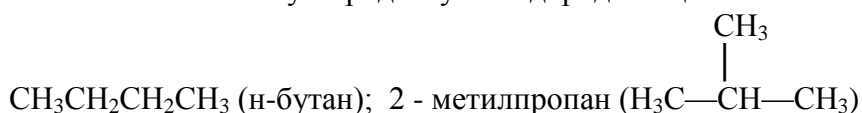
Явление существования изомеров называется *изомерией*.

Изомерами называют вещества, имеющие одинаковый качественный и количественный состав (одинаковую эмпирическую формулу), но различное расположение атомов в молекуле (*разное строение*), а вследствие этого различные свойства».

Например, формула C_2H_6O характеризует два вещества: диметиловый эфир (CH_3-O-CH_3) и этанол (CH_3CH_2OH), т.е. эти вещества являются изомерами.

Изомерия многообразна. Важнейшие виды изомерии:

1. *Изомерия строения углеводородной цепи*: изомеры отличаются друг от друга расположением атомов углерода в углеводородной цепи:



2. *Изомерия положения кратной* (двойной или тройной) связи:
 $C^1H_2=C^2H-C^3H_2-C^4H_3$ (бутен-1); $C^1H_3-C^2H=C^3H-C^4H_3$ (бутен-2)

3. *Изомерия положения функциональной группы*:
 $C^1H_3C^2H_2C^3H_2OH$ (пропанол-1); $C^1H_3C^2(OH)HCH_3$ (пропанол-2)

5. *Межклассовая изомерия* – изомеры принадлежат к разным классам органических веществ:

CH_3-CH_2-OH (этанол, этиловый спирт, класс спиртов);

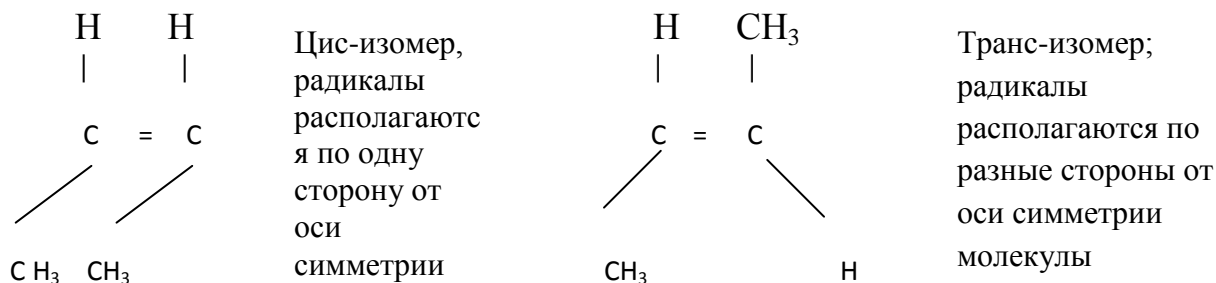
CH_3-O-CH_3 (диметиловый эфир, класс простых эфиров). Их эмпирическая формула – C_2H_6O .

Разновидностью межклассовой изомерии является таутомерия.

Изомерия, при которой изомер одного класса соединений самопроизвольно превращается в изомер, принадлежащий к другому классу соединений, называется *таутомерией*.

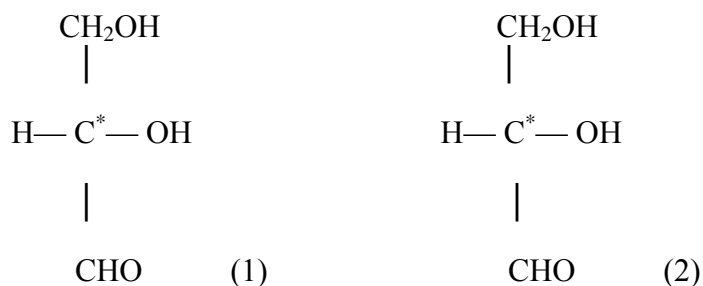


4. *Геометрическая* изомерия (свойства вещества зависят от расположения радикалов относительно двойной связи).



6. Оптическая изомерия.

Изомеры данного типа изомерии вещества способны смещать плоскость поляризованного луча в противоположные стороны: влево (L-изомеры) или вправо (D-изомеры), например:



(1). D-глицериновый альдегид, способен смещать плоскость поляризованного луча вправо; (2). L-глицериновый альдегид смещает плоскость поляризованного луча влево. С* – асимметричный атом углерода; он асимметричен потому, что связан четырьмя различными частицами (–ОН; –Н; –СН₂ОН и –СНО).

Поляризованным называется луч света, пропущенный через призму из исландского шпата (призму Николя)

Существуют и другие виды изомерии.

Задания для самостоятельной работы

1. Поясните, чем изомеры отличаются от других химических соединений.
2. Найдите среди приведенных формул веществ те, которые являются изомерами:
а) СН₃–СН₂–ОН; б) СН₃–СН₂–СН₂–ОН; в) СН₃–О–СН₃; г) СН₃–О–СН₂–СН₂–СН₃.
3. Чем оптические изомеры отличаются от межклассовых изомеров?

10.6. Функциональные группы. Типы реагентов.

10.6.1. Важнейшие функциональные группы.

Органические соединения образуют большое число классов, принадлежность к которым определяется наличием или кратных связей, или **функциональных групп** – атомов или групп атомов, определяющих все характерные свойства данного класса соединений или конкретного вещества.

Важнейшими функциональными группами являются:

1. Гидроксидная группа или гидроксогруппа ($-\text{OH}$); определяет характерные свойства спиртов и фенолов.

