

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

для студентов специальности
31.05.03 Стоматология

ВВЕДЕНИЕ

Целью лабораторных работ является ознакомление студентов на практике с характерными реакциями различных классов органических соединений и с индивидуальными особенностями их важнейших представителей. Обращается внимание на физические свойства органических соединений: растворимость, горючесть, характер пламени и др. Студентам предлагаются опыты, которые демонстрируют практически важные химические свойства изучаемых веществ.

Наряду с большим набором качественных опытов, при выполнении которых студент должен обнаружить вещество по характерному запаху, окраске, выпадению осадка и др., в практикуме приводятся работы по микросинтезу, при выполнении которых студенты знакомятся с различными методами исследования, а также со способами выделения и очистки органических веществ.

В ходе выполнения лабораторных работ предусмотрено ознакомление студентов с современными методами анализа и идентификации органических соединений (хроматография, ИК-, УФ- и ЯМР-спектров).

Предельные углеводороды (алканы)

Получение метана и его химические свойства

Реактивы и оборудование: смесь для получения метана – безводный ацетат натрия и прокаленная натронная известь (1:2), разбавленный раствор перманганата калия, 5%-ный раствор карбоната натрия, бромная вода (насыщенная), изогнутые газоотводные трубки, стеклянный цилиндр или химический стакан на 200 мл.

Получение и горение метана.

В сухую пробирку насыпают смесь для получения метана (на 1/3 объема пробирки), размещая ее таким образом, чтобы метан мог свободно выходить из пробирки. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и закрепляют ее в лапке штатива с небольшим наклоном в сторону пробирки. Перед получением метана в штатив ставят две пробирки: в первую наливают разбавленный раствор перманганата калия и 5%-ный раствор карбоната натрия в соотношении 3:1, во вторую – 3-4 мл насыщенной бромной воды. Равномерно нагревают всю пробирку, а затем сильно нагревают ту ее часть, где находится основная часть смеси. Сначала из пробирки вытесняется воздух, потом начинает выделяться метан:

Метан поджигают у конца газоотводной трубки, он горит несветящимся голубоватым пламенем:

Отношение метана к водному раствору перманганата калия и бромной воде.

Газоотводную трубку вводят в пробирку с водным раствором перманганата калия и пропускают метан в течение 1 мин. Затем ту же процедуру повторяют с бромной водой.

Этиленовые углеводороды (алкены)

Реактивы: непредельные жидкие углеводороды, 3-процентный раствор брома в четыреххлористом углероде, 2%-ный раствор перманганата калия, 10%-ный раствор карбоната натрия, серная кислота.

Бромирование непредельных углеводородов (тяга!)

В сухую пробирку наливают 1 мл непредельных углеводородов и добавляют по каплям при встряхивании 3%-ный раствор брома в CCl_4 . Если желтая окраска исчезает медленно, смесь осторожно подогревают. К отверстию пробирки подносят влажную синюю лакмусовую бумагу, убеждаются, что цвет ее не меняется.

Окисление алкенов водным раствором перманганата калия

В пробирку вливают 1 мл ненасыщенных углеводородов, добавляют 1 мл 10%-ного раствора соды, затем по каплям при встряхивании – 2%-ный

раствор перманганата калия. Фиолетовая окраска раствора исчезает, появляется хлопьевидный осадок бурого цвета.

Ацетиленовые углеводороды (алкины)

Реактивы и оборудование: карбид кальция (кусочки), насыщенная бромная вода, 1%-ный раствор перманганата калия, 10%-ный раствор карбоната натрия, 1%-ный раствор нитрата серебра, 5%-ный раствор аммиака, аммиачный раствор хлорида меди (I), газоотводные трубки, прямые газоотводные трубки с оттянутым концом, фильтровальная бумага пробирки.

Получение ацетилена и его горение (тяга!)

В пробирку помещают небольшие кусочки карбида кальция и приливают 1 мл воды. Пробирку сразу же закрывают пробкой с газоотводной трубкой с оттянутым концом. Выделяющийся ацетилен поджигают. Он горит коптящим пламенем (на поднесенной к пламени крышке тигля образуется пятно сажи).

Взаимодействие ацетилена с бромной водой.

Пробирку с карбидом кальция и водой закрывают пробкой с изогнутой трубкой и пропускают ацетилен через насыщенную бромную воду. наблюдают постепенное обесцвечивание бромной воды.

Окисление ацетилена перманганатом калия.

В пробирку наливают 1 мл раствора перманганата калия, добавляют 1 мл 10%-ного раствора карбоната натрия, а затем через полученный раствор пропускают ацетилен. Фиолетовая окраска исчезает, и появляется хлопьевидный осадок бурого цвета.

Получение ацетиленидов серебра и меди.

Для получения ацетиленида серебра в пробирку наливают 2 мл 1%-ного раствора нитрата серебра и прибавляют по каплям 5%-ный раствор аммиака до полного растворения образующегося вначале осадка оксида серебра (I). Через полученный раствор пропускают ацетилен и наблюдают выпадение желтовато-серого осадка ацетиленида серебра. Образовавшийся осадок отфильтровывают и просушивают. Разрушают ацетиленид серебра в разбавленной соляной кислоте.

Для получения ацетиленида меди (I) в пробирку наливают 2-3 мл аммиачного раствора хлорида меди (I) и пропускают через него ацетилен. Бесцветный раствор сначала окрашивается в красный цвет, а затем выпадает красно-бурый осадок ацетиленида меди (I). Эту реакцию можно провести другим способом. Для этого смачивают полоску фильтровальной бумаги аммиачным раствором хлорида меди (I) и подносят ее к отверстию пробирки, из которой выделяется ацетилен. Наблюдают появление красно-бурого окрашивания. Эту очень чувствительную реакцию применяют для обнаружения следов ацетилена, в том числе при санитарной экспертизе воздуха на предприятиях.

Галогенопроизводные алифатических углеводородов

Щелочной гидролиз алкилгалогенидов

Реактивы и оборудование: этилбромид, этилиодид, трет-бутилбромид, трет-бутилиодид (или другие алкилгалогениды), 10%-ный раствор гидроксида натрия, 1%-ный раствор нитрата серебра, 20%-ная азотная кислота, пипетки, обратные холодильники, пробирки.

Используют несколько алкилгалогенидов с различной подвижностью галогена. В несколько пробирок наливают по 0,5 мл исследуемых алкилгалогенидов и каждый из них 2-3 раза промывают водой. Для этого в каждую пробирку добавляют по 3 мл воды, смесь интенсивно встряхивают и после расслоения большую часть воды сливают. После промывания к алкилгалогенидам добавляют по 2 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия, пробирки закрывают пробками с обратными холодильниками, содержимое пробирок интенсивно встряхивают. Смесь очень осторожно нагревают, не доводя до кипения. После охлаждения по 1 мл щелочного раствора переливают в другие пробирки, подкисляют 20%-ным раствором азотной кислоты и добавляют несколько капель 1%-ного раствора нитрата серебра.

Свойства хлороформа.

Реактивы и оборудовани: хлороформ, 10%-ный раствор гидроксида натрия, раствор иода в иодиде калия, 1%-ный раствор нитрата серебра, 10%-ный раствор аммиака, 20%-ный раствор азотной кислоты, обратные холодильники, пробирки, стаканы по 100 мл, лед.

В пробирку наливают 1 мл хлороформа и 1 мл воды. Закрывают пробирку пробкой и интенсивно встряхивают. Через некоторое время образуются 2 слоя, так как хлороформ практически нерастворим в воде.

В пробирку наливают 1 мл хлороформа и добавляют несколько капель раствора иода в иодиде калия. Смесь интенсивно встряхивают. Через некоторое время нижний слой приобретает розовую окраску, так как хлороформ хорошо растворяет иод, который при встряхивании переходит из водного слоя в хлороформ.

В пробирку наливают 1 мл хлороформа и 3 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником. Смесь очень осторожно нагревают на газовой горелке до кипения, а затем охлаждают в ледяной бане. В этих условиях происходит гидролиз хлороформа с образованием хлорида натрия и натриевой соли муравьиной кислоты. Для обнаружения хлорид-ионов часть гидролизата отливают в другую пробирку и после подкисления 20%-ной азотной кислотой добавляют

несколько капель нитрата серебра. Наблюдают выпадение белого творожистого осадка хлорида серебра.

Спирты, сложные эфиры минеральных кислот, простые эфиры

Растворимость спиртов в воде, их отношение к индикаторам и горение

Реактивы и оборудование: спирты (этиловый, пропиловый, бутиловый, амиловый или изоамиловый), 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина, синяя и красная лакмусовая бумага, фарфоровые чашки, лучинки, пробирки, пипетки, мерные цилиндры

В четыре пробирки наливают по 2 мл воды и в каждую добавляют по 0,5 мл этилового, пропилового, бутилового, амилового или изоамилового спирта соответственно. Пробирки хорошо встряхивают. Наблюдают растворимость спиртов в воде.

На синюю и красную лакмусовые бумажки наносят по 1 капле каждого из полученных спиртовых растворов. В каждую из четырех пробирок со спиртовыми растворами вносят по 1 капле 1%-ного раствора фенолфталеина, наблюдая изменяется ли окраска растворов.

В три фарфоровые чашки наливают по 1 мл этилового, бутилового и амилового спиртов. Спирты поджигают и наблюдают характер горения.

Абсолютирование этилового спирта

Реактивы и оборудование: этиловый спирт, сульфат меди (II) кристаллический, фарфоровые чашки или тигли.

