

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



А.С. Скобун, Ж.В. Белодедова

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ
БИООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Лабораторный практикум

Учебно-методическое пособие



Санкт-Петербург

2014

УДК 547.1-3

Скобун А.С., Белодедова Ж.В. Органическая химия. Качественный анализ биоорганических соединений: Лабораторный практикум: учеб.-метод. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 57 с.

Лабораторный практикум содержит более 60 методик лабораторных работ, позволяющих микрометодами качественно определять химические свойства функциональных групп, а также получать и устанавливать структуры основных классов органических соединений. Особое внимание уделено качественным реакциям биоорганических соединений – компонентам пищевых продуктов.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям бакалавриата 260100, 260200, 240700 очной и заочной форм обучения.

Рецензент: канд. хим. наук М.Л. Александрова (зав. лабораторией химической и токсикологической диагностики ФГБУН ИТ ФМБА России)

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом Института холода и биотехнологий



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2014

© Скобун А.С., Белодедова Ж.В., 2014

ВВЕДЕНИЕ

Цель данного пособия – практическое ознакомление студентов с характерными общими свойствами и реакционной способностью биоорганических соединений методами качественного анализа. Лабораторные работы (так называемый малый практикум) проводятся одновременно с изучением теоретического курса и способствуют более прочному усвоению материала.

В данном издании приведены некоторые способы получения биоорганических соединений, а также характерные реакции на функциональные группы различных классов, приводятся специфические реакции для отдельных соединений. Все методы, описанные в пособии, представляют собой общепринятую экспериментальную практику.

Материал сгруппирован в разделы по основным классам органических соединений с учетом функциональных групп. При подборе методик авторы руководствовались стремлением практически ознакомить студентов с важнейшими химическими свойствами функциональных групп тех классов органических соединений, которые в большей мере определяют биоорганические процессы, протекающие при хранении и переработке пищевого сырья.

Представленные способы анализа органических соединений осуществляются по отработанным многолетней практикой методикам. С помощью предложенных микрометодов возможно резко сократить время экспериментальных операций, расход реактивов, материалов и химической посуды, уменьшить потенциальную опасность лабораторных работ и за счет этого существенно расширить номенклатуру и объем лабораторного практикума, охватывающего реакции всех классов соединений, включенных в программу дисциплины "Органическая химия".

Практикум предназначен помочь студентам овладеть учебной дисциплиной "Органическая химия" как на факультете пищевых технологий, так и на других факультетах, изучающих дисциплину в меньшем, чем технологи, объеме.

Практикум не заменяет учебников, конспектов лекций и учебных пособий по органическому синтезу, так как приведенные реакции дают понятие лишь об основных химических свойствах функциональных групп органических соединений. Наше издание не ставит целью практическую и теоретическую подготовку по органической химии,

методам, приборам и установкам, применяемым для синтеза, выделения, очистки и идентификации органических соединений, а только дополняет традиционный лабораторный практикум по препаративной органической химии для студентов-технологов пищевых производств.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Работы, которые должны быть выполнены студентом на лабораторных занятиях по органической химии, заключаются в проведении серии экспериментов по одному или нескольким классам органических соединений, составлению отчета и его защите.

Студент должен понимать и точно описывать физико-химические основы процессов, протекающих при выполнении каждого эксперимента.

Особенностью методик данного пособия является то, что каждый процесс осуществляется без выделения и идентификации полученного вещества, а о происхождении той или иной химической реакции судят по качественным реакциям – изменениям внешних характеристик реакционных масс, изменению цвета индикатора, выпадению осадков различных оттенков, выделению газов, изменению фазового состояния реакционной массы и т. п.

Перед выполнением лабораторной работы студент должен по учебникам и конспектам лекций ознакомиться с соответствующими разделами курса, а по данному пособию – с методиками конкретных работ, подлежащих выполнению в соответствии с графиком лабораторных занятий по дисциплине. Порядок и условия проведения каждого эксперимента записываются в лабораторный журнал, где оставляют свободное место для записи наблюдений, описания основных, побочных и вспомогательных химических реакций и выводов.

Отчет составляется либо в лабораторном журнале, либо на отдельных листах. В этом случае необходимо указать в заголовке фамилию, имя, отчество студента, номер группы и дату выполнения работы. Все записи делаются с соблюдением требований ГОСТа без сокращений. В отчете должны быть представлены следующие сведения:

- номер и дату выполнения лабораторной работы (по порядку);
- название раздела (темы) серии лабораторных работ;
- номер подраздела и его название;
- номер эксперимента и его название;
- описание методики и условий выполнения эксперимента по данному пособию;

– наблюдаемые изменения в ходе эксперимента (появление газа, твердого осадка, эмульсии, запаха, цвета и т. п.) с представлением уравнений химических реакций, описывающих протекающие вспомогательные, основные и побочные процессы;

– выводы по данному разделу.

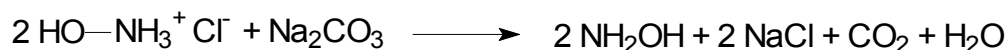
Ниже представлен пример схемы оформления отчета в студенческом лабораторном журнале:

Лабораторная работа № ... "Альдегиды и кетоны"

Химические свойства кетонов, например, получение оксима ацетона.

Сначала идет описание методики и условий синтеза оксима ацетона по настоящему практикуму, а далее – описание наблюдений и вывод студента.

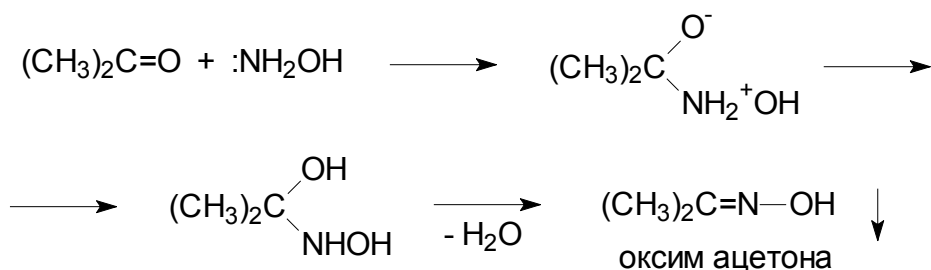
Наблюдения. При добавлении к водному раствору солянокислого гидроксиламина безводной соды реакционная масса вскипает с выделением газа и саморазогревом пробирки. Происходит реакция нейтрализации (ионообмен) между солями соляной и угольной кислот. Реакция нейтрализации экзотермична. При нагревании водного раствора угольная кислота разлагается с выделением углекислого газа и появлением в растворе свободного основания – гидроксиламина, что можно описать уравнением



При добавлении к охлажденному раствору гидроксиламина ацетона наблюдали повторный разогрев реакционного сосуда, выделение пузырьков углекислого газа и выделение из раствора белого мелкокристаллического осадка.

Разогрев и выделение CO_2 являются следствием нейтрализации непрореагировавшей соды с соляной кислотой. При охлаждении пробирки количество кристаллов увеличивается. Оксим ацетона имеет слабый запах.

Белый осадок – оксим ацетона, образуется при конденсации свободного гидроксиламина с карбонильным соединением по уравнению



Большинство продуктов конденсации карбонильных соединений с аммиаком и его производными малорастворимы в водных растворах, поэтому данные реакции могут использоваться для идентификации альдегидов и кетонов.

Вывод. При взаимодействии карбонильных соединений с NH-кислотами легко происходит реакция конденсации с отщеплением воды. Реакция имеет механизм нуклеофильного присоединения по полярной двойной (C=O) связи с образованием продуктов, не растворимых в данных средах (вода, водный ацетон).

1. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

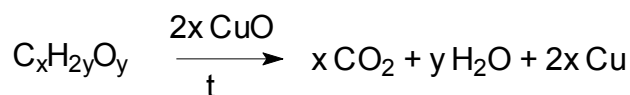
Кроме углерода, очень распространены в органических соединениях водород, кислород, азот, галогены, сера, фосфор. Для их обнаружения обычные методы качественного анализа неприменимы. Необходимо сначала разрушить органическое вещество так, чтобы исследуемые элементы переходили в неорганические соединения, например, углерод – в оксид углерода (IV), водород – в воду, азот – в цианид натрия, сера – в сульфид натрия, галогены – в галогениды натрия. Далее элементы открывают обычными методами аналитической химии.

1.1. Определение углерода и водорода

Реактивы: сахароза (предварительно просушенная) или другое органическое малолетучее вещество, оксид меди (II) – порошок, известковая (или баритовая) вода – насыщенный раствор гидроксида кальция или гидроксида бария, безводный сульфат меди (II) свежепрокаленный.

Наиболее общим универсальным методом обнаружения углерода и водорода в органическом веществе является окисление этого вещества оксидом меди (II). Углерод превращается в оксид углерода (IV), а водород – в воду.

В сухую пробирку с газоотводной трубкой помещают 0,2–0,3 г сахарозы и 1–2 г порошка оксида меди (II). Содержимое пробирки тщательно перемешивают, сверху смесь засыпают слоем оксида меди (II) – примерно 1 г. В верхнюю часть пробирки (под пробку) помещают маленький комочек ваты, на которую насыпают немного безводного сульфата меди (II). Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и закрепляют в лапке штатива почти горизонтально. Свободный конец газоотводной трубки опускают в пробирку с известковой (или баритовой) водой, так чтобы трубка почти касалась поверхности жидкости. Сначала прогревают всю пробирку, затем сильно нагревают ту часть, где находится реакционная смесь.



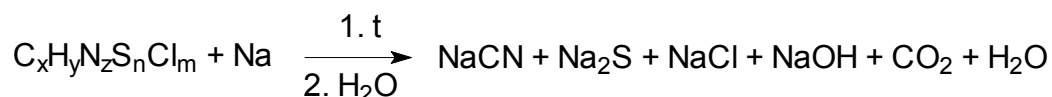
1.2. Проба Лассена

Реактивы: органическое вещество, содержащее азот и серу (тиомочевина, сульфаниловая кислота и т. д.), металлический натрий, 2 %-й раствор ацетата свинца, 2 %-й раствор нитропруссиды натрия (свежеприготовленный), сульфат железа (II) (кристаллический), 10 %-й раствор соляной кислоты.

Суть метода состоит в том, что при сплавлении с металлическим натрием органическое вещество разлагается. Выделившийся азот образует с углеродом и натрием цианид натрия, а сера образует с натрием сульфид натрия.

В сухую пробирку помещают несколько кристаллов органического вещества и кусочек металлического натрия величиной с пшеничное зерно. Осторожно нагревают пробирку в пламени горелки (вытяжной шкаф и защитные очки обязательны). Через некоторое время

происходит вспышка, и содержимое нагревают до красного каления еще 1–2 мин. Необходимо проследить, чтобы натрий плавился вместе с исследуемым веществом, так как в противном случае цианид натрия не сможет образоваться и опыт окажется неудачным. После сплавления пробирку охлаждают и добавляют к расплаву 3–4 капли этилового спирта для удаления остатков натрия. Затем в пробирку вливают 2 мл воды и нагревают, помешивая до растворения расплава. Бесцветный раствор переливают в другую пробирку (при необходимости его фильтруют через маленький складчатый фильтр). Если органическое вещество разрушено не полностью, то жидкость имеет бурый или черный цвет. В таком случае сплавление исследуемого вещества с натрием повторяют.

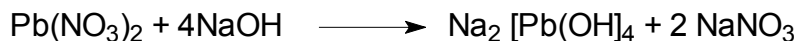


1.3. Определение азота, серы

Пробы на серу

1. К 1 мл раствора нитрата свинца добавляют раствор едкого натра по каплям до растворения первоначально образующегося гидроксида свинца, затем вводят несколько капель отфильтрованной щелочной жидкости.

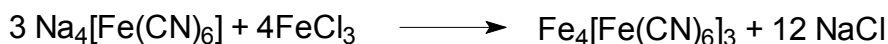
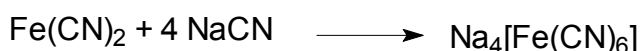
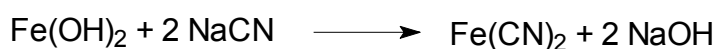
Образование темно-коричневого или черного кольца сульфида свинца ускоряется при нагревании и указывает на наличие серы в органическом веществе.



2. К 1 мл отфильтрованной щелочной жидкости добавляют 1–2 капли 2 %-го раствора нитропруссид натрия. В присутствии серы смесь сразу или постепенно приобретает красно-фиолетовую окраску, постепенно переходящую в бурую.

Проба на азот

К половине объема полученной ранее щелочной жидкости добавляют маленький кристаллик железного купороса и хлорида железа (III). Смесь кипятят в течение 1–2 мин, охлаждают, дают постоять 3–5 мин и подкисляют разбавленной соляной кислотой. Через некоторое время в пробирке выпадает осадок берлинской лазури. Если осадка образуется очень мало, раствор окрашивается в зеленый цвет, постепенно переходящий в синий.



Определение галогенов

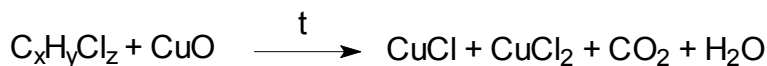
Проба Бельштейна

Реактивы: хлороформ (хлорбензол, четыреххлористый углерод, йодоформ и др.).

