Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Естественные и математические науки»

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические указания к выполнению контрольной работы
для студентов направлений

18.03.01 «Химическая технология»

заочной формы обучения

Энгельс 2025

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Введение

Органическая химия относится к фундаментальным наукам, формирующим бакалавров химического профиля. Как самостоятельная дисциплина, органическая химия базируется на теории строения органических соединений А. М. Бутлерова. Изучение органической химии представляет для начинающих некоторые трудности вследствие большого объема фактического материала, значительного количества новых понятий, своеобразия номенклатуры и самой тесной связи всех разделов между собой. Усвоение курса требует систематичности и соблюдения строгой последовательности: переходить к изучению каждого следующего раздела можно лишь после того, как усвоен предыдущий. Нельзя механически запоминать формулы, уравнения реакций и т.п.; необходимо уяснить особенности строения тех или иных классов и сущность их взаимных превращений. Весьма полезно вести краткий конспект, в котором по каждому классу соединений должны быть выделены следующие вопросы: особенности строения соединений данного класса, функциональная группа, явление изомерии у соединений этого класса, номенклатура, способы получения, характер химических связей и химические свойства. При написании химических формул органических веществ, следует изображать их структурную, а не брутто-формулу. Разрыв и перенос части структурной формулы на следующую строку недопустим!

ПРОГРАММА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.

Тема 1. Теория строения органических соединений А.М. Бутлерова и ее значение.

Природа и типы химических связей: электровалентная, ковалентная, донорноакцепторная связи. Ковалентная связь в органических соединениях: понятие о гибридизации, простая σ-связь, π-связь. Характеристики ковалентной связи: длина, энергия, полярность. Понятие о химической реакции. Пространственное строение молекул органических соединений. Функциональные группы. Классификация органических соединений.

Методические указания

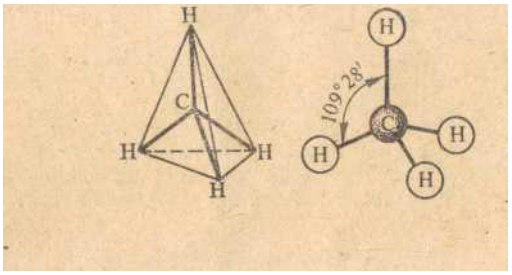
Особое внимание следует обратить на применение органических соединений в различных отраслях промышленности.

Для усвоения курса, прежде всего надо помнить, что молекула каждого органического соединения имеет определенное строение, выражающееся соответствующей структурной формулой. Молекулярная формула (брутто-формула) может соответствовать нескольким органическим соединения

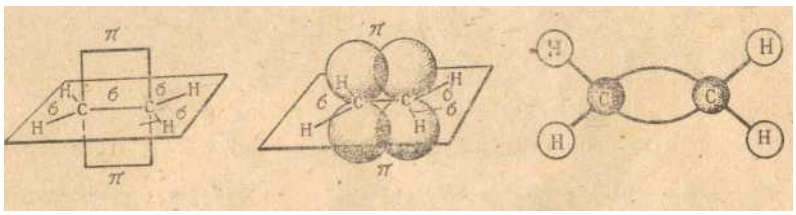
(изомерам), имеющим одинаковый качественный и количественный состав, но различное строение (структурные формулы).

Место углерода в периодической системе элементов и строение атома определяют его способность образовывать во всех органических соединениях только ковалентные связи. Атомы углерода способны соединяться между собой в непрерывные цепи линейного, разветвленного или циклического строения. При этом связь между атомами углерода может быть одинарной, двойной и тройной. *Химическое строение есть порядок соединения атомов и характер их связи в молекуле.* Для каждого вещества существует только одна формула, отражающая его химическое строение. Химические свойства веществ зависят от химического строения их молекул. Атомы, связанные в одну молекулу, влияют друг на друга, причем это влияние наибольшее между атомами, непосредственно связанными друг с другом.

Ковалентная связь в органических соединениях может быть σ-связью или π-связью. *σ-связь* образуется в результате перекрывания гибридных (смешанных и усредненных) орбиталей атома углерода и валентных орбиталей связанных с ним атомов. Перекрывание происходит по прямой, соединяющей центры атомов. Если атом углерода связан с четырьмя другими атомами, все четыре валентных электрона (один s-электрон и три p-электрона) участвуют в гибридизации (sp^3-гибридизацня) с образованием четырех равноценных гибридных sp^3-орбиталей (по осям тетраэдра). В результате атом углерода образует четыре равноценные σ-связи (предельные углеводороды).

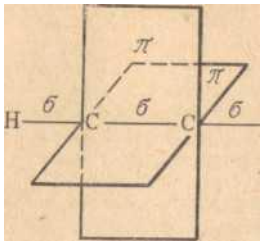


Если углерод связан только с тремя атомами, гибридизуются три валентных электрона (один s-электрон и два p-электрона; sp^2-гибридизация с образованием трех гибридных sp^2-орбиталей, оси которых расположены в одной плоскости. При этом каждый атом углерода образует три σ-связи. Оставшиеся у каждого атома углерода негибридизованные орбитали p-электрона, оси которых расположены перпендикулярно плоскости молекулы, перекрываются между собой боковым перекрыванием и образуют другой вид ковалентной связи — π-связь. Между двумя атомами углерода образуется двойная связь:



Область перекрывания π-связей находится вне плоскости молекулы и потому π-связи менее прочны, чем σсвязи. π-Связи характерны для непредельных углеводородов.

Если атом углерода связан с двумя атомами, например в молекуле ацетилена $H—C\equiv C—H$, он образует две σ-связи (sp-гибридизация) и две π-связи, т.е. между атомами углерода образуется тройная связь:



И σ- и π-связи могут быть полярными и неполярными.

В любой химической реакции осуществляется разрыв одних химических связей в молекуле и образование других. Следовательно, реакционная способность молекулы определяется характером ее связей. Характер связей в молекуле определяет условия их разрыва и, следовательно, условия проведения химических реакций.

Тема **2. Предельные углеводороды (парафины, алканы)**

Гомологический ряд предельных углеводородов. Общая формула. Изомерия предельных углеводородов. Нормальная (линейная) и разветвленная углеродная цепь. Первичный, вторичный, третичный и четвертичный атомы углерода. Алкильные группы (радикалы). Номенклатура предельных углеводородов — систематическая IUPAC (ИЮПАК) (женевская) и рациональная. Способы получения: переработка нефти и природного газа, синтез по Вюрцу. Физические свойства. Химические свойства, радикальное замещение водорода (галогенирование, нитрование по Коновалову, сульфирование).

Методические указания

Обратите внимание на строение и изомерию предельных углеводородов. Весьма важно представление о первичном, вторичном, третичном и четвертичном атомах углерода. Заучите названия первых десяти членов гомологического ряда и усвойте принципы систематической номенклатуры соединений этого ряда. Следует иметь представление и о рациональной номенклатуре. Согласно систематической номенклатуре названия предельных углеводородов

всегда образуются с окончанием *-ан.* Например, углеводороды с прямой (неразветвленной) цепью углеродных атомов:

CH_4—метан,

CH_3—CH_3—этан,

CH_3—CH_2—CH_3—пропан,

CH_3—CH_2—CH_2—CH_3—бутан,

CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3—пентан и т. д.

Соединения с разветвленной цепью рассматриваются как производные углеводородов с прямой цепью. Поэтому чтобы дать название веществу по систематической номенклатуре, нужно:

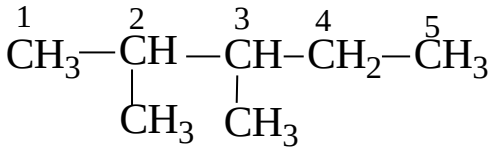
1) Выбрать самую длинную, *главную*, цепь атомов углерода;

2) Пронумеровать ее таким образом, чтобы сумма номером радикалов-заместителей была наименьшей – т.е. выбрать направление нумерации;

3) Указать номера и названия радикалов-заместителей, в алфавитном порядке; если заместители одинаковые, то используются числительные приставки (ди-; три-; тетра-; пента-; и т.д.). При написании названия соединений следует помнить, что между цифрой и буквой ставится дефис;

4) В конце указывается углеводород соответствующий числу атомов углерода главной цепи.

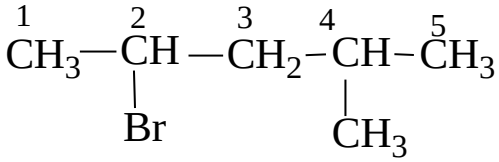
Например:



Такая цепь состоит из пяти атомов углерода. Это соединение рассматривают как пентан с заместителями — метильными радикалами у второго и у третьего углеродных атомов прямой цепи. Чтобы указать в названии положение каждого заместителя, углеродные атомы основной цепи нумеруют, чтобы сумма номеров заместителей была меньшей, т.е. справа налево.

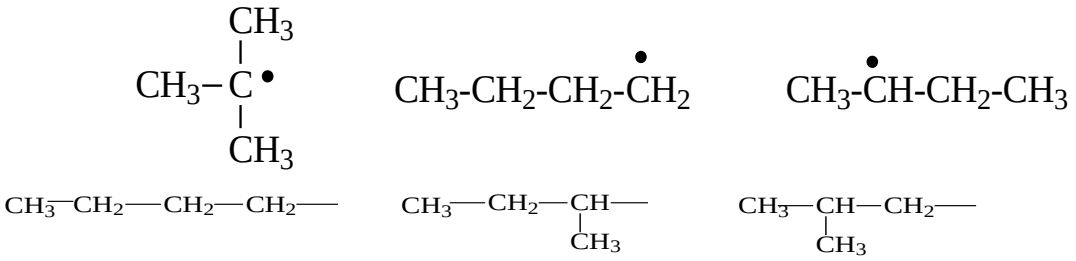
Название соединения начинают с перечисления всех заместителей и их положений в основной цепи. Так, углеводород, формула которого написана выше, будет называться 2,3-диметилпентан.

Тот же принцип используется при образовании названий галогензамещенных. Сначала указывается положение и название заместителей. Например:



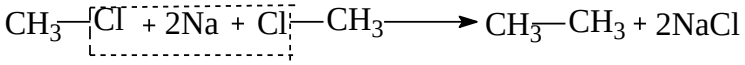
2-бром-4-метилпентан.

Для правильного составления названий органических соединений по систематической и рациональной номенклатурам необходимо знать строение и наименование органических радикалов. *Органический радикал – это часть молекулы углеводорода со свободной валентностью вместо одного атома водорода*. Их наименования образуются из названия углеводорода с тем же числом атомов углерода, но окончание *-ан* заменяется на *-ил:* CH_3 — метил; CH_3—CH_2 — этил. Углеводороды, содержащие *первичные, вторичные* и *третичные* атомы углерода, могут образовывать первичные, вторичные и *третичные* радикалы. Например:



первичный бутил втор-бутил изобутил

При рассматривании способов получения предельных углеводородов, наибольшие затруднения вызывает понимание синтеза по Вюрцу. Этот способ можно рассмотреть на примере реакции взаимодействия двух молекул галогенопроизводного предельного, углеводорода с двумя атомами натрия. Атомы галогена обеих молекул, отщепляясь, связываются с натрием, а два радикала связываются между собой по месту отщепления галогена, образуя предельный углеводород:



Физические свойства предельных углеводородов с увеличением числа углеродных атомов в молекуле закономерно изменяются (от газообразных к жидким, **а** затем к твердым веществам). Предельные углеводороды характеризуются химической инертностью, обусловленной неполярностью σ-связей С—Н и С—С. Для них характерны только реакции радикального замещения водорода на другие атомы (галоген) или группы атомов (нитро-, сульфо-). При радикальном механизме реакции ковалентная связь разрывается с образованием незаряженных частиц с неспаренными электронами. Нагревание (t) и освещение (hν) — необходимые условия радикального разрыва неполярных ковалентных связей.

Вопросы для самопроверки

1. Какие органические соединения называются гомологами и изомерами?
2. Напишите структурные формулы веществ: а) 2,3-диметил-4-этилгексан;
б) 2,2,3-триметилбутан.
3. Как получить по реакции Вюрца: а) гексан; б) 2,3-димегилгексан?
4. Напишите реакции, протекающие при действии хлора (1 моль): а) на этан; б) на 2,2-диметилбутан; в) 2-метилпропан. Назовите полученные соединения.

Тема **3. Непредельные углеводороды**

Этиленовые углеводороды (алкены). Гомологический ряд этиленовых углеводородов. Общая формула. Номенклатура алкенов. Изомерия. Характеристика π-связи.

Способы получения алкенов: дегидрирование предельных углеводородов, дегидратация спиртов, дегидрогалогенирование галогенопроизводных.

Химические свойства этиленовых углеводородов. Реакционная способность π-связи. Реакции присоединения водорода, галогенов, галогеноводородов, воды. Правило Марковникова. Трактовка правила Марковникова с точки зрения электронного строения молекул. Окисление этиленовых углеводородов в мягких и в жестких условиях. Реакции полимеризации и сополимеризации. Строение полимерного звена.

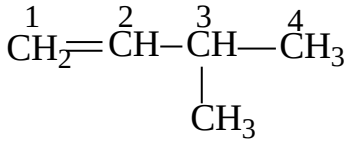
Углеводороды с двумя двойными связями (алкадиены). Типы диеновых углеводородов. Номенклатура. Сопряженные диеновые углеводороды, понятие о сопряжении. Свойства диеновых углеводородов с сопряженными двойными связями: реакции присоединения водорода, галогена, галогеноводородов. Бутадиен, получение по Лебедеву. Полимеризация бутадиена, изопрена, хлоропрена в положение 1,4. Понятие о реакции сополимеризации. Натуральный и синтетический каучук. Использование продуктов полимеризации и сополимеризации в отраслях текстильной и легкой промышленности.

Ацетиленовые углеводороды (алкины). Строение ацетиленовых углеводородов. Гомологический ряд, номенклатура, изомерия, общая формула ряда. Способы получения ацетилена и его гомологов из карбида кальция, дигалогеналканов и ацетиленидов.

Химические свойства ацетиленовых углеводородов. Реакционная способность тройной связи. Реакции присоединения водорода, галогенов, галогеноводородов, воды (реакция Кучерова), цианистоводородной кислоты. Реакция замещения водорода у тройной связи щелочным металлом.

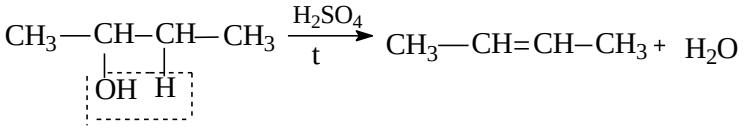
Методические указания

Следует обратить внимание на то, что изомерия непредельных углеводородов более многообразна, чем предельных, так как она может быть вызвана не только разветвлением углеводородной цепи, но и различным положением двойной или тройной связи в цепи. Поэтому согласно систематической номенклатуре в названии не только изменяется окончание *-ан* на *-ен* или *-ин,* но и цифрой указывается положение двойной или тройной связи:



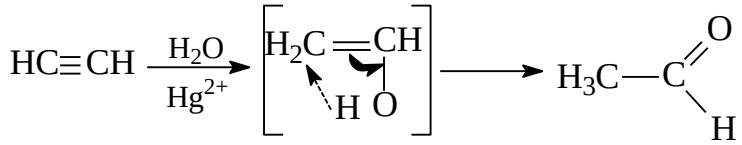
3-метил-1-бутен

При получении непредельных углеводородов дегидратацией спиртов или дегидрогалогенированием галогенопроизводных с функциональной группой в центре молекулы водород отщепляется от соседнего, менее гидрогенизованного (вторичного или третичного) атома углерода:



бутанол-2 2-бутен

Непредельные углеводороды в отличие от предельных (насыщенных) характеризуются высокой реакционной способностью. Это объясняется энергетической непрочностью π-связи и ее пространственной доступностью для атаки извне (см. электронное строение молекулы с двойной и тройной связью). Под действием атакующего реагента в определенных условиях π-связь разрывается; у двух соседних атомов, между которыми разорвалась π-связь, освобождаются валентности. По месту разрыва связей проходит реакция присоединения, в результате чего молекула становится насыщенной. Таким образом, основным типом реакций, характерным для непредельных углеводородов, являются реакции присоединения, а не замещения. Следует помнить, что в случае присоединения к непредельным углеводородам полярных молекул типа галогеноводорода или воды реакция идет по правилу Марковникова. Необходимо уметь объяснить порядок присоединения с точки зрения распределения электронной плотности в каждой из реагирующих молекул. При присоединении воды к ацетилену и его гомологам (реакция Кучерова) образуются уксусный альдегид (из ацетилена) и кетоны (из гомологов) через стадию образования неустойчивых непредельных спиртов

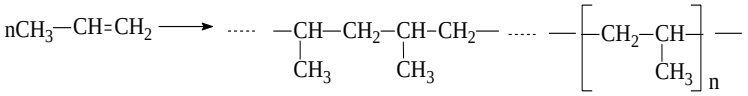


Эта реакция имеет очень большое значение, так как на ней основан промышленный способ получения альдегидов и кетонов.

Интересной особенностью ацетиленовых углеводородов является способность атома водорода, стоящего при атоме углерода, участвующего в тройной связи, замещаться на атомы щелочных металлов с образованием ацетиленидов, легко вступающих в реакции. Так, замещая этот атом металла на алкильный радикал, можно получать гомологи ацетилена:

$$2H_3C{-}C{\equiv}CH + 2Na \longrightarrow 2H_3C{-}C{\equiv}C{-}Na + H_2$$

Углеводороды, содержащие двойную связь, являются исходными веществами (мономерами) для получения высокомолекулярных соединений (полимеров). Реакция превращения мономеров в полимеры называется полимеризацией. Эта реакция широко используется в промышленности для получения полимеров с различными свойствами и различного назначения. Сущность реакции полимеризации состоит в разрыве в определенных условиях π-связей у n-го числа молекул мономера и связывании n-го числа молекул мономеров в длинную молекулу полимера за счет образования новых связей по месту освободившихся валентностей. Следовательно, в образовании длинной полимерной цепи принимают участие только те атомы углерода, у которых есть свободные валентности:

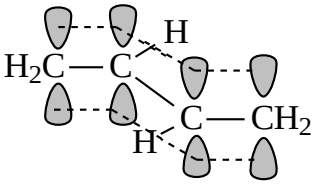


полипропилен — полимерное звено, повторяющееся *n* раз.

Если молекула углеводорода содержит две двойные связи, разделенные одной простой связью, такие диеновые углеводороды называются сопряженными. Сопряжение - это взаимодействие электронных систем двух π-связей с образованием общего π-электронного облака из четырех электронов в поле действия четырех атомов углерода:

Например, сопряженные диены специфично присоединяют молекулы по кратным связям. Причиной является то, что электронные облака двух близко расположенных *π*-связей частично перекрывают друг друга. Исследование молекулы 1,3-бутадиена показывает, что расстояние между первым и вторым, а также третьим и четвертым атомами углерода равны 1.3407А°, т.е. они несколько больше расстояния между атомами, связанными обычными двойными связями (1.34 А°). Расстояние между вторыми и третьими атомами равно 1.48

А°, т.е. меньше расстояния между атомами, связанными обычной простой связью (1.54 А°).

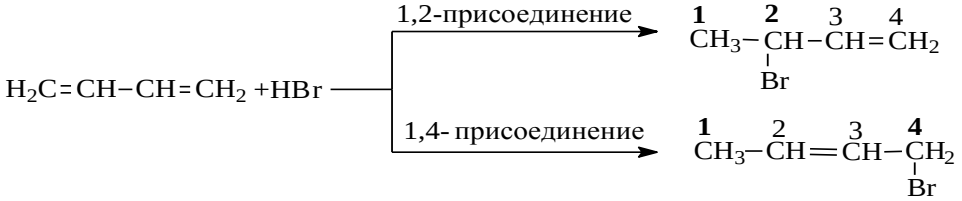


Строение сопряженного диена

Таким образом, в бутадиене расстояния между атомами углерода, связанными одинарной и двойными связями, как бы выровнены и сопряжены, что находит отражение во многих его свойствах.