В маленькую фарфоровую чашку или фарфоровый тигель помещают примерно 1 г кристаллического сульфата меди (II) и прокаливают его в пламени горелки до исчезновения голубой окраски. В сухую пробирку наливают 2-3 мл этилового спирта и вносят в него полученный безводный сульфат меди (белого цвета). Слегка нагревают пробирку и размешивают ее содержимое. Полученный абсолютный этиловый спирт переливают в сухую пробирку.

Высаливание этилового спирта из его водного раствора

Реактивы и оборудование: этиловый спирт, карбонат калия (или тиосульфат натрия кристаллический), фарфоровые чашки, пипетки, пробирки.

В пробирку наливают 2,5 мл этилового спирта и при встряхивании добавляют 2,5 мл воды. 1-1,5 мл полученного раствора отливают в

фарфоровую чашку и подносят к нему зажженную лучинку. Загорается ли разбавленный спирт?

К остатку в пробирке добавляют примерно 2 г порошкообразного карбоната калия или тиосульфата натрия, энергично взбалтывают содержимое пробирки и ставят пробирку в штатив. После расслоения верхний слой (этиловый спирт) пипеткой переносят в фарфоровую чашку и снова подносят к нему горящую лучинку. Воспламенится ли спирт?

Взаимодействие спиртов с реактивом Лукаса

Реактивы и оборудование: реактив Лукаса (раствор хлорида цинка в концентрированной соляной кислоте), пропиловый спирт, изопропиловый спирт, третбутиловый спирт, пробирки, пипетки.

В 3 сухие пробирки приливают по 0,5 мл спиртов, затем в каждую добавляют по 1,5 мл реактива Лукаса, перемешивают и оставляют стоять 1-3 мин.

Сложные эфиры минеральных кислот

Реактивы и оборудование: этиловый спирт, изоамиловый спирт, концентрированная серная кислота, 10%-ный раствор серной кислоты, раствор соляной кислоты (1:1), борная кислота, нитрит натрия, карбонат бария, 5%-ный раствор гидроксида натрия, химические стаканы (50-100 мл), прямые газоотводные трубки с оттянутыми концами, водяные бани, лакмусовая бумага, лед, фарфоровые чашки, пипетки, лучинки, химические воронки, фильтры, кипятильники, воронка Шота.

Получение и свойства этилсерной кислоты. В пробирку к 1 мл этилового спирта осторожно, по каплям при встряхивании добавляют 1 мл концентрированной серной кислоты. Разогревшуюся смесь нагревают 2-3 мин в водяной бане, затем охлаждают. Полученный раствор выливают в небольшой стакан с 25 мл воды и нейтрализуют сухим BaCO_3 , который добавляют небольшими порциями при энергичном перемешивании смеси стеклянной палочкой (реакционная смесь вспенивается – выделяется CO_2). Когда выделение CO_2 прекратится, реакция должна быть нейтральной.

Отфильтровывают часть жидкости через плотный фильтр или воронку Шота в 2 пробирки. В одну из них добавляют немного 10%-ного раствора серной кислоты, выпадает осадок. К другой части фильтрата добавляют 1 мл раствора соляной кислоты и нагревают прозрачный кислый раствор в кипящей водяной бане. Через несколько минут выделяется осадок сульфата бария.

Получение изоамилсульфата. В сухую пробирку наливают 2 мл концентрированной серной кислоты и осторожно при встряхивании и

охлаждении ледяной водой добавляют 1 мл изоамилового спирта. Через 3-4 мин несколько капель полученной однородной, почти не имеющей запаха жидкости осторожно при встряхивании вливают в пробирку с 4 мл холодной воды. Образуется прозрачный, без запаха раствор изоамилсерной кислоты. Если при смешивании спирта с кислотой смесь разогреется, то водный раствор получается мутным и имеющим запах, так образуется примесь диизоамилового эфира.

Получение и свойства этилнитрита. Растворяют в пробирке 2 г нитрита натрия в 4 мл воды и добавляют 3 мл этилового спирта. Смесь охлаждают в стакане с ледяной водой. В другой пробирке охлаждают до 0°C 5 мл раствора соляной кислоты (1:1). При непрерывном перемешивании по каплям вливают охлажденный раствор HCl в пробирку с водно-спиртовым раствором нитрита натрия. Образуется этилнитрит, имеющий приятный фруктовый запах (**Осторожно!** Вдыхание паров этилнитрита вызывает сердцебиение и прилив крови к голове.). Этилнитрит всплывает в виде желтоватого слоя. Немного этилнитрита переносят пипеткой в фарфоровую чашку и поджигают. Эфир горит желто-зеленым пламенем.

1 мл этилнитрита помещают в пробирку и добавляют 2,5 мл 5%-ного раствора гидроксида натрия; образуются 2 слоя. Затем реакционную смесь энергично встряхивают, жидкость становится однородной, запах этилнитрита исчезает.

Свойства глицерина и этиленгликоля

Реактивы и оборудование: глицерин, этиленгликоль, 2%-ный раствор сульфата меди (II), 10%-ный раствор гидроксида натрия, раствор серной кислоты (1:1), гидросульфат калия, пробирки, пипетки.

В пробирку наливают 3-4 капли 2%-ного раствора CuSO_4 и 2-3 мл 10%-ного раствора NaOH. К образовавшемуся осадку голубого цвета приливают несколько капель глицерина и смесь перемешивают. Осадок растворяется, появляется васильковое окрашивание раствора от образующегося комплексного соединения – глицерата меди. Опыт повторяют, используя вместо глицерина этиленгликоль.

В сухую пробирку насыпают слоем в 1 см KHSO_4 и смачивают его двумя каплями глицерина. Смесь сильно нагревают – до образования тяжелых паров акролеина с едким запахом. Гидросульфат калия при сильном нагревании превращается в пиросульфат калия $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$, который отнимает воду.

Альдегиды и кетоны

Цветные реакции на карбонильные соединения

Реактивы и оборудование: 10%-ный раствор формальдегида, уксусный альдегид, 10%-ный уксусный альдегид, ацетон, фуксинсернистая кислота, серная кислота, 0,5%-ный водный раствор резорцина (свежеприготовленный), 0,5%-ный раствор нитропруссид натрия, 1М раствор гидроксида натрия, пипетки, пробирки.

Реакции альдегидов с фуксинсерной кислотой. В две пробирки наливают по 1 мл прозрачного бесцветного раствора фуксинсернистой кислоты. В первую пробирку добавляют несколько капель 10%-ного раствора формальдегида, а во вторую – такой же объем 10%-ного раствора уксусного альдегида. Через некоторое время в пробирке с формальдегидом появляется фиолетовая окраска, а в пробирке с уксусным альдегидом – фиолетово-розовая.

Качественная реакция на формальдегид с резорцином. В пробирку наливают 2-3 мл 0,5%-ного раствора резорцина и 1 мл 10%-ного раствора формальдегида. На полученную смесь осторожно по стенке пробирки накладывают пипеткой 1-2 мл концентрированной серной кислоты. Наблюдают появление малинового кольца на границе двух жидкостей.

Реакция альдегидов и кетонов с нитропруссидом натрия. В две пробирки наливают по 1 мл дистиллированной воды, затем в одну из них добавляют 2-3 капли уксусного альдегида, а во вторую – такой же объем ацетона. К полученным смесям приливают по несколько капель 1М раствора гидроксида натрия. Наблюдают появление красно-фиолетового окрашивания, которое при стоянии переходит в желтое.

Получение альдегидов

Реактивы и оборудование: этиловый спирт, фуксинсернистая кислота, дихромат калия, серная кислота, спирали из медной проволоки, изогнутые газоотводные трубки, стаканы на 100 мл, лед, пробирки, глицерин

Получение уксусного альдегида окислением этилового спирта оксидом меди. Несколькими каплями этилового спирта смачивают стенки сухой пробирки. В пламени газовой горелки нагревают спираль из медной проволоки до образования на ее поверхности черного налета оксида меди (II). Раскаленную докрасна спираль опускают в пробирку со спиртом. Операцию повторяют несколько раз. Образовавшийся уксусный альдегид обнаруживают по запаху (в низких концентрациях пахнет зелеными яблоками) и цветной реакции с фуксинсернистой кислотой.

Получение уксусного альдегида окислением этилового спирта дихроматом калия. В сухую пробирку насыпают 0,5 г дихромата калия, приливают 2 мл 10%-ного раствора серной кислоты и постепенно при встряхивании добавляют 2 мл этилового спирта. Смесь разогревается, происходит изменение ее цвета от оранжево-красного до зеленовато-бурого. Пробирку закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой и закрепляют в лапке

штатива. Конец газоотводной трубки опускают в пробирку-приемник с водой. Приемник предварительно помещают в стакан со льдом. пробирку с реакционной смесью осторожно нагревают на пламени горелки и отгоняют летучие продукты в течение 3-4 мин. Наличие уксусного альдегида в пробирке приемнике определяют по запаху и реакции с фуксинсернистой кислотой.

Получение глицеринового альдегида окислением глицерина дихроматом калия. В пробирку наливают 1мл 10%-ного раствора дихромата калия, 1 мл 10%-ного раствора серной кислоты и 1 мл глицерина. Смесью встряхивают, пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагревают. Пары образующегося глицеринового альдегида пропускают в 1 мл раствора фуксинсернистой кислоты, налитой в пробирку-приемник, появляется красно-фиолетовое окрашивание.

Реакции нуклеофильного присоединения к карбонильной группе

Реактивы и оборудование: насыщенный раствор гидросульфита натрия, ацетон, 10%-ный раствор соляной кислоты, 10%-ный раствор карбоната натрия, лед, пробирки, стаканы на 50-100 мл.