Оборудование: медная проволока длиной около 10 см с петлей на конце, вставленная другим концом в корковую пробку.

При прокаливании органического вещества с оксидом меди (II) происходит его окисление. Углерод превращается в оксид углерода (IV), водород – в воду, а галогены (кроме фтора) образуют с медью летучие галогениды, которые окрашивают пламя в ярко-зеленый цвет. Реакция очень чувствительная.

Медную проволоку прокаливают в пламени горелки до прекращения окрашивания пламени и образования на поверхности черного налета оксида меди (II). Остывшую петлю смачивают органическим веществом и снова вводят в пламя горелки. Сначала пламя становится светящимся (сгорает углерод), затем появляется интенсивное зеленое окрашивание.



2. АЛИФАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

2.1. Предельные углеводороды (алканы, парафины)

Получение и свойства метана

Реактивы: смесь для получения метана (безводный ацетат калия, натрия или кальция и прокаленная натронная известь в соотношении 1:2), сильно разбавленный раствор перманганата калия, известковая (или баритовая) вода, разбавленная бромная вода (светло-желтая).

Оборудование: пробирки, газоотводная трубка с пробкой для пробирки.

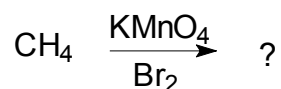
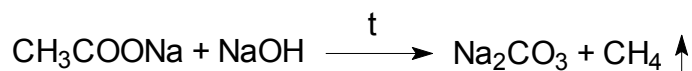
В сухую пробирку помещают смесь для получения метана, закрепляют пробирку в штативе и закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Сначала прогревают всю пробирку, затем сильно нагревают ту часть, где находится смесь. Из пробирки вытесняется воздух, и начинается выделение метана. Метан поджигают у конца газоотводной трубки, он горит голубоватым несветящимся пламенем. В пламя горящего метана вносят фарфоровую крышку от тигля.

Почему на крышке не образуется черного пятна сажи?

Свободный конец газоотводной трубки опускают в пробирку с известковой (или баритовой) водой.

Что происходит с известковой (или баритовой) водой?

Вводят газоотводную трубку в пробирку с бромной водой и пропускают метан в течение 1 мин. Исчезает ли окраска бромной воды? Затем пропускают метан через раствор перманганата калия. Что вы наблюдаете? Сделайте вывод об отношении метана к бромной воде и к водному раствору перманганата калия (при комнатной температуре).



2.2. Этиленовые углеводороды (алкены, олефины)

Получение этилена

Реактивы: смесь для получения этилена (смесь 96 %-го этилового спирта и концентрированной серной кислоты в объемном соотношении 1:4).

Оборудование: пробирка с газоотводной трубкой, кипелки (кусочки пемзы).

В пробирку помещают 1 мл спирта и осторожно, при взбалтывании, доливают в него 4 мл концентрированной серной кислоты. В разогревшуюся смесь бросают кусочек пемзы, присоединяют газоотводную трубку и начинают медленно и осторожно нагревать пробирку до начала равномерного выделения газа из реакционной смеси. Реакционная смесь при этом чернеет. С выделяющимся газом проводят те же исследования, что и с метаном.

Свойства этилена

Реактивы: разбавленная бромная вода (светло-желтая), сильно разбавленный раствор перманганата калия (ярко-розовый водный раствор).

а) Горение этилена.

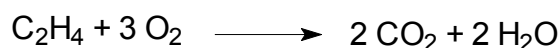
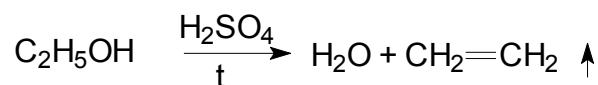
Поджигают выделяющийся этилен у конца газоотводной трубки. Наблюдают характер пламени. Этилен горит светящимся пламенем.

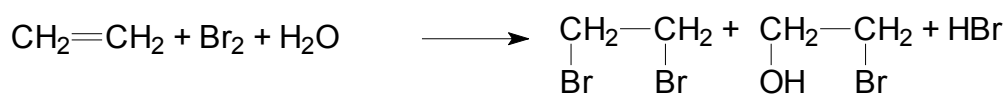
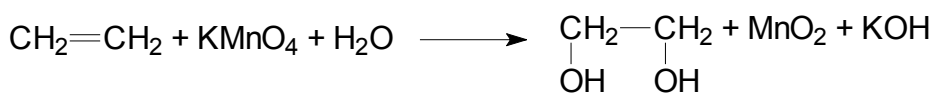
б) Реакция этилена с бромной водой.

Газообразный этилен пропускают через бромную воду. (Качественная реакция на кратные связи). Что вы наблюдаете?

в) Окисление этилена перманганатом калия.

При пропускании этилена через раствор перманганата калия происходит окисление этилена до этиленгликоля. Что вы наблюдаете? Непредельный характер этилена проявляется в быстроте его бромирования и окисления, а также в более ярком цвете пламени. На внесенной в пламя этилена фарфоровой пластинке появляется пятно сажи.





2.3. Ацетиленовые углеводороды (алкины)

Получение ацетилена

Реактивы: карбид кальция (кусочки).

Оборудование: пробирки, газоотводные трубки.

Ацетилен получают в пробирке, укрепленной вертикально и имеющей в дне отверстие. Пробирка закрыта пробкой с газоотводной трубкой и зажимом. На дно сухой пробирки кладут немного стеклянной ваты, 3–4 кусочка карбида кальция и снова стеклянную вату. При закрытом зажиме пробирку помещают в стакан с водой. Если открыть зажим, вода поступит в пробирку снизу, а образующийся ацетилен выделится через газоотводную трубку. При закрывании зажима реакция в пробирке прекратится.



Свойства ацетилена

Реактивы: бромная вода разбавленная (светло-желтая), сильно разбавленный раствор перманганата калия (ярко-розовый водный раствор), 1 %-й раствор нитрата серебра. 5 %-й раствор аммиака, аммиачный раствор оксида меди (I).

а) Горение ацетилена.

Поджигают выделяющийся ацетилен у конца газоотводной трубки. Наблюдают характер пламени.

б) Реакция ацетилена с бромной водой.

Газообразный ацетилен пропускают через бромную воду. Что вы наблюдаете? Объясните, почему обесцвечивание бромной воды происходит медленнее, чем при реакции с этиленом?

в) Окисление ацетилена перманганатом калия.

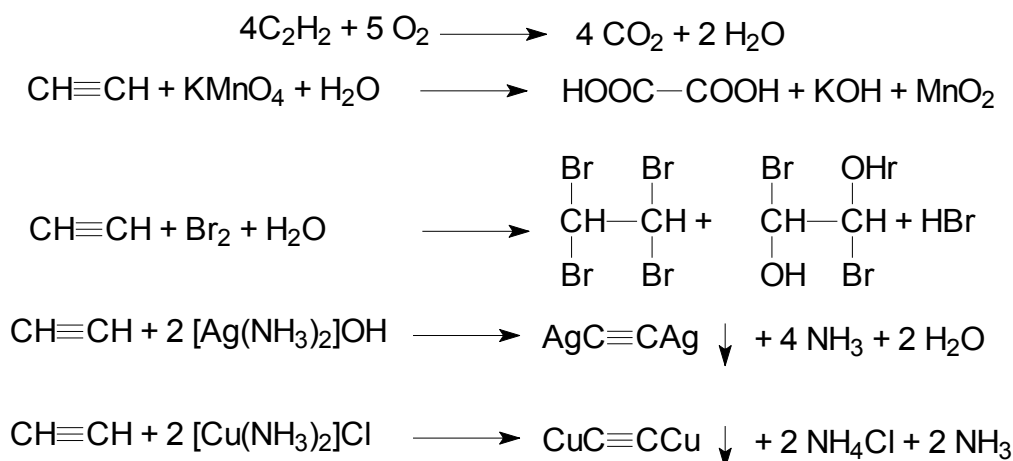
При пропускании ацетилена через раствор перманганата калия идет окисление ацетилена до щавелевой кислоты. Что наблюдается?

г) Получение ацетиленида меди (I).

В пробирку наливают 2–3 мл бесцветного аммиачного раствора хлорида меди (I), 2–3 капли 20 %-го раствора солянокислого гидроксиламина (до обесцвечивания раствора) и пропускают ацетилен. Раствор окрашивается в красно-бурый цвет, а затем выпадает красно-бурый осадок ацетиленида меди (I).

д) Получение ацетиленида серебра.

К раствору азотнокислого серебра добавляют по каплям 5 %-й раствор аммиака до растворения первоначально выделившегося осадка. Через полученный бесцветный раствор пропускают ацетилен. Выпадает желтовато-серый осадок ацетиленида серебра (окраска обусловлена примесями).



3. СПИРТЫ

3.1. Абсолютирование этилового спирта

Реактивы: этиловый спирт (ректификат), сульфат меди (II) кристаллический (обезвоженный).

В сухую пробирку наливают 2–3 мл этилового спирта-ректификата и вносят в него безводный сульфат меди (II) (белого цвета). Слегка нагревают пробирку. Почему изменился цвет сульфата меди? Полученный абсолютный этиловый спирт переливают в сухую пробирку и используют для получения алкоголята натрия.

Сколько процентов воды содержится в этиловом спирте-ректификате? Почему воду нельзя удалить перегонкой?



3.2. Получение и гидролиз алкоголятов

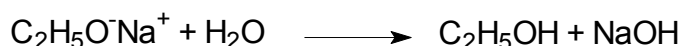
Реактивы: этиловый спирт (абсолютный), пропиловый (или изопропиловый) спирт, амиловый спирт, металлический натрий. 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина.

В три сухие пробирки наливают по 2 мл спиртов – в каждую пробирку свой, вносят по кусочку (размером с горошину) очищенный от оксидного слоя металлический натрий. Пробирки закрывают пробками с газоотводными трубками.

Почему для этого опыта нельзя брать ректификат, а нужно брать абсолютный спирт? Отметьте, в какой пробирке реакция идет наиболее интенсивно, а в какой – медленно. Какие свойства спиртов (кислотные или основные) проявляются в этой реакции? Почему металлический натрий реагирует со спиртами значительно медленнее, чем с водой?

Доводят реакцию этанола с натрием до конца. Для этого пробирку осторожно нагревают. На дне пробирки образуется белый твердый этилат натрия. (В пробирке не должно быть кусочков натрия!) Добавляют одну каплю фенолфталеина. Изменяется ли окраска индикатора? Добавляют в пробирку 1–1,5 мл воды и растворяют в ней этилат натрия. Если окраска не изменяется, добавляют одну каплю фенолфталеина. Что вы наблюдаете?

Напишите уравнение реакции этилата натрия с водой. Объясните, почему появляется окраска при добавлении фенолфталеина в полученный водный раствор.

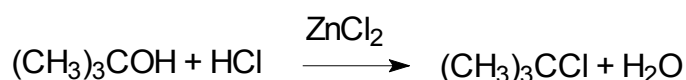


3.3. Взаимодействие спиртов с реактивом Лукаса

Реактивы: реактив Лукаса; спирты: этиловый, изопропиловый, третичный бутиловый.

В две сухие пробирки наливают соответственно по 0,5 мл пропилового и изопропилового спирта, а в третью вносят примерно 0,5 г третичного бутилового спирта. В каждую пробирку вносят по 1,5 мл реактива Лукаса, перемешивают содержимое пробирок и оставляют стоять 1–3 мин.

Проба Лукаса позволяет различить первичные, вторичные и третичные спирты. В пробирке с первичным спиртом раствор остается прозрачным, в пробирке со вторичным спиртом раствор слегка мутнеет, а в пробирке с третичным спиртом на дне появляется маслянистая капля – трет-бутилхлорид.

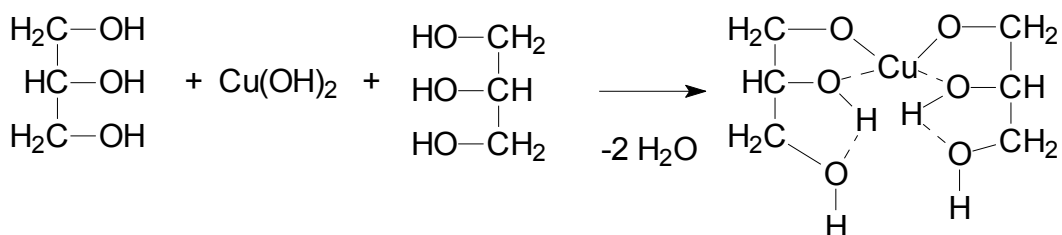


3.4. Получение глицерата меди

Реактивы: глицерин, 2 %-й раствор сульфата меди (II), 10 %-й раствор гидроксида натрия, раствор серной кислоты 1:1, гидросульфат калия.

В пробирку наливают 3–4 капли 2 %-го раствора CuSO_4 и 2–3 мл 10 %-го раствора NaOH . К образовавшемуся осадку голубого цвета добавляют несколько капель глицерина и смесь перемешивают. Осадок растворяется, появляется окрашивание раствора в васильковый цвет.

Напишите уравнения происходящих реакций, укажите, какие свойства глицерина проявляются в реакции с гидроксидом меди (II).



4. АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

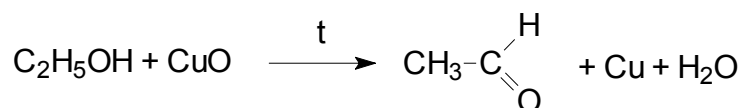
4.1. Получение альдегидов окислением спиртов

Получение уксусного альдегида

Реактивы: этиловый спирт, медь металлическая (спираль из медной проволоки).

В сухую пробирку помещают 3 мл спирта и 2 мл воды. Нагревают спираль из медной проволоки в пламени горелки до образования на ее поверхности черного налета оксида меди (II). Раскаленную докрасна спираль опускают в пробирку и неплотно закрывают пробкой. Эту операцию повторяют несколько раз. Этиловый спирт бурно вскипает, появляется характерный запах уксусного альдегида. Какие изменения происходят с медной спиралью при проведении опыта?

Когда бурное кипение спирта прекратится, вставляют пробку плотнее и охлаждают пробирку в стакане с холодной водой. Затем переливают жидкость в другую пробирку и добавляют к ней примерно равный объем воды, которым предварительно ополаскивают медную спираль. Полученный водно-спиртовой раствор уксусного альдегида используют для последующих опытов.

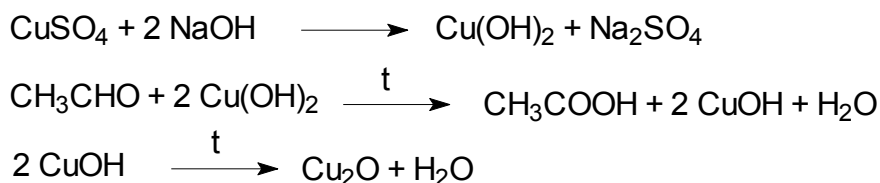


4.2. Химические свойства альдегидов

Окисление альдегида гидроксидом меди (II)

Реактивы: уксусный альдегид (водный раствор), 2 %-й раствор сульфата меди (II), 10 %-й раствор гидроксида натрия.

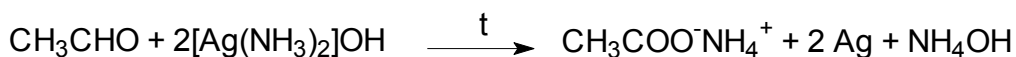
К водно-спиртовому раствору уксусного альдегида, полученному в предыдущем опыте, добавляют 2 мл 10 %-го раствора гидроксида натрия и при встряхивании вливают по каплям 1 %-й раствор сульфата меди (II) до образования осадка. Верхнюю часть жидкости нагревают до начала кипения. Голубая окраска меняется на желтую (осадок), а затем на красную (осадок).



Окисление альдегидов аммиачным раствором гидроксида серебра (реакция серебряного зеркала)

Реактивы: уксусный альдегид, 1 %-й раствор нитрата серебра, 5 %-й раствор аммиака (в капельнице).

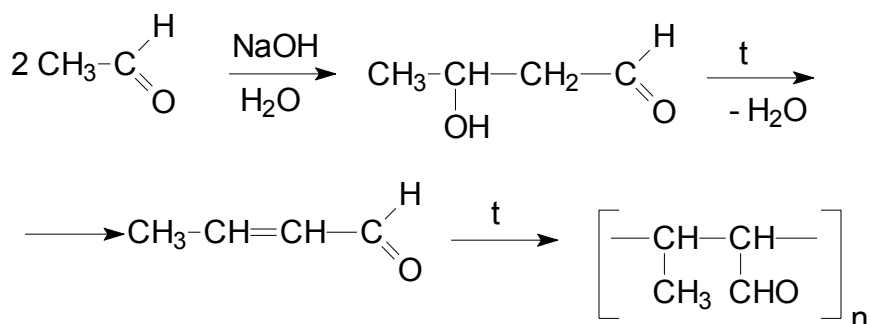
Предварительно готовят аммиачный раствор гидроксида серебра, добавляя к 4–5 мл раствора нитрата серебра разбавленный водный раствор аммиака до растворения первоначально образовавшегося осадка. В две предварительно вымытые горячей щелочью пробирки наливают по 1 мл раствора альдегида и свежеприготовленного аммиачного раствора гидроксида серебра. В одну из пробирок добавляют еще 2–3 капли разбавленного раствора щелочи. На стенках пробирки постепенно выделяется слой серебра в виде зеркала, иногда серебро выделяется в виде темного осадка. Отмечают, в какой из пробирок изменение наблюдается раньше. Если серебро не выделяется, то пробирки с жидкостью нагревают в течение нескольких минут на водяной бане до 50–60 °С.



Альдольная и кротоновая конденсация, осмоление

Реактивы: уксусный альдегид, 10 %-й раствор гидроксида натрия.

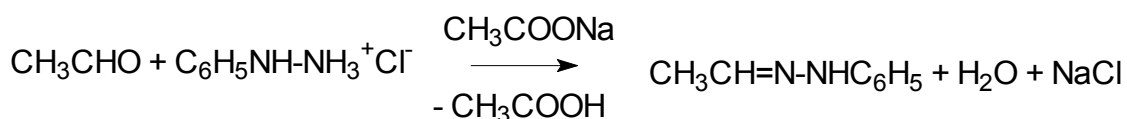
В пробирку наливают 3 мл 10 %-го раствора гидроксида натрия, добавляют 5–6 капель уксусного альдегида и смесь нагревают. Сначала образуется альдоль (он имеет приятный запах), затем – непредельный кротоновый альдегид, имеющий резкий запах. При длительном нагревании жидкость становится бурой, образуется смола:



Получение фенилгидразона уксусного альдегида

Реактивы: уксусный альдегид, солянокислый фенилгидразин (насыщенный раствор), ацетат натрия.

В пробирку помещают 0,5 мл насыщенного раствора солянокислого фенилгидразина, добавляют немного кристаллического ацетата натрия (для связывания соляной кислоты) и при встряхиваниивливают 0,5 мл уксусного альдегида. Выпадают кристаллы фенилгидразона уксусного альдегида.



4.3. Получение кетонов пиролизом солей карбоновых кислот

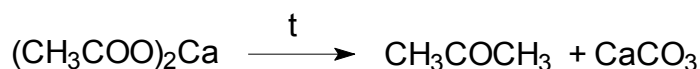
Синтез ацетона

Реактивы: ацетат кальция (безводный), соляная кислота (разбавленная).

Оборудование: газоотводные трубки, изогнутые под тупым углом, пробирки.

На дно пробирки помещают сухой ацетат кальция, пробирку закрывают пробкой с изогнутой под тупым углом газоотводной трубкой и закрепляют в штативе с наклоном в сторону пробки. Конец газоотводной трубки опускают в пробирку-приемник, содержащую 1,5–2 мл воды. Прогревают всю пробирку, затем прокаливают ее, начиная со

дна. При пиролизе ацетата кальция образуется ацетон, растворяющийся при отгонке в воде, имеющейся в пробирке-приемнике. Через 5–7 мин объем жидкости в приемнике увеличивается примерно вдвое. Отгон имеет резкий запах и желтую окраску, дает иодоформную реакцию. После полного остывания пробирки к ее содержимому добавляют 2–3 мл разбавленной соляной кислоты (реакция на карбонат кальция). Что наблюдаете?

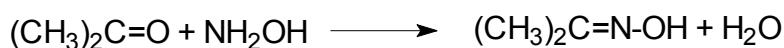
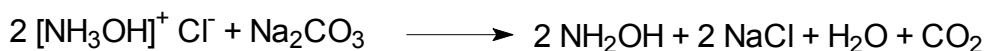


4.4. Химические свойства кетонов

Получение оксима ацетона

Реактивы: ацетон, гидроксилламин солянокислый, карбонат натрия (безводный в порошке).

В широкую пробирку наливают 7 мл воды и растворяют в ней 2 г солянокислого гидроксилламина и 1,5 г безводной соды, при этом выделяется оксид углерода (IV). Полученный раствор хорошо охлаждают (лучше в ледяной воде) и при встряхивании добавляют к нему 1,5 мл ацетона. Наблюдается разогревание и новое обильное выделение пузырьков оксида углерода (IV). Одновременно из раствора выделяются мелкие белые кристаллы оксима ацетона, имеющие слабый своеобразный запах. При сильном охлаждении реакционной смеси растворимость оксима снижается и выход его увеличивается.

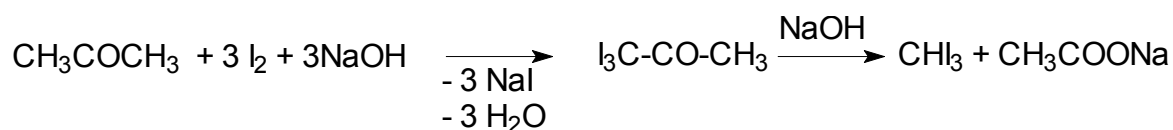


Иодоформная проба (проба Либена) на карбонильные соединения

Реактивы: ацетон, йод (кристаллический или в растворе), 10 %-й раствор едкого натра.

К 1–2 мл разбавленного водного раствора исследуемого вещества добавляют до исчезновения окраски немного растертого в порошок йода или 1 мл раствора йода и затем несколько капель раствора

щелочи. Немедленно и без нагревания образуется желтый осадок йодоформа с характерным запахом.



Открытие ацетона пробой Легаля

Реактивы: ацетон, 10 %-й раствор нитропруссид натрия (свежеприготовленный), 10 %-й раствор гидроксида натрия, уксусная кислота.

К 1 мл воды прибавляют 5–6 капель свежеприготовленного 10 %-го раствора нитропруссид натрия, 2–3 капли ацетона и 3–4 капли 1 %-го раствора гидроксида натрия. Появляется темно-красное окрашивание, переходящее в оранжевое. При добавлении по каплям ледяной уксусной кислоты раствор становится вишнево-красным.

5. НИЗШИЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

5.1. Получение карбоновых кислот

Получение муравьиной кислоты гидролизом хлороформа

Реактивы: хлороформ, 10 %-й раствор гидроксида натрия.

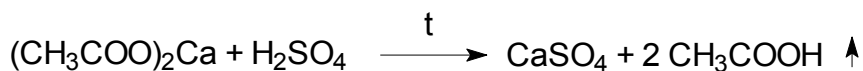
Оборудование: баня водяная, обратный холодильник, пипетка.

В пробирку наливают 5–6 капель хлороформа, добавляют 2–3 мл 10 %-го раствора гидроксида натрия, закрывают пробирку пробкой с обратным холодильником и при встряхивании осторожно нагревают в течение 3–4 мин. Смесь не должна кипеть, так как хлороформ может испариться. Напишите уравнение реакции получения муравьиной кислоты гидролизом хлороформа с учетом того, что в щелочной среде образуется соль муравьиной кислоты.

Получение уксусной кислоты из ацетата кальция

Реактивы: ацетат кальция, 10 %-й раствор серной кислоты, синяя лакмусовая бумага.

В пробирку помещают примерно 0,5 г ацетата кальция и добавляют 2–3 мл 10 %-го раствора серной кислоты. Реакционную смесь нагревают, образующуюся уксусную кислоту определяют по изменению цвета синей лакмусовой бумаги и по запаху.

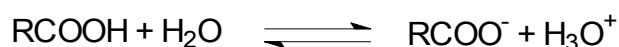


5.2. Химические свойства карбоновых кислот

Кислотность. Сравнение силы карбоновых и минеральных кислот

Реактивы: 0,1 н. растворы: муравьиной, уксусной, масляной (или изомасляной), соляной (в капельницах) кислот; универсальная индикаторная бумага со шкалой рН.

На полоску индикаторной бумаги наносят по капле растворы соляной и органических кислот. С помощью шкалы определяют рН этих растворов



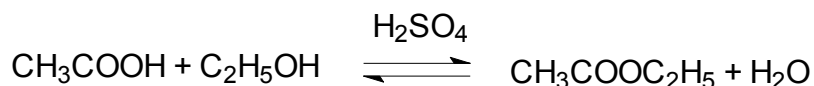
Реакция этерификации. Гидролиз сложных эфиров
Синтез этилацетата

Реактивы: этиловый спирт, ледяная уксусная кислота, концентрированная серная кислота, насыщенный раствор хлорида натрия.

В двух пробирках смешивают по 2 мл спирта и по 2 мл ледяной уксусной кислоты. Во вторую пробирку добавляют одну каплю концентрированной серной кислоты (катализатор). После встряхивания пробирки смесь помещают на 10 мин в горячую (60–70 °С), но не кипящую водяную баню, чтобы жидкость в пробирках не кипела.

Охлаждают обе пробирки в холодной воде. Для выделения из раствора этилацетата к содержимому обеих пробирок добавляют 3–4 мл насыщенного раствора хлорида натрия (высаливание). Этилацетат всплывает в виде бесцветной жидкости с приятным запахом.

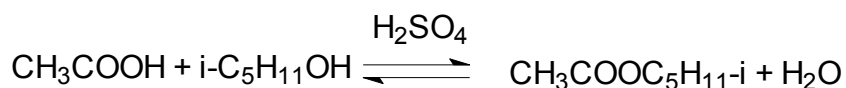
В одинаковых ли количествах образуется этилацетат в двух пробирках?



Синтез изоамилацетата (грушевой эссенции)

Реактивы: изоамиловый спирт, ледяная уксусная кислота, концентрированная серная кислота.