При атаке такой молекулы извне разрушается вся сопряженная система, и освобождаются валентности у всех четырех атомов углерода.

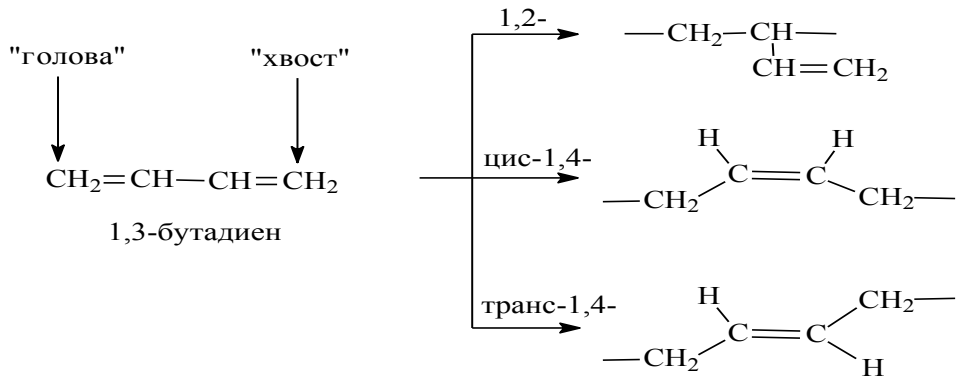
Диеновые углеводороды способны присоединять галогенводороды, водород, галогены и т.д. по одной из двойных связей (1,2-положение) и по крайним атомам сопряженной системы (в 1,4-положение) с перемещением кратной связи. Таким образом, образуются два структурных изомера. В случае 1,2-присоединения реакция идет согласно правилу Марковникова.



Относительные количества продуктов 1,2- и 1,4-присоединения зависят от условий проведения реакции – температуры, природы растворителя, продолжительности процесса.

Аналогично проходит и полимеризация сопряженных диеновых углеводородов. К диенам применимы те же основные принципы полимеризации, что и к алкенам, но особенность их реакций состоит в том, что полимерная цепь может расти путем либо 1,2,- либо 1,4-присоединения мономера к мономеру.

1,4-Полимеризация сопряженных диенов осуществляется по типу «голова к хвосту» и приводит к высокомолекулярным соединениям – каучукам. Эти вещества обладают высокой эластичностью и имеют важное практическое значение.



Вопросы для самопроверки

1. Напишите уравнения реакций получения изомеров бутена из 1-бутанола и 2-бутанола.
2. Напишите уравнения реакций присоединения бромистого водорода (1 моль) к углеводородам: а) 1-бутену; б) 2-бутину; в) 1,3-пентадиену.
3. Какие превращения непредельных соединений могут быть использованы в качественных реакциях на двойную связь?
4. Как с помощью металлического натрия из 1-бутина получить 2-пентин?
5. Какое значение в технике имеет 1,3-бутадиен? Как его получают?

Тема 4. Ароматические углеводороды

Бензол. Строение бензола. Формула Кекуле. Современные электронные представления о строении бензола. Понятие об ароматическом характере бензола и его гомологов. Гомологи бензола: толуол, изомерия дизамещенных бензола (изомерных ксилолов). Получение ароматических углеводородов из каменноугольной смолы, ароматизацией нафтенов. Получение гомологов из бензола по реакции Фриделя — Крафса и по Фиттигу. Стирол. Полистирол. Ароматические радикалы: фенил, фенилены, бензил.

Методические указания

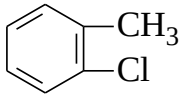
Бензол и его гомологи широко применяются в качестве исходных продуктов в промышленности органического синтеза. Ароматические углеводороды получают перегонкой каменноугольной смолы, дегидрированием циклопарафинов.

Ароматические углеводороды имеют своеобразные свойства, которые следуют из их строения (ароматический характер); несмотря на ненасыщенность молекулы, они трудно вступают в реакции присоединения и легко в реакции замещения (нитрование, галогенирование, сульфирование); бензольное кольцо устойчиво **к** действию окислителей.

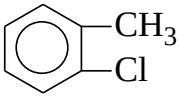
Своеобразие свойств бензола объясняется тем, что шесть p-электронов шести атомов углерода цикла образуют сопряженную систему π-связей, замкнутую в кольцо (ароматический секстет),

энергетически значительно более устойчивую, чем три двойные связи. Таким образом, в бензольном ядре происходит выравнивание связей и возникает особый вид С-С-связи — ароматическая связь, равноценная между всеми атомами углерода.

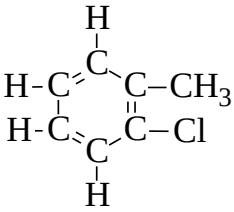
Большое значение имеет правильное написание формул ароматических соединений. Их строение выражают схематической формулой (I или II) и редко структурной развернутой (III). В схематических формулах не показывают атомы углерода ядра и находящиеся при них атомы водорода. В этих формулах следует показывать связь боковой цепи или заместителя с ядром:



I



II



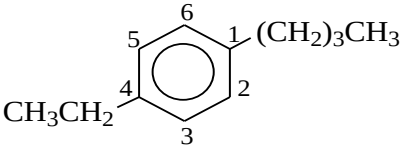
III

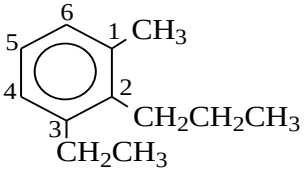
Правила номенклатуры ИЮПАК:

Родовое название моноциклических ароматических соединений – арены. Правила ИЮПАК разрешают пользоваться для моноциклических соединений тривиальные названия. Для указания положения заместителей в ароматическом цикле используют две системы. В первой системе в качестве указателей используют цифры, во второй – буквы.

В первой системе (ИЮПАК), атому углерода с заместителем присваивают цифру «1» и нумеруют цикл так, чтобы сумма цифр у заместителей оказалась наименьшей, а для дизамещенных соединений в положениях 1,2-, 1,3- и 1,4- пользуются специальными приставками (система два) «*орто*-», «*мета*-» и «*пара*-»

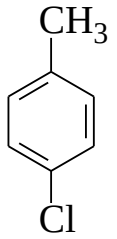
Нумеруют цикл таким образом, чтобы сумма заместителей была наименьшей. Если возможен выбор между одинаковым набором цифр, то нумерацию начинают с заместителя, стоящего первым по алфавиту, например:

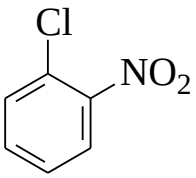


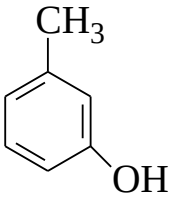


1-бутил-4-этилбензол 1-метил-2-пропил-3- этилбензол

Или, используя систему два, для дизамещенных бензола:

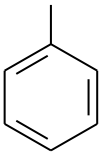


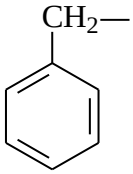


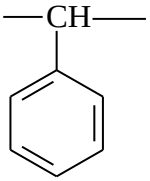


п-хлортолуол *о-нитрохлорбензол* *м-гидроксиголуол*

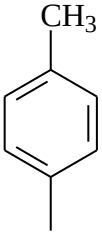
Ароматические радикалы

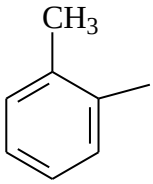


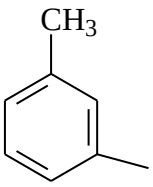




фенил бензил бензилиден







п-толил *о*-толил *м*-толил

Среди ароматических углеводородов, содержащих двойную связь в боковой цепи, наибольший технический интерес представляет стирол, полимеризация которого приводит к образованию полистирола - стекловидной массы с высокими электроизоляционными свойствами.

Вопросы для самопроверки

1. Напишите структурные формулы изомерных метилэтилбензолов. Назовите их.
2. Напишите схему полимеризации стирола.

Тема 5. Химические свойства бензола и его гомоголов. Электрофильное замещение, правило ориентации.

Представление о реакциях электрофильного замещения в бензоле**.** Галогенирование бензола и его гомологов. Условия

проведения реакции галогенирования толуола в ядро и в боковую цепь. Химические особенности соединений, содержащих атом галогена в ядре и в боковой цепи.

Реакция сульфирования. Свойства сульфокислот: реакция с водными растворами щелочей, реакция щелочного плавления.

Нитрование бензола и его гомологов. Нитрирующая смесь. Нитробензол, нитротолуол; их свойства и применение. Гидрирование бензола.

Окисление гомологов бензола и получение ароматических кислот (бензойная кислота, фталевые кислоты).

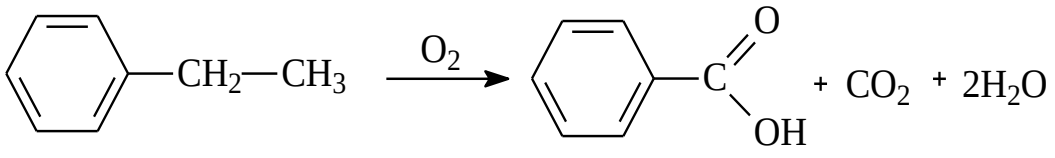
Правила ориентации в ароматическом ряду. Два рода заместителей в бензольном ядре (заместители первого рода и заместители второго рода). Трактовка правила ориентации с точки зрения электронного строения молекулы.

Методические указания

Благодаря особенностям ароматического строения бензола основным типом реакций, характерных для бензола, являются реакции ионного (электрофильного) замещения водорода с сохранением ароматического секстета. В результате этих реакций могут быть получены гомологи бензола, галогенопроизводные, нитропроизводные и сульфопроизводные. Необходимо твердо знать условия проведения этих реакций и роль применяемых в них катализаторов.

Условия введения атома галогена в бензольное ядро и в боковую цепь различны. Свойства образующихся при этом галогенопроизводных тоже различны. Атом галогена, непосредственно связанный с углеродом ядра, в отличие от атома галогена в боковой цепи мало подвижен.

При окислении гомологов бензола окисляется боковая цепь с образованием ароматических кислот с карбоксильной группой, непосредственно связанной с бензольным кольцом:



Из ароматических кислот наибольшее значение имеют бензойная и двухосновная терефталевая кислоты.

Место введения второго заместителя в бензольное кольцо определяется характером уже имеющейся в бензольном кольце группы, которая играет роль ориентанта. Правила замещения в бензольном ядре (правила ориентации) имеют большое значение при решении конкретных вопросов синтеза ароматических соединений.

Заместители в бензольном ядре по роду ориентации разделяются на ориентанты первого и второго рода. Ориентанты первого рода (группы —OH, NH_2; алкил; галоген и др.) направляют следующий заместитель преимущественно в *орто-* и *пара-* положения и увеличивают реакционную способность бензольного ядра; ориентанты второго рода (группы $S0_3H$; $N0_2$; COOH; C = N и др.) направляют второй заместитель в *мета-* положение и снижают реакционную активность бензольного ядра.

Гидрирование бензола является реакцией присоединения. В результате гидрирования молекула теряет ароматические свойства и превращается в циклогексан.

Вопросы для самопроверки

1.Какие соединения образуются при действии хлора в присутствии хлорида железа (III): а) на бензол; б) на толуол; в) на нитробензол?

2. Какое соединение получится, если действовать на толуол хлором (1 моль) при нагревании и освещении?

3. Как получить нитробензол, *п*-нитротолуол и *м*-хлорбензолсульфокислоту, исходя из бензола?

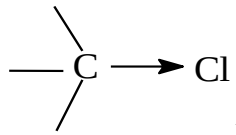
Тема 6. Галогенопроизводные предельных и непредельных углеводородов

Галогеноалканы. Изомерия. Номенклатура. Способы получения: из спиртов, предельных углеводородов, непредельных углеводородов. Химические свойства. Полярность связи углерод- галоген и ее реакционная способность. Реакции ионного (нуклеофильного) замещения галогена на гидроксильную группу, нитрильную группу, аминогруппу.

Галогенопроизводные непредельных углеводородов. Хлорэтен (хлорвинил), его получение из ацетилена и использование в реакции полимеризации. Ароматические галогенпроизводные с атомом галогена в кольце и в боковой цепи.

Методические указания

При изучении химических свойств галогенопроизводных углеводородов прежде всего следует обратить внимание на то, что σ-связь между атомами углерода и галогена полярна, т. е. электронная плотность пары, образовавшей ковалентную связь, смещена в сторону более электроотрицательного атома галогена



или $-C^{\delta+} \rightarrow Cl^{\delta-}$

Этот эффект смещения электронов называется индукционным эффектом.

Связь С—галоген в силу ее высокой полярности, реакционноспособна и легко разрывается при атаке углерода заряженной отрицательно (нуклеофильной) частицей. Поэтому этот тип ионного замещения называется *нуклеофильным.* Реагент, представляющий электронную пару для образования новой ковалентной связи, называется нуклеофильным (Nu^-) или электронодонорным. Таковыми могут быть группы OH, NH_2, CN, анионы галогенов, анионы кислот и т.д. Реакции, идущие при участии таких частиц, обозначаются S_N.

По силе действия в ионной среде нуклеофилы располагают в следующий ряд:

$$HS^-, RS^- > I^- > Br^- > RO^- > Cl^- > CH_3-C(=O)O^- > O^-N^+(O^{-1/2})_2$$

В неполярной среде, где отсутствуют водородные связи и сольватация, анионы малых размеров обладают большей энергией и поэтому являются более сильными нуклеофилами.

Следует обратить внимание на различие реакций галогенопроизводных с водными растворами щелочи (реакция замещения с образованием спиртов) и со спиртовыми растворами щелочи (реакция дегидрогалогенирования с образованием непредельных углеводородов).

Способы получения ароматических галогенпроизводных – прямое введение галогена в бензольное кольцо. Галогенирование в боковую цепь протекает по механизму радикального замещения, причем атака электрофила (атома галогена) идет к α-углеродному атому. Галогены являются дезактивирующими ориентантами первого рода, т.е. они направляют вхождение нового заместителя в *орто*- или *пара*-положения кольца.

Вопросы для самопроверки

1.Как получить из этилового спирта бромистый этил?

2.Напишите уравнение реакции получения из пропена 2-хлорпропана.

3.Напишите уравнение реакции между 2-хлорпропаном и цианидом калия.

Тема 7. Спирты

Понятие об атомности спиртов, функциональная группа. Гомологический ряд предельных одноатомных спиртов. Номенклатура. Изомерия. Первичные, вторичные и третичные спирты. Способы получения спиртов из галогеналканов, этиленовых углеводородов. Физические свойства спиртов. Водородная связь и ее влияние на температуры кипения спиртов.

Химические свойства: характеристика связей в молекуле спирта, реакционная способность гидроксильной группы. Реакции, проходящие с замещением водорода гидроксильной группы: образование алкоголятов, получение сложных эфиров. Реакции замещения гидроксильной группы: с галогеноводородами, с галогенидами фосфора. Реакции окисления. Реакции внутримолекулярной и межмолекулярной дегидратации. Получение простых

эфиров. Сравнений химических свойств простых и сложных эфиров. Понятие о непредельных спиртах. Правило Эльтекова. Понятие о многоатомных спиртах. Этиленгликоль, глицерин.

Методические указания

Спирты содержат в молекуле функциональную группу ОН (гидроксильную группу). Числом гидроксильных групп определяется атомность спирта. В многоатомных спиртах каждая гидроксильная группа связана со своим атомом углерода.

Названия спиртов по систематической номенклатуре имеют окончание -*ол,* цифрой указывается номер атома углерода, с которым связана гидроксильная группа. Например:

$$\overset{1}{CH_3}-\overset{2}{\underset{\underset{OH}{|}}{CH}}-\overset{3}{CH_2}-\overset{4}{CH_3}$$

Бутанол-2

Перед окончанием -*ол* пишется название углеводорода или его производного, из которого заменой водорода на гидроксил получен данный спирт. Названия двух- и трехатомных спиртов имеют окончание -*диол* и -*триол* соответственно. В некоторых случаях для названия спиртов применяют рациональную и карбинольную номенклатуры. Например:

$$CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_2-CH_3$$

можно назвать вторбутиловым спиртом (рациональная номенклатура) или метилэтилкарбинолом (карбинольная). Важно уметь различать первичный, вторичный и третичный спирты.

Необходимо обратить внимание на особенности физических свойств спиртов (аномально высокие температуры кипения) за счет образования межмолекулярных водородных связей. При изучении химических свойств спиртов прежде всего следует разобраться в характере химических связей в молекуле, так как характер связей определяет реакционную способность. В насыщенных спиртах все связи *σ,* следовательно, для них характерны реакции замещения. Две σ-связи полярны:

$$-C^{\delta+}-O^{\delta-}- \quad \text{и} \quad -O^{\delta-}-H^{\delta+},$$

следовательно, замещаться может водород гидроксильной группы или вся гидроксильная группа в целом.

Изучая реакцию дегидратации (отщепление воды), необходимо понять, в каких условиях проходит внутримолекулярная реакция с образованием непредельных углеводородов, а в каких — межмолекулярная с образованием простых эфиров.

При изучении этого раздела необходимо сразу четко определить разницу между простыми и сложными эфирами в строении и свойствах. Сложные эфиры весьма реакционноспособны — легко гидролизуются водой и в кислой и в щелочной среде; простые эфиры химически малоактивны, гидролизу не подвергаются.

Свойства многоатомных спиртов повторяют свойства одноатомных. У многоатомных спиртов может вступать в реакцию одна или несколько гидроксильных групп. Наиболее важными представителями многоатомных спиртов являются этиленгликоль (двухатомный спирт) и глицерин (трехатомный спирт).

Вопросы для самопроверки

1.Напишите формулы следующих спиртов: а) 2-бутанола; б) 2,3-пентадиола; в) 2-метил-2-бутанола. К какому типу спиртов относится каждое соединение?

2.Напишите уравнение реакции получения 1-бутанола из 1-бромбутана.

3.Напишите уравнения реакций 1-пропанола: а) с натрием; б) с бромоводородом; в) с уксусной кислотой; г) с азотной кислотой. К какому классу относится каждое из полученных веществ?

4.Напишите структурные формулы диэтилового и метилпропилового эфиров. Как получить эти эфиры?

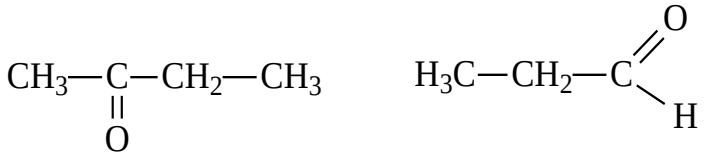
Тема 8. Альдегиды и кетоны

Карбонильная группа. Строение альдегидов и кетонов. Изомерия и номенклатура альдегидов и кетонов. Способы получения: окисление спиртов, гидролиз дигалогенопроизводных, гидратация ацетиленовых углеводородов (реакция Кучерова), пиролиз солей карбоновых кислот.

Характеристика связей в молекулах альдегидов и кетонов. Химические свойства. Реакции присоединения водорода гидросульфита натрия, синильной кислоты. Реакция замещения кислорода карбонильной группы: образование оксимов, образование ацеталей, реакции с пентахлоридом фосфора. Реакции окисления: окисление альдегидов (реакция серебряного зеркала, реакция с фелинговой жидкостью), окисление кетонов. Применение альдегидов и кетонов в отраслях текстильной и легкой промышленности.

Методические указания

Для альдегидов и кетонов характерно наличие в молекуле карбонильной группы:

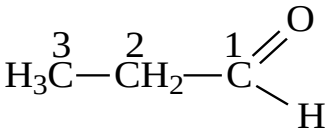


кетон альдегид

Названия альдегидов и кетонов строятся аналогично названиям спиртов. В альдегидах к названию углеводорода со всеми его заместителями

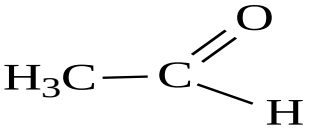
добавляют окончание -*аль*. Нумерацию цепи атомов углерода всегда начинают с карбонильного атома углерода:

Например:



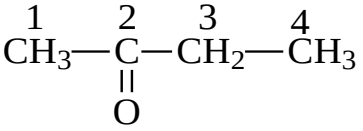
пропаналь

Названия альдегидов очень часто образуются соответственно названиям кислот с тем же числом атомов углерода. Например:



уксусный альдегид

Кетоны имеют окончание -*он,* цифрой указывается номер атома углерода, который образует карбонильную группу. Например:



бутанон-2

Изомерия альдегидов проявляется только в разветвлении радикала, связанного с альдегидной группой. Изомерия кетонов проявляется также в различном положении карбонильной группы.