В пробирку наливают 3 мл насыщенного раствора гидросульфита натрия и добавляют при энергичном встряхивании 2 мл ацетона. Разогревшуюся реакционную смесь охлаждают в стакане со льдом. Через некоторое время в пробирке выпадает кристаллический осадок гидросульфитного производного ацетона. Кристаллы отфильтровывают и переносят в 2 пробирки для проведения гидролиза гидросульфитного производного ацетона. В одну пробирку приливают 1 мл 10%-ной соляной кислоты, во вторую – 1 мл 10%-ного раствора карбоната натрия. Пробирки слегка нагревают.

Реакции замещения карбонильного кислорода

Реактивы и оборудование: уксусный альдегид, ацетон, солянокислый фенилгидразин (насыщенный раствор), ацетат натрия, семикарбазид солянокислый, ацетат калия, гидроксиламин солянокислый, карбонат натрия (безводный порошок), пробирки, фарфоровые чашки, асбестовые сетки, водяные бани, химические воронки, фильтровальная бумага, лед, стаканы химические.

Получение фенилгидразона уксусного альдегида. В пробирку помещают 0,5 мл насыщенного раствора солянокислого фенилгидразина, добавляют немного кристаллического ацетата натрия и при встряхивании приливают 0,5 мл уксусного альдегида. Выпадают кристаллы фенилгидразона уксусного альдегида.

Получение семикарбазона ацетона. растворяют 0,5 г солянокислого семикарбазида в 2 мл воды, затем добавляют 0,5 мл ацетона и 0,4 г ацетата калия. Пробирку закрывают пробкой и смесь энергично встряхивают. Через 2 мин пробирку охлаждают холодной водой. Выпадает осадок семикарбазона ацетона.

Получение оксима ацетона. В пробирке растворяют 1 г солянокислого гидроксиламина в 3 мл воды. Кислый раствор нейтрализуют примерно 0,7 г безводного карбоната натрия, добавляя его небольшими порциями, при встряхивании выделяется CO_2 . Пробирку с полученным раствором охлаждают в стакане с ледяной водой. Затем добавляют к раствору гидроксиламина около 0,7 мл ацетона. Смесь разогревается, снова выделяется CO_2 , появляются бесцветные кристаллы оксима ацетона. Пробирку охлаждают.

Предельные одноосновные карбоновые кислоты

Растворимость предельных карбоновых кислот в различных растворителях, сравнение силы кислот

Реактивы и оборудование: карбоновые кислоты (муравьиная, уксусная, масляная, стеариновая), 0,1М растворы муравьиной, уксусной, масляной, стеариновой и соляной кислот, этиловый спирт, диэтиловый эфир, пробирки, универсальная индикаторная бумага.

В четыре пробирки вносят по 0,5 мл муравьиной, уксусной, масляной, стеариновой кислот и добавляют по 2-3 мл воды. Содержимое пробирок тщательно перемешивают, если кислота не растворяется, пробирку нагревают. Отмечают зависимость растворимости карбоновых кислот в воде от молекулярной массы вещества. Опыт повторяют, используя в качестве растворителей спирт и диэтиловый эфир.

Для сравнения силы кислот на полоску индикаторной бумаги наносят по капле растворов органических и соляной кислот и по шкале определяют рН этих растворов.

Получение и свойства уксусной кислоты

Реактивы и оборудование: ледяная уксусная кислота, 10%-ный раствор уксусной кислоты, 10%-ный раствор карбоната натрия, 20%-ный раствор ацетата натрия, металлический магний, оксид меди (II), 3%-ный раствор хлорида железа (III), газоотводные трубки с оттянутым концом, пробирки.

Взаимодействие уксусной кислоты с карбонатом натрия. К 1-2 мл 10%-ного карбоната натрия приливают 1 мл ледяной уксусной кислоты. Наблюдают выделение углекислого газа.

Взаимодействие уксусной кислоты с магнием и оксидом меди(II). В пробирку наливают 2 мл уксусной кислоты и добавляют 0,1-0,2 г металлического магния. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Выделяющийся газ через некоторое время поджигают.

В пробирку вносят 0,1-0,2 г оксида меди (II) и 2 мл уксусной кислоты, затем осторожно нагревают ее на пламени горелки. Наблюдают изменение цвета раствора.

Образование и гидролиз ацетата железа (III). В пробирку приливают 3-4 капли 20%-ного раствора ацетата натрия и добавляют столько же 3%-ного раствора хлорида железа (III). Наблюдают появление желтовато-красного окрашивания. При кипячении раствора происходит гидролиз полученного ацетата железа с образованием основной соли, которая выпадает в виде красно-бурого хлопьевидного осадка.

Получение высших жирных кислот и их свойства

Реактивы и оборудование: мыло (стружки), 1%-ный водный раствор мыла, спиртовой раствор мыла, 10%-ный раствор серной кислоты, 5%-ный раствор хлорида кальция, 5%-ный раствор ацетата свинца, 5%-ный раствор сульфата меди (II), 5%-ный раствор гидроксида натрия, 10%-ная соляная кислота, 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина, диэтиловый эфир, бензол, стаканы на 50 мл, пробирки.

Выделение жирных кислот из мыла. В стакане готовят 10-20 мл водного раствора мыла (1г мыльной стружки на 8-10 мл воды). Большую его часть оставляют для проведения следующих опытов.

В пробирку наливают 2-3 мл полученного водного раствора мыла и добавляют 2-3 мл 10%-ного раствора серной кислоты. Раствор мутнеет вследствие выпадения нерастворимых в воде высших жирных кислот. Пробирку со смесью нагревают почти до кипения. Расплавившиеся жирные кислоты всплывают в виде слоя, который затвердевает при охлаждении.

Гидролиз мыла. В сухую пробирку наливают 1-2 мл спиртового раствора мыла и добавляют 1-2 капли 1%-ного спиртового раствора фенолфталеина. Содержимое этой пробирки осторожно по стенке переливают в пробирку с водой. На границе раздела слоев воды и спиртового раствора мыла появляется кольцо малиново-розового цвета.

Образование нерастворимых солей высших жирных кислот. В 3 пробирки наливают по 1 мл водного раствора мыла, затем в первую пробирку вносят 1 мл 5%-ного раствора хлорида кальция, во вторую – 1 мл 5%-ного раствора ацетата свинца, в третью – 1 мл 5%-ного раствора сульфата меди (II). В

первой и второй пробирках выпадает белый осадок, который растворяется при добавлении 1 мл 10%-ного раствора соляной кислоты. Образующиеся при этом жирные кислоты постепенно всплывают над жидкой фазой.

В третьей пробирке выпадает голубовато-зеленый осадок. Содержимое этой пробирки делят на две части. Одну из них нагревают до кипения, осадок плавится и образуется изумрудно-зеленое кольцо. Во вторую пробирку добавляют несколько капель бензола и полученную смесь энергично встряхивают. Над поверхностью водного слоя образуется изумрудно-зеленое кольцо раствора медного мыла.

Сложные эфиры предельных одноосновных кислот

Получение сложных эфиров предельных кислот (реакция этерификации)

Реактивы и оборудование: этиловый спирт, изоамиловый спирт, ледяная уксусная кислота, серная кислота, насыщенный раствор хлорида натрия, водяные бани, термометры, обратные холодильники, лед, колбы, пробирки.

Получение этилацетата. В сухую пробирку наливают 2 мл этилового спирта, 2 мл ледяной уксусной кислоты и 1 каплю концентрированной серной кислоты. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником и нагревают на водяной бане 5-10 мин при температуре около 70°C. Раствор охлаждают. Для выделения этилацетата к содержимому пробирки приливают 3-4 мл насыщенного раствора хлорида натрия. Этилацетат в процессе высаливания всплывает, образуя слой бесцветной жидкости с приятным запахом.

Получение изоамилацетата. В сухую пробирку наливают 2 мл ледяной уксусной кислоты, 2 мл изоамилового спирта и 1 каплю концентрированной серной кислоты. Содержимое пробирки тщательно перемешивают. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником и нагревают на кипящей водяной бане 7-10 мин. Затем ее охлаждают, снимают обратный холодильник и переливают содержимое в другую пробирку с 2-3 мл ледяной воды. Изоамилацетат всплывает на поверхности воды.

Гидролиз этилацетата

Реактивы и оборудование: этилацетат, 20%-ный раствор серной кислоты, 30%-ный раствор гидроксида натрия, водяные бани, обратные холодильники, пробирки, колбы.

В две пробирки наливают по 2-3 мл этилацетата. В первую добавляют 1 мл 20%-ного раствора серной кислоты, во вторую – 1 мл 30%-ного раствора

гидроксида натрия. Пробирки закрывают пробками с обратными холодильниками, их содержимое энергично перемешивают и нагревают на водяной бане при 70-75⁰С в течение 10 мин.

Жиры и масла

Растворимость жиров и масел в органических растворителях

Реактивы и оборудование: подсолнечное масло (нерафинированное), свиной жир, этиловый спирт, ацетон, диэтиловый эфир, хлороформ, бензол, петролейный эфир, обратные холодильники, водяные бани, пробирки.

В семь пробирок вносят по 2-3 капли подсолнечного масла, а затем добавляют по 2 мл следующих растворителей: в первую – ацетон, во вторую – диэтиловый эфир, в третью – хлороформ, в четвертую – петролейный эфир, в пятую – бензол, в шестую – этиловый спирт, в седьмую – воду. Содержимое пробирок энергично встряхивают. Наблюдают за растворимостью растительного масла в различных растворителях. Седьмую пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником, нагревают на водяной бане до кипения и встряхивают. Увеличивается ли растворимость растительного масла при нагревании?