В сухой пробирке смешивают 2 мл изоамилового спирта, 2 мл ледяной уксусной кислоты и одну каплю концентрированной серной кислоты. Пробирку соединяют с обратным холодильником и нагревают на кипящей водяной бане в течение 8–10 мин, охлаждают и выливают содержимое в другую пробирку с холодной водой. Образуется верхний слой сложного эфира. Осторожно нюхают эфир (пары изоамилацетата вызывают раздражение дыхательных путей и кашель!)

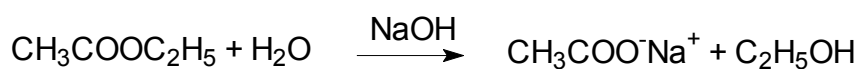
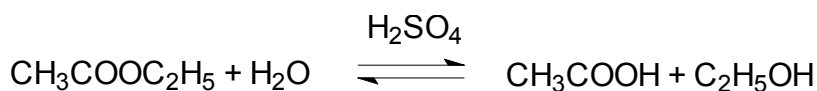


Гидролиз этилацетата

Реактивы: этилацетат, 20 %-й раствор серной кислоты, концентрированный (30 %-й) раствор гидроксида натрия.

Сняв пипеткой часть отслоившегося этилацетата (или изоамилацетата), помещают его в три пробирки. В одну из них вливают 1 мл воды, во вторую пробирку добавляют 1–2 капли разбавленной серной кислоты, а в третью пробирку вводят 1–2 капли концентрированного раствора щелочи. Реакционные смеси перемешивают встряхиванием и помещают пробирки на 5–10 мин в водяную баню (температура в бане 65–75 °С).

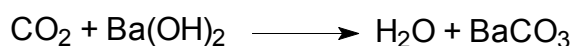
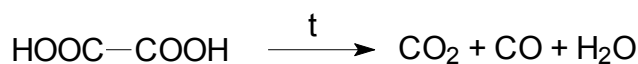
Сравнивают скорость гидролиза эфира (по уменьшению объема эфира в нейтральной, кислой и щелочной средах).



Термолиз кислот

Реактивы: щавелевая кислота (в порошке), известковая или баритовая вода.

Около 2 г щавелевой кислоты нагревают в пробирке с газоотводной трубкой, оттянутый конец которой опущен в другую пробирку, содержащую 1–2 мл известковой воды. При нагревании щавелевая кислота разлагается с выделением оксида углерода (IV), который обнаруживают по помутнению баритовой воды.



5.3. Гидрокси- и оксокислоты

Образование лактата железа

Реактивы: молочная кислота, уксусная кислота, молочная сыворотка (может быть раствор от квашеной капусты или от соленых огурцов), 1 %-й раствор фенола, 1 %-й раствор хлорида железа (III).

К 3–4 мл 1 %-го раствора фенола добавляют несколько капель 1 %-го раствора хлорида железа (III). Раствор становится фиолетовым. Его делят на три части. К одной части раствора добавляют 0,5 мл молочной кислоты, к другой – 0,5 мл уксусной кислоты и к третьей – 0,5 мл сыворотки. В пробирках с молочной кислотой и молочной сывороткой появляется характерное для гидроксикислот зеленовато-желтое окрашивание. В пробирке с уксусной кислотой такого окрашивания нет.



Окисление молочной кислоты

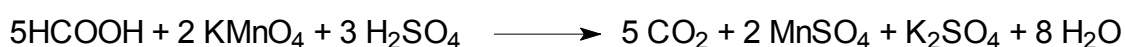
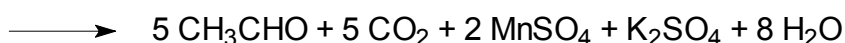
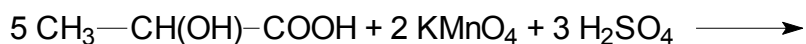
Реактивы: молочная кислота, разбавленная (1:2) серная кислота, 5 %-й раствор перманганата калия.

В пробирку наливают 0,5 мл молочной кислоты, 0,5 мл разбавленной (1:2) серной кислоты и 1 мл 5 %-го раствора перманганата калия.

Смесь осторожно нагревают и очень осторожно нюхают.

Что происходит с реакционной смесью?

Реакционная смесь обесцвечивается. Ощущается запах уксусного альдегида.



Образование цитрата кальция

Реактивы: 5 %-й раствор хлорида кальция, 5 %-й раствор лимонной кислоты, 10 %-й раствор аммиака.

Наливают в пробирку 1 мл 5 %-го раствора лимонной кислоты и добавляют по каплям 10 %-й раствор аммиака до нейтральной реакции по лакмусу. После этого вливают 1 мл 5 %-го раствора хлорида кальция и осторожно нагревают реакционную смесь до кипения. Выпадает осадок цитрата кальция. Эта соль в горячей воде растворяется труднее, чем в холодной: при кипении раствора она выпадает в осадок, а при охлаждении вновь растворяется.



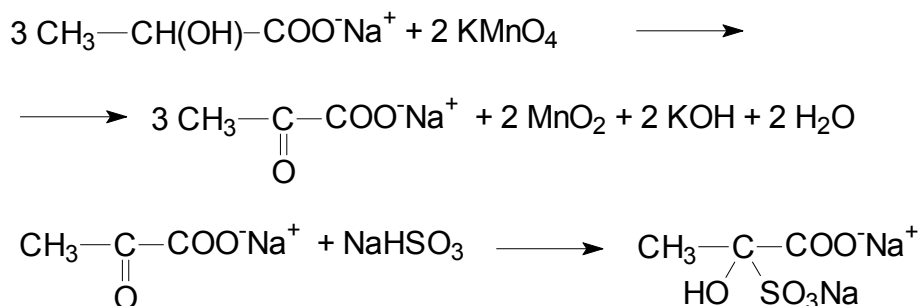
Получение и свойства пировиноградной кислоты

Реактивы: 5 %-й раствор молочной кислоты, 1 %-й раствор перманганата калия, 10 %-й раствор карбоната натрия, насыщенный раствор гидросульфита натрия.

В пробирку наливают 2 мл 5 %-го раствора молочной кислоты и добавляют по каплям при встряхивании до нейтральной реакции по лакмусу 10 %-й раствор карбоната натрия. Затем доливают 1 мл 1 %-го

раствора перманганата калия и смесь нагревают до кипения. В условиях опыта молочная кислота окисляется до пировиноградной кислоты.

Содержимое пробирки фильтруют и в фильтрате обнаруживают пировиноградную кислоту с помощью качественной реакции на карбонильную группу (с гидросульфитом натрия). К 1 мл фильтрата добавляют 3 мл насыщенного раствора гидросульфита натрия, смесь разогревают. При охлаждении выпадает кристаллический осадок.



6. ВЫСШИЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ. ЖИРЫ

6.1. Получение предельных высших карбоновых кислот

Реактивы: мыло (стружки) 10 %-й раствор серной кислоты, диэтиловый эфир.

В стакане растворяют 0,25 г мыльной стружки в 3 мл дистиллированной воды. Вливают 0,5 мл 10 %-го раствора серной кислоты. Что вы наблюдаете? Напишите уравнение реакции. Смесь нагревают почти до кипения. Расплавившиеся жирные кислоты всплывают в виде слоя, который затвердевает при охлаждении. Какие высшие предельные кислоты входят в состав мыла?

К охлажденной смеси добавляют 1 мл диэтилового эфира. Закрывают пробковой коркой и энергично встряхивают. Наблюдают растворение высших жирных кислот в диэтиловом эфире. При перенесении эфирного раствора на часовое стекло и испарении эфира наблюдают появление осадка, похожего на парафин

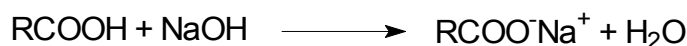


6.2. Свойства предельных высших карбоновых кислот и их солей

Кислотность высших карбоновых кислот

Реактивы: стеарин, диэтиловый эфир, 10 %-й раствор гидроксида натрия, 1 %-й спиртовой раствор фенолфталеина.

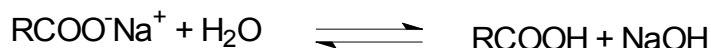
В сухой пробирке растворяют примерно 0,5 г стеарина в диэтиловом эфире (без нагревания) и добавляют две капли 1 %-го спиртового раствора фенолфталеина. Затем по каплям доливают 10 %-й раствор гидроксида натрия. Появляющаяся вначале малиновая окраска исчезает при встряхивании.



Гидролиз солей высших карбоновых кислот. Гидролиз мыла

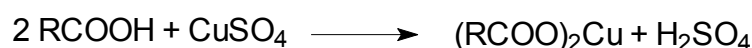
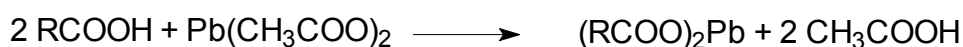
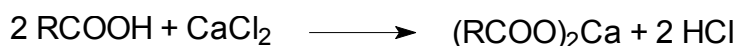
Реактивы: мыло (стружка), спиртовой раствор мыла, 1 %-й раствор фенолфталеина.

В сухую пробирку наливают 1 мл спиртового раствора мыла и прибавляют несколько капель спиртового раствора фенолфталеина. Полученный раствор осторожно (по стенке) вливают в пробирку с водой. На границе раздела слоев воды и мыла появляется кольцо малинового цвета.



Образование нерастворимых солей высших жирных кислот

В три пробирки, содержащие по 2 мл мыльного раствора, добавляют соответственно по 1 мл 5 %-го раствора хлорида кальция, ацетата свинца и сульфата меди (II). Пробирку с осадком медного мыла нагревают до начала кипения и наблюдают образование изумрудно-зеленого кольца (при отсутствии зеленого кольца добавляют небольшое количество раствора сульфата меди и нагревают до кипения).



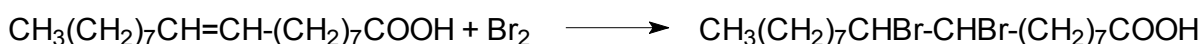
6.3. Свойства непредельных высших карбоновых кислот

Свойства олеиновой кислоты. Реакции окисления

Реактивы: олеиновая кислота, 2 %-й раствор перманганата калия, 10 %-й раствор карбоната натрия, бромная вода (насыщенный раствор), концентрированная азотная кислота, медь (стружка или проволока).

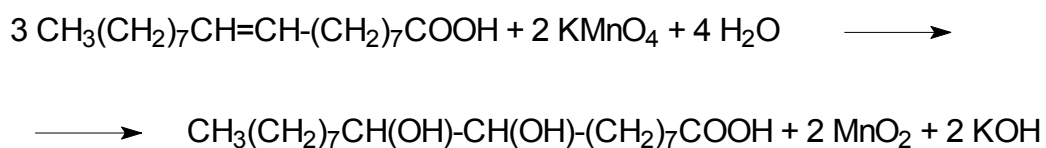
1. Реакция с бромной водой.

В пробирку наливают 2 мл бромной воды и вносят около 0,5 г олеиновой кислоты. Смесь энергично взбалтывают.



2. Окисление перманганатом калия

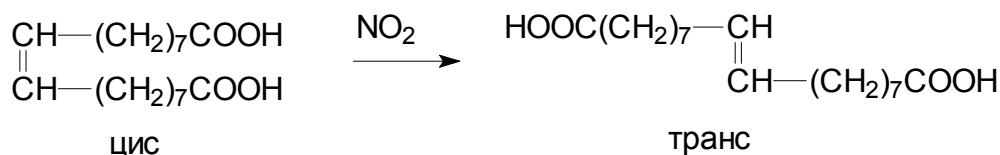
В пробирку помещают 1 мл 5 %-го раствора перманганата калия, 1 мл 10 %-го раствора карбоната натрия и 0,5 мл олеиновой кислоты. Смесь энергично перемешивают.



Обесцвечивание бромной воды и реакция с водным раствором перманганата калия – качественные реакции на присутствие кратной связи в молекуле органического вещества.

Изомеризация олеиновой кислоты в элаидиновую

В пробирку вносят примерно 1 мл олеиновой кислоты, немного медных стружек (или проволоки) и добавляют 1–1,5 мл концентрированной азотной кислоты. Содержимое пробирки осторожно перемешивают и пробирку в штативе ставят в вытяжной шкаф на 1–1,5 ч. Что наблюдается в пробирке и почему?



6.4. Жиры и масла

Растворимость жиров и масел

Реактивы: этиловый спирт, диэтиловый эфир, хлороформ, четыреххлористый углерод.

В четыре пробирки последовательно вливают по две капли подсолнечного масла и добавляют последовательно по 2 мл этилового спирта, диэтилового эфира, хлороформа и четыреххлористого углерода. Пробирки энергично встряхивают. Что вы наблюдаете?

Определение степени ненасыщенности жиров и масел

Реактивы: 10 %-й раствор спиртовой растительного масла в хлороформе, 2 %-й раствор крахмального клейстера, 0,05 %-й спиртовой раствор йода.

В коническую колбу емкостью 50–100 мл наливают 10 мл 10 %-го раствора растительного масла в хлороформе, добавляют две капли 2 %-го раствора крахмала и по каплям при энергичном встряхивании доливают из бюретки 0,05 %-й спиртовой раствор йода до появления синего окрашивания (на поверхности смеси появляется синее кольцо). Рассчитайте йодное число данного растительного масла.