2. Карбонильная группа ($=\text{C}=\text{O}$) определяет свойства кетонов.

3. Альдегидная группа ($-\text{C}=\text{O}$)

\ Н образована карбонильной группой, связанной одной химической связью с водородом, другой – с радикалом; характеризует типичные свойства альдегидов.

4. Карбоксильная группа ($-\text{COOH}$; $\text{H}-\text{O}-\text{C}=\text{O}$) характеризует свойства органических кислот

5. Аминогруппа ($-\text{NH}_2$) определяет свойства первичных аминов. И др.

10.6.2. Типы реагентов по их средству к электронам или протонам.

Для понимания сущности и механизмов химических процессов между органическими веществами нужно знать тип реагента по его средству (способности к реализации взаимодействия) к электрону или протону. По этому признаку различают два типа реагентов.

1. **Нуклеофильные реагенты** – это вещества, имеющие средство (активно взаимодействующие) к протону (H^+), например OH^- ; NH_3 , различные амины и т.д.

2. **Электрофильные реагенты** – вещества, имеющие большое средство к электрону, например галогены (F_2 , Cl_2 , Br_2 и др.), азотная кислота, H^+ , и т.д.

Из общей химии *вспомните* сведения о строении атома углерода, его валентных состояниях, а также понятия «гибридизация электронных облаков», и ее виды (sp , sp^2 , sp^3), ковалентная и ионная связь; сигма-связь; пи-связь, электроотрицательность атомов. Знание этих понятий необходимо для правильного понимания свойств органических соединений и химических процессов, протекающих между органическими веществами.

Задания для самостоятельной работы

1. Назовите основные признаки функциональной группы.

2. Чем функциональная группа отличается от радикала?

3. Напишите формулы функциональных групп, характеризующих: а) фенолы; б) кетоны; в) карбоновые кислоты.

4. Среди приведенных формул реагентов найдите те, которые являются нуклеофильными: а) OH^- ; б) Cl_2 ; в) Br_2 ; г) NH_3 .

10.7. Номенклатура органических веществ.

Номенклатура органических веществ – это их названия. Органические вещества многообразны, их открывали или синтезировали в разное время, поэтому и названия сначала были бессистемными. Позднее были разработаны принципы составления названий органических соединений. На современном этапе развития органической химии существует три типа названий органических веществ.

1. *Тривиальная* или *историческая* номенклатура: названия веществам присваивались по источнику получения, автору, впервые синтезировавшему вещество и др.; (глицерин, уксусный альдегид и т.д.).

2. *Рациональная* номенклатура: название вещества строится по определенным правилам. Так, при составлении названия гомологов парафинов избирается скелет какого либо вещества (метана или др.), называют радикалы, которые с ним связаны и прибавляют название вещества, скелет которого был избран.

Примером рационального названия может служить триметилметан, формула которого $\text{CH}_3\text{--C--CH}_3$
 $\quad \quad \quad \backslash$
 $\quad \quad \quad \text{CH}_3$; Вещество названо так потому, что в центре формулы избран скелет метана, в котором три атома водорода заменены на три радикала метила (CH_3).

Главный недостаток этой номенклатуры: нет общих принципов составления названий.

3. *Систематическая* номенклатура (ИЮПАК) – наиболее совершенная на сегодняшний день; ее наиболее часто используют.

Названия органических веществ по ИЮПАК составляют на основе общих принципов, принятых международным научным сообществом:

1*. В основе систематической номенклатуры лежат названия гомологов метана, т.е. алканов (их необходимо знать).

2*. Производными гомологов метана являются одновалентные радикалы. Называя одновалентный радикал нужно в названии гомолога заменить окончание «ан» на «ил» (этан – этил). В названиях двухвалентных радикалов окончание «ан» заменяют на «илиден».

3*. Составляя названия алкенов (гомологи этилена), вместо окончания «ан» вводят окончание «ен» (этан – этен); для алкинов (гомологов ацетиленов) вводится окончание «ин» (этан – этин); для алкандиенов (диеновых углеводородов) – окончание «диен» (бутан – бутadiен). Циклоалканы (циклопарафины) называют добавлением к названию гомолога метана приставки «цикло» (пропан – циклопропан) и т.д.

4*. Названия одноатомных предельных спиртов составляют добавлением к названию углеводорода окончания «ол» (метан – метанол).

5. Кетоны называют, добавляя к названию углеводорода окончание «он» (пропан – пропанон); альдегиды – к названию углеводорода добавляют окончание «аль» (метан – метаналь). Название кислоты составляют, вводя в название углеводорода, из которого она получилась окончание «овая» и слово «кислота» (метан – метановая кислота) и т.д.

Рассмотрим особенности составления названий веществ по номенклатуре ИЮПАК:

1. Выбирается самая длинная углеводородная цепь, желательна прямая; в нее обязательно должны входить функциональные группы, кратные (двойные или тройные) связи (если такие имеются).

2. Атомы углерода нумеруются, причем нумерация начинается от того атома, ближе к которому располагается радикал, двойная (тройная) связь, функциональная группа.

3. В начале названия записывают номер атомов углерода (для каждого радикала *обязательно*), около которых располагаются углеводородные радикалы; называют число радикалов греческим числительным (2 – ди, 3 – три, 4 – тетра, 5 – пента, 6 – гекса и т.д.); записывают название радикала, при этом радикалы называют в порядке их усложнения (сначала метил, потом этил и т.д.).

4. Название вещества завершает название соединения, в скелете которого располагаются перечисленные радикалы; полное завершение названия включает в себя

номер атома углерода, около которого находится двойная или тройная связь (берется меньший номер) или функциональная группа.