Опыт повторяют, но вместо растительного масла в пробирки вносят небольшое количество свиного жира.

Определение степени неспределённости жира

Реактивы и оборудование: подсолнечное масло (нерафинированное), свиной жир, бромная вода, четыреххлористый углерод, 3%-ный раствор брома в CCl₄, 2%-ный раствор крахмала, 0,05%-ный спиртовой раствор иода, этиловый спирт, бензол, спиртовой раствор фенофталеина, 0,1н раствор гидроксида калия, 10%-ный раствор карбоната натрия, 2%-ный раствор перманганата калия, бюретки, пробирки, конические колбы на 50-100 мл, химические стаканы.

Определение степени неспределённости жира реакцией с бромной водой. В пробирку наливают 0,5 мл подсолнечного масла и 3 мл бромной воды. Содержимое пробирки энергично взбалтывают. Что происходит с бромной водой?

Для сравнения степени неспределённости растительного масла и животного жира в одну из пробирок наливают 2 капли подсолнечного масла, в другую - 2 капли растопленного животного жира. Растворяют масло и жир, добавляя в пробирки по 1 мл CCl₄. Затем приливают из бюретки 3%-ный раствор брома в CCl₄ до тех пор, пока не появится устойчивая желтая окраска брома. Сравнивают, какое количество брома израсходовано на бромирование

подсолнечного масла и животного жира, делают вывод о степени ненасыщенности исследуемых жиров.

Определение степени непредельности жира иодным числом. Иодное число – это количество граммов иода, присоединяющегося к 100 г жира. Чем больше величина иодного числа, тем больше двойных связей находится в остатках жирных кислот, входящих в состав триглицеридов (жира или масла).

В коническую колбу емкостью 50-100 мл наливают 10 мл 10%-ного раствора растительного масла в хлороформе, добавляют 2 капли 2%-ного раствора крахмала и по каплям при энергичном встряхивании приливают из бюретки 0,05%-ный спиртовой раствор до появления синего окрашивания. Рассчитать иодное число масла.

Определение кислотного числа масла. В конической колбе емкостью 50 мл растворяют 2 г растительного масла в смеси спирта с бензолом (1:1) и прибавляют 2 капли спиртового раствора фенолфталеина. К раствору масла по каплям при встряхивании добавляют из бюретки 0,1н раствор гидроксида калия до появления устойчивой бледно-розовой окраски. Определить, сколько мл 0,1н раствора гидроксида калия израсходовано на нейтрализацию свободных жирных кислот, содержащихся в 2 г масла. Рассчитайте кислотное число исследуемого жира.

Взаимодействие растительного масла с водным раствором перманганата калия. В пробирку наливают примерно 0,5 мл подсолнечного масла, 1мл 10%-ного раствора карбоната натрия и 1 мл 2%-ного раствора перманганата калия. Энергично встряхивают содержимое пробирки. Наблюдают изменение окраски реакционной смеси.

Двухосновные карбоновые кислоты

Получение щавелевой кислоты и ее свойства

Реактивы и оборудование: формиат натрия, щавелевая кислота, насыщенный раствор щавелевой кислоты, 1М раствор щавелевой кислоты, 2М раствор гидроксида калия, 10%-ный раствор хлорида кальция, 10%-ный раствор уксусной кислоты, 10%-ная соляная кислота, 10%-ная серная кислота, 5%-ный раствор перманганата калия, известковая вода, изогнутые газоотводные трубки, химические воронки, фильтры, пипетки, пробирки.

Получение оксалата натрия из формиата натрия. В сухую пробирку вносят 1-2 г формиата натрия и нагревают в пламени горелки. Соль плавится, испаряется кристаллизационная вода, а затем формиат натрия затвердевает и начинается его разложение с выделением водорода. В этот момент пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Выделяющийся водород поджигают у конца газоотводной трубки. Нагревание продолжают до полного прекращения выделения водорода. После охлаждения в пробирку добавляют 2-3 мл дистиллированной воды. Остатки плава тщательно перемешивают до их полного растворения. Полученный раствор фильтруют

и к фильтрату по каплям добавляют 10%-ный раствор хлорида кальция. Выпавший осадок оксалата кальция делят на две части. К одной приливают 10%-ную соляную кислоту, к другой – уксусную.

Получение калиевых солей щавелевой кислоты. В пробирку наливают 2 мл 1М раствора щавелевой кислоты и добавляют 1 мл 2М раствора гидроксида калия. Выпадает осадок кислой калиевой соли щавелевой кислоты. К осадку добавляют избыток гидроксида калия и наблюдают его растворение.

Декарбоксилирование щавелевой кислоты при нагревании. В сухую пробирку вносят 1 г щавелевой кислоты. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опускают в пробирку с известковой водой, и нагревают. При нагревании щавелевая кислота декарбоксилируется. Выделяющийся CO_2 обнаруживают по помутнению известковой воды.

Окисление щавелевой кислоты перманганатом калия. В пробирку наливают 1 мл насыщенного раствора щавелевой кислоты, добавляют 1 мл 10%-ного раствора серной кислоты и 2 мл 5%-ного раствора, 1-2 мл 10%-ного раствора серной кислоты 1 мл насыщенного водного раствора щавелевой кислоты. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опускают в пробирку с известковой водой. Реакционную смесь осторожно нагревают.

Оксикислоты

Свойства молочной кислоты

Реактивы и оборудование: молочная кислота, серная кислота, фуксинсернистая кислота, 1%-ный раствор хлорида железа (III), 1%-ный раствор фенола, уксусная кислота, 5%-ный раствор перманганата калия, молочная сыворотка, изогнутые газоотводные трубки, стаканы химические 50-100 мл, пробирки, пипетки.

Реакции молочной кислоты с хлоридом железа. К 3-4 мл 1%-ного раствора фенола добавляют несколько капель 1%-ного раствора FeCl_3 . Раствор становится фиолетовым. Его делят на 3 части. К одной части добавляют 0,5 мл молочной кислоты, к другой – 0,5 мл уксусной кислоты, к третьей – 0,5 мл молочной сыворотки. В пробирках с молочной кислотой и молочной сывороткой появляется характерное для α -оксикислот зеленовато-желтое окрашивание.

Разложение молочной (α -оксипропионовой кислоты) при нагревании с разбавленной серной кислотой (1:2). В пробирку помещают кипятильники, наливают 1 мл молочной кислоты, 1 мл разбавленной серной кислоты и закрывают ее пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опускают в другую пробирку с 2 мл фуксинсернистой кислоты, погруженную в стакан с холодной водой. Реакционную смесь разогревают до кипения. Через 2-3 мин раствор становится фиолетово-красным.

Окисление молочной кислоты перманганатом калия в кислой среде. В пробирку наливают 0,5 мл молочной кислоты, 0,5 мл разбавленной серной

кислоты (1:2) и 1 мл 5%-ного раствора перманганата калия. Смесь осторожно нагревают.

Свойства лимонной кислоты

Реактивы и оборудование: 5%-ный раствор лимонной кислоты, 5%-ный раствор хлорида кальция, 10%-ный раствор аммиака, лакмусовая бумага, пробирки.

В пробирку вносят 1 мл раствора лимонной кислоты, который затем нейтрализуют 10%-ным раствором аммиака, приливая его по каплям при перемешивании до нейтральной реакции среды. К полученному раствору цитрата аммония добавляют 1 мл 5%-ного раствора хлорида кальция. Раствор осторожно нагревают до кипения. Выпадает осадок цитрата кальция. при охлаждении раствора осадок растворяется.

Кетокислоты. Ацетоуксусный эфир

Получение пировиноградной кислоты окислением молочной кислоты

Реактивы и оборудование: 5%-ный раствор молочной кислоты, 1%-ный раствор перманганата калия, 10%-ный раствор карбоната натрия, 2%-ный раствор нитропруссиды натрия, 10%-ный раствор гидроксида натрия, универсальная индикаторная бумага, фильтровальная бумага, химические воронки, пробирки.

В пробирку наливают 0,5 мл молочной кислоты, которую нейтрализуют, прибавляя по каплям 10%-ный раствор карбоната натрия. Затем добавляют 2-3 мл 5%-ного раствора перманганата калия. Содержимое пробирки тщательно перемешивают и доводят до кипения на газовой горелке. Фиолетово-розовая окраска перманганата исчезает и выпадает бурый осадок оксида марганца (IV). Полученный раствор фильтруют. Для обнаружения пировиноградной кислоты проводят качественную реакцию на кетогруппу. Для этого к фильтрату приливают 1 мл 2%-ного раствора нитропруссиды натрия и 1 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия. Раствор окрашивается в оранжево-красный цвет. При добавлении нескольких капель концентрированной уксусной кислоты раствор становится вишнево-красным.

Свойства ацетоуксусного эфира

Реактивы и оборудование: ацетоуксусный эфир, бромная вода (насыщенная), 2%-ный раствор гидроксида натрия, 10%-ный раствор соляной кислоты, 10%-ный раствор серной кислоты, известковая вода, 2%-ный раствор хлорида железа (III), лед, фильтровальная бумага, скальпели, пинцеты, химические стаканы на 100 мл, пробирки.

Реакция ацетоуксусного эфира с раствором гидроксида натрия. в пробирку наливают 1 мл ацетоуксусного эфира и по каплям при встряхивании добавляют 2%-ный раствор гидроксида натрия до полного растворения ацетоуксусного эфира. к полученному прозрачному раствору приливают 10%-ный раствор соляной кислоты до кислой реакции. Ацетоуксусный эфир выделяется в виде маслянистого слоя.