Альдегиды и кетоны — химически активные соединения. Реакционная способность определяется характером связей в карбонильной группе: 1) наличие π-связи — реакции присоединения, 2) полярность связи C=O — реакции замещения кислорода. Альдегиды и кетоны окисляются по-разному, что объясняется различием в их строении.

Широкое применение в промышленности органического синтеза имеют муравьиный и уксусный альдегиды и ацетон.

Вопросы для самопроверки

1.Какие соединения образуются при окислении: а) 1-бутанола; б) 2-бутанола?

2.Напишите уравнения реакций взаимодействия уксусного альдегида:

а) с гидросульфитом натрия; б) с гидроксиламином. Как реагирует с этими соединениями ацетон?

3.Напишите уравнения реакций окисления и восстановления пропионового альдегида.

Тема 9. Карбоновые кислоты и их производные

Карбоксильная группа. Основность кислот. Одноосновные предельные кислоты. Изомерия и номенклатура. Высшие жирные кислоты: стеариновая,

пальмитиновая. Способы получения кислот: окисление спиртов, альдегидов, гидролиз нитрилов, гидролиз тригалогенопрбизводных.

Физические свойства. Химические свойства. Характер связей в карбоксильной группе. Реакция диссоциации, образование солей, получение хлорангидридов, ангидридов, сложных эфиров и амидов кислот. Свойства и применение производных кислот. Ацильная группа. Реакция ацилирования.
Непредельные одноосновные кислоты: акриловая, метакриловая, их нитрилы и сложные эфиры. Полиакрилаты. Полиакрилонитрил. Олеиновая кислота. Жир. Омыление жиров. Мыла.

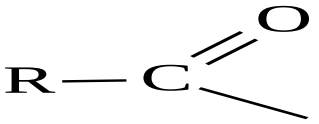
Понятие о дикарбоновых кислотах: щавелевая, малоновая, адипиновая кислоты. Техническое применение адипиновой кислоты.

Методические указания

Органические кислоты характеризуются наличием карбоксильной группы. Карбоксильная группа одноосновна. Изомерия кислот аналогична изомерии альдегидов.

Карбоновые кислоты обычно образуются реакцией окисления альдегидов, первичных спиртов и гидролизом нитрилов.

Химические свойства кислот определяются характером связей в карбоксильной группе. Реакции диссоциации и солеоб- разования связаны с подвижностью атома водорода карбоксильной группы. Все остальные реакции (образование галогенангидридов, сложных эфиров, амидов и ангидридов) проходят с замещением гидроксильной группы кислоты. Производные кислот химически активны; они являются ацилирующими агентами (необходимо иметь четкое представление о строении ацильной группы и о реакциях ацилирования).



ацильная группа

В последние годы, широкое применение в промышленности приобрели непредельные кислоты, а также их эфиры и нитрилы, являющиеся исходными веществами для получения высокомолекулярных соединений, применяемых в производстве пластических масс, химических волокон.

В разделе кислот студенты знакомятся со строением таких соединений, как жиры и мыла. Следует помнить, что жир — это сложный эфир трехатомного спирта— глицерина и высших жирных кислот, предельных или непредельных. Мыло — это продукт щелочного гидролиза (омыления) жира, т. е. соль высшей жирной кислоты.

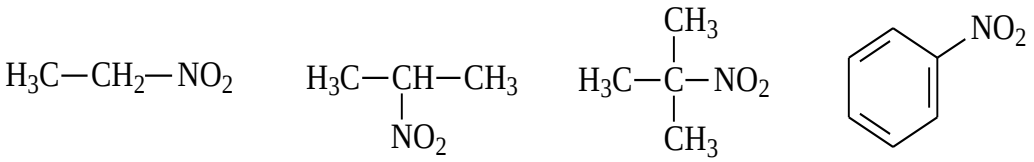
Из двухосновных предельных кислот большое применение нашла адипиновая кислота для производства полиамидных волокон (см. тему амины).

Вопросы для самопроверки

1.Какие группы называются ацильными группами или ацилами? Какое строение имеют ацилы уксусной и муравьиной кислот?
2.Напишите уравнение реакций получения: а) уксусноэтилового эфира, исходя из этилового спирта и уксусной кислоты; б) уксусного ангидрида; в) хлорангидрида уксусной кислоты.
3.Какое строение имеют метиловый эфир акриловой кислоты, нитрил акриловой кислоты и продукты их полимеризации?

Тема 10. Нитросоединения. Амины.

Нитросоединения − азотсодержащие органические соединения, имеющие функциональную группу NO_2. Изомером этой группы, является группа ONO – функциональная группа эфиров азотистой кислоты. Изомерия. Номенклатура. Различают первичные, вторичные и третичные нитропроизводные, ароматические нитропроизводные. Различие определяется характеристикой атома углерода или радикала с которым связана нитрогруппа. Например:



а) б) в) г)

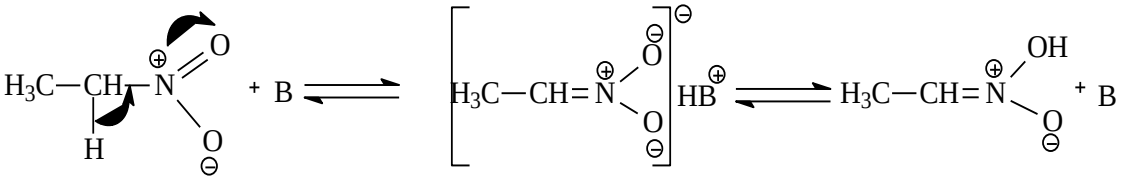
а – первичное нитропроизводное; б – вторичное; в – третичное; г – ароматическое.
Электронные облака связей N→O смещены к более электроотрицательным атомам кислорода, вследствие чего проявляется сильный отрицательный индукционный эффект нитрогруппы, т.е. молекулы нитросоединений обладают ярко выраженной полярностью. Электроноакцепторные свойства нитрогруппы. Влияние на α-углеродные атомы. Таутомерия нитросоединений. Способы получения. Химические реакции по нитрогруппе и по α-углеродному атому (конденсация).
Ароматические нитросоединения. Влияние нитрогруппы на бензольное кольцо. Реакции протекающие в кольцо, и по нитрогруппе.
Строение аминов. Первичные, вторичные и третичные амины. Номенклатура, изомерия. Получение восстановлением нитросоединений, восстановлением нитрилов, действием аммиака на галогеналканы. Химические свойства аминов: основность аминов —реакции солеобразования с кислотами, алкилирование аминов галогеналканами, ацилирование аминов, взаимодействие с азотистой кислотой. Четвертичные аммониевые основания и соли. Понятие о диаминах. Гексаметилендиамин. Реакция

поликонденсации. Получение синтетического волокна из гексаметилендиамина и адипиновой кислоты (найлон).

Методические указания

Нитросоединения алифатического ряда получают в промышленности нитрованием парафинов парами азотной кислоты при высокой температуре. В лабораторных условиях часто используют реакцию Коновалова М.И. – жидкофазное нитрование разбавленной азотной кислотой.

Первичные и вторичные нитроалканы сильные СН-кислоты. Они способны к таутомерным превращениям нормального нитросоединения (1) и аци-нитросоединения (2) через стадию общего карбаниона (3):



(1) (3) (2)

Амины можно рассматривать как продукты, полученные при замещении атомов водорода в молекуле аммиака на алкильные радикалы. Амины разделяются на первичные, вторичные и третичные. Они вступают в реакции солеобразования с минеральными кислотами, алкилирования и ацилирования. Из диаминов наибольший интерес представляет гексаметилендиамин, так как при конденсации его с дикарбоновыми кислотами (адипиновой кислотой и др.) образуются высокомолекулярные соединения (смолы), используемые для получения полиамидных волокон (найлона). Здесь следует определить принципиальную разницу в способах получения высокомолекулярных соединений реакцией полимеризации й поликонденсации.

Вопросы для самопроверки

1.Напишите формулы следующих веществ: а) изопропиламина; б) метилвторбутилламина; в) триэтиламина. Какое из этих соединений относится к классу первичных, вторичных и третичных аминов?

2.Какое соединение образуется при действии на этиламин хлороводородной кислоты?

3.Какое вещество образуется при взаимодействии триэтиламина с бромистым этилом?

4.Какое строение имеет тетраметилендиамин? Напишите схему реакции поликонденсации, протекающей между этим диамином и адипиновой кислотой.

Тема 11. Фенолы, ароматические спирты, хиноны.

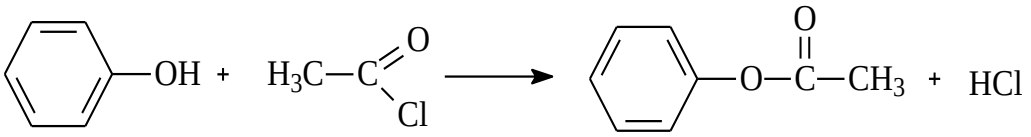
Разница в строении фенолов и ароматических спиртов. Фенолы и крезолы. Способы получения фенолов и крезолов из сульфокислот и галогенозамещенных ароматических углеводородов, из каменноугольной смолы. Химические свойства. Взаимное влияние бензольного ядра и гидроксильной группы в молекуле фенола.

Кислотные свойства фенолов. Феноляты. Получение простых и сложных эфиров фенолов. Различие свойств фенолов и спиртов. Галогенирование, сульфирование, нитрование фенола. Промышленное применение фенолов. Фенолальдегидные смолы. Пикриновая кислота. Понятие о двухатомных фенолах. Понятие о хинонах.

Методические указания

Фенолы содержат гидроксильную группу, связанную непосредственно с ароматическим ядром, а ароматические спирты — в боковой цепи.

Химические свойства фенолов и ароматических спиртов различны. Так, фенолы, в отличие от спиртов, проявляют кислотные свойства и образуют феноляты с основаниями. Более кислый характер гидроксильной группы у фенола обусловлен влиянием бензольного кольца. В свою очередь, гидроксильная группа сильно увеличивает реакционную способность бензольного кольца (заместитель первого рода). Кислотные свойства фенолов усиливаются при наличии в их кольце электроно-акцепторных заместителей, которые способствуют делокализации электронов атома кислорода гидроксила. Фенолы не образуют сложных эфиров при взаимодействии с кислотами, как это свойственно алифатическим спиртам. Для получения этих эфиров используют сильные ацилирующие средства – ангидриды и хлорангидриды кислот:



При действии на фенолы пятихлористого фосфора практически не происходит замещения гидроксила галогеном – образуются продукты галогенирования ядра или эфиры фосфорсодержащих кислот. Двухатомные фенолы существуют в виде о- (пирокатехин), м- (резорцин) и п- (гидрохинон). Трехатомные фенолы имеют три изомера: пирогаллол, флороглюцин, оксигидрохинон. Они сходны по свойствам с одноатомными фенолами: проявляют свойства кислот, образуют эфиры и другие производные по ОН-группе, дают цветные реакции с хлоридом железа (III), но легче окисляются до соответствующих хинонов.

Ароматические спирты получают гидролизом ароматических алкилгалогенидов или по реакции Канниццаро из ароматических альдегидов. По многим свойствам они идентичны алифатическим спиртам.

Различают о- и п-хиноны. Простейшие из них о-бензохинон и п-бензохинон. По структуре молекул

хинонов видно, что они являются циклическими ненасыщенными кетонами и не относятся к истинно ароматическим соединениям. Рассматривают их обычно в этом ряду, учитывая легкость взаимных переходов между ними и соответствующими двухатомными фенолами.

Аналогично бензохинонам существуют нафтохиноны, антрахинон и другие хиноны. п-хиноны несколько устойчивее о-хинонов. Обычно хиноны получают окислением о- и п-диокси- или диаминозамещенных соответствующих углеводородов. Окислением моноаминов хинон получается через стадию образования фенилгидроксиламина и хинонимина. Хиноны образуют с фенолами продукты присоединения типа хингидрона. Помимо обычных для кетонов реакций хиноны вступают с диенами в реакцию диенового синтеза (1,4- и 1,6-присоединение), что приводит к образованию ненасыщенных конденсированных циклических молекул.

Вопросы для самопроверки

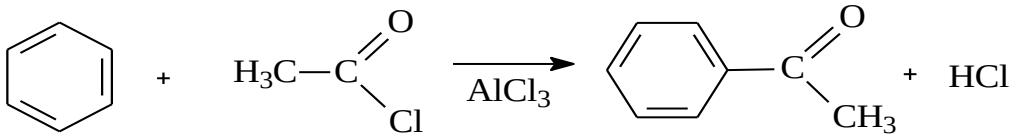
1. Какие из указанных ниже соединений и как реагируют с водным раствором гидроксида натрия: а) о-крезол; б) пропиловый спирт; в) бензолсульфокислота?
2. Какое строение имеют метиловый и уксусный эфиры фенола?
3. Какое соединение образуется при окислении гидрохинона?

Тема 12. Ароматические альдегиды и кетоны.

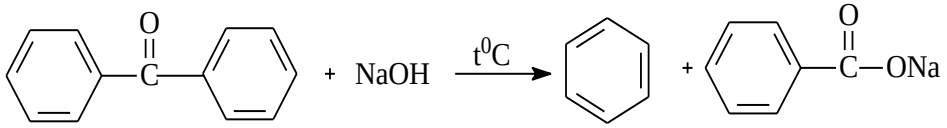
Строение ароматических альдегидов и кетонов. Бензальдегид. Ацетофенон. Способы получения по реакциям Гаттермана-Коха, конденсация ароматических альдегидов по Кляйзену и по реакции Фриделя-Крафтса. Химические свойства ароматических альдегидов и кетонов. Реакция Канницарро. Альдегиды с карбонильной группой в боковой цепи. Ароматические и смешанные жирноароматические кетоны. Влияние карбонильной группы на бензольное кольцо.

Методические указания.

Ароматические альдегиды и кетоны получают гидролизом арилалкилдигалогенидов, окислением углеводородов и ароматических спиртов, по реакции Гаттермана-Коха (прямое введение альдегидной группы), при конденсации ароматических альдегидов по Кляйзену и по реакции ацилирования:



Ароматические альдегиды по свойствам весьма сходны с алифатическими альдегидами, имеющими третичный α-углеродный атом, т.е. они вступают практически во все реакции, свойственные последним, и также не способны к альдольной конденсации. Однако есть ряд отличий – самопроизвольное окисление на воздухе, которое ускоряется на свету или в присутствии солей металлов переменной степени окисления, в присутствии цианидов щелочных металлов ароматические альдегиды вступают в реакцию бензоиновой конденсации. Характерной реакцией ароматических альдегидов является реакция С. Канниццаро. Конденсацией альдегидов с фенолами получают соединения трифенилметанового ряда, из которых синтезируют ценные органические красители. Альдегидная группа является электроноакцепторной группой и дезактивирует ароматическое кольцо в реакциях электрофильного замещения (S_E), способствуя *м*-ориентации. Альдегиды с карбонильной группой в боковой цепи получаются из бензальдегида путем его конденсации с соответствующими алифатическими альдегидами. Различают чисто ароматические и смешанные жирноароматические кетоны. В смешанных ароматических кетонах карбонильная группа связана непосредственно с атомом углерода ароматического цикла и находится в сопряжении с его π-электронной системой. В результате реакционная способность таких кетонов ниже, чем алифатических. Они совершенно не участвуют, например, в реакциях с гидросульфитом натрия, не способны к полимеризации. Однако, как и ароматические альдегиды, они реагируют с гидроксиламином, фенилгидразином, а также конденсируются с ангидридами кислот и со сложными эфирами. Чисто ароматические кетоны более пассивны, чем смешанные, как в реакциях карбонильной группы, так и в реакциях замещения. При высокой температуре под действием щелочей они расщепляются, образуя ароматический углеводород и соль ароматической кислоты:



Кетонная группа, как и альдегидная, дезактивирует кольцо в реакциях электрофильного замещения и является *м*-ориентантом.

Вопросы для самопроверки

1. Вступают ли в реакции Канниццаро и альдольной конденсации фенилуксусный и бензойный альдегид? Напишите уравнения реакций.
2. С помощью каких реакций можно отличить ацетофенон от изомерных ему *орто-, мета-* и *пара*-толуиловых альдегидов?
3. Какие превращения испытывают ароматические альдегиды: а) в реакции с анилином; б) в присутствии цианидов щелочных металлов; в) в реакциях с фенолами.

Тема 13. Ароматические амины. Азо- и диазосоединения.

Строение ароматических аминов. Анилин. Толуидины. Способы получения первичных ароматических аминов восстановлением нитросоединений (реакция Зинина), замещением галогена. Реакции ароматических аминов с минеральными кислотами. Реакции ацилировании и алкилирования аминов. Ацетанилид, метиланилин, диметиланилин. Действие азотистой кислоты на первичные ароматические амины. Влияние аминогруппы на реакционную способность ядра. Галогенирование, нитрование, сульфирование аминов. Фенилендиамины. Реакция диазотирования и условия ее проведения. Строение и свойства солей диазония. Замещение диазогруппы на гидроксил, атом галогена, цианогруппу. Реакция азосочетация с ароматическими аминами и фенолами. Азосоединения. Азокрасители.

Методические указания

Ароматические амины, как и амины жирного ряда, разделяются на первичные, вторичные и третичные. Классическим способом получения первичных ароматических аминов является способ Зинина. Фенильный радикал, влияя на аминогруппу, связанную непосредственно с ядром, снижает ее основные свойства. Поэтому основной характер ароматических аминов менее выражен, чем у аминов жирного ряда. Еще слабее выражен основной характер у вторичных и третичных чисто ароматических аминов. Как и амины жирного ряда, ароматические амины вступают в реакции солеобразования, алкилирования и ацилирования. Очень важной реакцией первичных ароматических аминов является реакция получения из них солей диазония.

Аминогруппа, как и фенольный гидроксил, сильно повышает реакционную способность бензольного ядра, вследствие чего реакции замещения атомов водорода ядра у ароматических аминов протекают особенно легко. Ароматические амины легко окисляются. Продукты окисления анилина (анилиновый черный) используются в крашении. Соли диазония устойчивы только в кислой среде и при низкой температуре (от 0 до 5°С). Они обладают высокой реакционной способностью, благодаря чему применяются в синтезе органических соединений. С их помощью можно получить почти все классы органических соединений ароматического ряда.
Для солей диазония характерны реакции двух типов: 1) реакции с выделением азота, при помощи которых диазогруппу можно заменять группами:—ОН,

—C = N, галоген и др. Эти реакции идут при нагревании; 2) реакции без выделения азота, к которым относятся реакции восстановления диазогруппы и азосочетания. В результате этой реакции азосочетания полу-чаются азосоединения, многие из которых применяются в промышленности в ка-честве красителей. Следует подчеркнуть, что только фенолы и ароматические амины вступают в реакцию азосочетания с солями диазония, так как группы —OH и —NR_2 являются заместителями I рода и активизируют водород в *пара*-положении. Реакции без выделения азота проводят при низких температурах.

Вопросы для самопроверки

1. Напишите уравнение реакции получения n-толуидина по Зинину.
2. Каким образом анилин реагирует: а) с соляной кислотой; б) с уксусным ангидридом; в) с бромистым этилом?
3. Напишите уравнения реакций взаимодействия азотистой кислоты: а) с *о*-толуидином (в присутствии соляной кислоты); б) с метиланилином; в) с диэтиланилином.
4. Как превратить *о*-толуидин в соль диазония? Напишите уравнение реакции. Как происходит разложение этой соли при нагревании ее водного раствора?
5. Каким образом соль диазония, полученная из *n*-толуидина, реагирует:
а) с диэтиланилином; б) с фенолом?

КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.

ЗАДАНИЕ I

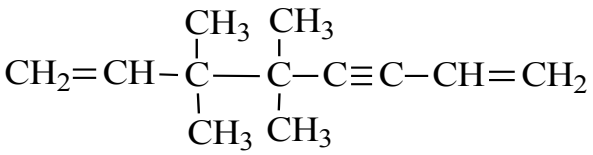
Для каждого указанного соединения должна быть написана развернутая структурная формула и дано название по систематической номенклатуре:

1. Назовите следующие соединения всеми возможными способами:

а) $(CH_3)_3C—C_2H_5$;

б) $CH_2=CH—CH(CH_3)—CH(CH_3)_2$.

в)

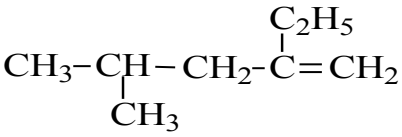


г) CH_3-CH(CH_3)-CH=C(CH_3)-C_2H_5

2. Назовите следующие соединения всеми возможными способами:

а) $CH_3(C_2H_5)_2CH$;

б)



в) CH_2=CH-C≡C-CH_2-CH=CH_2

г) CH_3-C(CH_3)$_2$-CH_2-C(CH_3)$_2$-C_3H_7

3. Напишите структурные формулы следующих углеводородов:

а) 2,3,3-триметилпентан; б) 3-метил-2-бутен;

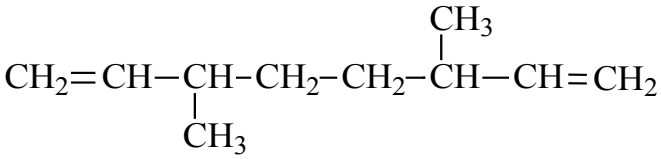
в) дивинилацетилен; г) изобутилаллилэтилен. Соединения названные по рациональной номенклатуре назовите по ИЮПАК.

4. Назовите следующие соединения:

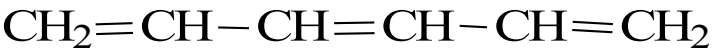
а) $CH_3C(CH_3)_2CH(C_2H_5)CH_3$;

б) CH_2=C(CH_3)—CH = CH_2;

в)



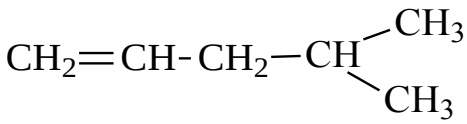
г)



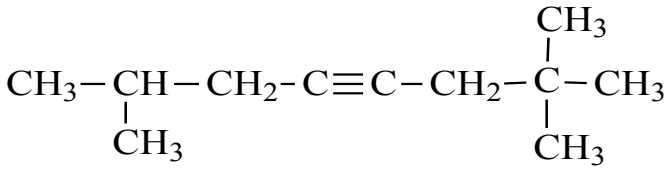
5. Назовите следующие углеводороды:

а) $CH_3C(C_2H_5)_2C(CH_3)_3$; б) CH_3—C= C—C_2H_5;

в)



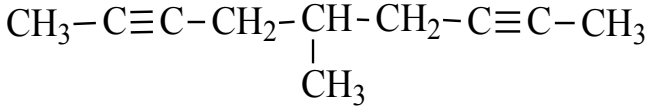
г)



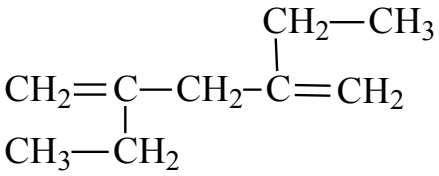
6. Напишите структурные формулы следующих углеводородов:
а) 2,2,4-триметил-3-этилгексан;
б) 2,3-диметил-1,3-пентадиен;
в) диизобутилацетилен
г) пропилвторбутилацетилен.
Соединения, названные по рациональной номенклатуре, назовите по ИЮПАК.

7. Напишите структурные формулы следующих углеводородов:
а) 2,5-диметил-4-этилгексан;
б) 2,5-диметилгексин-3;
в)этилтретпентилнеопентилэтилен;
г) винилаллилацетилен.
Соединения, названные по рациональной номенклатуре назовите по ИЮПАК.

8.Назовите следующие соединения:
а) $(CH_3)_2CH\text{-}C(CH_3)(C_2H_5)CH_2C(C_2H_5)_2CH_3$;
б) $(C_2H_5)_2C = C(CH_3)—C(CH_3)_3$;
в)



г)

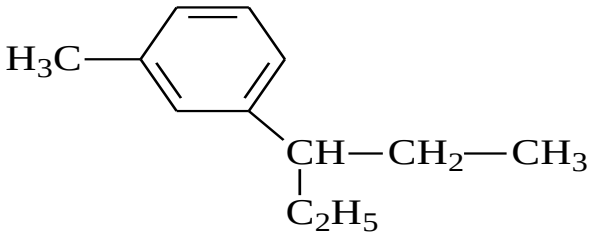


9.Назовите следующие соединения:
а) $(CH_3)_2(C_3H_7)C—CH(C_2H_5)CH_3$;
б) $(CH_3)_2C = C(CH_3)—CH —C(CH_3)_2$.
в) $C_6H_5 – CH=CH_2$;
г) 1,2,4-триэтилбензол.

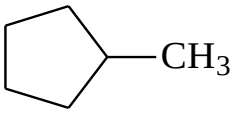
10. Напишите структурные формулы и назовите следующие соединения по номенклатуре ИЮПАК:
а) метилдиэтилизопропилметан;
б) симм-диметилдиэтилэтилен;

в) метилвинилацетилен;
г) диэтилизопропилбутилметан;

11.Назовите следующие соединения:
а) $(CH_3)_3C—CH(CH_3)C(CH_3)_3$;
б) $CH_3CH = C(C_2H_5)_2$;
в)



г)



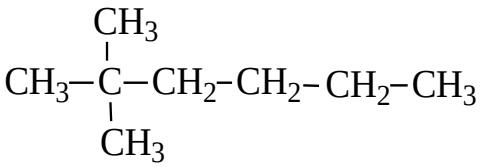
12. Напишите структурные формулы и назовите:
а) ди-трет-бутилметан;
б) метилизопропилацетилен;
в) симм.дибутилдитрет-пентилэтилен;
г) пропилфенилметан.

13. Назовите следующие соединения:
а) $(CH_3)_2CH—CH_2—C(C_2H_5)_2—CH(CH_3)_2$;
б) $CH_2 = C(CH_3)—CH(CH_3)—CH_2-CH(CH_3)_2$;
в) $CH_3CH_2 – CH=CH – CH(C_6H_5) – CH_3$;
г) $HC≡C – C(C_2H_5)_2 – CH=CH – CH_2 – CH_3$;

14. Напишите структурные формулы следующих углеводородов:
а) 2,4-диметил-3-изопропилгептан;
б) 3,4-диэтилоктан;
в) 2,2,5,5-тетраметил-4,4-диэтил-6-изопропилоктан;
г) 2,5- дифенил-3-винилгептан.

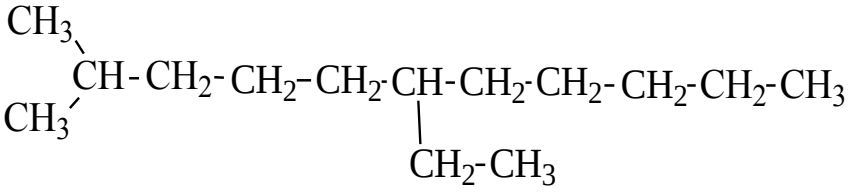
15. Назовите следующие соединения:
а) $CH_2 Br - CH(CH_3)—CH(CH_3)C_2H_5$;

б)



;

в)



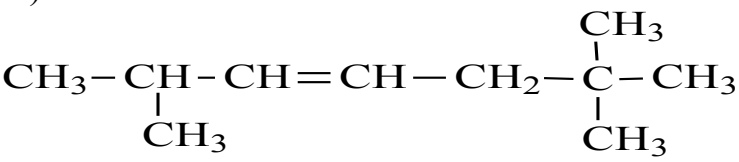
г) $CH_3 – CH(NO_2) – CH_2 – C(C_2H_5)=CH_2$.

16. Напишите структурные формулы следующих соединений:
а) 2-иод-3,3-диметилпентан;
б) 2,4-диметил-1-пентен;
в) 3,4-диэтил-1-гексин;
г) 3-аллил-пентадиен-1,4.

17. Назовите следующие соединения:
а)$CH_3CH(N0_2)CH(CH_3)C_2H_5$;
б) $HC\equiv C - CH(CH_3)-CH_2-CH(CH_3)_2$;
в) $CH_2=C(C_2H_5) – CH(SO_3H) – CH=CH_2$;
г) $C_6H_5-C\equiv CH$.

18. Напишите структурные формулы следующих соединений:
а) 2-нитро-2,3-диэтилоктан;
б) 2,3-диметил-2-пентен;
в) 1,4-дихлор-2,3-диэтилбутен-2;
г) 2-метил-3,5-дипропил-1-гексен.

19. Назовите следующие соединения:
а) $CH_2(I)-CH(I)-CH(CH_3)-CH_2-C_2H_5$;
б) $CH_3-C(CH_3)_2 -C(CH_3)_2 – CH(CH=CH_2) – CH_3$
в)



г) $CH_2=CH – C(CH_3)_2 – CH= C(C_3H_7) – CH_3$.

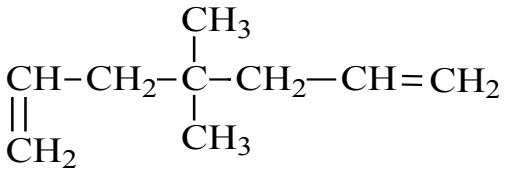
20. Напишите структурные формулы следующих соединений:

а) 2,3-диметил-3-изопропилгексан;
б) диметилэтилизопропилметан;
в) втор-бутилдитрет-пентилнеопентилэтилен;
г) диизобутилацетилен.
Соединения, названные по рациональной номенклатуре назовите по ИЮПАК.

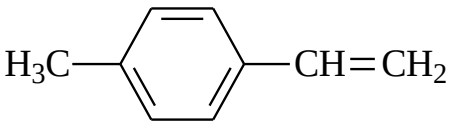
21. Назовите следующие соединения:
а) $(CH_3)_2CH—CH(CH_3)—CH(C_2H_5)CH_3$;
б) $HC \equiv C– CH(CH_3)C_2H_5$;
в) $CH_3 – CH(C_6H_5) – CH_3$;
г) $C_4H_9 – C\equiv C – CH(C_2H_5) – CH= CH_2$.

22. Напишите структурные формулы следующих соединений:
а) 2-сульфо- 2,3-диметилпентан;
б) 1-бутин;
в) 3,4-динитро-2-этил-2-винилгептан;
г) 1,4-дихлорциклогексан.

23. Назовите следующие соединения:
а) $CH_2(Cl)—CH(C_2H_5)CH_3$;
б) $CH_2 = C (CH_3) –CH (CH_2 CH_3) CH_2–C_2H_5$;
в)

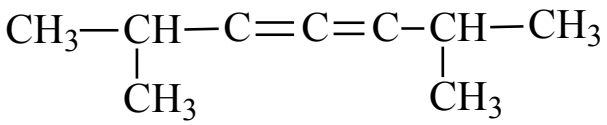


г)



24. Напишите структурные формулы следующих соединений:
а) 1,2-дихлор-3-этилпентан;
б) 3,4-диметил-1-пентин;
в) 1,3,5-тринитробензол;
г) дифенилметан.

25. Назовите следующие соединения:
а) $CH_3C(Br)_2–CH(C_2H_6)– CH(CH_3)–C_2H_5$;
б) $CH_2 = C(CH_3)– C(C_2H_5)=CH–C_2H_5$;
в)

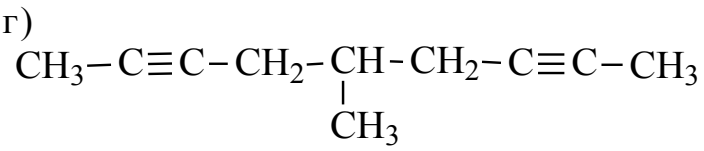


г) $CH{\equiv}C - C_6H_5$

26. Напишите структурные формулы следующих соединений:
а) 2-нитро-2,3-диметил-4-этилгексан;
б) 2-метил-2-бутен;
в) винилдитрет-бутилаллилметан;
г) изопропилнеопентилацетилен.
Соединения, названные по рациональной номенклатуре, назовите по ИЮПАК.

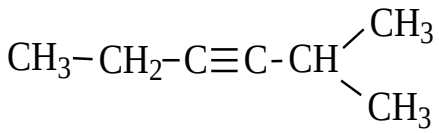
27. Назовите следующие соединения:
а) $CH_2(S0_3H)-CH(C_2H_5)-CH_2-C_3H_7$;
б) $H_2C = C=CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH(C_2H_5)_2$;
в)

г)

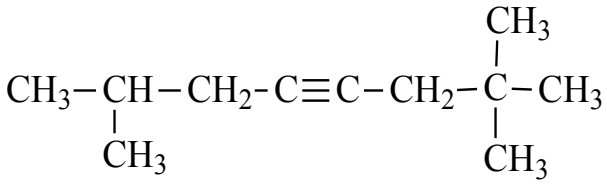


28. Напишите структурные формулы следующих соединений, назовите их по ИЮПАК:
а) диизопропилацетилен;
б) диизобутилдинеопентилэтилен;
в) дивинилацетилен;
г) метилизопропилвтор-бутилтрет-пентилметан.

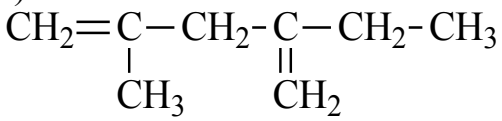
29. Назовите следующие соединения по рациональной номенклатуре и номенклатуре ИЮПАК:
а)



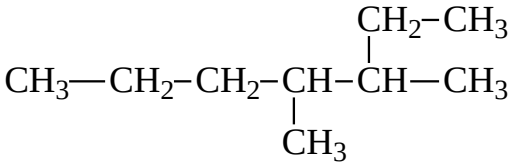
б)



в)



г)



30. Напишите структурные формулы данных соединений и назовите их по номенклатуре ИЮПАК:

а) п-толилизопропилметан;

б) тетравтор-бутилэтилен;

в) дихлордиэтилметан;

г) тринео-пентилвинилметан.

ЗАДАНИЕ II

Все получаемые в результате реакций органические соединения назовите по систематической номенклатуре.

1. С помощью реакции Вюрца получите 2-метилбутан. На полученное соединение подействуйте хлором (1 моль) на свету, при нагревании.

2. Какие предельные углеводороды получатся при действии натрием на смесь хлорпропана и 2-хлорпропана? Как эти углеводороды реагируют с разбавленной азотной кислотой при нагревании и давлении?

3. На бутан подействуйте хлором (1 моль) на свету, при нагревании. Полученный продукт введите в реакцию дегидрохлорирования (со спиртовым раствором щелочи). Напишите схему реакции полимеризации полученного соединения.

4. С помощью реакции Вюрца получите 2,3-диметилбутан. Полученное соединение введите в реакцию нитрования разбавленной азотной кислотой при нагревании и давлении (реакция Коновалова).

5. На 1,4-дихлорпентан подействуйте избытком спиртового раствора щелочи (в целях исчерпывающего дегидрохлорирования). Для полученного соединения напишите схему реакции полимеризации.

6. Действием натрия на смесь соответствующих галогеналканов получите 2,2-диметилбутан. Какие углеводороды образуются

одновременно с целевым продуктом? Укажите в полученных углеводородах первичные, вторичные и третичные атомы углерода.

7. На 2,2,3-триметилпентан подействуйте последовательно следующими реагентами: хлором (1 моль) на свету, при нагревании, затем спиртовым раствором щелочи (с целью дегидрохлорирования), затем бромом (1 моль).

8. 2,2-дихлорбутан введите в реакцию с избытком спиртового раствора щелочи (с целью исчерпывающего дегидрохлорирования). На полученное соединение подействуйте водой в присутствии катализатора (реакция Кучерова).

9. 2-бромбутан введите в реакцию с натрием (реакция Вюрца). На полученное соединение подействуйте: а) разбавленной азотной кислотой при нагревании и давлении; б) хлором (1 моль) на свету, при нагревании.

10. 2-метил-2-бутен введите в следующие реакции: а) с хлором; б) с хлористым водородом;
в) полимеризации.

11. 1,1-дибромбутан введите в реакцию с избытком спиртового раствора щелочи (с целью исчерпывающего дегидробромирования). На полученное соединение последовательно подействуйте амидом натрия, а затем бромэтаном.

12. На смесь бромэтана и 2-бромпропана подействуйте натрием (реакция Вюрца). На продукт реакций, содержащий один третичный атом углерода, подействуйте хлором (1 моль) на свету и при нагревании. Продукт хлорирования введите во взаимодействие со спиртовым раствором щелочи (с целью дегидрохлорирования).

13. Напишите структурные формулы всех возможных изомеров углеводородов молекулярной брутто-формуды C_4H_8. Изомер, содержащий третичный атом углерода, введите в следующие реакции; а) с хлористым водородом; б) со щелочным раствором перманганата калия (реакция Вагнера); в) полимеризации.

14. На 1-бутин подействуйте бромистым водородом (2 моль). Полученное соединение введите в реакцию с избытком спиртового раствора щелочи (с целью исчерпывающего дегидробромирования). На продукт реакции подействуйте водой в присутствии солей ртути (реакция Кучерова).

15. На 1,4-дихлор-2-метилбутан подействуйте избытком спиртового раствора щелочи (с целью исчерпывающего дегидрохлорирования). Полученное соединение введите в следующие реакции: а) с бромистым водородом (1 моль); б) с хлором (1 моль); в) полимеризации.

16. Проведите реакцию Вюрца между 2-хлор-2-метилбутаном и натрием. На полученное соединение подействуйте хлором (1 моль) на свету, при нагревании. Продукт хлорирования введите в реакцию со

спиртовым раствором щелочи (в целях дегидрохлорирования). Для конечного соединения напишите реакцию полимеризации.

17. На 1,4-дибром-3-метилгексан подействуйте спиртовым раствором щелочи, взятым в избытке (в целях исчерпывающего дегидробромирования). Полученное соединение введите в следующие реакции: а) с хлористым водородом (1 моль); б) в реакцию полимеризации.

18. Действием натрия на смесь соответствующих галогеналканов получите 2-метилпропан. Какие углеводороды образуются одновременно с целевым продуктом. На 2-метилпропан подействуйте разбавленной азотной кислотой при повышенной температуре и давлении.

19. 2,2-дибромпентан введите в реакцию с избытком спиртового раствора щелочи (с целью исчерпывающего дегидробромирования). На полученное соединение подействуйте: а) водой в присутствии солей ртути; б) хлористым водородом (1 моль).

20. Из 1-хлорбутана через стадию образования непредельного углеводорода получите 2-хлорбутан. Полученное соединение введите в реакцию с натрием (реакция Вюрца). Как продукт реакции реагирует с разбавленной азотной кислотой (при повышенной температуре и давлении)?

21. На 2-хлор-2,3-диметилбутан подействуйте спиртовым раствором щелочи. Для полученного соединения напишите следующие реакции: а) с бромом; б) **с** перманганатом калия в щелочной среде; в) полимеризации.

22. На 2,3-диметил-2-пентен подействуйте бромом (1 моль). Полученное соединение введите в реакцию с избытком спиртового раствора щелочи (с целью исчерпывающего дегидробромирования). Напишите схему реакции полимеризации продукта дегидробромирования.

23. Из 2-хлор-3-метилпентана через стадию образования непредельного углеводорода получите 3-хлор-3-метилпентан. Полученное соединение введите в реакцию с натрием (реакция Вюрца).

24. Какие предельные углеводороды образуются при действии натрием на смесь 2-хлор-2-метилпропана и хлорэтана? В полученных углеводородах укажите первичные, вторичные и четвертичные атомы углерода. Как полученные углеводороды взаимодействуют с разбавленной азотной кислотой при нагревании и давлении?