Примеры составления названий органических веществ:

1*. $C^4H_3 - C^3H - C^2H = C^1H_2$ – 3-метилбутен-1



2. $CH_3 - C - CH - CH - CH_3$ – 3,4,4-триметилпентанол-2



Примечание: в органической химии часто используют тривиальные названия, которые **необходимо** запоминать.

Задания для самостоятельной работы

1. Назовите виды номенклатур органических веществ, приведите примеры трех исторических названий веществ.

2. Запишите формулу диметилацетилена; по какой номенклатуре оно названо?

3. Запишите формулу 2,3-диметил-3-этилгексена-1.

10.8. Классификация органических веществ

Углерод с различными химическими элементами образует огромное число различных веществ, которые имеют очень сложную классификацию.

Рассмотрим особенности классификации и некоторые классы органических соединений.

По строению молекул органические вещества делят на ациклические, карбоциклические и гетероциклические.

Ациклическими называют органические вещества с открыто цепной молекулой. Их называют также **алифатическими**, или соединения **жирного** ряда. Примером таких соединений является н-бутан: $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)}_2\text{-CH}_3$.

Карбоциклическими называют вещества, молекулы которых имеют циклические группировки, образованные атомами углерода. Примером карбоциклических органических веществ являются бензол (C_6H_6), циклопарафины [циклопропан – $(\text{CH}_2)_3$] и др.

Гетероциклические соединения, содержат в молекулах циклические группировки, включающие кроме атомов С атомы О, S, N и др. [тимин; сахароза и др]

Каждая из этих групп подразделяется на классы, в зависимости от того, какие функциональные группы содержит данный класс соединений.

1. Углеводороды – вещества, состоящие из углерода и водорода.

Углеводороды подразделяют на классы, важнейшие среди которых:

1.1. **Алканы** – предельные углеводороды, парафины – углеводороды, в молекулах которых реализуются только одинарные связи (сигма-связи); образуют гомологический ряд метана.

1.2. **Алкены**, олефины, углеводороды ряда этилена – содержат одну двойную связь, т.е. в их молекулах кроме сигма-связей реализуется одна пи-связь; они образуют гомологический ряд этилена (аналогично ряду метана).

1.3. **Алкандиены**, диеновые углеводороды; их молекулы содержат двойных связи; сложная группа соединений, включающая три класса: кумулированные, сопряженные и изолированные алкандиены; содержащиеся две пи-связи (остальные – сигма-связи) располагаются у разных атомов углерода.

1.4. **Алкины**, **ацетиленовые** углеводороды; их молекулы одну тройную связь, т.е. две пи-связи располагаются у одного атома углерода (остальные связи в алкинах – пи-связи); образуют гомологический ряд ацетилена.

1.5. **Циклоалканы**, циклопарафины, полиметилены; молекулы этих углеводородов содержат циклическую группировку, все связи в молекулах – одинарные, сигма-связи; простейшим циклоалканом является триметилен или циклопропан $(\text{CH}_2)_3$.

1.6. **Арены**, ароматические углеводороды; в составе молекул аренов содержится бензольное ядро; простейшим ареном является бензол C_6H_6 .

2. Галогенопроизводные углеводородов – сложная группа классов органических веществ, содержащих вместо одного или нескольких атомов водорода, такое же число атомов галогена.

3. Спирты – органические вещества, содержащие одну или несколько групп (ОН), связанных с углеводородным радикалом; многочисленная и многообразная группа органических веществ; примером таких веществ является метанол CH_3OH .

4. Фенолы – органические вещества, содержащие гидроксогруппы (ОН), связанные непосредственно с бензольным ядром, например карболовая кислота или фенол ($\text{C}_6\text{H}_6\text{OH}$); это многообразная группа классов органических веществ.

5. Альдегиды – органические соединения, содержащие альдегидную функциональную группу ($-\text{C}=\text{O}$) связанную с углеводородным радикалом; это многообразная группа классов органических веществ; к ним относят предельные одноатомные альдегиды, например, метаналь (HCHO).

6. **Кетоны** – органические вещества, содержащие карбонильную функциональную группу ($=C=O$), связанную с двумя углеводородными радикалами; наиболее известным кетоном является ацетон ($O=C(CH_3)_2$); это многообразная группа классов органических веществ

7. **Карбоновые кислоты** – органические соединения, содержащие одну или несколько карбоксильных групп ($-COOH$), связанных с углеводородным радикалом; многообразная группа классов органических веществ; представителями этих классов являются предельные одноосновные карбоновые кислоты.

8. **Простые эфиры** – вещества, состоящие из двух углеводородных радикалов, связанных атомом кислорода ($R-O-R$)

9. **Сложные эфиры** – продукты реакции этерификации (взаимодействия спирта с кислотой); сложная и многообразная группа классов органических веществ (одна из общих формул $R-O-C-R$);



10. **Амины** – сложная группа классов органических веществ, являющихся производными аммиака, в котором один или все атомы водорода замещены на углеводородный радикал; важнейшим представителем аминов является анилин $C_6H_5NH_2$.

11. **Аминокислоты** – многообразная группа классов органических веществ, содержащих амино- и карбоксильную группу (одну или несколько); простейшим представителем, например NH_2CH_2COOH (аминоуксусная кислота);

12. **Углеводы** – многообразная группа классов органических веществ, состоящих из углерода, водорода и кислорода, имеющих общую формулу $C_n(H_2O)_m$ (для большинства, кроме дезоксирибозы); n или равна m , или больше ее (глюкоза, крахмал и др.).