Определение кислотного числа

Реактивы: смесь этилового спирта с бензолом (1:1), растительное масло, спиртовой раствор фенолфталеина, 0,1 н. раствор гидроксида калия.

В конической колбе емкостью 50 мл растворяют в смеси спирта с бензолом (1:1) 2 г растительного масла и прибавляют две капли спиртового раствора фенолфталеина. К исследуемому раствору добав-

ляют из бюретки при встряхивании 0,1 н. раствор гидроксида калия до появления бледно-розовой окраски, не исчезающей после взбалтывания. Определите объем раствора гидроксида калия, пошедшего на титрование. Рассчитайте кислотное число жира.

Окисление жиров и масел. Реакция Вагнера

Реактивы: подсолнечное масло, 10 %-й раствор карбоната натрия, 2 %-й раствор перманганата калия.

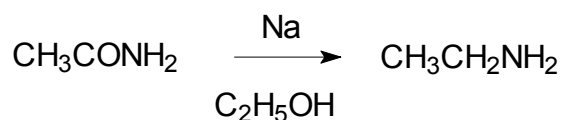
В пробирку наливают примерно 0,5 мл подсолнечного масла, 1 мл 10 %-го раствора карбоната натрия и 1 мл 2 %-го раствора перманганата калия, энергично встряхивают содержимое пробирки. Фиолетовая окраска перманганата калия исчезает.

7. АМИНЫ

7.1. Получение этиламина

Реактивы: ацетамид, этиловый спирт, натрий металлический.

В пробирке в 5 мл этилового спирта растворяют примерно 0,5 г ацетамида. Затем в раствор вносят два кусочка металлического натрия размером с горошину и быстро закрывают пробирку пробкой с изогнутой газоотводной трубкой, конец которой опускают в пробирку-приемник, содержащую 2 мл этилового спирта. Пробирку с реакционной смесью периодически встряхивают. Реакцию ведут до полного исчезновения металлического натрия. Отмечают запах раствора в пробирке-приемнике.

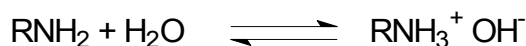


7.2. Химические свойства аминов

Основность аминов

Реактивы: 0,2 н. раствор (в капельнице) аммиака, 0,2 н. раствор первичного, вторичного и третичного аминов, универсальная индикаторная бумага со шкалой pH.

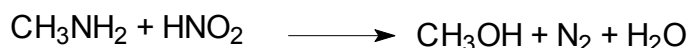
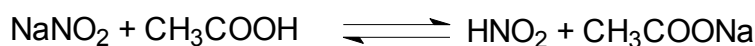
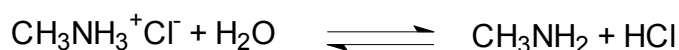
На полоску универсальной индикаторной бумаги наносят по капле растворов аммиака и первичного, вторичного и третичного аминов. Определяют рН по шкале.



Реакция первичных аминов с азотистой кислотой

Реактивы: хлорид метиламмония, 10 %-й раствор нитрата натрия, ледяная уксусная кислота.

В пробирке в 1 мл воды растворяют 0,2 г хлорида метиламмония, доливают 1 мл 10 %-го раствора нитрита натрия. При добавлении к реакционной смеси нескольких капель ледяной уксусной кислоты выделяется азот в виде мелких пузырьков.

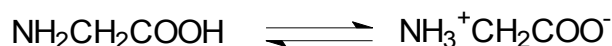


7.3. Свойства аминокислот, амидов, пептидов, белков

Кислотно-основные свойства аминокислот

Реактивы: 2 %-й раствор аминокислоты (глицина), растворы индикаторов: метиловый оранжевый, метиловый красный, лакмус.

В три пробирки наливают по 1 мл 2 %-го глицина и добавляют по две капли индикаторов: в одну пробирку – метиловый оранжевый, в другую – метиловый красный, в третью – лакмус. Меняется ли окраска индикатора? Объясните результаты опыта.

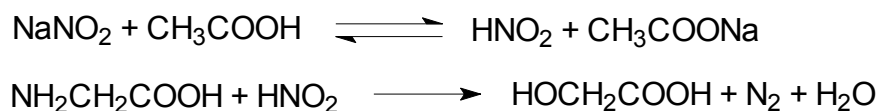


Реакция аминокислот с азотистой кислотой

Реактивы: 10 %-й раствор аминокислоты, 10 %-й раствор нитрата натрия, ледяная уксусная кислота.

Аминокислоты, как и первичные амины, реагируют с азотистой кислотой при выделении азота. Эту реакцию используют для количественного определения аминокислот.

К 2 мл 30 %-го раствора аминокислотной кислоты доливают 2 мл 10 %-го раствора нитрита натрия и две капли ледяной уксусной кислоты. При встряхивании содержимого пробирки обильно выделяются пузырьки газа (азота).

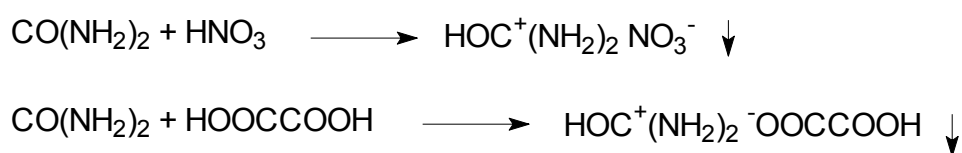


Кислотно-основные свойства амидов. Таутомерия. Солеобразование

Реактивы: 20 %-й раствор мочевины, концентрированная азотная кислота, насыщенный раствор нитрита натрия.

Мочевина обладает слабовыраженными основными свойствами, которые проявляются в способности образовывать соли с одним эквивалентом кислоты.

В две пробирки наливают по 1 мл раствора мочевины. В одну из них добавляют несколько капель концентрированной азотной кислоты, в другую – несколько капель насыщенного раствора щавелевой кислоты. В обоих случаях выпадают осадки труднорастворимых солей мочевины – соответственно нитрат и оксалат мочевины.



Гидролиз мочевины

Реактивы: 20 %-й раствор мочевины, баритовая вода.

Как и все амиды кислот, мочевины легко гидролизуются в кислой и щелочной средах.

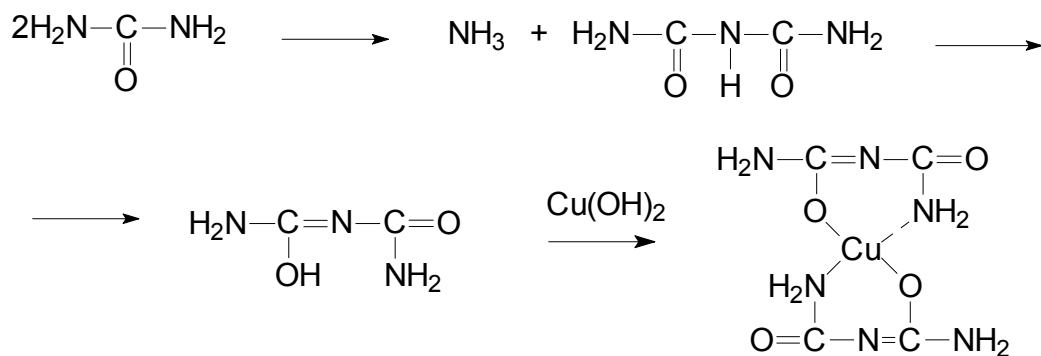
Наливают в пробирку 1 мл 20 %-го раствора мочевины и добавляют 2 мл прозрачной баритовой воды. Раствор кипятят до появления в пробирке осадка карбоната бария. Выделяющийся из пробирки аммиак обнаруживают по посинению влажной лакмусовой бумаги.



Образование биурета

Реактивы: мочевины (кристаллическая), 10 %-й раствор гидроксида натрия, 1 %-й раствор сульфата меди.

В сухой пробирке нагревают 0,2 г мочевины. Сначала мочевины плавится (при температуре 133 °С), затем при дальнейшем нагревании разлагается с выделением аммиака. Аммиак обнаруживают по запаху (осторожно!) и по посинению влажной красной лакмусовой бумаги, поднесенной к отверстию пробирки. Через некоторое время расплав в пробирке затвердевает, несмотря на дальнейшее нагревание. Пробирку охлаждают, добавляют в нее 1–2 мл воды и при слабом нагревании растворяют биурет. Мутному раствору дают отстояться, сливают с осадка раствор биурета в другую пробирку, добавляют несколько капель 10 %-го раствора гидроксида натрия и 1–2 капли 1 %-го раствора сульфата меди. Раствор окрашивается в розово-фиолетовый цвет. Внимание! Избыток сульфата меди маскирует характерное окрашивание, вызывая посинение раствора, поэтому его следует избегать.



8. УГЛЕВОДЫ

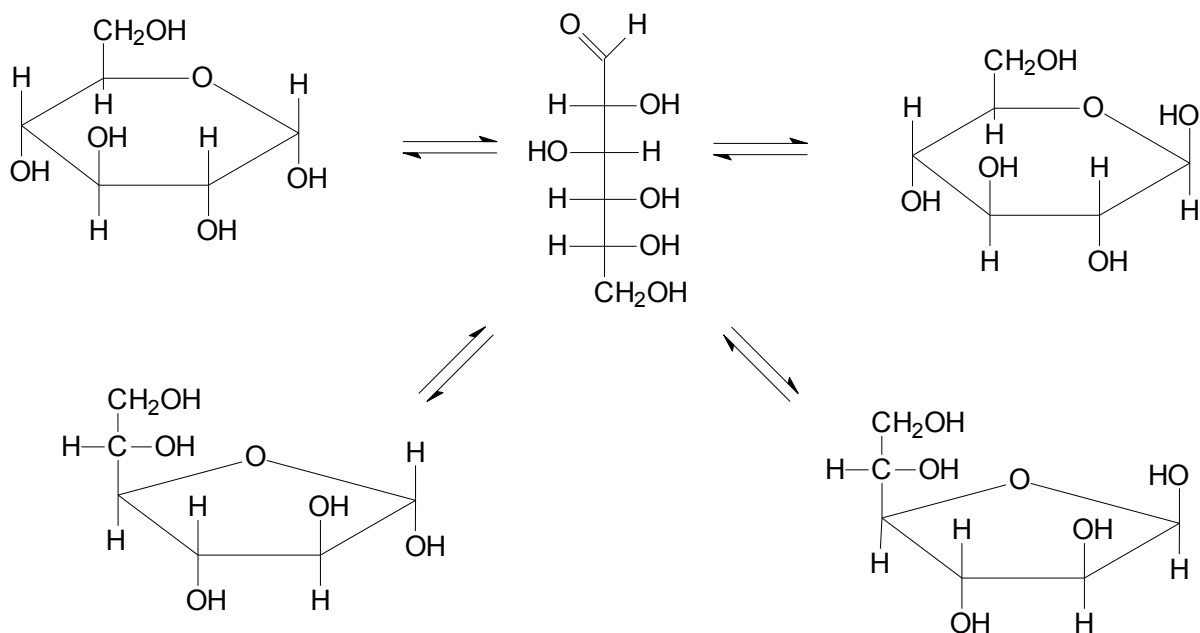
8.1. Оптические свойства углеводов

Мутаротация глюкозы

Реактивы: глюкоза кристаллическая, концентрированный раствор аммиака.

Оборудование: поляриметр.

В мерной колбе в 100 мл воды растворяют 5 г глюкозы. Определяют угол вращения свежеприготовленного раствора глюкозы. Исследуемый раствор делят на две части. К одной из них добавляют одну каплю концентрированного раствора аммиака. Оба раствора оставляют на 1–1,5 ч. Затем вновь измеряют угол вращения обоих растворов глюкозы и сравнивают с первоначальной величиной (аммиак ускоряет падение угла вращения).



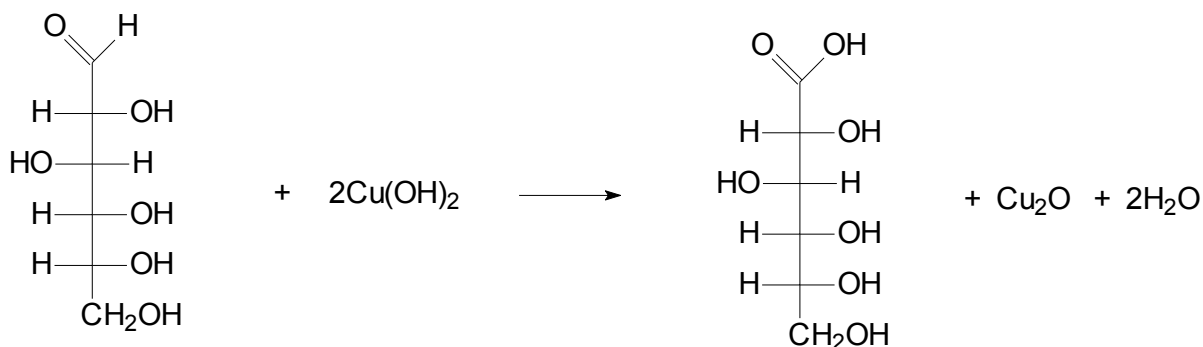
8.2. Химические свойства моносахаридов

8.2.1. Реакции на карбонильные группы моносахаридов

Окисление гидроксидом меди (II)

Реактивы: 1 %-й раствор глюкозы, 10 %-й раствор гидроксида натрия, 5 %-й раствор сульфата меди.