25. На 1,4-дихлор-2-метилпентан подействуйте спиртовым раствором щелочи, взятым в избытке (в целях исчерпывающего дигидрохлорирования). Для полученного соединения напишите следующие реакции: а) полимеризации; б) с бромистым водородом (1 моль).

26. На 1-хлор-2-метилпентан подействуйте натрием (реакция Вюрца). Полученный углеводород введите в реакцию с хлором (1 моль) на свету, при нагревании. Что получится при взаимодействии продукта хлорирования со спиртовым раствором щелочи?

27. Из пропина через стадию образования металлического производного получите 2-метил-3-пентин. Как полученное соединение реагирует с водой (при каталитическом действии солей ртути)?

28. На 2-иодпропан подействуйте натрием (реакция Вюрца). Полученный углеводород введите в реакцию с хлором (1 моль) на свету, при нагревании. На полученное соединение подействуйте спиртовым раствором щелочи. Напишите реакцию полимеризации конечного продукта.

29. Из 1-хлорпентана через стадию образования пентена-1 получите 2-хлорпентан. Для полученного соединения напишите следующие реакции: а) с натрием (реакция Вюрца); б) со спиртовым раствором щелочи (с целью дегидрохлорирования). Продукты дегидрохлорирования введите в реакцию полимеризации.

30. На 2-метилбутан подействуйте хлором (1 моль) на свету, при нагревании. Для полученного соединения напишите следующие реакции: а) с натрием (реакция Вюрца); б) со спиртовым раствором щелочи (с целью дегидрохлорирования). Продукт дегидрохлорирования введите во взаимодействие с перманганатом калия в щелочной среде.

<u>ЗАДАНИЕ III</u>

Все полученные, в результате реакций, соединения должны быть названы.

1. Получите соответствующие алкены из:

а) 1-бромбутана

б) 2-хлор-2-метилбутана

в) бутанола-1

г) пентанола-2

2. Сравните характер взаимодействия с бромом следующих соединений: 2-метилбутан и 2-метилбутен-2.

3. Осуществите превращения:

а) $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_3 \xrightarrow{Al_2O_3} \dots \xrightarrow[H^+]{H_2O} \dots$

б) $CH_3-CH_2-\underset{Br}{\underset{|}{CH}}-\underset{Br}{\underset{|}{CH_2}} \xrightarrow{Zn} X \xrightarrow{HBr} Y \xrightarrow{Na} Z$

4. Напишите структурную формулу соединения C_5H_{10}, при озонолизе которого получается смесь ацетона и уксусного альдегида. Приведите уравнения реакции.

5. Какие продукты получаются при озонолизе:
а) 2,4-диметилпентена-2
б) *симм*-диэтилэтилена
в) *симм*-пропилизопропилэтилена
г) 3,4-диметилгексена-3
д) *несимм*-диметилэтилена
е) 2,5-диметилгексена-3

6. Напишите схемы полимеризации 2,3-диметилбутена-2, гексена-3, пентена-2.

7. При помощи каких реакций можно различить следующие изомерные соединения: 2-метилпентен-2 и 3-метилпентен-2?

8. Соединение $C_5H_{11}Br$ при дегидробромировании и последующем озонолизе дает смесь формальдегида и изомасляного альдегида. Какова структура исходного вещества? Приведите все уравнения реакций.

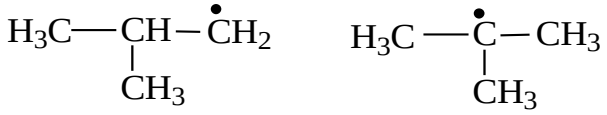
9. Соединение C_4H_9Cl при дегидрохлорировании и последующем озонолизе дает в качестве единственного продукта уксусный альдегид. Какова структура исходного вещества? Приведите уравнения соответствующих реакций.

10. Напишите структурные формулы всех углеводородов (предельного, этиленового и ацетиленового ряда), содержащих три атома углерода в цепи, назовите их и укажите пути их получения.

11.Приведите строение одновалентных радикалов, содержащих в цепи четыре атома углерода. Назовите их. Приведите примеры соединений содержащих эти радикалы. Каков индукционный эффект (положительный или отрицательный) алкильных радикалов?

12.Напишите структурные формулы изомеров состава C_6H_{12}, назовите их, укажите первичные, вторичные, третичные атомы углерода. Какой тип связи существует в этих соединениях? Объясните понятие «sp^2-гибридизация».

13. По какому механизму происходит разрыв связей при хлорировании 2-метилпропана? Укажите наиболее стабильный радикал:



Дайте объяснение.

14. Какие углеводороды получаются при электролизе натриевой соли пропионовой кислоты и при сплавлении этой кислоты с твердой щелочью? Введите полученные продукты в реакцию с бромом (1 моль) на свету, при нагревании.

15. Напишите уравнения реакций окисления 2-метилпропена и 2,3,3-триметилбутена-1 разбавленным водным раствором перманганата калия. Назовите продукты реакции.

16. Получите гексадиен-1,5 с помощью реакции Вюрца, и введите его в реакцию с бромом при температуре 25^0С и при температуре 80^0С.

17. Напишите реакции получения диенов из 1,4-бутандиола; 2,3-диметил-2,3-бутандиола; 3,4-дибром-1-гексена;1,3-дихлор-2-метилбутана. Укажите условия, назовите продукты реакций.

18. Приведите строение озонида, который образовался при действии озона на 2,3,4-триметилпентен-2. Напишите уравнение реакции гидролиза этого озонида.

19. Какие соединения образуются в результате нагревания с концентрированной серной кислотой следующих спиртов:

а) бутанол-1;
б) бутанол-2;
в) 2-метилбутанол-2;
г) 3,3-диметилпентанол-2.

Сформулируйте правило Зайцева.

20. Напишите структурные формулы алкенов, которые образуются при действии цинковой пыли в спиртовом растворе при нагревании на следующие вещества:

а) 2,3-дихлоргексан;
б) 3,4-дибромоктан;
в) 2,3-дибром-2-метилпентан;
г) 1,2-дихлор-2-метилбутан.

21. Напишите способы получения бутена-2 и 2-метилпентена-2 всеми возможными способами. Укажите условия протекания реакций.

22. Приведите все возможные пути получения:

а) пентена-2 из пентена-1 (три варианта);
б) гексена-2 из пропана;
в) бутена-1 из пропионовой кислоты.

23. Какой тип гибридизации атомов углерода характерен для этиленовых углеводородов? На примере этилена рассмотрите строение молекулы алкена.

24. Сформулируйте правило Марковникова. В каких условиях (температура, катализатор) протекает гидрогалогенирование и гидратация несимметричных алкенов. Приведите уравнения реакции для 3-метилбутена-1.

25. Когда и в каких условиях реакция гидрогалогенирования идет против правила Марковникова. Напишите уравнения реакции для пропена.

26. Осуществите следующие цепочки превращений:

а)3-метилбутанол-1→

$$\xrightarrow{H_2SO_4} \cdots \xrightarrow{t^oC} \cdots \xrightarrow{HBr} \cdots \xrightarrow[\text{спирт}]{KOH} \cdots$$

б)2-иод-2-метилбутан→ $\xrightarrow[\text{спирт}]{KOH} \cdots \xrightarrow{HCl} \cdots \xrightarrow{Na} \cdots$

27. Какие продукты получаются при озонолизе:

а) 2,4-диметилпентена-2;

б) симм-диэтилэтилена;

в) симм-пропилизопропилэтилена;

г) 3,4-диметилгексена-3;

д) несимм-диметилэтилена;

е) 2,5-диметилгексена-3.

28. Напишите схемы полимеризации 2,3-диметилбутена-2, гексена-3, пентена-2.

29. Напишите уравнения реакций получения 3-метилгексена-2 из соответствующих спиртов и назовите соединения, которые получаются при воздействии на него:

а) брома (в отсутствие перекисей и кислорода);

б) разбавленного раствора $KMnO_4$ (на холоду);

в) озона;

г) бромоводорода;

д) кислорода при температуре 100°С в присутствии серебра;

е) $K_2Cr_2O_7$ в присутствии серной кислоты.

30. Используя в качестве исходного соединения пентен-1 получите

$$CH_3-\underset{\diagdown\ \diagup}{CH-CH}-CH_2\text{-}CH_3$$

эпоксид вида:

ЗАДАНИЕ IV

Все получаемые, в ходе превращений соединения должны быть названы.

1. Установите структурную формулу углеводорода состава C_6H_{12} если известно, что он обесцвечивает бромную воду, при гидратации образует третичный спирт $C_6H_{13}OH$, а при окислении хромовой смесью – ацетон и пропионовую кислоту. Напишите уравнения этих реакций.

2. Напишите структурную формулу соединения состава C_6H_{12}, если в результате окисления хромовой смесью получается две кислоты: этановая и бутановая.

3. Соединение $C_5H_{11}Br$ при дегидробромировании и последующем озонолизе дает смесь формальдегида и изомасляного альдегида. Какова структура исходного вещества?

4. Соединение C_4H_9Cl при дегидрохлорировании и последующем озонолизе дает в качестве единственного продукта уксусный альдегид. Какова структура исходного вещества?

5. Напишите структурные формулы всех возможных изомерных алкадиенов состава C_5H_8, назовите их по систематической номенклатуре ИЮПАК. К какому типу относится каждый из них (с кумулированными, сопряженными или изолированными двойными связями)?

6. Получите всеми известными способами бутадиен-1,3 и 2,3-диметилбутадиен-1,3. Отдельно рассмотрите синтез бутадиена по Лебедеву. Каково его историческое значение?

7. Алкадиены можно получить из галогенпроизводных алкенов действием на них металлическим натрием (аналогично реакции Вюрца), напишите уравнения реакций металлического натрия с:

а) с винилхлоридом;

б) аллилхлоридом;

в) 2-хлорбутеном-2;

г) 3-бромпентеном-1;

д) смесью аллилхлорида и 4-бромбутена-1;

е) смесью винилхлорида и 2-бромпропена.

8. На какие галогенпроизводные алкенов надо подействовать металлическим калием, чтобы получить следующие диены:

а) бутадиен-1,3;

б) диаллил;

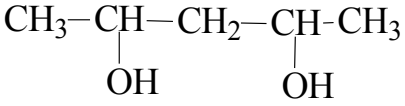
в) 3,6-диметилоктадиен-1,7;

9. Диеновые углеводороды получают дегидратацией соответствующих диолов над катализаторами на основе Al_2O_3. Напишите уравнения реакции с предложенными спиртами:

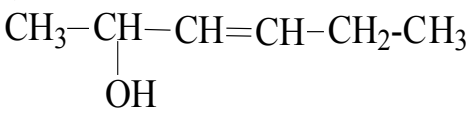
а) бутандиол-1,3;

б) 2,3-диметилпентадиол-2,3;

в)



г)



10. Напишите уравнения реакций с 1 моль брома следующих соединений: дивинила и гексадиена-1,3. От каких факторов зависит относительное количество продуктов 1,2- и 1,4-присоединения?

11. Какие продукты получаются в результате взаимодействия гексадиена-2,4 с 1 моль брома:

а) при комнатной температуре (термодинамический контроль);

б) при низкой (-20°С) температуре (кинетический контроль).

Назовите продукты реакции по номенклатуре ИЮПАК.

12. Напишите уравнения реакции бутадиена-1,3 с 1 моль бромоводорода. Как условия реакции влияют на соотношение продуктов в результате реакции.

13. Диеновые углеводороды присоединяют диенофилы в 1,4-положение. Составьте схемы реакций диенового синтеза между следующими соединениями:

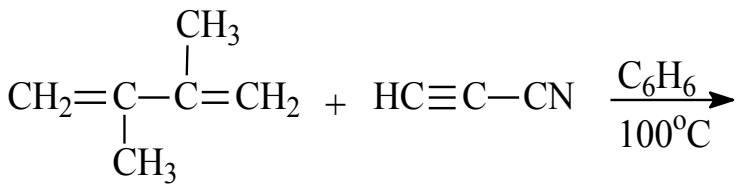
а) пентадиеном-1,3 и акролеином (CH_2=CH-CH=O);

б) дивинилом и винилхлоридом;

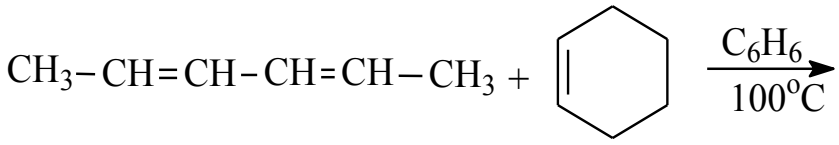
в) изопреном и малеиновым ангидридом.

14. Запишите структурные формулы продуктов, которые получатся в реакциях Дильса-Альдера:

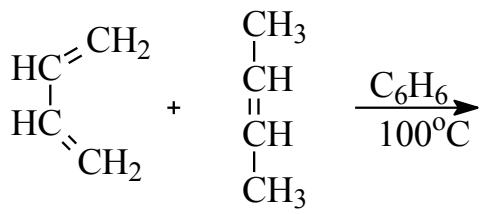
а)



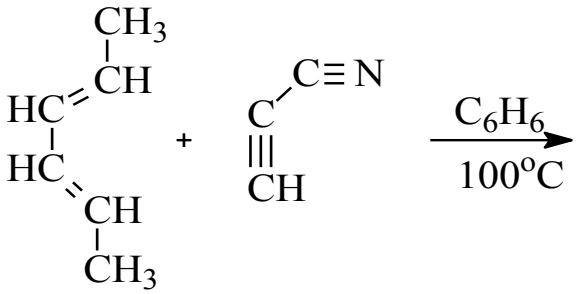
б)



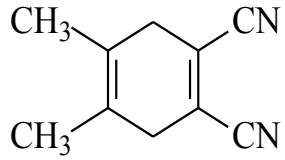
в)



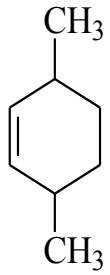
г)



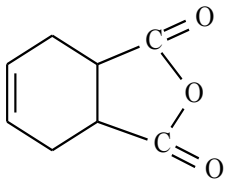
15. По реакции Дильса-Альдера получите приведенные ниже соединения:



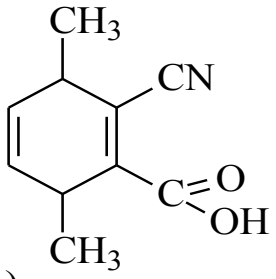
а)



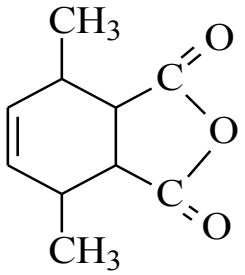
б)



в)



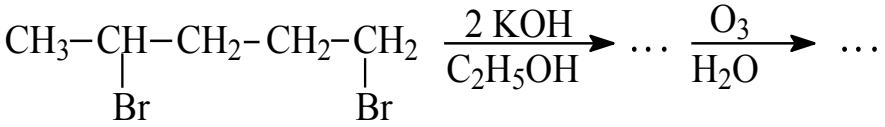
г)



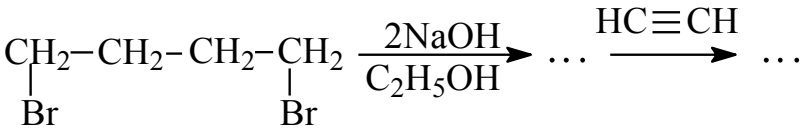
д)

16. Осуществите цепочки превращений:

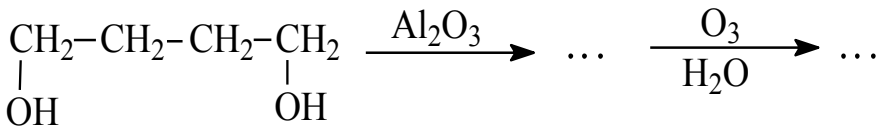
а)



б)



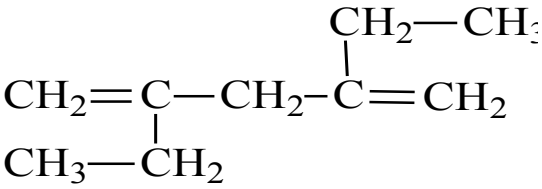
в)



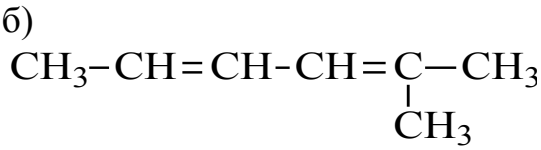
17. С помощью, каких реагентов можно осуществить превращения: хлористый аллил → гексадиен-1,5 → гексан?

18. Напишите структурные формулы продуктов озонирования следующих соединений:

а)



б)



19. Напишите уравнения реакции сополимеризации:

а) бутадиена-1,3 с акрилонитрилом;

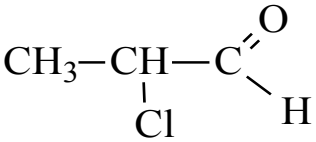
б) бутадиена-1,3 со стиролом;

в) изобутилена с изопреном.

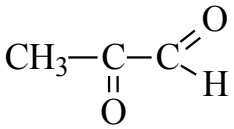
20. Напишите структурную формулу углеводорода состава C_5H_8, если в результате его озонолиза получаются: формальдегид, уксусный альдегид и глиоксаль CHO-CHO.

21. При озонолизе углеводорода C_8H_{14} получен ацетон, глиоксаль и пропионовая кислота. Напишите структурную формулу углеводорода C_8H_{14} и назовите его по систематической номенклатуре ИЮПАК.

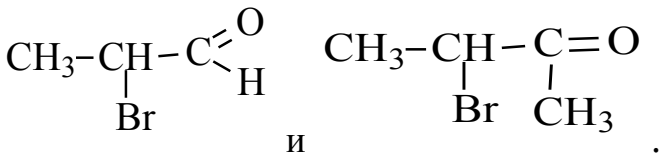
22. Установите строение диенового углеводорода C_6H_{10}, если известно, что присоединяя один моль хлора, он образует продукт состава $C_6H_{10}Cl_2$, в результате озонолиза которого получается 2-хлорпропаналь:



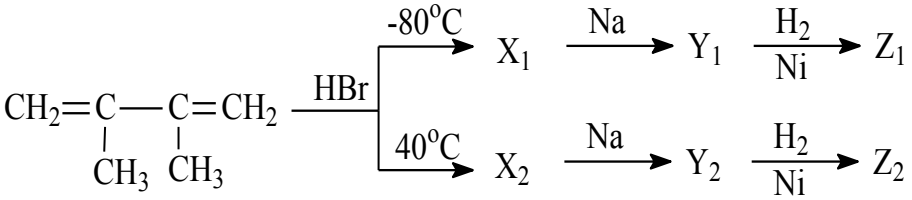
23. Установите строение углеводорода состава C_5H_8, если после неполного гидрирования (1 моль) и последующего озонирования гидрированного продукта были получены формальдегид и альдегидокетон следующего строения:



24. Установите строение углеводорода состава C_7H_{12}, если после присоединения 1 моль водорода и последующего бромирования было получено соединение $C_7H_{12}Br_2$. Озонолиз этого соединения приводит к образованию следую-
щих продуктов:

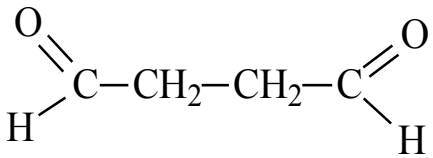


25. Назовите конечные продукты Z_1 и Z_2 в предложенных цепочках превращений:



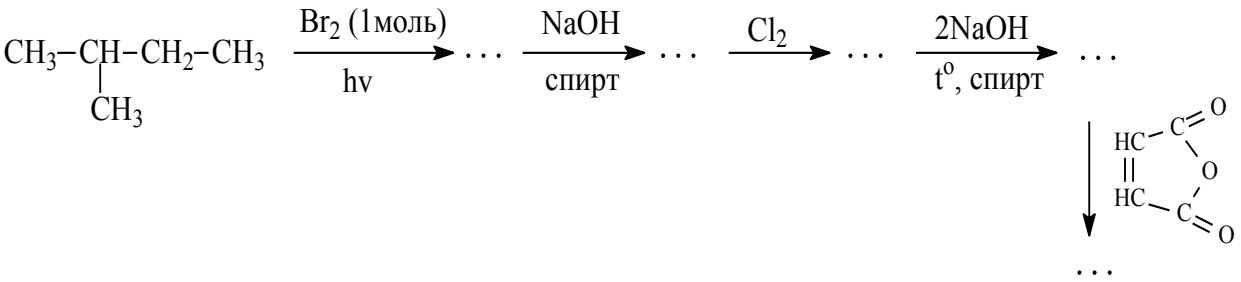
26. В каких условиях осуществимы реакции:
метан → этан → ацетилен → пропилацетилен→1,3.5-трипропилбензол?