13. **Жиры** – разновидность сложных эфиров; продукты взаимодействия глицерина и некоторых специфических спиртов и высших жирных карбоновых кислот (наиболее типичные жиры – глицериды, например, тристеарин).

14. **Белки** – природные биополимеры, являющиеся продуктами реакции поликонденсации природных альфа-аминокислот.

15. **Нуклеиновые кислоты** – природные биополимеры, являющиеся продуктами реакции поликонденсации нуклеотидов (дезоксирибонуклеиновые кислоты и др.)

Имеются и другие классы органических веществ.

Задания для самостоятельной работы

1. Чем ациклические углеводороды отличаются от карбоциклических; приведите названия классов углеводородов, принадлежащих к этим веществам.

2. Чем по составу углеводы отличаются от белков?

3. Чем белки отличаются от нуклеиновых кислот?

4. Почему органические вещества считаются производными углеводородов?

10.9. Особенности строения некоторых органических веществ.

Свойства органического соединения зависят от его строения, поэтому важно знать и уметь объяснять свойства вещества исходя из его строения. Ниже рассмотрено строение некоторых наиболее важных органических веществ, изучаемых в курсе химии довузовских профессиональных образовательных учреждений.

10.9.1. *Метан* – первый член гомологического ряда алканов (см. рис.10.1). В его молекулах реализуется полярная ковалентная сигма-связь; валентные электронные облака атома углерода подвергаются sp^3 -гибридизации, поэтому молекула метана имеет форму тетраэдра; валентный угол – $109^{\circ}28'$.

10.9.2. *Этилен* – первый член гомологического ряда алкенов; молекула содержит одну двойную связь, которую образуют одна сигма и одна пи-связь, т.е. по одному р-электрону от каждого атома углерода затрачивается на образование пи-связи; остальные три электрона (s и два p) используются на образование сигма-связей, т.е. в молекуле этена реализуется sp^2 -гибридизация, поэтому молекула этена – плоская; валентный угол между атомами водорода в группах CH_2 составляет 120° (см. рис 10.2).

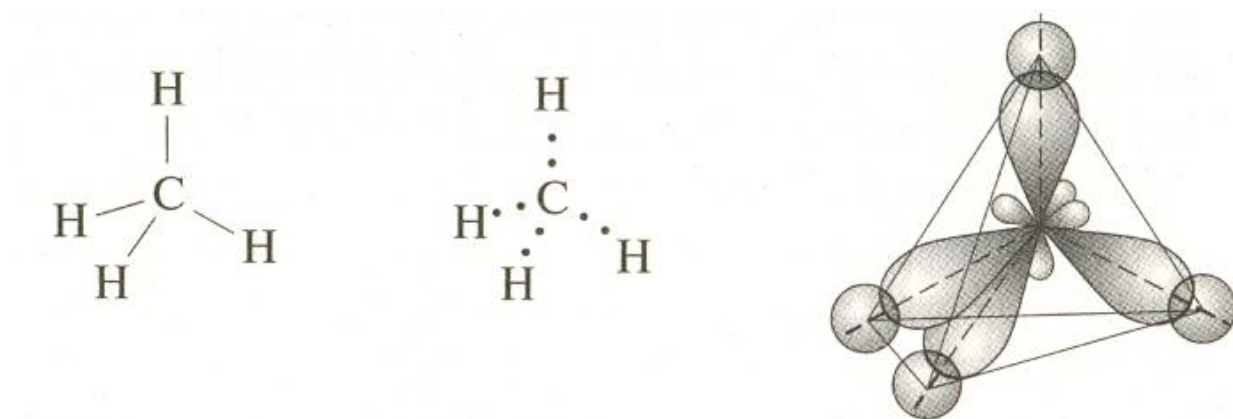


Рис. 10.1. Строение молекулы метана

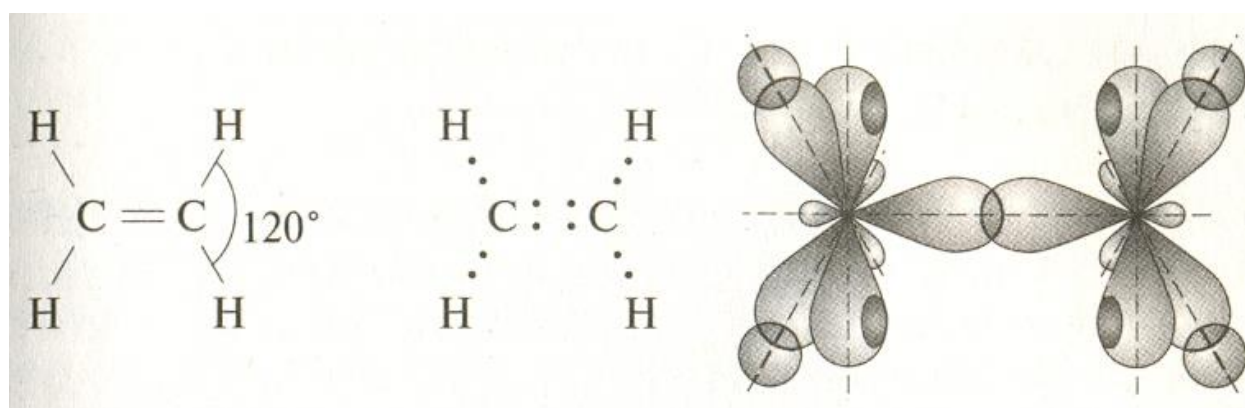


Рис. 10.2. Строение молекулы этена (этилена)