Реакция ацетоуксусного эфира с хлоридом железа (III) и бромом. Растворяют 1-2 капли ацетоуксусного эфира в 2 мл воды и прибавляют 1 каплю 2%-ного раствора хлорида железа(III). Постепенно появляется фиолетовое окрашивание, обусловленное образованием комплексной железной соли енольной формы ацетоуксусного эфира. При добавлении нескольких капель бромной воды окраска исчезает, но через несколько секунд вновь появляется. При повторном добавлении бромной воды окраска снова исчезает.

Кетонное расщепление ацетоуксусного эфира. В пробирку наливают 1 мл ацетоуксусного эфира и 2 мл 10%-ного раствора серной кислоты. Пробирку закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой, конец которой опускается в другую пробирку, содержащую 3 мл известковой воды. Реакционную смесь перемешивают встряхиванием и осторожно нагревают до кипения. Происходит гидролиз ацетоуксусного эфира и декарбоксилирование ацетоуксусной кислоты. Выделяющийся CO_2 обнаруживают по помутнению известковой воды. Затем отгоняют несколько капель жидкости в пустую пробирку, охлаждаемую ледяной водой. В пробирку-приемник добавляют около 1 мл воды и в полученном растворе определяют ацетон реакцией с нитропруссидом натрия.

Амины алифатического ряда

Свойства аминов

Реактивы и оборудование: 0,2М растворы аммиака, первичного, вторичного и третичного аминов, универсальная индикаторная бумага, хлорид метиламмония, натронная известь, концентрированная соляная кислота, 3%-ный раствор хлорида железа (III), 3%-ный раствор сульфата меди (II), 10%-ный раствор нитрита натрия, ледяная уксусная кислота, изогнутые газоотводные трубки, пробирки.

Сравнение основных свойств первичных, вторичных, третичных аминов и аммиака. На полоски универсальной бумаги наносят по капле растворов первичного, вторичного, третичного аминов и аммиака. Сравнивают окраску пятен на индикаторных бумажках со шкалой pH и определяют значение pH исследуемых аминов и аммиака.

Образование солей аминов. В сухую пробирку помещают 0,5 -1 г хлорида метиламмония и 1-2 г натронной извести. Смесь тщательно перемешивают стеклянной палочкой. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Реакционную смесь разогревают. К отверстию пробирки, из которой выделяется газообразный метиламин, подносят стеклянную палочку, смоченную концентрированной соляной кислотой. Палочка окутывается туманом. Метиламин взаимодействует с соляной кислотой с образованием твердой соли – хлорида метиламмония.

В две пробирки наливают по 2 мл 3%-ного раствора хлорида железа (III) и 3%-ного раствора сульфата меди (II). Через оба раствора пропускают газообразный метиламин. В пробирке с FeCl_3 выпадает бурый осадок, в пробирке с CuSO_4 – осадок голубого цвета, который растворяется в избытке метиламина с образованием комплексной соли ярко-синего цвета.

Взаимодействие первичных аминов с азотистой кислотой. Эту реакцию используют как качественную реакцию на первичные амины алифатического ряда. В пробирку с 0,2 г хлорида метиламмония приливают 1 мл воды, а затем, после растворения соли, вносят 1 мл 10%-ного раствора нитрита натрия. Смесь тщательно перемешивают. При добавлении к реакционной смеси нескольких капель ледяной уксусной кислоты выделяется азот в виде мелких пузырьков.

Аминокислоты

Свойства аминокислот

Реактивы и оборудование: 2%-ный раствор аминоуксусной кислоты, 10%-ный раствор аминоуксусной кислоты, 1%-ный раствор аминоуксусной кислоты, растворы индикаторов (метиловый оранжевый, метиловый красный, лакмус), карбонат меди (II), , 10%-ный раствор гидроксида натрия, , 10%-ный раствор нитрита натрия, ледяная уксусная кислота, химические стаканы на 100 мл, лед, водяные бани, пробирки.

Отношение аминокислот к индикаторам. В три пробирки наливают по 1 мл 2%-ного раствора глицина и добавляют по 2 капли растворов индикаторов, наблюдая изменяется ли их окраска.

Образование медной соли аминоуксусной кислоты. В сухую пробирку вносят 0,5 г карбоната меди (II) и 1,5-2 мл 2%-ного раствора аминоуксусной кислоты. Реакционную смесь нагревают. После нагревания хорошо видна синяя окраска раствора. Часть раствора переливают в другую пробирку и добавляют к нему 2 капли 10%-ного раствора гидроксида натрия.

Оставшуюся часть жидкости охлаждают в стакане с ледяной водой. Постепенно выпадают кристаллы труднорастворимой медной соли аминоуксусной кислоты.

Взаимодействие аминокислот с азотистой кислотой. Аминокислоты, как и первичные амины, взаимодействуют с азотистой кислотой с выделением

азота. Эту реакцию используют для количественного определения аминокислот.

К 1 мл 10%-ного раствора глицина приливают 1 мл 10%-ного раствора нитрита натрия и 1-2 капли ледяной уксусной кислоты. При встряхивании пробирки наблюдается выделение азота в виде мелких пузырьков.

Мочевина

Свойства мочевины

Реактивы и оборудование: мочевина кристаллическая, 20%-ный раствор мочевины, азотная кислота, ледяная уксусная кислота, концентрированный раствор гидроксида натрия, насыщенный раствор щавелевой кислоты, насыщенный раствор гидроксида бария, 20%-ный раствор нитрита натрия, 10%-ный раствор сульфата меди, бром, лакмусовая бумага (синяя и красная), лед, пипетки, изогнутые газоотводные трубки, химические стаканы на 100 мл, пробирки.

Растворимость мочевины в воде и образование ее солей. В пробирку вносят 0,2-0,5 г мочевины и добавляют несколько капель воды до полного ее растворения. По капле раствора наносят на синюю и красную лакмусовую бумагу. Раствор мочевины нейтрален на лакмус. Тем не менее основные свойства мочевины можно обнаружить при взаимодействии ее с кислотами. Полученный концентрированный раствор мочевины делят на две части. К первой добавляют 2-3 капли азотной кислоты, ко второй – 2-3 капли насыщенного раствора щавелевой кислоты. Через несколько секунд наблюдают выпадение кристаллов солей мочевины.

Гидролиз мочевины. В пробирку вносят 0,1-0,2 г мочевины и добавляют 1-2 мл насыщенного раствора гидроксида бария. Раствор кипятят до выпадения в осадок карбоната бария. Влажная красная лакмусовая бумажка, поднесенная к отверстию пробирки во время кипячения раствора, синеет в связи с выделением аммиака.

Реакция мочевины с азотистой кислотой. В пробирку наливают 1 мл 20%-ного раствора мочевины, 1,5 мл 20%-ного раствора нитрита натрия и 2-3 капли ледяной уксусной кислоты. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опускают в пробирку с насыщенным раствором гидроксида бария. Пробирку с реакционной смесью встряхивают и наблюдают интенсивное выделение пузырьков газов – азота и CO_2 . Эта реакция подобна реакции с азотистой кислотой первичных аминов алифатического ряда и аминокислот. Ее также используют для количественного определения мочевины по методу Ван-Слайпа (масса мочевины рассчитывается по объему выделившегося азота).

Разложение мочевины гипобромитом натрия (тяга). Для приготовления раствора гипобромита натрия в пробирку наливают 1-2 мл концентрированного раствора гидроксида натрия и при охлаждении

добавляют 3-4 капли брома. Смесь встряхивают до растворения брома и исчезновения его окраски.

К 1 мл 20%-ного раствора мочевины добавляют по каплям раствор гипобромита натрия. В пробирке наблюдают бурное выделение азота и оксида углерода (IV).

Эта реакция лежит в основе количественного определения мочевины по методу Бородина (массу мочевины рассчитывают по объему выделившегося азота).

Образование биурета. В сухую пробирку насыпают 0,2 г мочевины и нагревают ее в пламени горелки. Мочевина сначала плавится, а при дальнейшем нагревании разлагается с выделением аммиака, который обнаруживают по посинению влажной красной лакмусовой бумажки. Через некоторое время плав в пробирке затвердевает, несмотря на продолжающееся нагревание. Пробирку охлаждают, добавляют в нее 2 мл воды и при слабом нагревании растворяют полученный биурет. Когда осадок отстоится, сливают с него раствор биурета и добавляют несколько капель 10%-ного раствора гидроксида натрия и 1-2 капли 1%-ного раствора сульфата меди. Раствор окрашивается в розово-фиолетовый цвет вследствие образования комплексной медной соли биурета.

Эта реакция называется биуретовой. Она также является цветной реакцией на пептиды и белки.

Терпены

Свойства α -пинена

Реактивы и оборудование: скипидар, бромная вода (насыщенная), 1%-ный раствор перманганата калия, 5%-ный раствор карбоната натрия, 1%-ные растворы иодида калия и крахмала, пробирки.

Взаимодействие α -пинена с бромной водой. В пробирку вносят 5-6 капель скипидара и добавляют при встряхивании несколько капель бромной воды. Наблюдают обесцвечивание раствора.

Окисление α -пинена раствором перманганата калия. В пробирку наливают 0,5 мл 1%-ного раствора перманганата калия и 0,5 мл 5%-ного раствора карбоната натрия, затем при встряхивании добавляют несколько капель α -пинена (скипидара). Наблюдают обесцвечивание раствора.