В пробирку вливают 2 мл 1 %-го раствора глюкозы и 1 мл 10 %-го раствора гидроксида натрия, затем по каплям добавляют 5 %-й раствор сульфата меди до появления не исчезающей при встряхивании мути. В содержимом пробирки нагревается только верхняя часть раствора, а нижняя его часть остается для контроля. В нагретой части раствора появляется желтый осадок гидроксида меди (I), переходящий в красный осадок оксида меди (II).



Окисление моносахаридов реактивом Фелинга

Реактивы: 1 %-й раствор глюкозы, реактив Фелинга.

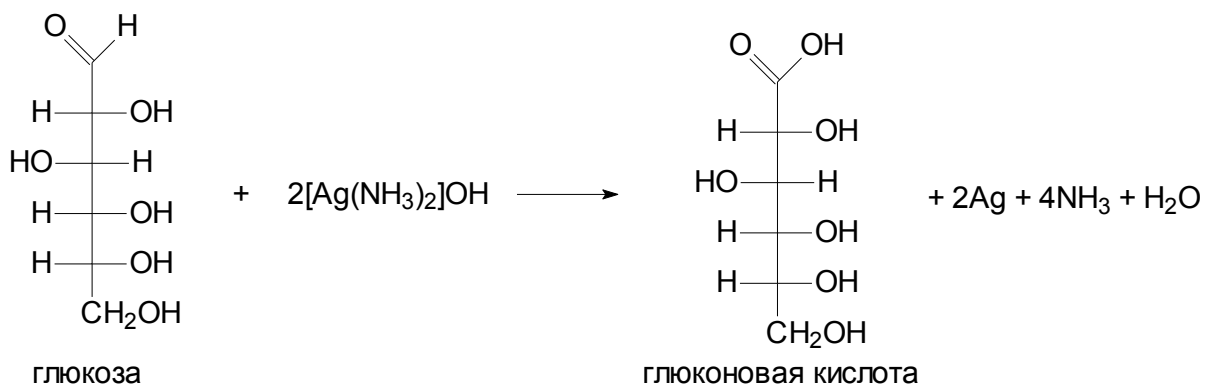
В пробирку наливают 1,5–2 мл раствора глюкозы и добавляют равный объем реактива Фелинга. Содержимое пробирки перемешивают и нагревают верхнюю часть раствора до начала кипения. В верхней части жидкости появляется желтый осадок гидроксида меди (I), переходящий в красный осадок оксида меди (I). Нижняя часть жидкости, которую не нагревали, остается синей.

Этой реакцией широко пользуются для качественного и количественного анализа моносахаридов и для отличия восстанавливающих дисахаридов от невосстанавливающих.

Окисление моносахаридов аммиачным раствором оксида серебра (реакция серебряного зеркала) – проба Толленса

Реактивы: 1 %-й раствор глюкозы, 1 %-й раствор нитрата серебра, 5 %-й раствор аммиака.

Сначала готовят аммиачный раствор гидроксида серебра. Для этого к 2–3 мл 1 %-го раствора нитрата серебра вливают при встряхивании 5 %-й раствор аммиака до тех пор, пока образующийся осадок полностью не растворится. Затем к 2–3 мл полученного аммиачного раствора гидроксида серебра доливают 1,5 мл 1 %-го раствора глюкозы и все это нагревают в течение 5–10 мин на водяной бане при 70–80 °С. На стенках пробирки выделяется металлическое серебро в виде зеркального налета.



Реакция фуксинсернистой кислоты с формальдегидом и глюкозой

Реактивы: 10 %-й раствор глюкозы, 10 %-й раствор формальдегида.

В две пробирки наливают по 1,5 мл раствора фуксинсернистой кислоты. В одну пробирку вливают 1,5 мл 10 %-го раствора формальдегида, в другую – 1,5 мл 10 %-го раствора глюкозы. Содержимое пробирок перемешивают. Через некоторое время в пробирке с формальдегидом появляется фиолетово-розовое окрашивание. Раствор, содержащий глюкозу, остается бесцветным.

Почему глюкоза (и другие моносахариды) не дает некоторых реакций на карбонильные группы?

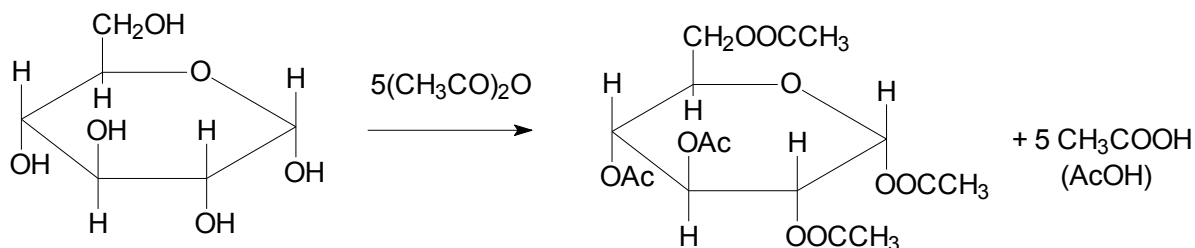


8.2.2. Реакции на гидроксигруппы

Получение пентаацетилглюкозы

Реактивы: глюкоза (безводная), ацетат натрия (безводный), уксусный ангидрид.

В сухой пробирке смешивают 1 г безводной глюкозы с 1 г безводного ацетата натрия и добавляют 5 мл уксусного ангидрида. Содержимое пробирки перемешивают стеклянной палочкой. Пробирку закрывают пробкой с обратным холодильником и при встряхивании осторожно нагревают на горелке 5–10 мин. Пробирку охлаждают на воздухе, после чего выливают реакцию смесь в стакан, содержащий около 25 мл воды со льдом. Смесь тщательно перемешивают, через 10 мин выпавшие кристаллы фильтруют.

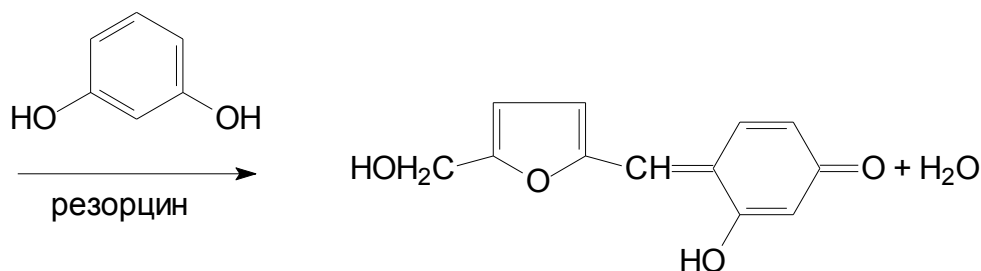
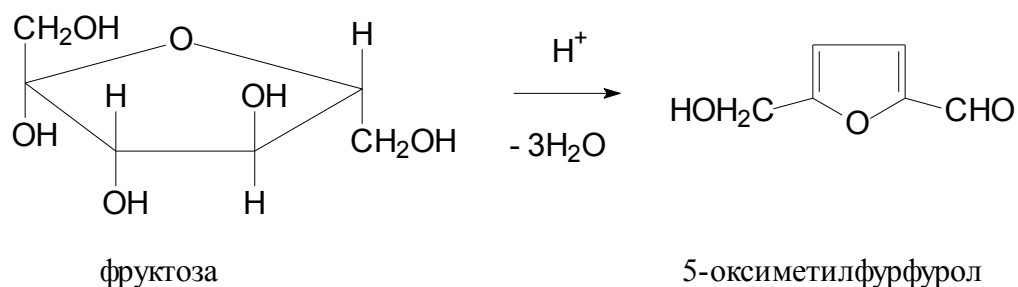


8.3. Цветные реакции на моносахариды

Реакция Селиванова на кетогексозы

Реактивы: 1 %-й и 2 %-й растворы глюкозы, 1 %-й и 2 %-й растворы фруктозы, 1 %-й и 0,1 %-й растворы арабинозы (или другой пентозы), реактив Селиванова, соляная кислота разбавленная (1:1), анилин, уксусная кислота, этиловый спирт, концентрированная серная кислота, 5 %-й спиртовой раствор α -нафтола, анилинфталатный реактив, орциновый реактив.

В две пробирки наливают по 2 мл реактива Селиванова (раствор резорцина в разбавленной соляной кислоте). Затем в одну пробирку вливают две капли 1 %-го раствора фруктозы, а в другую – две капли 1 %-го раствора глюкозы. Обе пробирки одновременно помещают на 8 мин в водяную баню с температурой воды 80 °С. В пробирке с фруктозой появляется розово-красное окрашивание. У альдоз эта реакция идет значительно медленнее. Аналогично обнаруживают фруктозу в меде, используя 5 %-й раствор меда.



Реакция Панова на фруктозу

Опыт проводят параллельно с растворами фруктозы и глюкозы. В две пробирки наливают по 0,5 мл 2 %-го раствора моноз и по 5 мл смеси этилового спирта с концентрированной серной кислотой (4:1 по объему). Затем доливают по 2–3 капли 5 %-го спиртового раствора α -нафтола, перемешивают и нагревают на кипящей водяной бане в течение 5–8 мин. В пробирке с фруктозой появляется интенсивное фиолетовое окрашивание. Глюкоза в условиях опыта окрашивания не дает.

Цветная реакция с анилинфталатом

В пробирку наливают 1 мл 1 %-го раствора глюкозы и добавляют две капли анилинфталатного реактива. Смесь встряхивают и нагревают в кипящей водяной бане. Через 2–3 мин раствор окрашивается в светло-коричневый цвет. Реакцию повторяют с 1 %-м раствором арабинозы (или другой пентозы). Альдопентозы дают вишнево-красную окраску.

Реакция на пентозы с уксуснокислым анилином

В пробирку помещают несколько крупинок арабинозы или другой пентозы, вливают 2 мл раствора соляной кислоты (1:1). На полоску фильтровальной бумаги наносят 1–2 капли анилина и 1–2 капли уксусной кислоты. Затем бумажку подносят к отверстию пробирки и кипятят реакционную смесь. Через 1–2 мин на бумаге появляется яркое розово-красное пятно.

Открытие пентоз орциновым реактивом (реакция Биаля)

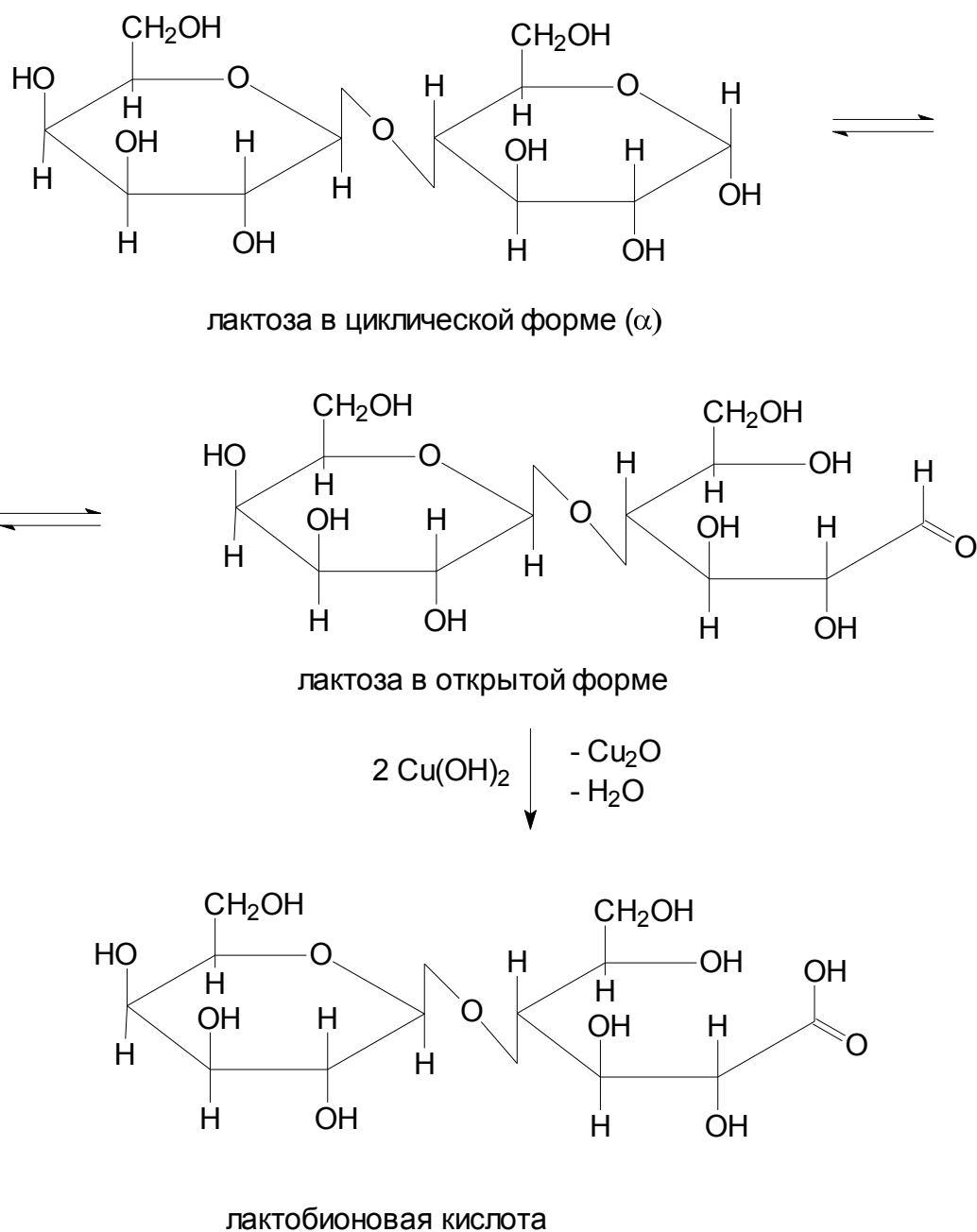
В пробирке смешивают 1 мл 0,1 %-го раствора арабинозы с 2 мл орцинового реактива. Смесь кипятят в течение 1–2 мин. Появляется сине-зеленая окраска. Гексозы с орциновым реактивом дают коричневое окрашивание.