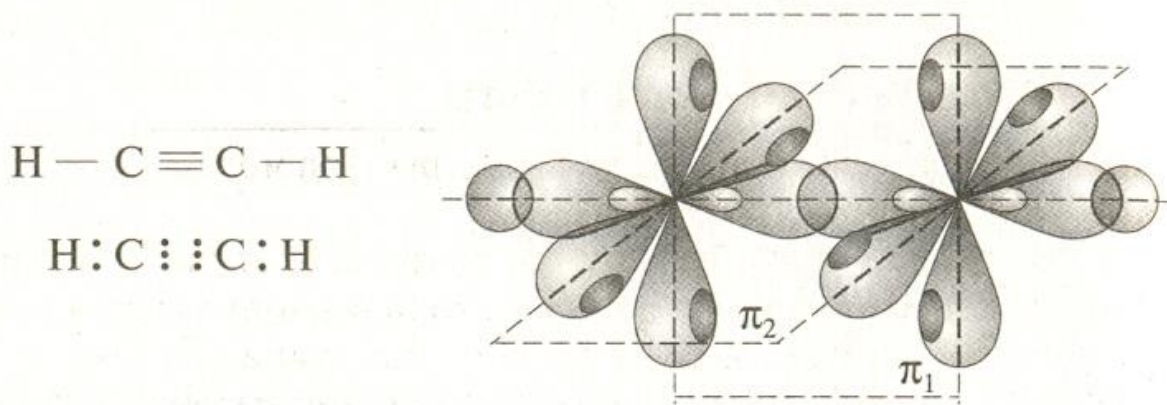


Рис. 10.3. Строение молекулы этина (ацетилена)

10.9.3. *Ацетилен* – первый член гомологического ряда алкинов; молекула содержит одну тройную связь, которую образуют одна сигма и две пи-связи, т.е. по два р-электрона от каждого атома углерода затрачивается на образование пи-связей; остальные два электрона (s и p) используются на образование сигма-связей, т.е. в молекуле этина реализуется sp^3 -гибридизация, поэтому молекула ацетилена линейна (см. рис 10.3).

10.9.4. *Дивинил* (бутадиен-1,3); сопряженный диеновый углеводород, содержит две двойные связи, располагающиеся через один атом углерода. Четыре р-электрона от каждого атома углерода перекрываются друг с другом, образуя общее электронное облако, состоящее из четырех электронов (пи-сопряжение). В молекуле осуществляется sp^2 – гибридизация (см. рис 10.4).

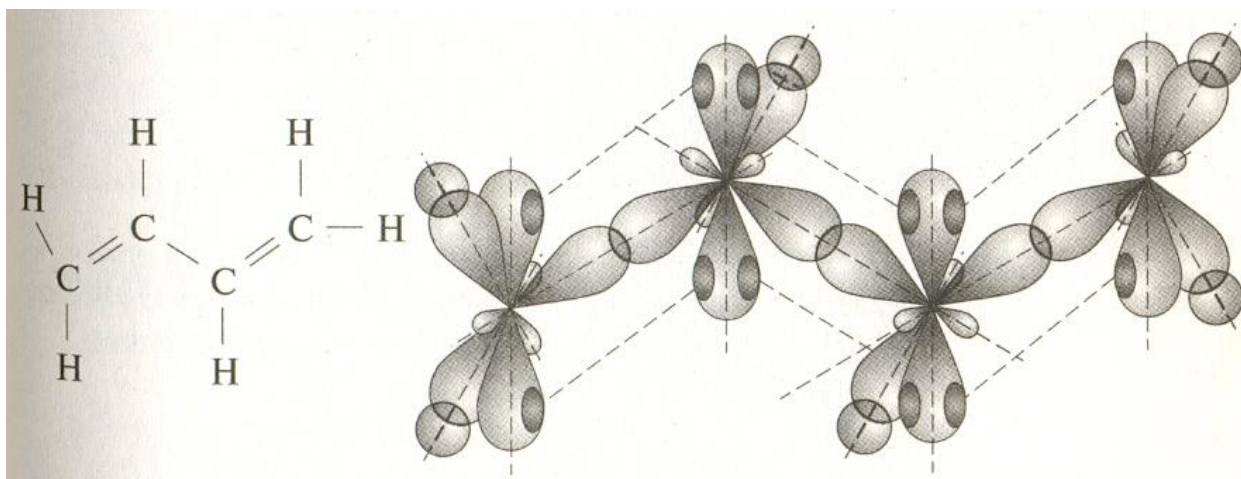


Рис 10.4. Строение молекулы бутадиена-1,3 (дивинила)