Окисление α -пинена кислородом воздуха. В пробирку наливают 1,5 мл 1%-ного раствора иодида калия, несколько капель свежеприготовленного крахмального клейстера и 0,5 мл скипидара. Реакционную смесь встряхивают и ставят пробирку в штатив. Раствор постепенно окрашивается в синий цвет, что указывает на образование свободного иода.

Углеводы

Реакции моносахаридов по карбонильной группе

Реактивы и оборудование: 10%-ные растворы глюкозы и формальдегида, фуксинсернистая кислота, 1%-ный раствор глюкозы, 1%-ный раствор фруктозы, 5%-ный раствор сульфата меди, 10%-ный раствор гидроксида натрия, водяные бани, пипетки, пробирки.

Взаимодействие моносахаридов и формальдегида с фуксинсернистой кислотой. В две пробирки наливают по 1 мл раствора фуксинсернистой кислоты. В одну из них добавляют 1 мл 10%-ного раствора формальдегида, а во вторую – 1 мл 10%-ного раствора глюкозы. После перемешивания в пробирке с формальдегидом появляется розово-фиолетовое окрашивание, а в пробирке с глюкозой раствор остается бесцветным.

Окисление моносахаридов гидроксидом меди (II). В пробирку наливают 2 мл 1%-ного раствора глюкозы и 1 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия. Раствор перемешивают и по каплям добавляют 5%-ный раствор сульфата меди до появления не исчезающей при встряхивании мути. Верхнюю часть реакционной смеси нагревают до начинающегося кипения (нижнюю часть оставляют для контроля). В нагретой части раствора появляется желтый осадок гидроксида меди (I), который вскоре переходит в красный осадок оксида меди (I).

Высшие полисахариды

Взаимодействие крахмала и гликогена с иодом

Реактивы и оборудование: 1%-ный раствор крахмала, 1%-ный раствор гликогена, сильно разбавленный раствор иода в иодиде калия, пробирки.

В две пробирки наливают по 1 мл 1%-ного раствора крахмала и 1%-ного раствора гликогена и добавляют в каждую по несколько капель сильно разбавленного раствора иода в иодиде калия. В пробирке с раствором крахмала развивается интенсивное синее окрашивание. При нагревании этого раствора до кипения синяя окраска исчезает, а при охлаждении появляется вновь. Гликоген с раствором иода дает красно-бурое окрашивание.

Реакция крахмала и гликогена с иодом представляет собой сложный процесс. Синюю окраску с иодом дает амилоза – одна из фракций крахмала. Амилоза – полисахарид линейного строения, состоящий из остатков α , D-глюкопиранозы. Ее молекулы имеют структуру спирали, внутри которой есть свободный канал диаметром около 5 мкм, в него внедряются молекулы иода, образуя окрашенные комплексы за счет взаимодействия с гидроксильными группами моносахаридных остатков. При нагревании молекулы амилозы теряют свою спиралевидную структуру, и окрашенные комплексы

разрушаются. При охлаждении спиралевидная структура амилозы и, следовательно, окрашенные комплексы восстанавливаются.

Для полисахаридов с разветвленными цепями наряду с процессами образования комплексов большое значение имеет процесс адсорбции иода на поверхности боковых цепей. Если боковые цепи в молекуле гликогена короткие, то развивается бурая окраска, если они длинные, то темно-красная.

Основная литература.

1. Грандберг И. И., Нам Н. Л. Органическая химия / 11-е изд., стер. – М. : Изд-во «Лань», 2022. – 608 с. – ISBN 978-5-8114-9403-3 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/195669>
2. Романовский И.В., Болтromeюк В.В., Гидранович Л.Г., Ринейская О.Н. Биоорганическая химия / М.: Изд-во «Новое знание», 2015. – 504 с. – 978-985-475-744-5 // Лань: электронно- библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64890>
3. Шабаров Ю. С. Органическая химия / 5-е изд., стер. – М.: Изд-во «Лань», 2022. – 848 с. – ISBN 978-5-8114-1069-9 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/210716>.

Дополнительная литература:

1. Ринейская О. Н., Романовский И. В., Лахвич Ф. Ф., Глинник С. В. Биоорганическая химия: учебное пособие / М.: Изд-во «Новое знание», 2022. – 280 с. – 978-985-24-0310-8 // Лань: электронно- библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/181674>
2. Франк Л. А. Биоорганическая химия: Учебное пособие / Красноярск: Изд-во «Сибирский Федеральный Университет», 2018. – 174 с. – ISBN 978-5-7638-3875-6 // Лань: электронно- библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/157658>

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ и ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Методические указания по организации и проведению самостоятельной
работы**

БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

**для студентов специальности
31.05.03 Стоматология**

Содержание

Пояснительная записка	3
<u>Требования к представлению и оформлению результатов</u> самостоятельной работы	5
Критерии оценки самостоятельной работы	10
Рекомендуемая литература	12

Цель самостоятельной работы:

1. Систематизировать современные процессы интеграции Российского высшего образования в общеевропейскую и мировую образовательную практику; раскрыть сущность проблем организации учебно-воспитательного процесса на современном этапе развития высшего образования; обобщить требования к подготовке.

2. Подобрать такой дидактический материал для самостоятельной работы, который бы позволил применить полученные знания на практике и развивать инициативу, активность и творческие способности.

3. Помочь студентам в формировании у них обоснованной гуманистической идеологии, в осмыслении с этих позиций новаторских и традиционных педагогических систем, своего собственного жизненного и педагогического опыта.

Основными **формами работы и контроля** аспирантов являются:

Индивидуальное решение репродуктивных, реконструктивных и творческих **заданий**, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков по дисциплине.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний аспиранта по определенному разделу, теме, проблеме и т. п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Индивидуальное решение репродуктивных, реконструктивных и творческих **заданий**, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков студентов по дисциплине.

Для подготовки к выполнению задания следует изучить и проанализировать рекомендованную литературу и на их основании подготовиться к изложению темы.

При проверке задания оцениваются

- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных проблем темы;
- самостоятельность мышления, умение отстаивать свою позицию в ходе последующих дискуссий,
- самостоятельная и выразительная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики задания.

Собеседование - форма учебной деятельности, специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, рассчитанная на выяснение объема знаний аспиранта по определенному разделу, теме, проблеме и т.п., позволяющая оценить их умение аргументировать собственную точку зрения, предполагающая всестороннее обсуждение какого-либо вопроса, проблемы или сопоставлении информации, идей, мнений, предложений.

Принципиальные отличия заданий базового уровня от повышенного заключаются в большем объеме фактов и событий, в сравнительно-аналитическом характере изложения материала, его теоретической (методологической) составляющей.

Для подготовки к каждой теме следует изучить и законспектировать рекомендованные источники и научную литературу и на их основании подготовиться к указанным в методических материалах вопросам для

обсуждения.

При подготовке к ответу предоставляется право пользования указанными конспектами.

При проверке задания, оцениваются:

- активное участие в работе;
- уверенное владение материалом;
- умение четко и логично излагать свои мысли;
- умение творчески подходить к решению основных вопросов темы;
- самостоятельность мышления,
- полное соответствие конспекта установленным требованиям;
- самостоятельная устная речь, полностью раскрывающая суть проблематики собеседования.

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Структура и содержание реферата

Структура реферата включает в себя следующие элементы:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список литературы и источников;
- приложение.

Титульный лист – это информация о выходных данных вашей работы. Он является первой страницей научной работы и заполняется по строго определенным правилам. Титульный лист не нумеруется.

В *оглавлении* текста последовательно излагаются названия пунктов реферата с указанием страницы, с которой начинается каждый пункт.

Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени смещают на три–пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Все заголовки начинают с прописной буквы без точки на конце. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления.

Введение к работе. Здесь обычно обосновываются актуальность выбранной темы, цель и содержание поставленных задач, формулируются объект и предмет исследования, указывается избранный метод (или методы) исследования.

Содержание глав основной части должно точно соответствовать теме реферата и полностью её раскрывать. Эти главы должны показать умение автора сжато, логично и аргументировано излагать материал. Важно понимать, что каждая глава должна представлять собой законченное произведение. Её следует начинать постановкой рассматриваемой задачи, а завершать четкими, аргументированными выводами. Все приводимые в работе данные обязательно следует сопровождать подстрочной ссылкой на источник, описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов. Как правило, основная часть реферата состоит из 2–3 глав, которые в случае необходимости разбиваются на параграфы.

Реферат заканчивается заключительной частью, которая так и называется «*заключение*». Этот синтез – последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении.

После заключения помещается *библиографический список использованной литературы*, куда включаются оригинальные тексты,

монографические исследования, научные статьи, учебные пособия и др. Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в тексте реферата. Если автор реферата делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен обязательно указать в подстрочной ссылке, откуда взяты приведенные материалы. Список литературы должен включать не менее 10 источников.

Объем реферата должен составлять не менее 24 страниц машинописного текста. Объем приложений не ограничивается.

Общие требования к оформлению реферата

Текст реферата должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа белой односторонней бумаги формата А4 (210×297 мм) через полтора интервала (размер шрифта – 14) с применением черных чернил с полями вокруг текста. Размер левого поля 30 мм, правого – 10 мм, верхнего – 20 мм, нижнего – 20 мм. При таких полях каждая страница должна содержать приблизительно 1800 знаков (30 строк, по 60 знаков в строке, считая каждый знак препинания и пробел между словами также за печатный знак).

Текст перепечатывается в строго последовательном порядке. Не допускаются разного рода текстовые вставки и дополнения, помещаемые на отдельных страницах или на оборотной стороне листа, и переносы кусков текста в другие места. Все сноски и подстрочные примечания перепечатываются (через один интервал) на той странице, к которой они относятся. Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа. Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в правом углу верхнего поля листа (на первой и второй странице цифру, обозначающую порядковый номер, не ставят).