8.4. Свойства ди- и полисахаридов

Обнаружение лактозы в молоке

Реактивы: молоко, разбавленное водой (1:1), уксусная кислота, 10 %-й раствор гидроксида натрия, реактив Фелинга.

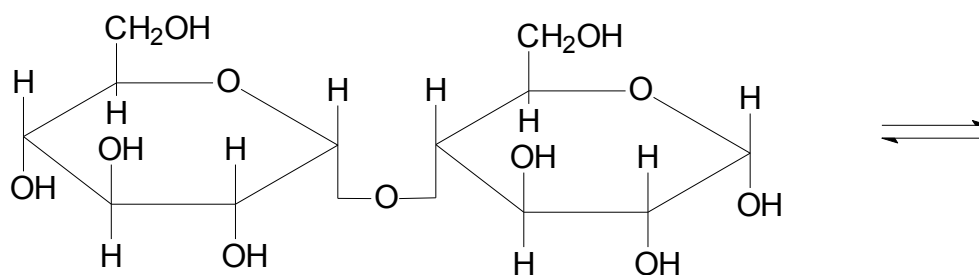
В небольшой стакан (25 мл) наливают 5–7 мл молока и при перемешивании добавляют несколько капель уксусной кислоты. В кислой среде белок свертывается и выпадает в осадок в виде хлопьев. Осадок отфильтровывают и отбрасывают, а фильтрат нейтрализуют 10 %-м раствором гидроксида натрия до слабощелочной реакции по индикаторной бумаге. В пробирку отливают 2 мл полученного щелочного раствора, добавляют к нему 2 мл реактива Фелинга, смесь перемешивают и нагревают верхнюю часть раствора до начинающегося кипения. Как меняется окраска раствора?



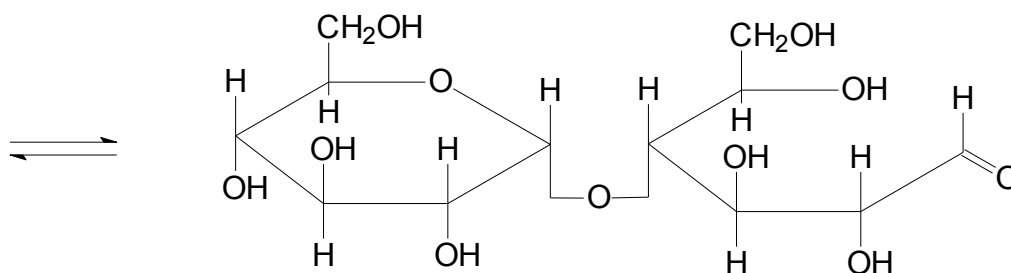
Получение озаонов мальтозы и лактозы

Реактивы: 1 %-й раствор лактозы, раствор уксуснокислого фенилгидразина.

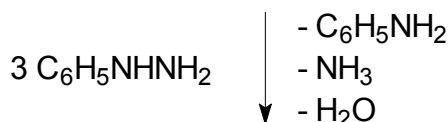
В две пробирки, содержащие по 2,5 мл 1 %-го раствора мальтозы и соответственно 1 %-го раствора лактозы, добавляют по 2,5 мл раствора уксуснокислого фенилгидразина. Пробирки с реакционной смесью помещают на 20–30 мин в кипящую водяную баню. Выпадают осадки озаонов мальтозы и лактозы. Кристаллы озаонов мальтозы и лактозы рассматривают в микроскоп. Кристаллы озаона мальтозы имеют форму игл, частично образующих скопления; кристаллы озаона лактозы имеют форму пластинок, образующих розетки. Реакция образования озаона мальтозы:

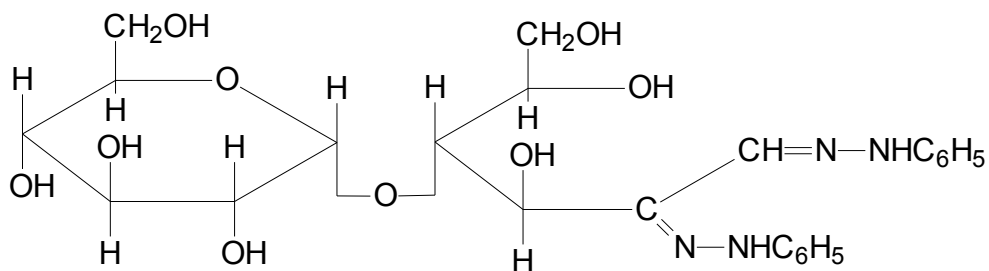


мальтоза в циклической форме (α)



мальтоза в открытой форме





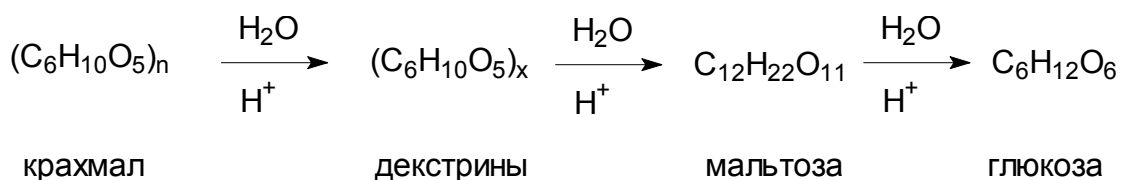
оказон мальтозы

Кислотный гидролиз крахмала

Реактивы: 1 %-й крахмальный клейстер, 10 %-й раствор серной кислоты, разбавленный раствор йода в йодиде калия (светло-желтого цвета).

В коническую колбу емкостью 50 мл наливают 20–25 мл 1 %-го крахмального клейстера и 3–5 мл 10 %-го раствора йода в йодиде калия. В первую пробирку вносят 1–3 капли раствора крахмала. Отмечают образовавшуюся окраску. Затем колбу нагревают на асбестовой сетке небольшим пламенем горелки. Через каждые 30 с после кипения отбирают пробы и вносят их в пробирки с раствором йода. Отмечают постепенное изменение окраски, которое происходит в порядке, указанном в таблице.

Номер пробы	Окраска с йодом	Номер пробы	Окраска с йодом
1	Синяя	5	Оранжевая
2	Сине-фиолетовая	6	Оранжево-желтая
3	Красно-фиолетовая	7	Желтая (цвет йода)
4	Красновато-бурая		



9. АРЕНЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

9.1. Получение аренов

Термолиз солей ароматических кислот

Реактивы: бензоат натрия, натронная известь.

Оборудование: пробирки с пробкой и газоотводной трубкой, ступка, стеклянная палочка.

Бензоат натрия (2–3 г) и 4–5 г натронной извести тщательно растирают в ступке и помещают в сухую пробирку с газоотводной трубкой. Нижний конец трубки опускают в пробирку-приемник, охлаждаемую ледяной водой. Пробирку со смесью нагревают до почернения. Бензол в пробирке-приемнике обнаруживается по характерному запаху и горючести (бензол загорается коптящим пламенем).



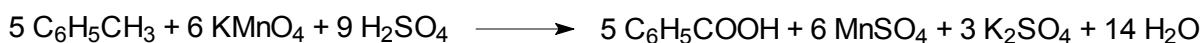
9.2. Химические свойства производных аренов ряда бензола

Окисление аренов

Реактивы: бензол, толуол, 5 %-й раствор перманганата калия, 2 н. раствор серной кислоты.

В две пробирки помещают по 1 мл раствора перманганата калия и по 1 мл разбавленной серной кислоты. Затем в одну из них добавляют бензол, а в другую – толуол, закрывают их пробками с вертикальными стеклянными трубками (воздушный холодильник) и нагревают на водяной бане. В одной из пробирок наблюдается побурение и выпадение осадка, в другой изменений нет.

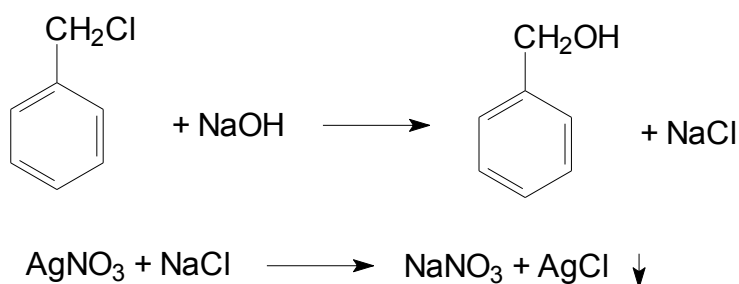
Объясните причину различного отношения бензола и толуола к окислителям.



Сравнение подвижности галогенов в ароматическом ядре и в боковой цепи в реакциях нуклеофильного замещения

Реактивы: хлорбензол, бромбензол, хлористый бензил, хлортолуол, 1н. раствор гидроксида натрия, разбавленная азотная кислота, водный раствор нитрата серебра. (Все растворы должны быть приготовлены на дистиллированной воде).

В пробирку с 0,5 мл галогенопроизводного вливают 2–3 мл дистиллированной воды, смесь встряхивают, дают отстояться и сливают водный раствор. Этот процесс повторяют и смешивают водные слои. К промытым галогенопроизводным добавляют 1–2 мл 2 н. раствора гидроксида натрия и нагревают при встряхивании до кипения, охлаждают, подкисляют разбавленной азотной кислотой и добавляют несколько капель нитрата серебра. Отметьте, в каких пробирках происходит выделение осадка галогенида серебра. Дайте объяснение и приведите механизмы реакций.

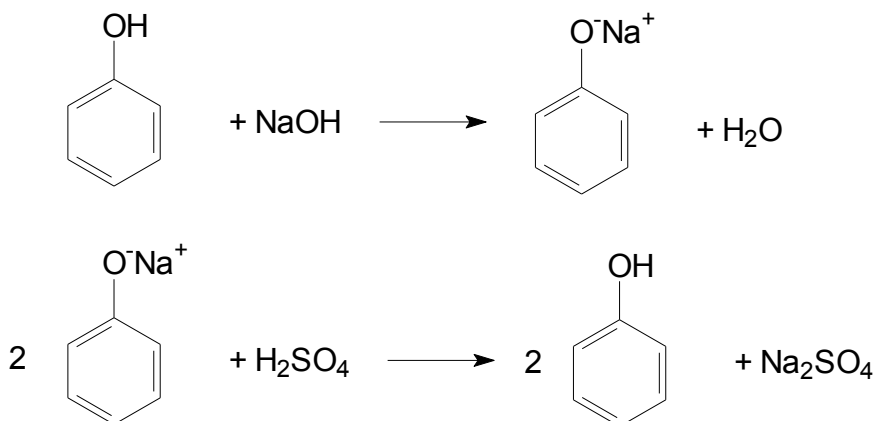


Кислотность, комплексообразование фенолов

1. Образование и разложение фенолятов.

Реактивы: фенол, 2 н. раствор гидроксида натрия, 2 н. раствор серной кислоты.

К 0,1–0,3 г фенола прибавляют 1–2 мл раствора гидроксида натрия. Смесь нагревают до получения однородной жидкости. К охлажденному раствору доливают разбавленную серную кислоту. Что наблюдаете? Чем объясняется повышенная кислотность фенолов в сравнении со спиртами?



2. Реакция фенола с хлоридом железа (III).

Реактивы: 5 %-й раствор фенола, 5 %-е растворы м- и п-крезола, 5 %-й раствор хлорида железа (III).

Опыт проводят с каждым из фенолов. В пробирки наливают по 1 мл соответствующего фенола и прибавляют каплю хлорида железа (III). Появляется интенсивное окрашивание: для фенола – фиолетовое, для м-крезола – красно-фиолетовое, для п-крезола – темно-синее.



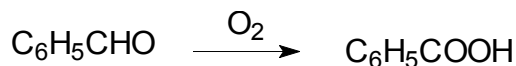
9.3. Свойства ароматических альдегидов и кетонов

Окисление

Реактивы: бензальдегид, ацетофенон.

На одно часовое стекло помещают 1–2 капли бензальдегида, а на другое – 1–2 капли ацетофенона и оставляют их стоять на воздухе.

Через 1–2 ч на одном из стекол появляются кристаллы бензойной кислоты. Чем объяснить различное поведение бензальдегида и ацетофенона?