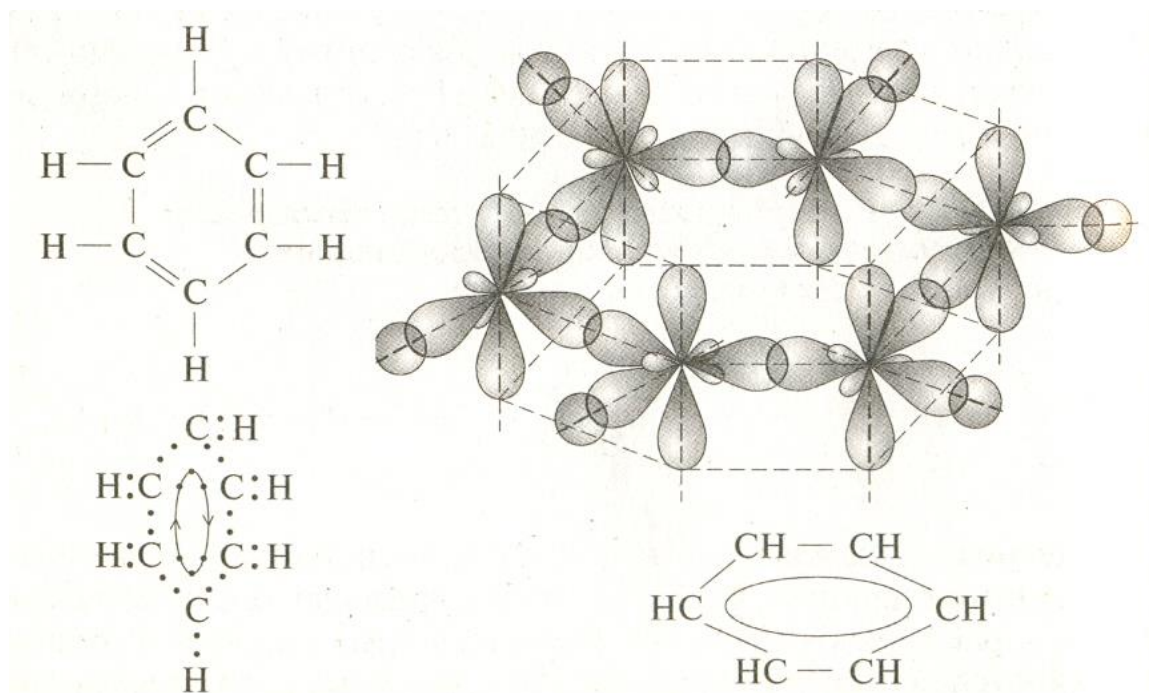


Рис. 10.6. Структура молекулы бензола

10.9.5. Структура молекулы бензола. Причины ароматичности.

В молекуле бензола около каждого атома углерода содержится по одному неспаренному p -электрону, поэтому остальные три связи гибридованы, (реализуется sp^2 -гибридизация). Неспаренные p -электроны подвергаются двустороннему перекрыванию с соседними электронами и возникает шестичленный электронный цикл, связывающий в единое целое бензольное ядро. В бензольном ядре между атомами углерода возникает 6 сигма-связей и связь, осуществляемая за счет двустороннего перекрывания шести p -электронов (гексета электронов) – эта связь называется *ароматической*. Она придает особую устойчивость бензольному ядру: несмотря на высокую неопределенность бензола, он вступает в реакции замещения, а реакция присоединения возможна только при высоких энергетических затратах извне.

Задания для самостоятельной работы

1. Какова пространственная структура молекулы метана и почему?
2. Охарактеризуйте строение молекул: а) этена; б) этина; в) бензола.
3. Охарактеризуйте сущность явления гибридизации электронных облаков и назовите виды гибридизации у этана, этена, этина, бензола.
4. Что такое ароматичность и почему бензольное ядро обладает высокой устойчивостью.

10.10. Взаимное влияние атомов в молекулах органических веществ.

Свойства веществ зависят от его состава, строения, и взаимного влияния атомов в молекулах друг на друга, что нужно знать при изучении свойств органических веществ.

10.10.1. *Влияние радикалов и кислорода на свойства предельных одноатомных спиртов.*

Предельные одноатомные спирты содержат одну гидроксогруппу, связанную с предельным углеводородным радикалом и являются производными алканов. Атом кислорода гидроксогруппы поляризует связь Н–С в радикале, поэтому спирты окисляются значительно легче по атому углерода, связанному с ОН-группой, чем соответствующие парафины (см. схему 10.1); стрелками в формуле показано смещение общих электронных пар.

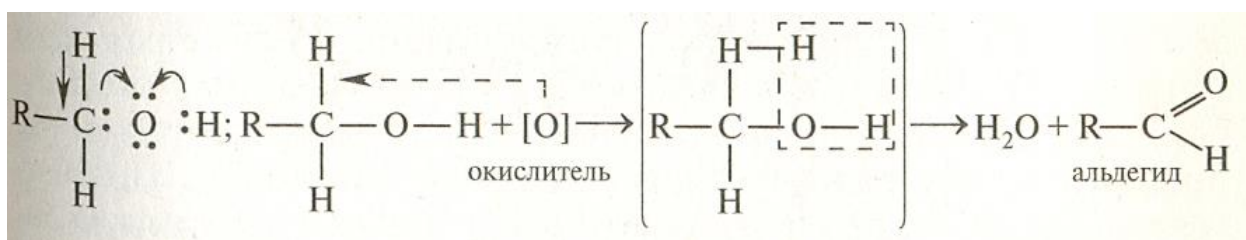


Схема 10.1. Поляризующее воздействие кислорода и особенности химических свойств предельных одноатомных спиртов.

Поляризующее воздействие радикала на гидроксидную в молекулах спиртов группу невелико, поэтому предельные одноатомные спирты практически не проявляют кислотных свойств, которые ослабляются по мере усложнения радикала (у метанола кислотные свойства выражены в большей степени, чем у бутанола-1).

10.10.2. *Влияние гидроксогрупп на свойства предельных многоатомных спиртов.*

Предельные многоатомные спирты содержат две или более группы ОН, что приводит к усилению кислотных свойств, так как увеличивается поляризующее воздействие кислорода, входящего в их состав. Поэтому полиатомные спирты (в отличие от одноатомных) реагируют не только со щелочами, но и с нерастворимыми основаниями (см. схему 10.2).