Приложение для рефератов являются желательным, но необязательным элементом. В приложение обычно входят различные таблицы, графики, схемы, рисунки и т.п. Приложения помещают после списка использованных библиографических источников в порядке их упоминания в тексте. Каждое

приложение следует начинать с нового листа. Приложение не входит в параметры минимального объема работы

Критерии оценки самостоятельной работы

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы разработаны с учетом требований ФГОС ВО. Задания, выносимые на самостоятельную работу, оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка **«отлично»** выставляется при следующих условиях:

- даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в задании, выносимом на самостоятельную работу;
- показано умение грамотно применять полученные теоретические знания при анализе событий действительности;
- показано глубокое и творческое овладение основной и дополнительной литературой;
- материал излагается аргументировано и логически стройно.

Оценка **«хорошо»** выставляется при следующих условиях:

- даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в задании, выносимом на самостоятельную работу;
- показаны достаточно прочные практические навыки;
- даны полные, но недостаточно обоснованные ответы на дополнительные вопросы;
- показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой;
- показано умение теоретически обосновывать высказываемые положения;
- ответы в основном были краткими, но в них не всегда выдерживалась логическая последовательность.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при следующих условиях.

• даны в основном правильные ответы на все вопросы задания, выносимого на самостоятельную работу, но без должной глубины и обоснования;

- показаны недостаточно прочные практические навыки;
- не даны положительные ответы на некоторые дополнительные вопросы;
- показаны недостаточные знания основной литературы;
- ответы были многословными, мысли излагались недостаточно четко и без должной логической последовательности.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно», когда студент не усвоил основного содержания предмета и слабо знает рекомендованную литературу.

Задания для самостоятельной подготовки

Алканы и алкены

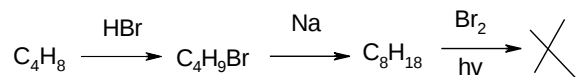
1. Предложите схему синтеза приведенных ниже соединений, используя только неорганические соединения:

- 1) из бутана 2-бутен;
- 2) из пропена 2-гексен;
- 3) из 1-бутена 2-бутен;
- 4) из пропана тетраметилэтилен;
- 5) из пропана пропилен;
- 6) из ацетона 2-бромпропан;
- 7) из 1-бромпропана 2-пентен (используя реакцию Виттига);
- 8) из ацетата натрия 2-бромбутан;
- 9) из бутена этан;
- 10) из этилена 2-бутен;
- 11) из 2-метилпропана 2,2,3,3-тетраметилбутан;
- 12) из этилиодида пропаналь;
- 13) из метана этан;
- 14) из 1-пропанола 2,3-диметил-2-бутен;
- 15) из пропена 1-хлорпропан;
- 16) из изобутилена 2,4-диметил-2-гексен;
- 17) из 1-бромбутана 2-пропионовую кислоту;
- 18) из пропана 2,3-диметил-2-бутен;

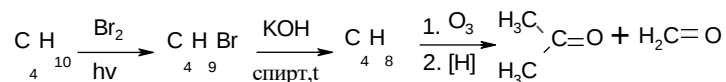
- 19) из этана бутан;
20) из пропена 2-гексен

2. Определите строение соединения:

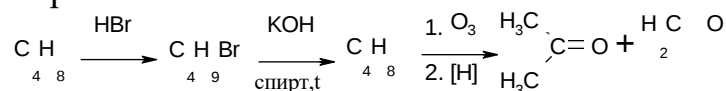
1) состава C_4H_8 , которое:



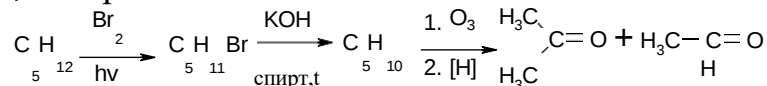
2) состава C_4H_8 , которое:



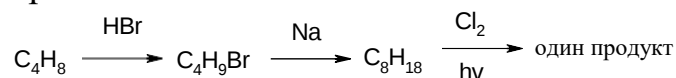
3) состава C_4H_8 , которое:



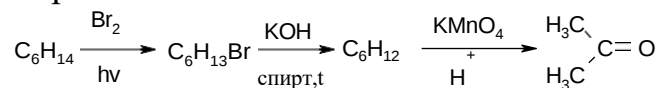
4) состава C_5H_{12} , которое:



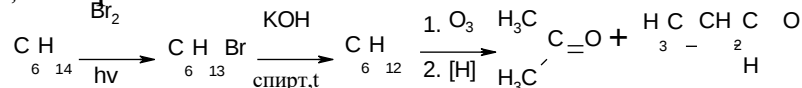
5) состава C_4H_8 , которое:



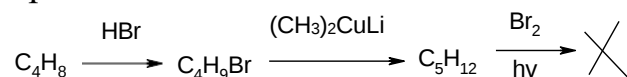
6) состава C_6H_{14} , которое:



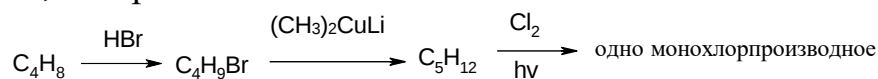
7) состава C_6H_{14} , которое:



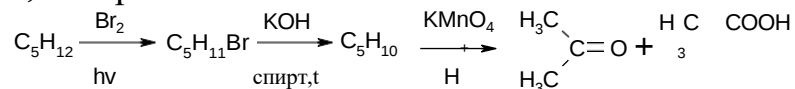
8) состава C_4H_8 , которое:



9) состава C_4H_8 , которое:



10) состава C_5H_{12} , которое:



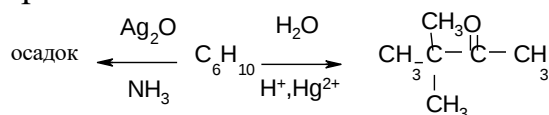
Алкины, диены

1. Предложите схему синтеза приведенных ниже соединений, используя только неорганические соединения:

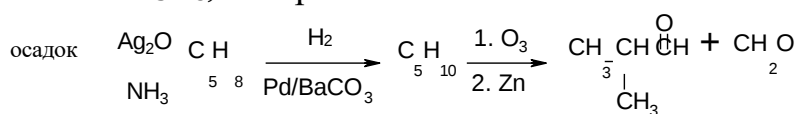
- 1) из неорганических реагентов $\text{CH}_2=\text{CHCN}$;
- 2) из 2-метилбутана 2-метил-1,3-бутадиен;
- 3) из 1-бутена 1,3-бутадиен;
- 4) из неорганических реагентов метилэтилкетон;
- 5) из ацетилена 1,3-бутадиен;
- 6) из пропана и формальдегида 1,3-бутадиен;
- 7) из этилена ацетилен;
- 8) из ацетилена нитрилциклогексен-2-карбоновой кислоты;
- 9) из 2-бутена 2-бутин;
- 10) из неорганических реагентов хлоропрен;
- 11) из пропена аллен;
- 12) из 2-бутена метилэтилкетон;
- 13) из неорганических реагентов 1,3-бутадиин;
- 14) из 1,3 бутадиена метилэтилкетон;
- 15) из пропина 1-бромпропан;
- 16) из неорганических реагентов 1,4-дибромбутан;
- 17) из неорганических реагентов винилацетилен;
- 18) из пропена пропин

2. Определите строение соединения:

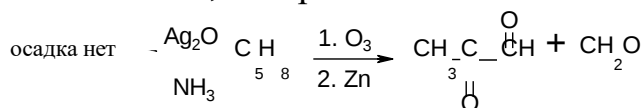
1) состава C_6H_{10} , которое:



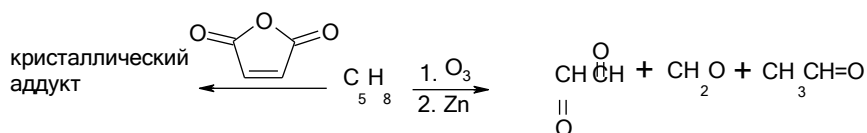
2) состава C_5H_8 , которое:



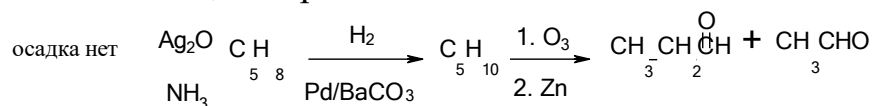
3) состава C_5H_8 , которое:



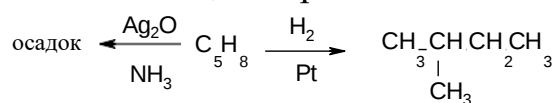
4) состава C_5H_8 , которое:



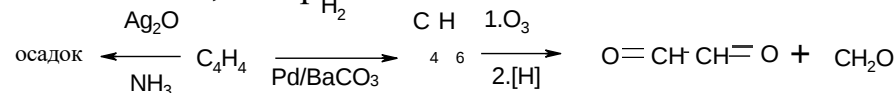
5) состава C_5H_8 , которое:



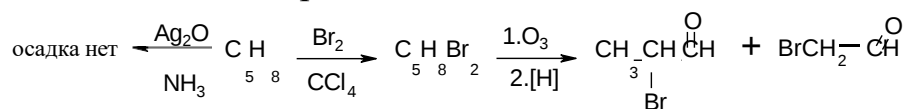
6) состава C_5H_8 , которое:



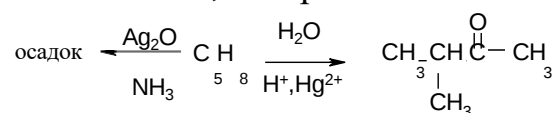
7) состава C_4H_4 , которое:



8) состава C_5H_8 , которое:



9) состава C_5H_8 , которое:



Циклоалканы и арены

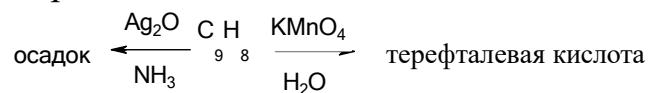
1. Предложите схему синтеза приведенных ниже соединений, используя только неорганические соединения:

- 1) из бензола м-нитрохлорбензол;
- 2) из пропилена циклопропан;
- 3) из циклогексена цикlopentanон;
- 4) из бензола о-нитрохлорбензол без примеси п-изомера;
- 5) из толуола м-нитробензойную кислоту;
- 6) из бромциклогексана цикlopentanтан;
- 7) из толуол о-хлортолуол без примеси п-изомера;
- 8) из циклогексена бромцикlopentanтан;
- 9) из метилциклопропана 2-бутен;
- 10) из бензола 4-хлор-3-нитроэтилбензола;
- 11) из бензола 2-хлор-5-нитробензолсульфокислоты;
- 12) из бензола 2-бром-4-нитробензойной кислоты;
- 13) из бензола 3-бром-5-нитробензолсульфокислоты;
- 14) из бензола 4-хлор-2-нитробензойной кислоты;
- 15) из бензола 2-бром-5-нитробензолсульфокислоты;
- 16) из бензола 3-нитро-5-сульфобензойной кислоты;

- 17) из циклогексена циклопентан;
 18) из толуола 2-хлорбензойную кислоту без примеси п-изомера

2. Определите строение соединения:

1) состава C_9H_8 которое:



2) состава $C_{10}H_{10}$ которое:

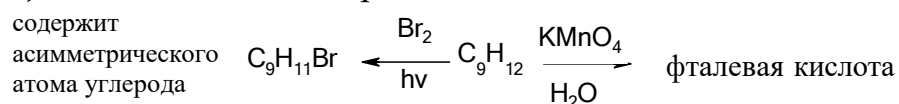
а) реагирует с водой в присутствии сульфата ртути, но не реагирует с аммиачным раствором оксида серебра; б) при окислении образует терефталевую кислоту.

3) состава C_9H_8 , которое:

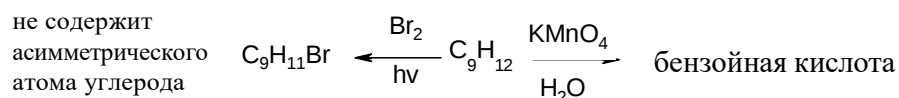
не реагирует с аммиачным раствором оксида серебра, а при окислении образует дикарбоновую кислоту с несогласованной ориентацией заместителей. Мононитрование которой приводит к одному изомеру.

4) состава C_8H_{10} , при окислении которого образуется дикарбоновая кислота с согласованной ориентацией заместителей.

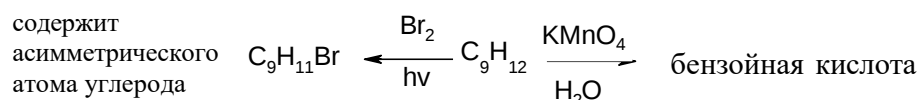
5) состава C_9H_{12} , которое:



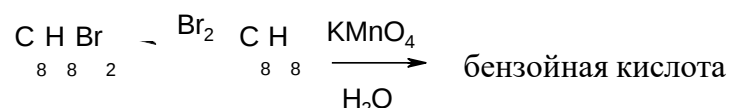
6) состава C_9H_{12} , которое:



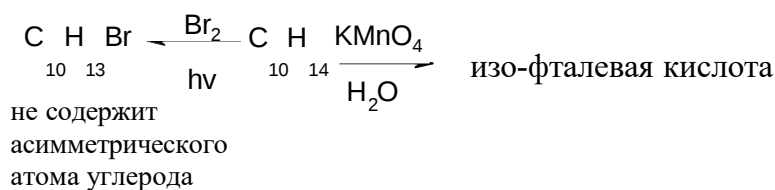
7) состава C_9H_{12} , которое:



8) состава C_8H_8 , которое:



9) состава $C_{10}H_{14}$, которое:



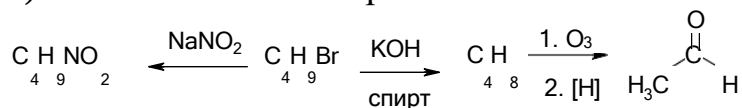
Галогенопроизводные и металлоорганические соединения

1. Предложите схему синтеза приведенных ниже соединений, используя только неорганические соединения:

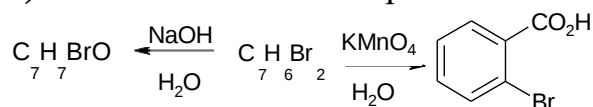
- 1) из бромбензола п-нитрофенол;
- 2) из бензола и окиси этилена β-бромэтилбензол;
- 3) из хлорбензола п-нитроанилин;
- 4) из пропилена и этилформиата 4-хлоргептан;
- 5) из (S)-2-иодбутана (S)-2-нитробутан;
- 6) из хлорбензола о-нитрофенол (без примеси п-изомера);
- 7) из метил иодида и аллилхлорида 1-бутен;
- 8) из бромбензола и этилформиата дифенилуксусную кислоту;
- 9) из (S)-2-иодбутана нитрил (S)-2-метилбутовой кислоты;
- 10) из 1-бромбутана дибутилкетон;
- 11) из пропилена масляную (бутановую) кислоту;
- 12) из хлорбензола 4-нитро-2-хлоранилин;
- 13) из бензола фенол;
- 14) из иодистого этила и этиленоксида пентановую кислоту;
- 15) из 1-бутанола нитрил пентановой кислоты;
- 16) из бромбензола 4-нитро-2-бромфенол;
- 17) из этилового спирта нитрил пропионовой кислоты;
- 18) из этанола бутанол

2. Определите строение соединения:

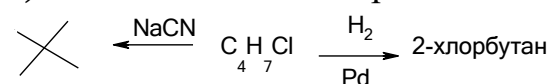
1) состава $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$ которое:



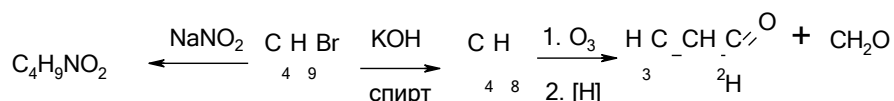
2) состава $\text{C}_7\text{H}_6\text{Br}_2$ которое:



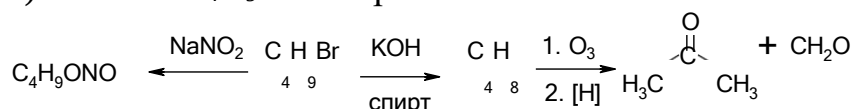
3) состава $\text{C}_4\text{H}_7\text{Cl}$ которое:



4) состава C_4H_9 которое:



- 5) состава $\text{C}_8\text{H}_8\text{ClBr}$, которое обладает оптической активностью, при взаимодействии с водой превращается в $\text{C}_8\text{H}_9\text{BrO}$. При окислении исходного соединения образуется $\text{C}_7\text{H}_5\text{BrO}_2$, последнее при бромировании образует один изомер.
- 6) состава $\text{C}_8\text{H}_8\text{ClNO}_2$, которое при взаимодействии с водой превращается в $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_3$, при окислении последнего образуется соединения состава $\text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_4$ с несогласованной ориентацией заместителей.
- 7) состава $\text{C}_7\text{H}_7\text{Br}$, которое при нагревании со щелочью под давлением образует два изомера $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$, а при окислении исходного образуется $\text{C}_7\text{H}_7\text{BrO}_2$ с согласованной ориентацией заместителей.
- 8) состава $\text{C}_8\text{H}_8\text{ClNO}_2$, которое не реагирует с водой, но реагирует с водным раствором щелочи, образуя $\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_3$. При окислении исходного образуется $\text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_4$ с согласованной ориентацией заместителей.
- 9) состава $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$ которое:



Основная литература.

1. Грандберг И. И., Нам Н. Л. Органическая химия / 11-е изд., стер. – М. : Изд-во «Лань», 2022. – 608 с. – ISBN 978-5-8114-9403-3 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/195669>
2. Романовский И.В., Болтromeюк В.В., Гидранович Л.Г., Ринейская О.Н. Биоорганическая химия / М.: Изд-во «Новое знание», 2015. – 504 с. – ISBN 978-985-475-744-5 // Лань: электронно- библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64890>
3. Шабаров Ю. С. Органическая химия / 5-е изд., стер. – М.: Изд-во «Лань», 2022. – 848 с. – ISBN 978-5-8114-1069-9 // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/210716>.

Дополнительная литература:

1. Ринейская О. Н., Романовский И. В., Лахвич Ф. Ф., Глинник С. В. Биоорганическая химия: учебное пособие / М.: Изд-во «Новое знание», 2022.

– 280 с. – 978-985-24-0310-8 // Лань: электронно- библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/181674>

2. Франк Л. А. Биоорганическая химия: Учебное пособие / Красноярск: Изд-во «Сибирский Федеральный Университет», 2018. – 174 с. – ISBN 978-5-7638-3875-6 // Лань: электронно- библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/157658>