27. Каково строение мономера, продукт полимеризации которого при озонолизе образует диальдегид янтарной кислоты?



28. С помощью каких реагентов можно осуществить превращения:
а) хлористый аллил → гексадиен-1,3 → гексан
б) 2,4-дихлорбутан → бутадиен-1,3 → циклогексен?

29. Заполните схему превращений



30. Осуществите присоединение бромоводорода, пропена, малеинового ангидрида к:
а) 2,3-диметилбутадиену-1,3
б) 2-метилгексадиену-1,3
в) гексадиену-2,4

ЗАДАНИЕ V

1. Получите всеми возможными способами бутин-1 и бутин-2.
2. Напишите уравнения реакций избытка спиртового раствора щелочи с перечисленными ниже веществами:
а) 1,1-дибромбутан;
б) 2,2-дибромбутан;
в) 2,3-дибромгексан;
г) 1,1-дибром-3,3-диметилбутан.
Назовите продукты согласно рациональной номенклатуре и номенклатуре ИЮПАК.
3. Какие соединения образуются при нагревании с цинковой пылью:
а) 1,1,2,2-тетрабромпропана;
б) 2,2,3,3-тетрахлорпентана.
Напишите соответствующие уравнения реакций.
4. Используя магнийорганические соединения (способ Иоцича) синтезируйте из ацетилена диметилацетилен, этилпропилацетилен, диизопропилацетилен.
5. Какое соединение образуется при последовательном действии на бутин-1 амида натрия и затем иодистого пропила?
6. Действием каких реагентов можно осуществить превращения:
а) $(CH_3)_2CH\text{-}CH{=}CH_2 \rightarrow (CH_3)_2CH\text{-}C{\equiv}CH$;
б) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2Br \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH_2 \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CHBr\text{-}CH_2Br \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}C{\equiv}CH$;
в) $(CH_3)_2CH\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH_2 \rightarrow (CH_3)_2CH\text{-}C{\equiv}C\text{-}CH_3$;
г) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2OH \rightarrow CH_3\text{-}C{\equiv}C\text{-}CH_3$.
7. В чем причина усиления кислотных свойств ацетилена по сравнению с молекулами этилена и этана. Приведите примеры реакций, характеризующие СН-кислотность ацетилена. Какое условие должно выполняться для проявления этого свойства у алкинов.
8. Какие из перечисленных алкинов будут взаимодействовать с аммиачными растворами оксида серебра и хлорида меди (I).
а) метилацетилен;
б) метилпропилацетилен;
в) бутин-1;
г) бутин-2;
д) диэтилацетилен;
е) 3-метилбутин-1.
9. Напишите уравнения реакций:
а) с аммиачным раствором серебра для пентина-1 и 3,3-диметилбутина-1;
б) с аммиачным раствором хлорида меди (I) для соединений октин-1 и 3,4-гексин-1.

10. Какие из названных ниже углеводородов будут реагировать с CH_3MgBr (реакция Иоцича):
а) пропин;
б) бутин-2;
в) 3-метилгексин-1;
г) 4-метилгексин-2;
д) этилацетилен;
е) диизопропилацетилен.

Приведите соответствующие уравнения реакций.

11. Расположите следующие алкины в порядке убывания кислотных свойств: пропин, этин, 3-метилбутин-1, 3-хлорпропин. Дайте объяснения.

12. С помощью каких качественных реакций можно различить изомерные соединения: бутин-1 и бутин-2. Напишите, в каких условиях возможно протекание данных реакций.

13. Какие реакции помогут различить следующие соединения: бутен-1 и бутин-1, пентан и пентин-1. В каких условиях возможно протекание данных реакций.

14. Осуществите реакции окисления пентина-1 следующими химическими реагентами:
а) хлоридом меди (I) в спиртовом растворе аммиака и последующей обработкой кислородом воздуха;
б) водным раствором перманганата калия;
в) действием озона и последующим окислительным расщеплением водой.

15. Какие ацетиленовые углеводороды нужно взять для получения 1,1,2,2-тетрахлорбутана и 2,2,3,3-тетрабромбутана? Напишите соответствующие уравнения реакций. Поясните, почему алкины менее реакционноспособны по отношению к электрофилам, чем алкены.

16. Какие алкины образуют при взаимодействии с бромоводородом:
а) 2-бром-3-метилпентен-1;
б) 2,2-дибром-3-метилбутан.
Напишите структурные формулы веществ и назовите их. В соответствии, с каким правилом происходит присоединение галогеноводородов к нессимметричным алкинам.

17. Какие соединения образуются при действии 1 моль бромоводорода на октин-1:
а) в стандартных условиях;
б) в присутствии перекисей.

Назовите полученные вещества. Какие факторы определяют направление реакции в каждом из случаев?

18. Какое соединение получается при взаимодействии 4,5-диметилгексина-2 с водой в условиях реакции Кучерова. Сформулируйте правило Эльтекова.

19. Напишите структурную формулу алкина, гидратацией которого в условиях реакции Кучерова были получены этил-*втор*-бутил-кетон и пропилизопропилкетон. Назовите его по рациональной номенклатуре и номенклатуре ИЮПАК.

20. Осуществите реакции между:

а) пропином и этанолом;

б) бутином-1 и метиловым спиртом;

в) ацетиленом и пропанолом-1;

при условии, что реакция протекает в присутствии щелочей и при нагревании растворов до 140-150°C (реакция Фаворского). В соответствии с каким правилом протекает реакция?

21. Осуществите реакции ацетилена с перечисленными соединениями:

а) цианистая кислота;

б) уксусная кислота;

в) этиловый спирт;

г) ацетилен.

Почему такие реакции называют реакциями винилирования. В каких условиях протекают эти реакции, кто впервые осуществил присоединение веществ с подвижным атомом водорода к ацетилену? Назовите продукты.

22. Составьте схемы получения веществ:

а) 1,3,5-триэтилбензола из ацетилена;

б) 1,3,5-триметилбензола из метана;

в) гексаметилбензола из этилена.

Укажите условия протекания реакций.

23. Осуществите превращения:

а) метан → этан → ацетилен → пропилацетилен → метилпропил-ацетилен;

б) карбид кальция → ацетилен → этилацетилен → 1,3,5-триэтил-бензол;

в) этен→ этин → ацетиленид натрия → пропин → гексаметилбензол.

В каких условиях осуществимы эти реакции?

24. Заполните схемы превращений:

а)

$$CaC_2 \xrightarrow{H_2O} \text{-----} \xrightarrow{NaNH_2,\ CH_3I} \text{-----} \xrightarrow{NaNH_2,\ C_2H_5I} \text{-----} \xrightarrow{\text{тримеризация}} \text{-----}$$

б)

$$\text{бутен-1} \xrightarrow{Br_2} \text{----} \xrightarrow[C_2H_5OH]{2KOH} \text{-----} \xrightarrow{CH_3MgBr} \text{-----} \xrightarrow{CH_3\text{-}I} \text{-----} \xrightarrow[H_2SO_4]{K_2Cr_2O_7} X+Y$$

25. Какой углеводород состава C_4H_6 присоединяет четыре атома брома и реагирует с аммиачным раствором гидроксида серебра?

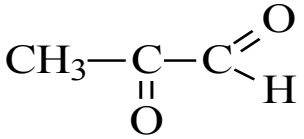
26. Установите строение вещества C_5H_8, которое при взаимодействии с аммиачным раствором оксида меди дает осадок красного цвета, а при

окислении перманганатом калия в кислой среде превращается в изомасляную кислоту.

27. Установите строение соединения состава C_4H_6, которое с аммиачным раствором оксида серебра не дает осадка белого цвета, а при окислении концентрированным раствором перманганата калия в кислой среде превращается в уксусную кислоту.

28. Установите строение углеводорода состава C_6H_{10}.
присоединяющего четыре атома брома, не реагирующего с аммиачным раствором оксида меди (I). При действии воды в присутствии солей ртути и серной кислоты исследуемый углеводород дает смесь метилизобутилкетона и этилизопропилкетона.

29. Установите строение углеводорода состава C_5H_6, если после неполного гидрирования (1 моль) и последующего озонирования гидрированного продукта были получены формальдегид и альдегидокетон следующего строения:



30. В каких условиях осуществимы реакции:

$$CH_4 \xrightarrow{?} HC\equiv CH \xrightarrow{?} HC\equiv CHNa \xrightarrow{?} HC\equiv C-C_2H_5 \xrightarrow{?}$$

$$\xrightarrow{?} NaC\equiv C-C_2H_5 \xrightarrow{?} CH_3-C\equiv C-C_2H_5$$

ЗАДАНИЕ VI

1.Напишите структурные формулы всех изомерных спиртов, имеющих молекулярную брутто-формулу $C_4H_{10}O$. Укажите и назовите первичные, вторичные и третичные спирты. Как окисляются первичные, вторичные и третичные спирты?

2. Из 1-бутена получите соответствующий спирт. Назовите его и подвергните окислению сильным окислителем.

3. Напишите структурные формулы изомерных спиртов, имеющих молекулярную брутто-формулу $C_5H_{12}O$. Укажите первичные, вторичные и третичные спирты, назовите их по систематической номенклатуре. Напишите уравнения реакций внутримолекулярной и межмолекулярной дегидратации третичного спирта.

4. На 2-пентанол последовательно подействуйте натрием, а затем 2-хлорпентаном. Укажите, к какому классу соединений относится конечный продукт. Получите конечный продукт межмолекулярной дегидратацией 2-пентанола.

5. Из пропена реакцией гидратации получите соответствующий спирт. Назовите его и напишите для него следующие реакции: а) с пентахлоридом фосфора; б) с масляной кислотой (в присутствии концентрированной серной кислоты).

6. На 2-хлорпентан подействуйте водой (среда щелочная). Для полученного соединения напишите следующие реакции: а) с натрием; б) с пентахлоридом фосфора; в) с уксусной кислотой (в присутствии концентрированной серной кислоты).

7. Напишите структурные формулы спиртов и назовите их по номенклатуре IUPAC.

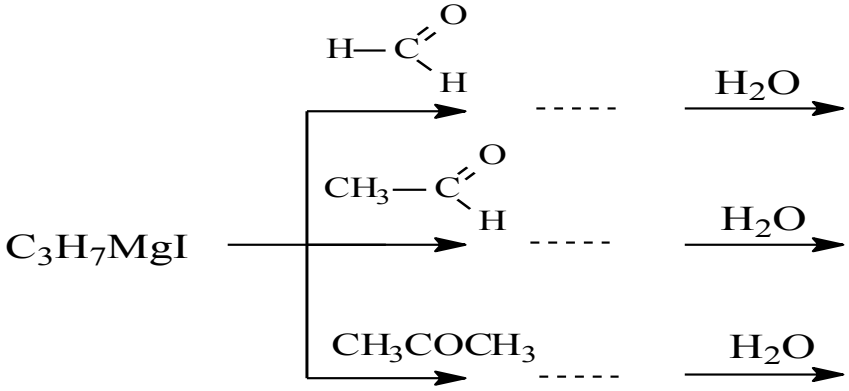
а) метилвтор-бутилкарбинол;

б) диэтилизопропилкарбинол;

в) бутилтрет-пентилкарбинол;

г) изопропилизобутилнеопентилкарбинол.

8. Какие спирты образуются в результате следующих реакций:



9. Получите этиленгликоль всеми известными способами.

10. Осуществите внутри- и межмолекулярное взаимодействие изопропилового спирта и пентанола-2.

11. Каким путем можно осуществить переход:

а) пропиловый спирт → изопропиловый спирт

б) $(C_2H_5)_2CH\text{-}CH_2\text{-}OH \rightarrow (C_2H_5)_2C(OH)\text{-}CH_3$

12. Какие продукты образуются при окислении этиленгликоля, изопропилового спирта, третбутилового спирта.

13. Напишите структурную формулу соединения состава $C_4H_{10}O$, которое реагирует с металлическим натрием с выделением водорода, а при окислении образует кетон.

14. Два амиловых спирта (I) и (II) дают при действии PI_3 соответствующие монойодпроизводные; при дегидройодировании последних получается один и тот же алкен – 2-метилбутен-2, напишите структурные формулы этих веществ.

15. Установите строение вещества состава $C_8H_{18}O_2$, которое обладает следующими свойствами:

а) реагирует с метилмагнийиодидом с выделением 2 моль метана

б) при окислении йодной кислотой образуется только метилэтилкетон (йодная кислота – HIO_4 характерный агент на 1,2-гликоли, расщепляет С-С-связь с образованием альдегидов или кетонов)

16. Установите строение вещества состава $C_5H_{12}O$, которое при взаимодействии с йодистым метилмагнием выделяет метан, а при окислении образует альдегид, обладающий оптической активностью.

17. Осуществите превращения:

$$CH_2{=}CH_2 \xrightarrow[Ag]{O_2} \text{-----} \xrightarrow[H^+]{H_2O} \text{-----} \xrightarrow[t^0C]{2HBr} \text{-----} \xrightarrow{2CH_3ONa} \text{-----}$$

18. Установите состав вещества $C_5H_{12}O$ если:

а) при нагревании с уксусной кислотой в присутствии серной кислоты дает соединение состава $C_7H_{14}O_2$;

б) при окислении образуется кетон, последующее окисление которого по правилу Попова дает смесь уксусной и пропионовой кислот.

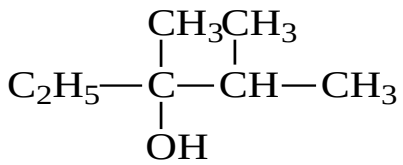
19. Спирт, строения $C_7H_{16}O$ вступает в реакцию этерификации; при нагревании с Al_2O_3 образует соединение состава C_7H_{14}, озонолизом которого получены метилэтилкетон и пропионовый альдегид. Установите строение спирта.

20. Напишите структурную формулу соединения состава $C_5H_{12}O$, если известно, что оно реагирует с металлическим натрием с выделением водорода, при окислении дает кетон состава $C_5H_{10}O$, а при дегидратации образует 2-метил-2-бутен.

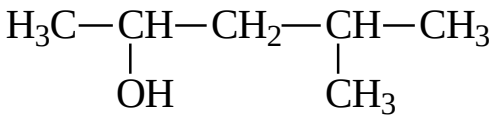
21. Синтезируйте спирт, при окислении которого сначала образуется кетон состава $C_5H_{10}O$, а при дальнейшем окислении – ацетон и уксусную кислоту

22. Назовите соединения по систематической и рациональной номенклатуре:

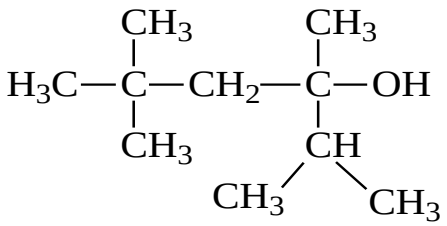
а)



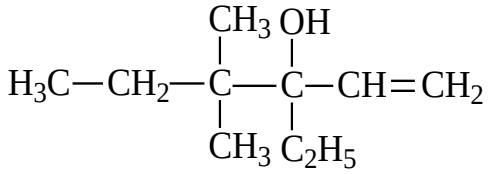
б)



в)



г)



23. Напишите структурные формулы всех предельных одноатомных вторичных спиртов нормального строения, содержащих 3,4,5 и 6 атомов углерода. Назовите их по рациональной номенклатуре.

24. Напишите структурные формулы и назовите по номенклатуре IUPAC ненасыщенные спирты: аллиловый, пропаргиловый, винилэтилкарбинол.

25. Напишите структурные формулы всех изомерных двухатомных спиртов молекулярной формулы $C_4H_{10}O_2$. Назовите их.

26. Какие спирты образуются в результате щелочного гидролиза: а) бромистого этила; б) йодистого изопропила; в) хлористого изобутила? Напишите схемы реакций.

27. Напишите схемы получения следующих производных этиленгликоля: а) диметилового эфира; б) моноацетата; в) динитрата; г) этиленхлоргидрина.

28. Напишите структурные формулы простых эфиров состава $C_4H_{10}O$. Назовите их.

29. Назовите следующие соединения:

a) $C_2H_5—O—C_2H_5$ b) $H_3C—O—CH_2—CH(CH_3)—CH_2$ v) $CH_2(OCH_3)—CH_2(OCH_3)$

g) $H_3C—CH—CH_2$ (O) d) $H_3C—O—CH=CH_2$

30. Напишите структурные формулы соединений: а) 1-метоксипентана; б) моноэтилового эфира этиленгликоля; в) окиси *симм*-диметилэтилена.

ЗАДАНИЕ VII.

1. Напишите структурные формулы следующих соединений: изопропилбромида; втор-бутилхлорида; трет-бутилйодида; йодистого амила; хлористого гексила; 1,3-дихлорпропана; 1,2-дибром-3-метилгептана.

2. Напишите структурные формулы всех изомерных соединений C_4H_9Br. Назовите их по рациональной и систематической номенклатуре.

3. Напишите схему реакции пропана с хлором. Укажите условия. Разберите механизм.

4. Осуществите превращения:

$$CH_3\text{-}CHBr\text{-}CH_2\text{-}CH_3 \xrightarrow[\text{спирт}]{KOH} \dots \xrightarrow{Br_2} \dots \xrightarrow[\text{спирт}]{2\,KOH} \dots \xrightarrow[Hg^{2+},\,H^+]{H_2O} \dots \xrightarrow{PCl_5} \dots$$

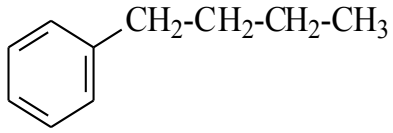
5. Синтезируйте приведенные соединения исходя из бромистого аллила:

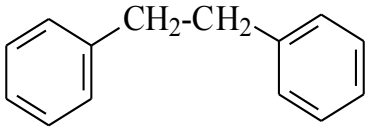
$CH_2{=}CH\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH_2$; $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH_2$

6. Напишите структурную формулу вещества C_4H_9Br, если известно, что при нагревании с металлическим натрием он образует 3,4-диметилгексан.

7. Напишите структурную формулу соединения C_4H_9Cl, образующего при гидролизе продукт состава $C_5H_{12}O$. последний при дегидратации и последующем озонолизе превращается в смесь формальдегида и метилэтилкетона.

8. С помощью реакции Вюрца-Фиттига получите следующие соединения:





9. Каково строение соединения C_6H_4BrCl, которое при последовательной обработке магнием в абсолютном эфире, диоксидом углерода и разбавленной HCl дает м-хлорбензойную кислоту.

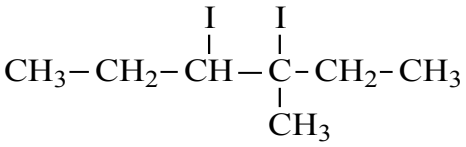
10. Из иодистого изопропила получите:

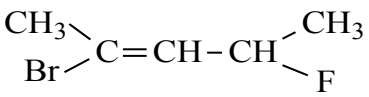
а) магнийиодизопропил; б) 2,3-диметилбутан; в) 2-нитропропан.

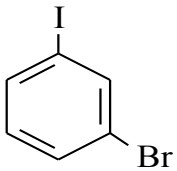
11. Сколько ароматических изомеров состава C_7H_7Cl можно написать. Назовите их по номенклатуре ИЮПАК.