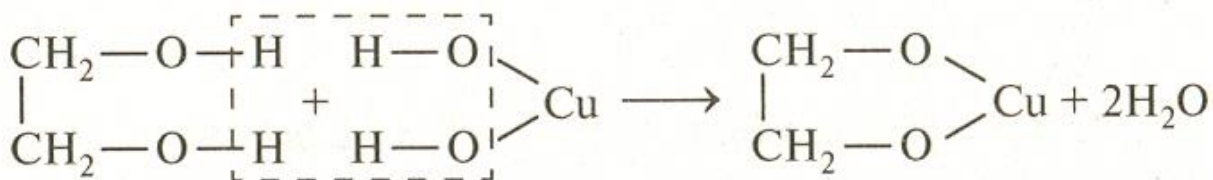


Схема 11.2. Поляризирующее воздействие гидроксогрупп (на примере этиленгликоля)

В глицерине наблюдается аналогичное влияние гидроксогрупп друг на друга.

10.10.3. Особенности химических свойств фенола, связанные с воздействием бензольного ядра и гидроксогруппы друг на друга в его молекуле.

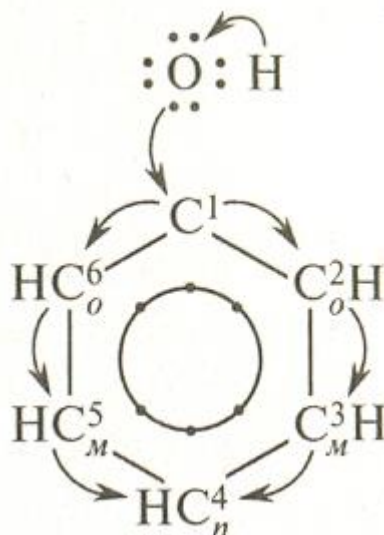


Схема 10.3. Воздействие группы OH на электронную плотность в бензольном ядре молекулы фенола.

В молекулах фенола реализуется воздействие группа как гидроксогруппы на свойства бензольного ядра, так последнего на первое, что существенно влияет на особенности химических свойств карболовой кислоты.

1. Влияние гидроксидной группы на свойства бензольного ядра.

Группа OH является заместителем 1-го рода, т.е. не содержит двойных (тройных) связей, за счет чего обогащает бензольное ядро дополнительной «электронной плотностью» (аналогичным воздействием обладает любой предельный углеводородный радикал).

В бензольном ядре имеется большой дефицит электронов (до предельного состояния недостает шести электронов). Поэтому бензольное ядро будет притягивать к себе общую электронную пару от гидроксидного кислорода. За счет этого в орто- (o, или 2, 6) и пара- (p, 4) положениях бензольное ядро (в целом) становится более реакционноспособным относительно реакции замещения с электрофильными реагентами и заместители будут направляться преимущественно в пара- и орто-положения (чем выше электронная плотность, тем легче замещается атом водорода в бензольном ядре: в положениях 2, 4, 6). Особенности воздействия гидроксогруппы показано на схеме 10.3.

Особенности реакции замещения в феноле видны из схемы 10.4 его взаимодействия с бромом:

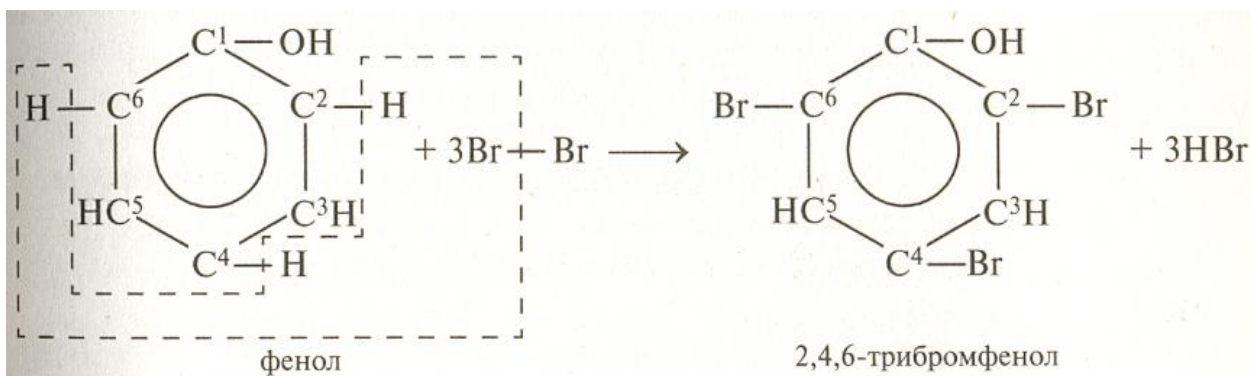
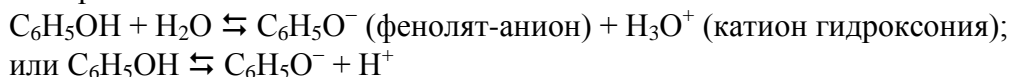


Схема 10.4. Взаимодействие фенола с бромом

2. Влияние бензольного ядра на свойства гидроксогруппы.

Под воздействием бензольного ядра связь «Н–О» поляризуется; поэтому фенол (карболовая кислота) способен к диссоциации с отщеплением катиона гидроксония, т.е. фенол проявляет кислотные свойства:



10.10.4. Особенности химических свойств анилина, связанные с воздействием бензольного ядра и аминогруппы друг на друга в его молекуле

Анилин ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) в составе своих молекул содержит аминогруппу ($-\text{NH}_2$), связанную с бензольным ядром. Аминогруппа влияет на бензольное ядро аналогично гидроксогруппе (ОН) в феноле, так как является заместителем 1-го рода (поясните, почему).

Влияние бензольного ядра на аминогруппу состоит в том, что основные свойства этой группы ослабевают за счет обеднения атома азота электронной плотностью и уменьшения его нуклеофильности.

10.10.4. Особенности химических свойств бензойной кислоты, связанные с воздействием бензольного ядра и карбоксильной группы друг на друга в ее молекуле

1. Бензойная кислота $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ содержит карбоксильную группу, в которой имеется двойная связь $\{\text{H}-\text{O}-\text{C}(=\text{O})\}$. Группа $-\text{COOH}$ является заместителем II-рода. Под ее воздействием бензольное ядро обедняется электронной плотностью за счет смещения электронной пары от углерода бензольного ядра к углероду карбоксильной группы. При этом общая реакционная способность бензольного ядра к реакции замещения с электрофильными реагентами уменьшается (с нуклефильными – наоборот), а заместители направляются в мета-положения (положения 3,5), так как в этих положениях остается большая электронная плотность по сравнению с пара- и орто-положениями. Особенности воздействия группы «COOH» на взаимодействие бензойной кислоты показаны на схеме 10.5.

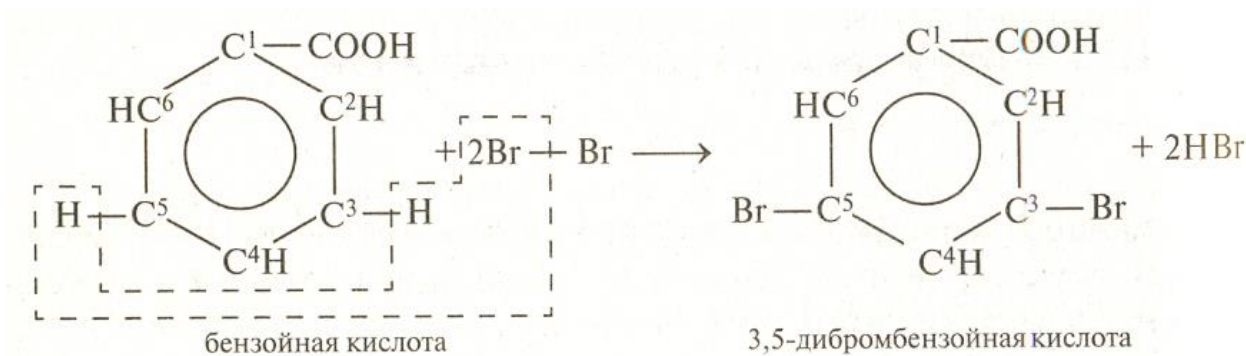


Схема 10.5. Взаимодействие бензойной кислоты с бромом

2. Влияние бензольного ядра на группу «–COOH» состоит в том, что бензойная кислота является более сильной, чем предельные одноосновные кислоты за счет того, что бензольное ядро смещает к себе общие электронные пары от атома углерода карбоксильной группы, что приводит к поляризации связи Н–О в карбоксильной группе и усилению способности диссоциации.

10.10.5. Особенности свойств предельных одноосновных карбоновых кислот связанные с взаимным влиянием атомов.

Предельные одноосновные карбоновые кислоты содержат карбоксильную группу. Они проявляют кислотные свойства потому, что группа ОН связана с карбонильной группой (–C=O), которая сильно поляризует связь «Н–О–» (см. схему 10.6).

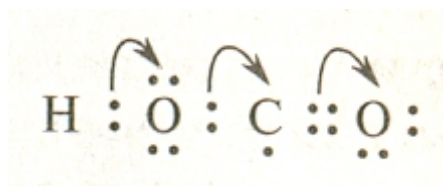


Схема 10.6. Поляризация связей в карбоксильной группе

Попадая в воду, карбоновые кислоты подвергаются диссоциации по типу кислот: $\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$

Карбоксильная группа оказывает поляризующее воздействие на углеводородный радикал (схема 10.7), поэтому атомы водорода у альфа-углерода (связан непосредственно с группой «–COOH») легко замещаются на атомы галогенов:

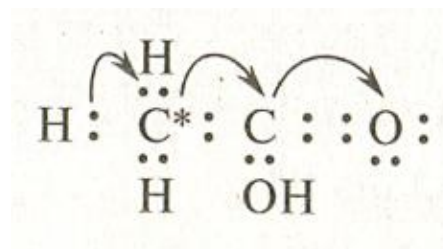


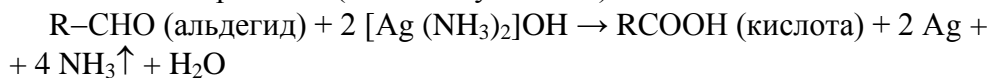
Схема 11.7. Поляризация связей в углеводородном радикале предельных карбоновых кислот (C* — альфа-углерод)

10.10.6. Особенности свойств альдегидов.

Альдегиды, содержат альдегидную группу (H–C=O).

\ Кислород карбонильной группы

поляризует связь H–C альдегидной группы, поэтому альдегиды легко окисляются при небольшом нагревании (в мягких условиях):



Задания для самостоятельной работы

1. Почему глицерин проявляет более сильные кислотные свойства, чем этанол?
2. Почему уксусная кислота слабее муравьиной?
3. Какая из кислот – уксусная, хлоруксусная, дихлоруксусная или трихлоруксусная является более сильной (обоснуйте)?
4. Вступает ли фенол в реакцию замещения с азотной кислотой (обоснуйте)?
5. Почему фенол называют «карболовой кислотой» (обоснуйте)?