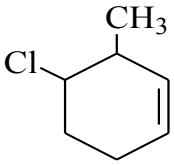
12. Напишите структурную формулу соединения C_7H_7Br, если известно, что при взаимодействии с бромистым аллилом образуется 4-фенилбутен-1.

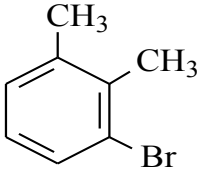
13. Назовите соединения:







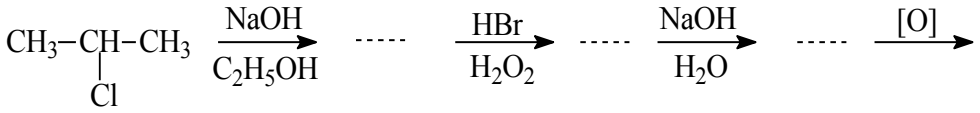




14. Напишите структурную формулу вещества состава C_3H_7Cl, если известно, что при нагревании с металлическим натрием он образует н-гексан.

15. Как изменяются длины связей в ряду C-F, C-Cl, C-Br, C-I. Почему иодистые алкилы обладают большей реакционной способностью.

16. Осуществите превращение:



17. Какова структурная формула соединения $C_8H_6C_{l4}$, при гидролизе которого образуется 3-метил-4-хлорбензойная кислота.

18. Напишите структурные формулы и назовите все возможные изомеры для 2-бромбутена-2.

19. По методу Вюрца-Фиттига получите:

а) 1,6-дифенилгексан

б) пентен-1

в) пропилбензол

20. Сколько монохлорпроизводных можно произвести от н-пентана, напишите структурные формулы. Назовите каждое из соединений по номенклатуре ИЮПАК.

21. Синтезируйте исходя из бромистого аллила:

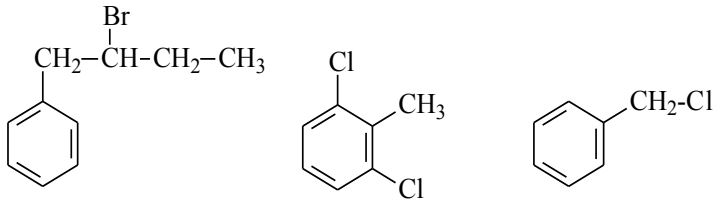
а) CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH=CH_2;

б) CH_2Br-CHBr-CH_2Br

в) C_6H_5-CH_2-CH=CH_2

22. Какие продукты получаются при взаимодействии бромистого этила и нитрата серебра. Что такое амбидентный нуклеофил?

23. Назовите соединения:



Для первого соединения напишите и назовите все изомеры.

24. Напишите структурную формулу вещества C_4H_9Br, образующего при гидролизе первичный спирт, а при дегидробромировании и последующем гидробромировании третичное бромпроизводное.

25. Напишите схему бромирования пропилбензола в боковую цепь. Какими способами можно инициировать данную реакцию? Разберите механизм.

26. Осуществите цепочку превращений:

Бензол → А → Б → *пара*-Бромэтилбензол→ В → *пара*-Гидроксибензойная кислота

27. Напишите уравнения реакций бензилхлорида:
а) с водным раствором гидроксида натрия
б) цианидом натрия
в) этилатом натрия
г) аммиаком
28. Напишите структурную формулу ароматического углеводорода состава C_9H_{12}, при моногалогенировании которого получают только одно галогензамещенное производное.
29. Напишите все соединения, изомерные 3-хлорпентину-1.
Назовите все полученные соединения по систематической номенклатуре ИЮПАК.
30. Какое строение имеет алкилгалогенид состава C_4H_9Br, если после его дегидрогалогенирования в спиртовом растворе щелочи образуется алкен C_4H_8 который после озонирования дает уксусный альдегид? Напишите уравнения реакций.

ЗАДАНИЕ VIII.

1. Окислите 2-бутанол. Продукт окисления введите в реакции: а) с пентахлоридом фосфора; б) с цианистоводородной кислотой.
2. 1,1-Дихлорпропан гидролизуйте (среда щелочная). Продукт гидролиза введите в реакции: а) с гидроксидом серебра; б) с этиловым спиртом (в присутствии сухого хлористого водорода).
3. Проведите пиролиз кальциевой соли пропионовой кислоты. Полученное соединение введите в следующие реакции: а) с гидроксиламином; б) с сильным окислителем.
4. Окислите 2-метил-3-бутанол. Как продукт окисления реагирует: а) с цианистоводородной кислотой; б) с пентахлоридом фосфора?
5. На 3-метил-1-пентин подействуйте водой в присутствии солей ртути. Как полученное соединение реагирует: а) с гидроксиламином; б) с сильным окислителем?
6.1-Пропанол осторожно окислите. На продукт окисления подействуйте следующими реагентами: а) гидроксидом серебра; б) пентабромидом фосфора.
7. 2-Бутин гидролизуйте в присутствии солей ртути. На продукт реакции подействуйте следующими соединениями: а) водородом в присутствии катализатора; б) гидроксиламином.
8. Проведите пиролиз кальциевой соли изомасляной кислоты. На полученное соединение подействуйте следующими соединениями: а) гидроксиламином; б) сильным окислителем.
9. 2,2-Дихлорпентан подвергните гидролизу (среда щелочная). На полученное соединение подействуйте следующими реагентами: а) гидросульфитом натрия; б) пятихлористым фосфором.
10. Окислите 3-метил-2-пентанол. Полученное соединение введите в следующие реакции: а) с цианистоводородной кислотой; б) с сильным окислителем.

11. Проведите пиролиз смешанной бариевой соли муравьиной и изомасляной кислот. На полученное соединение подействуйте реагентами: а) гидроксидом серебра: б) пентахлоридом фосфора.
12. 1-Пентин гидролизуйте в присутствии солей ртути. Продукт реакции введите во взаимодействие со следующими реагентами: а) с цианистоводородной кислотой; б) с гидроксиламином.
13. 3,3-Дибром-2-метилгексан подвергните гидролизу (среда щелочная). Полученное соединение введите в следующие реакции: а) с сильным окислителем; б) с водородом в присутствии катализатора.
14. 2-Метил-1-бутанол осторожно окислите. На продукт окисления подействуйте следующими реагентами: а) гидроксидом меди (II) (жидкость Фелинга); б), пентахлоридом фосфора.
15. Проведите пиролиз магниевой соли валериановой кислоты. Полученное соединение введите в следующие реакции: а) с гидроксиламином; б) с цианистоводородной кислотой.
16. 2,2-Дихлор-3-метилбутан гидролизуйте (среда щелочная). Продукт гидролиза введите в следующие реакции: а) с гидросульфитом натрия; б) с гидроксиламином.
17. Проведите пиролиз смешанной кальциевой соли муравьиной и пропионовой кислоты. На продукт пиролиза подействуйте следующими реагентами: а) аммиачным раствором гидроксида серебра; б)пентахлоридом фосфора.
18. Окислите 3,3-диметил-2-пентанол. Продукт окисления введите в следующие реакции: а) с гидроксиламином; б) с пентабромидом фосфора.
19. 1,1-Дибром-3-метилпентан гидролизуйте в щелочной среде. На полученное соединение подействуйте следующими реагентами:
а) гидросульфитом натрия;
б) избытком этилового спирта в присутствии сухого хлористого водорода.
20. 2-Гексин введите в реакцию с водой в присутствии солей ртути (реакция Кучерова). На полученное соединение подействуйте:
а) сильным окислителем;
б) гидроксиламином.
21.Напишите структурные формулы всех изомерных альдегидов и кетонов состава $C_5H_{10}O$. Назовите их.
22. Получите пропионовый альдегид из:
а) алкенов – оксо-синтезом; озонолизом;
б) гидролизом дигалогенпроизводного;
в) окислением соответствующего спирта
г) восстановлением хлорангидрида карбоновой кислоты;
д) при помощи реакции Гриньяра.
23. Бариевую соль масляной кислоты нагрейте без доступа воздуха (пиролиз). На полученное соединение подействуйте: а) восстановителем; б) сильным окислителем; в) цианистым водородом.
24. Как осуществить превращение:

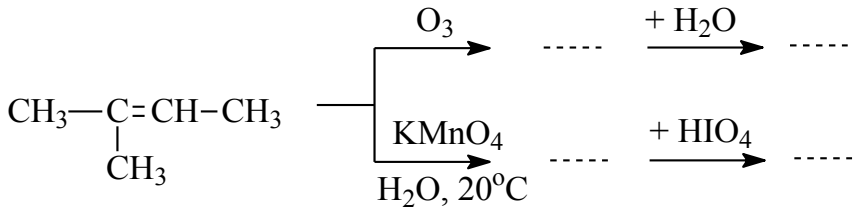
$(CH_3)_2CH\text{-}CH_2CH_2OH \rightarrow (CH_3)_2CH\text{-}CH_2CHO$ и $(CH_3)_2CH\text{-}CH_2CH_2OH \rightarrow (CH_3)_2CH\text{-}CHO$

25. Вещество $C_5H_{12}O$ обладает следующими свойствами: при окислении образует вещество $C_5H_{10}O$, реагирующий с гидразином и гидроксиламином; при дегидратации образует углеводород C_5H_{10}, одним из продуктов окисления которого является ацетон? Установите его пространственное строение.

26. Вещество $C_5H_8O_4Ca$ при сухой перегонке образует соединение C_4H_8O, которое реагирует с гидроксиламином, но не дает реакции серебряного зеркала. Установите их строение.

27. 1-Бутанол окислите мягким окислителем. Как полученное соединение реагирует: а) с избытком метанола (в присутствии сухого хлористого водорода); б) с окислителем; в) гидросульфитом натрия?

28. Осуществите превращения:



29.На 1-бутин подействуйте водой (реакция Кучерова). На полученное соединение подействуйте: а) сильным окислителем; б) водородом в присутствии катализатора; в) гидроксиламином.

30. Из пропина получите пропанон двумя способами: а) пользуясь реакцией Кучерова; б) через образование дигалогенопроизводного. Как будет реагировать пропанон с сильным окислителем?

ЗАДАНИЕ IX.

1. Из 1-хлорпропана, через стадию образования нитрила получите масляную (бутановую) кислоту. Как эта кислота реагирует:

а) с гидроксидом бария;

б) с пентахлоридом фосфора?

2. Окислите пропаналь. На продукт окисления подействуйте последовательно гидроксидом натрия, а затем 2-хлорпропаном.

3. 1,1,1-Трихлорбутан гидролизуйте. На полученное соединение подействуйте следующими реагентами: а) аммиаком; б) 2-пропанолом в присутствии концентрированной серной кислоты.

4. На хлорэтан подействуйте цианидом калия. Продукт реакции гидролизуйте (среда кислая). Полученное соединение обработайте пентахлоридом фосфора.

5. Напишите структурные формулы всех карбоновых кислот состава $C_5H_{10}O_2$. Назовите их.

6. Какое соединение получится в результате следующих превращений:

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}Br \xrightarrow[t^o]{KCN} \text{-----} \xrightarrow[H^+]{H_2O} \text{-----}$$

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH \xrightarrow{PCl_5} \text{-----} \xrightarrow{C_2H_5OH} \text{-----} \xrightarrow{2CH_3MgBr} \text{-----} \xrightarrow{H_2O,\ H^+} \text{-----} \xrightarrow{(CH_3CO)_2O} \text{-----} \xrightarrow{NH_3\ (H_2O)} \text{--}$$

7. Осуществите переходы:

а) пропен → диметилуксусная кислота

б) этилэтилен → бутановая кислота

8. Установите строение соединения $C_4H_8O_2$, обладающее следующими свойствами:

а) реагирует с водным раствором соды с выделением CO_2

б) при сплавлении со щелочью образует пропан

в) с $Ca(OH)_2$ дает соль при пиролизе которой получается изопропилкетон

9. 1,4-Бутандиол энергично окислите. На полученное соединение подействуйте последовательно пентахлоридом фосфора, а затем этилатом натрия (реактивы брать в избытке).

10. На 2-хлорпропан подействуйте цианидом калия. Полученное соединение гидролизуйте (среда щелочная). Как продукт гидролиза взаимодействует с 2-хлорпропаном?

11. Из бромэтана получите: а) уксусную кислоту (в качестве промежуточного соединения должен быть получен соответствующий спирт); б) пропионовую кислоту (в качестве промежуточного соединения должен быть получен соответствующий нитрил). Как указанные кислоты реагируют с аммиаком?

12. Осуществите превращения:

$$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH=CH_2 \xrightarrow{H_2O,\ H^+} \text{-----} \xrightarrow{PCl_5} \text{-----} \xrightarrow{KCN} \text{-----} \xrightarrow[HCl]{2H_2O} \text{-----}$$

13. 2-Метил-1-пропанол энергично окислите. Продукт окисления введите в следующие реакции: а) с пентахлоридом фосфора, а затем с аммиаком; б) с гидроксидом серебра.

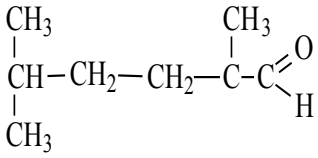
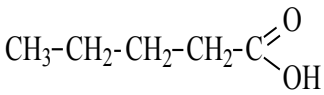
14. Как получить из 4-метил-пентанона-2:

а) изовалериановую кислоту;

б) изомасляную кислоту

15. На 1,2-дибромпропан подействуйте избытком цианида калия. Продукт реакции подвергните исчерпывающему гидролизу (среда кислая). На продукт гидролиза подействуйте избытком 2-пропанола в присутствии концентрированной серной кислоты.

16. Назовите соединения по рациональной номенклатуре и номенклатуре ИЮПАК. К какому классу соединений относятся каждое из них:

17. Из 1-хлорбутана через стадию образования соответствующего спирта получите масляную кислоту. Полученную кислоту превратите в ее ангидрид. На масляный ангидрид подействуйте аммиаком.

18. Вещество $C_9H_{18}O_2$ при прокаливании с гидроксидом натрия превращается в углеводород C_8H_{18}, который идентичен соединению, образующемуся при электролизе соли триметилуксусной кислоты. Каково строение исходного соединения. Назовите $C_9H_{18}O_2$.

19.Окислите 2,3-диметилбутаналь. На продукт окисления подействуйте реагентами: а) гидроксидом кальция; б) 2-пропанолом в присутствии водоотнимающего реагента.

20.Из 1-хлорпропана получите:

а) пропионовую кислоту (в качестве промежуточного соединения должен быть получен соответствующий спирт); б) масляную кислоту (в качестве промежуточного соединения должен быть получен соответствующий нитрил).

21. Из пропаналя получите пропионовую кислоту. Как пропионовая кислота будет взаимодействовать с гашеной известью? Подвергните пиролизу полученный продукт.

22. Приведите два способа получения ангидрида уксусной кислоты. На полученный ангидрид подействуйте: а) 2-пропанолом; б) аммиаком.

23. Из адипиновой кислоты получите ее полный изопропиловый эфир. На полученный продукт подействуйте последовательно избытком раствора гидроксида натрия, а затем избытком 1-хлорпропана.

24. Установите состав вещества $C_5H_{12}O$ если:

а) при нагревании с уксусной кислотой в присутствии серной кислоты дает соединение состава $C_7H_{14}O_2$;

б) при окислении образуется кетон, последующее окисление которого по правилу Попова дает смесь уксусной и пропионовой кислот.

25. На глицерин подействуйте масляной кислотой (3 моля). На полученное соединение подействуйте избытком разбавленного раствора гидроксида натрия.

26. Приведите два способа получения амида пропионовой кислоты. Полученный амид введите в реакцию с оксидом фосфора (V) при нагревании.

27. Ангидрид масляной кислоты нагрейте с водой. Полученный продукт последовательно введите в реакции с пентахлоридом фосфора, а затем — с аммиаком.

28. Получите ангидрид пропионовой кислоты. Из ангидрида пропионовой кислоты получите: а) амид пропионовой кислоты; б) изопропиловый эфир пропионовой кислоты.

29.Напишите структурные формулы соединений и назовите их по номенклатуре IUPAC:

а) триметилуксусная кислота;

б) винилизобутилуксусная кислота;

в) дитрет-пентилуксусная кислота;

г)аллилдипропилуксусная кислота.

30. Из акриловой кислоты получите хлорангидрид акриловой кислоты. Полученный продукт введите в реакцию с этилатом натрия. Напишите схему реакции полимеризации полученного продукта.

З А Д А Н И Е X

Все полученные в процессе реакций органические соединения должны быть названы.

1. Из аммиака и соответствующего галогенопроизводного получите 2-аминобутан. Полученное соединение введите в реакции: а) с серной кислотой; б) с ангидридом пропионовой кислоты.

2. Нитрил уксусной кислоты прогидрируйте (в присутствии катализатора). На продукт реакции последовательно подействуйте 2-йодпропаном, а затем аммиаком. Как конечное соединение реагирует с хлорангидридом уксусной кислоты?

3. 2-Нитропропан восстановите активным водородом. На продукт восстановления подействуйте: а) хлороводородной кислотой; б) 1-хлорпропаном, а затем аммиаком.

4. Из аммиака и соответствующего галогеналкана получите диизопропиламин. Полученное соединение введите в реакции: а) с бромоводородной кислотой; б) с азотистой кислотой.

5. 1-Аминопропан введите в реакции: а) с 2-йодпропаном (с последующей обработкой аммиаком); б) с азотистой кислотой; в) с уксусным ангидридом.

6. Из аммиака и соответствующих галогеналканов последовательно получите пропиламин, а затем пропилизопропиламин. На конечный продукт реакции подействуйте азотистой кислотой.

7. Из метиламина через ряд последовательных реакций получите метилэтилпропиламин. Полученное соединение введите в реакцию с серной кислотой.

8. 2-Амино-2-метилпропан введите в реакции:

а) с хлорэтаном (с последующей обработкой аммиаком); б) с ангидридом пропионовой кислоты; в) с азотистой кислотой.

9. 2-Цианпропан прогидрируйте (в присутствии катализатора). На полученное соединение подействуйте реагентами: а) 1-хлорпропаном; б) ангидридом масляной кислоты.

10. Из этиламина получите этилизопропиламин. Полученное соединение введите в реакции: а) с хлороводородной кислотой; б) с азотистой кислотой.

11. Из аммиака и соответствующих галогеналканов последовательно получите изопропиламин, а затем этилизопропиламин. Конечный продукт реакции введите во взаимодействие с ангидридом пропионовой кислоты.
12. 1-Нитро-2-метилпропан восстановите активным водородом. Полученное соединение введите в реакции: а) с азотистой кислотой; б) с 1-йодпропаном (с последующей обработкой аммиаком).
13. Из аммиака и соответствующих галогеналканов последовательно получите бутиламин, а затем бутилизопропиламин. Как конечный продукт реакции реагирует с азотистой кислотой?
14. Из пропиламина через ряд промежуточных реакций получите метилэтилпропиламин. Как этот амин реагирует с серной кислотой?
15. 2-Аминопропан введите в следующие реакции: а) с ангидридом пропионовой кислоты; б) с 2-йодпропаном (с последующей обработкой аммиаком; в) с азотистой кислотой.
16. Из нитрила пропионовой кислоты получите пропиламин. Для пропиламина напишите уравнения реакций: а) с 2-йодбутаном; б) с бромоводородной кислотой.
17. Из аммиака и соответствующих галогеналканов последовательно получите этиламин, а затем этилбутиламин. Полученные амины введите в реакцию с ангидридом пропионовой кислоты.
18. Из аммиака и соответствующего галогеналкана получите трет-бутиламин. На трет-бутиламин подействуйте реагентами:
а) азотистой кислотой;
б) хлорангидридом уксусной кислоты.
19. 1-Цианпропан прогидрируйте (в присутствии катализатора). Продукт гидрирования введите в реакции: а) с разбавленной серной кислотой; б) с 2-хлорпропаном (с последующей обработкой аммиаком).
20. 3-Аминопентан введите в реакции: а) с бромоводородной кислотой; б) с ангидридом пропионовой кислоты; в) с бромэтаном (с последующей обработкой аммиаком).
21. 2-Нитро-3-метилпентан восстановите активным водородом. Для полученного соединения напишите уравнение реакций: а) с азотистой кислотой; б) с хлорангидридом пропионовой кислоты.
22. Получите из аммиака и соответствующих галогенопроизводных этилпропиламин. Полученный амин введите в реакции: а) с хлороводородной кислотой; б) с ангидридом пропионовой кислоты.
23. Напишите структурную формулу соединения состава $C_5H_{11}NO_2$ не реагирующего с водным раствором щелочи.
24. Каково строение амина состава $C_4H_{11}N$, который не реагирует с уксусным ангидридом и реагирует только с одной молекулой йодистого метила?
25. Напишите реакции взаимодействия бутана с азотной кислотой в условиях жидкофазного и парофазного нитрования

26. Из метилэтиламина получите метилэтилпропиламин. Полученный продукт введите в реакции: а) с хлороводородной кислотой; б) с хлорметаном.

27. 3-Нитрогексан восстановите активным водородом. Для полученного соединения напишите уравнения реакций: а) с разбавленной серной кислотой; б) с хлорметаном (с последующей обработкой аммиаком) ; в) с хлорангидридом пропионовой кислоты.

28. Получите двумя методами этиламин. Из этиламина получите метилэтиламин. Как этиламин и метилэтиламин взаимодействуют с азотистой кислотой?

29. Для 1,2-диаминоэтана напишите уравнения реакций: а) с избытком хлороводородной кислоты; б) поликонденсации с хлорангидридом янтарной кислоты.

30. При действии на амины азотистой кислотой были получены соединения: а). 1-бутанол; б) метилэтилнитрозоамин. Напишите формулы исходных аминов.

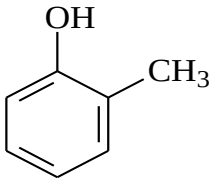
ЗАДАНИЕ XI.

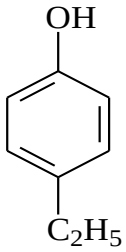
1. Напишите структурные формулы:

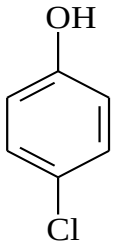
а) *м*-крезола; б) *о*-нитрофенола; в) фенол-2,4-дисульфокислоты; г) пикриновой кислоты.

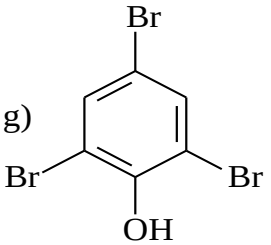
2.Напишите структурные формулы всех изомерных ароматических соединений состава C_7H_8O. Назовите их.

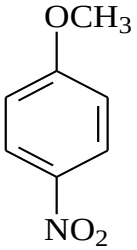
3. Назовите следующие соединения:

a) 

b) 

v) 

g) 

d) 

4. Напишите схемы реакций, лежащих в основе технических методов получения фенола.

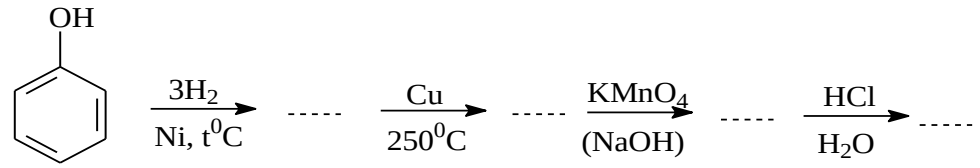
5. Получите: а) фенол из анилина; б) *о*-крезол из *о*-толуидина.

6. Проалкилируйте фенол: а) йодистым этилом; б) метиловым эфиром *п*-толуолсульфокислоты.

7.Напишите схемы реакций фенола: а) с бромной водой; б) с разбавленной HNO_3; в) с азотистой кислотой.

8. Из бензола получите 2,4-динитрофенол.

9. Осуществите превращения:



10. Получите из бензола бензиловый спирт. Последний введите в реакцию с пятихлористым фосфором.

11. Приведите реакцию этерификации между бензиловым спиртом и изомасляной кислотой. Продукт назовите.

12. Напишите схемы получения *о*- и *п*-бензохинонов из соответствующих диоксибензолов.

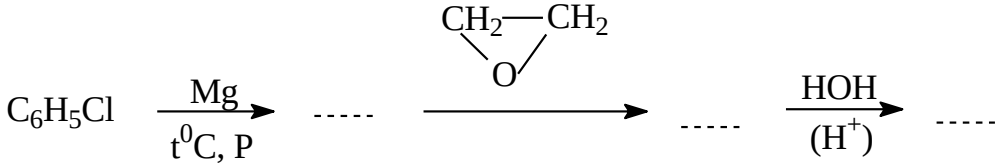
13. Напишите реакции *п*-бензохинона с HCl, с HCN, с $NaHSO_3$.

14. Напишите структурные формулы спиртов: а) диэтилфенилкарбинола; б) этил-*о*-толилкарбинола; в) изопропилфенилкарбинола; г) диметилбензилкарбинола.

15. Напишите схемы получения бензилового спирта всеми известными способами.

16. Предложите схему синтеза метилэтилбензилкарбинола из толуола.

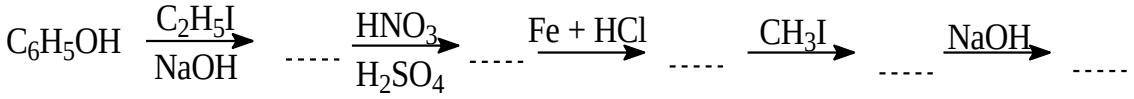
17. Какое соединение получится в результате следующих превращений:



18. Напишите схемы реакций бензилового спирта: а) с натрием; б) с уксусной кислотой (в присутствии серной кислоты); в) с пентахлоридом фосфора.

19. Вещество C_7H_8O не дает окрашивания с $FeCl_3$, при окислении образует бензойную кислоту. Установите его структурную формулу.

20. Осуществите цепочку превращений:



21. Из бензола через ряд промежуточных реакций получите *м*-нитрофенол. Как *м*-нитрофенол реагирует с разбавленной щелочью?

22. Из бензола любым способом получите фенол. Полученный фенол введите в реакции: а) со щелочью, а затем с 2-йодпропаном; б) с азотной кислотой взятой в избытке.

23. Из бензола, через ряд промежуточных реакций получите втор-бутилфениловый эфир.

24. Из бензола получите *п*-этилфенол. Последний введите в реакции: а) со щелочью, а затем с 2-хлорбутаном; б) с бромом (3 моль).

25. Получите флороглюцин (1,3,5-триоксибензол) из бензола.

26. Получите фенилэтиловый спирт из бензола.

27. Проведите реакции по схеме:

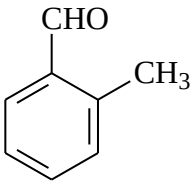
бензол→толуол→бензилхлорид→бензиловый спирт→бензолят натрия.

28. Получите *о*-хинон из пирокатехина, а *п*-хинон из гидрохинона.

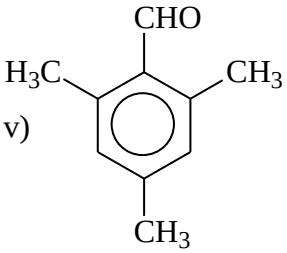
29. Из бензола, через ряд промежуточных реакций, получите трет-бутилфениловый эфир.
30. Введите бензиловый спирт в реакции: а) с хлорангидридом пропионовой кислоты; б) с пентахлоридом фосфора; в) с сильным окислителем.

ЗАДАНИЕ XII.

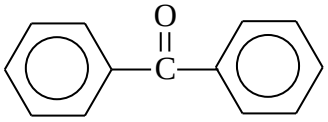
1.Напишите структурные формулы всех изомерных карбонильных соединений ароматического ряда C_8H_8O и назовите их.
2. Назовите следующие соединения:

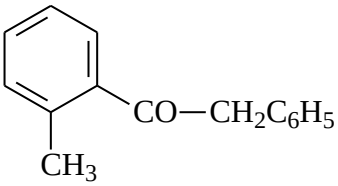
a) 

b) $C_6H_5CH_2CHO$

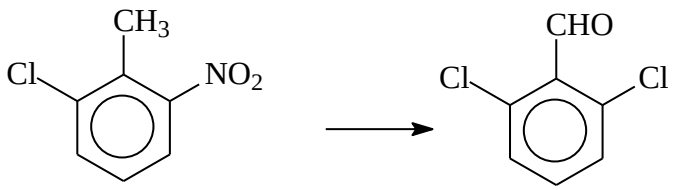
v) 

g) $C_6H_5CH{=}CH{-}CHO$

d) 

e) 

3.Напишите структурные формулы следующих соединений: а) α-фенилпропионового альдегида; б) *о*-нитробензойного альдегида; в) трет-бутилфенилкетона; г) 2,6-дисульфобензойного альдегида.
4.Напишите схемы получения бензойного альдегида всеми известными способами.
5.Напишите схемы получения бензальдегида, *о*-толуилового альдегида, фенилуксусного альдегида: а) окислением соответствующих спиртов; б) гидролизом дигалогензамещенных.
6. Напишите уравнения реакций окисления: а) *о*-хлортолуола до *о*-хлорбензойного альдегида; б) *м*-ксилола до *м*-толуилового альдегида.
7. Предложите три способа превращения толуола в бензальдегид. Какие побочные продукты при этом могут образовываться?
8. Какими методами можно непосредственно ввести альдегидную группу в ароматическое ядро? Какие реагенты и катализаторы используются в каждом случае? Приведите примеры.
9. Напишите схемы получения ацетофенона: а) окислением ароматического углеводорода; б) окислением спирта; в) гидролизом дигалогензамещенного.
10.Напишите схемы получения по реакции Фриделя-Крафтса: а) бензофенона; б) *п*-бромацетофенона; в) ω-хлорацетофенона.
11. Получите *п*-изопропилбензойный альдегид, а также 2,5-диметилбензальдегид по реакции Гаттермана-Коха.
12. Составьте схему следующего превращения:



13. Предложите методы получения терефталевого альдегида из *п*-ксилола.

14. Получите следующие кетоны по способу Фриделя-Крафтса: а) *п*-метилацетофенон; б) 2,4-диметилацетофенон; в) *п*-хлорацетофенон. Какой из этих кетонов будет получаться наиболее легко?

15. Получите по реакции Гриньяра: а) этилфенилкетон из нитрила соответствующей кислоты; б) фенил-*п*-толилкетон из хлорангидрида кислоты.

16. Из бензола получите дибензилкетон.

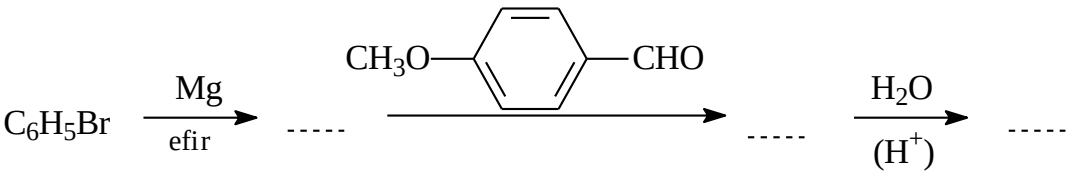
17. Напишите схемы реакций *п*-толуилового альдегида с HCN, $NaHSO_3$, C_6H_5MgBr.

18. Напишите схемы реакций получения оксима, гидразона и фенилгидразона *п*-хлорбензойного альдегида.

19. Предложите простейшие реакции, позволяющие отличить следующие альдегиды: а) бензойный от масляного; б) *п*-толуиловый от фенилуксусного.

20. Какие из альдегидов: а) муравьиный; б) уксусный; в) *п*-толуиловый; г) фенилуксусный; д) триметилуксусный способны вступать в реакцию Канниццаро?

21. Заполните схему превращений:



22. Приведите пример трех ароматических или жирноароматических альдегидов, обладающих лишь одним из следующих свойств: а) вступает в реакцию альдольной и кротоновой конденсации; б) образует альдоль, но не дает продукта кротоновой конденсации; в) не вступает в реакцию Канниццаро.

23. Какие продукты образуются при восстановлении пропиофенона: а) металлическим натрием в спирте; б) амальгамированным цинком в соляной кислоте?

24. При помощи каких реакций можно отличить ацетофенон от бензальдегида?

25. Напишите структурную формулу соединения C_8H_8O, которое дает реакцию серебряного зеркала и образует при окислении хромой смесью бензойную кислоту.

26. Определите строение вещества $C_7H_4ClNO_3$, которое: а) образует оксим и фенилгидразон; б) при окислении дает 3-хлор-4-нитробензойную кислоту.

27. Напишите структурные формулы следующих ароматических соединений: а) кетона, не дающего бисульфитного производного; б) кетона, образующего йодоформ при действии йода в щелочной среде.

28. Вещество $C_{14}H_{10}O_2$ с избытком гидроксиламина дает диоксим, а при окислении в качестве единственного продукта образуется бензойная кислота. Установите строение этого вещества.

29. Вещество C_8H_8O имеет следующие свойства: 1) дает производные с NH_2OH и $C_6H_5NHNH_2$; 2) при действии йода в щелочной среде образует йодоформ. Напишите структурную формулу C_8H_8O.

30. Осуществите цепочку превращений:

$$3\,HC{\equiv}CH \xrightarrow[1500^0C]{C} \text{-----} \xrightarrow[AlCl_3]{CH_3Cl} \text{-----} \xrightarrow[hv]{2Cl_2} \text{-----} \xrightarrow[t^0C]{H_2O(Fe)} \text{-----} \xrightarrow{NH_2NH_2} \text{-----}$$

ЗАДАНИЕ XIII

1. Исходя из бензола, получите *п*-толуидин (*п*-аминотолуол). *п*-толуидин введите в следующие реакции: а) с йодистым этилом (среда щелочная); б) с азотистой кислотой (среда кислая, низкая температура).

2. Исходя из бензола, получите сульфаниловую кислоту (*п*-сульфоанилин). Как сульфаниловая кислота реагирует: а) со щелочью; б) с хлороводородной кислотой?

3. Исходя из толуола, получите *м*-аминобензойную кислоту. *м*-Аминобензойную кислоту введите в реакции: а) со щелочью; б) с пропионовым ангидридом.

4. Исходя из бензола, получите: а) *п*-сульфоанилин; б) *м*-сульфоанилин. Какой из указанных изомеров получается легче и почему?

5. Исходя из бензола, получите *м*-толуидин (*м*-аминотолуол). Полученное соединение введите в реакции: а) с 2-иодпропаном (среда щелочная); б) с бромоводородной кислотой.

6. Напишите структурные формулы соединений: а) *п*-толуидина; б) *м*-нитроанилина; в) *о*-фенилендиамина; г) N-бензил-N-этиланилина.

7. Напишите структурные формулы всех изомерных ароматических аминов состава C_7H_9N и назовите их.

8. Предложите путь синтеза 2,4-диаминотолуола из бензола.

9. На основе *о*-толуидина осуществите синтезы вторичных и третичных аминов следующего строения: а) N,N-диэтил-*о*-толуидина; б) N-бензил-*о*-толуидина; в) N,N-дифенил-*о*-толиламина.

10. Исходя из бензола, получите: а)*м*-фенилендиамин(*м*-диаминобензол); б) *п*-фенилендиамин (*п*-диаминобензол). Полученные соединения введите в следующие реакции: а) с избытком йодистого метила (среда щелочная); б) с избытком пропионового ангидрида.

11. Исходя из нитробензола, получите *п*-хлор-N,N-диметиланилин. На полученное соединение подействуйте соляной кислотой.

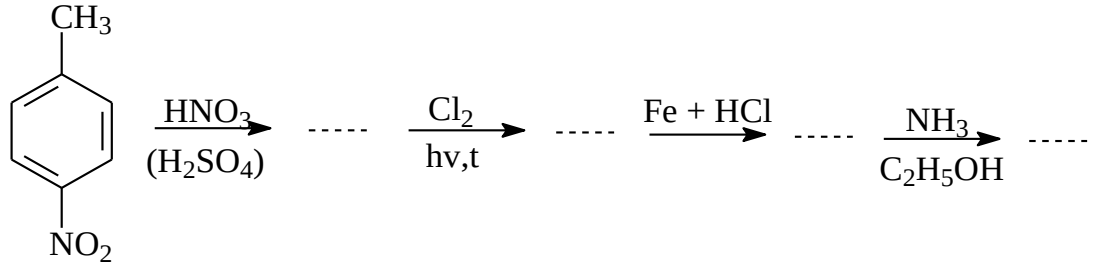
12. Исходя из бензола, получите *м*-нитроанилин. Полученное соединение последовательно введите в следующие реакции: с йодистым метилом (1 моль, среда щелочная), а затем с уксусным ангидридом.

13. Исходя из бензола, получите *м*-сульфоанилин. *м*-Сульфоанилин введите в реакции: а) с хлороводородной кислотой; б) с азотистой кислотой (среда кислая, низкая температура).

14. Исходя из бензола, получите *м*-изопропиланилин. На полученное соединение подействуйте 2-иодпропаном (2 моля, среда щелочная).

15. Действием каких реагентов и в каких условиях можно получить бензиламин: а) из фенилнитрометана; б) из хлористого бензила; в) из бензонитрила; г) из бензальдегида? Напишите схемы реакций.

16. Какое соединение образуется в результате следующих превращений:



17. Из бензола получите N,N-диметиланилин. Полученное соединение введите в реакции: а) с хлороводородной кислотой; б) с азотистой кислотой; в) с азотной кислотой (1 моль).

18. Из бензола получите: а) *п*-этиланилин; б) *м*-этиланилин. Полученные соединения введите в реакции: а) с бромоводородной кислотой; б) с пропионовым ангидридом.

19. Из нитробензола получите: а) *м*-хлоранилин; б) *п*-хлоранилин. Полученные соединения введите в реакции: а) с хлороводородной кислотой; б) с азотистой кислотой (среда кислая, низкая температура).

20. Из толуола получите *м*-N,N–диметиламинобензойную кислоту. На полученное соединение подействуйте азотистой кислотой.

21.Из бензола получите *п*-этил-N,N-диэтиланилин. Как полученное соединение реагирует с бромоводородной кислотой?

22. Из бензола получите *п*-толуидин. Полученное соединение последовательно введите в реакции с йодистым этилом (среда щелочная), а затем с пропионовым ангидридом.

23. Исходя из нитробензола, получите: а) *м*-фенилендиамин (*м*-диаминобензол); б) *п*-фенилендиамин (*п*-диаминобензол). Как полученные соединения реагируют с хлороводородной кислотой?

24. Напишите структурные формулы следующих соединений: а) хлористого фенилдиазония; б) бромистого *п*-нитрофенилдиазония; в) бисульфата *о*-метоксифенилдиазония. Приведите схемы получения этих соединений.

25. Исходя из бензола, получите *м*-пропиланилин. Полученное соединение введите в реакции: а) с 2-иодпропаном (1 моль, среда щелочная); б) с пропионовым ангидридом; в) с азотистой кислотой.

26. Исходя из хлорбензола, получите *п*-оксианилин. Как полученное соединение реагирует: а) с азотистой кислотой; б) с соляной кислотой; в) с избытком уксусного ангидрида?

27. Напишите схемы получения: а) *м*-нитрофенола из *м*-динитробензола; б) нитрила *п*-нитробензойной кислоты из бензола; в) нитрила *м*-толуиловой кислоты из толуола; г) *м*-дибромбензола из *п*-нитроанилина

28. *м*-Толуидин введите в реакцию с нитритом натрия в присутствии избытка хлороводородной кислоты. Полученное соединение введите в реакции: а) с водой при нагревании; б) с фенолом.

29. Введите *п*-хлоранилин в реакцию диазотирования (с нитритом натрия в избытке хлороводородной кислоты). Полученное соединение введите в реакции: а) с иодидом калия при нагревании; б) с *м*-крезолом.

30. Анилин продиазотируйте (реакция с нитритом натрия в избытке серной кислоты). Полученное соединение введите в реакции: а) с хлоридом меди (1) при нагревании; б) с N,N-диметиланилином.