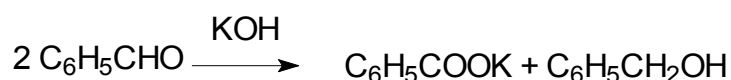
Реакция Канниццаро

Реактивы: бензальдегид, гидроксид калия, этиловый спирт.

Смешивают 1 мл концентрированного раствора едкого кали (0,8 г на 1 мл воды) с 4 мл спирта и при встряхивании добавляют 1 мл

свежеприготовленного бензальдегида. Смесь разогревается, а после охлаждения выделяется осадок бензоата калия.

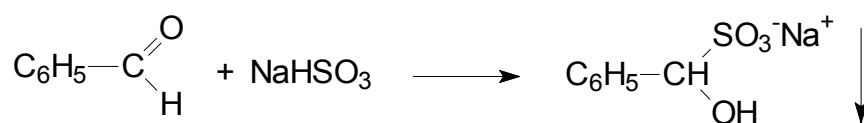
Фильтрат, полученный после отсасывания бензоата калия, переливают и испаряют этиловый спирт, нагревая пробирку на кипящей водяной бане. Капли оставшейся жидкости имеют неприятный запах, характерный для бензилового спирта, который раздражает слизистые оболочки.



Получение гидросульфитного производного

Реактивы: бензойный альдегид, гидросульфит натрия.

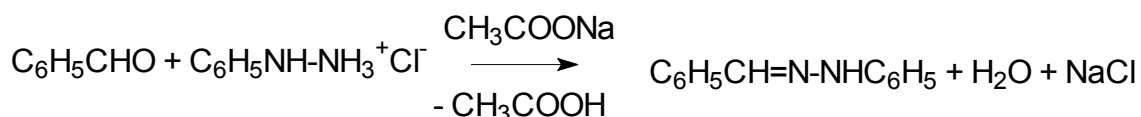
В пробирке смешивают 2 мл водно-спиртового раствора гидросульфита натрия и 0,5 мл бензальдегида. Пробирку закрывают пробкой и интенсивно встряхивают. Выделяется белый осадок гидросульфитного производного бензальдегида. Его отсасывают на воронке со стеклянным гвоздиком и отжимают между листами фильтровальной бумаги.



Получение фенилгидразона бензальдегида

Реактивы: бензойный альдегид, гидрохлорид фенилгидразина, ацетат натрия.

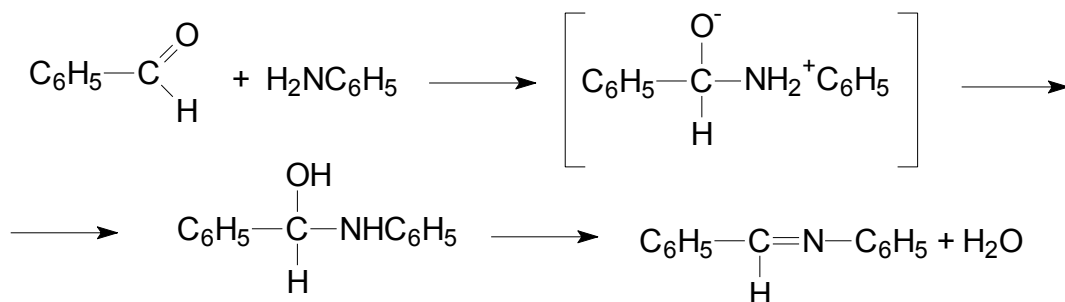
В пробирке в 3 мл воды растворяют 0,2 г ацетата натрия и 0,1 г гидрохлорида фенилгидразина и добавляют 2–3 капли бензальдегида. Пробирку закрывают пробкой и встряхивают. Выделяются желтые кристаллы фенилгидразона бензальдегида.



Получение бензальанилина

Реактивы: бензальдегид, анилин, этиловый спирт.

В пробирке смешивают при встряхивании 2 мл анилина и 2 мл бензальдегида. Сразу же начинается реакция с выделением теплоты. По окончании разогревания смесь оставляют на 15 мин, затем доливают 2,5 мл спирта, сильно охлаждают. Отсасывают выпавший бензальанилин.

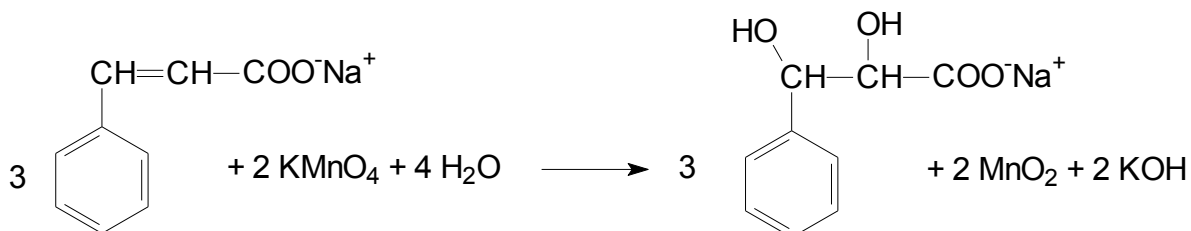


9.4. Ароматические карбоновые кислоты

Взаимодействие бензойной и коричной кислот с перманганатом калия

Реактивы: бензойная кислота, коричная кислота, 10 %-й раствор карбоната натрия, 5 %-й раствор перманганата калия.

В одну пробирку помещают несколько кристаллов бензойной кислоты, а в другую – такое же количество коричной кислоты и растворяют их в небольшом количестве воды, затем в каждую пробирку добавляют равный объем раствора карбоната натрия и при встряхивании по каплям прибавляют раствор перманганата калия. В какой из пробирок вы наблюдаете исчезновение окраски, а затем и выпадение коричневых хлопьев? Почему?

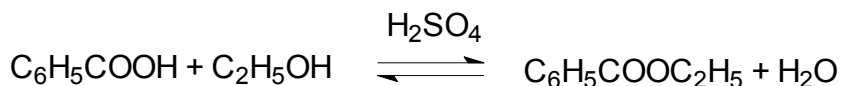


Этерификация. Получение этилбензоата

Реактивы: бензойная кислота, этиловый спирт, концентрированная серная кислота.

В пробирке (при охлаждении) смешивают 2,5 мл спирта с 1 мл концентрированной серной кислоты. Затем при встряхивании добавляют 0,5 г бензойной кислоты. Пробирку закрывают пробкой с обратным воздушным холодильником (вертикальная стеклянная трубка) и кипятят на водяной бане 15 мин, а затем выливают в стакан с 15 мл воды. На поверхности появляется слой сложного эфира с сильным характерным запахом.

Рассмотрите механизм этой реакции.



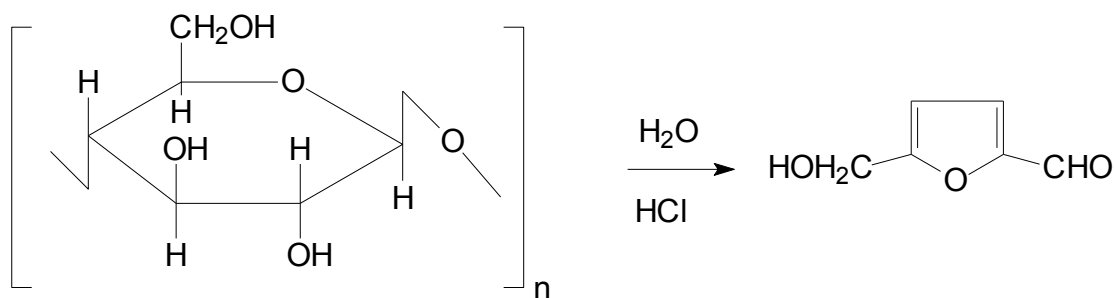
10. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Получение фурфурола. Кислотный гидролиз целлюлозы

Реактивы: отруби или древесные опилки, разбавленная соляная кислота (1:1).

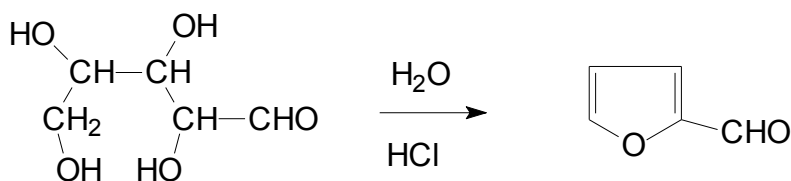
В пробирке смешивают 2–3 г опилок с разбавленной соляной кислотой (1:1) так, чтобы кислота хорошо пропитала опилки. Пробирку закрывают пробкой со вставленной вертикально стеклянной трубкой и нагревают на кипящей водяной бане 10 мин. Затем трубку меняют на нисходящую, пробирку наклонно закрепляют в штативе и, нагревая пробирку пламенем горелки, отгоняют в другую пробирку 2–3 мл жидкости.

Отгон имеет характерный запах фурфурола.



целлюлоза

5-оксиметилфурфурол



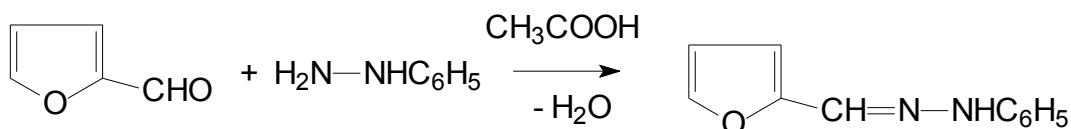
пентозы

фурфурол

Фенилгидразон фурфурола

Реактивы: фурфурол, фенилгидразин.

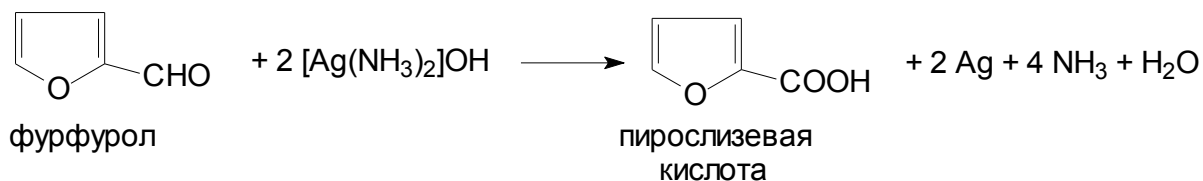
К капле фенилгидразина, растворенного в уксусной кислоте, добавляют каплю водного раствора фурфурола. Выпадает осадок.



Окисление фурфурола. Реакция серебряного зеркала

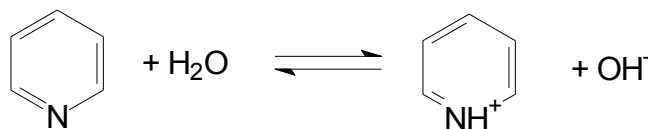
Реактивы: фурфурол, аммиачный раствор гидроксида серебра.

В тщательно вымытую пробирку наливают 1 мл аммиачного раствора оксида серебра и 1–2 капли фурфурола. Содержимое пробирки нагревают на водяной бане до выпадения черного осадка металлического серебра



Кислотно-основные свойства пиридина

Смешивают 1 мл пиридина с 5 мл воды. Каплю полученного раствора наносят на красную лакмусовую бумагу. Как изменяется цвет индикатора? Чем объяснить изменение цвета индикатора?



Действие окислителей на пиридин

Смешивают 1 мл пиридина с 1 мл 2 %-го раствора перманганата калия и раствора карбоната натрия. Затем нагревают смесь. Наблюдаете ли вы обесцвечивание раствора?

ПРИЛОЖЕНИЕ

Методы приготовления реактивов для проведения опытов

1. Аммиачный раствор хлорида меди (I). 10 г хлорида меди (I) встряхивают с 15–20 мл концентрированного раствора аммиака, затем разбавляют его 100 мл воды. После отстаивания бесцветный раствор сливают с осадка и хранят в плотно закрывающейся склянке над кусочками очищенной медной проволоки. Если раствор окрашен в синий цвет (от примеси ионов двухвалентной меди), то его слегка подогревают и добавляют по каплям до обесцвечивания 2 %-й раствор солянокислого или сернокислого гидроксилamina.

2. Анилинфталатный реактив. Смесь 1 мл свежеперегнанного анилина, 100 мл насыщенного водой бутанола и 1,5 г фталевой кислоты нагревают на водяной бане до полного растворения. Реактив хранят в склянке из темного стекла.

3. Баритовая вода, насыщенный раствор. 70 г кристаллического гидроксида бария $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ растворяют при кипячении в 200 мл воды. Затем разбавляют водой до 1 л и дают отстояться. Через несколько часов прозрачный раствор осторожно сливают.

4. Бромная вода, насыщенный раствор. Бромную воду готовят так, чтобы на дне склянки оставалось немного жидкого брома, (Осторожно! Тяга!) и при энергичном перемешивании добавляют воду до 500 мл. (В 1 л насыщенного раствора брома содержится 28 – 30 г брома – около 10 мл). Полученную бромную воду осторожно переливают в склянку с притертой пробкой. Хранят в вытяжном шкафу.

5. Железа (III) хлорид, 3 %-й раствор. 3 г хлорида железа (III) растворяют в 100 мл воды. Если раствор не прозрачный, к нему добавляют несколько капель концентрированной соляной кислоты.

6. Известь натронная. а) Влажную натронную известь сушат в сушильном шкафу при температуре 100–200 °С. Если она содержит большое количество карбонатов (проба с соляной кислотой), то ее прокаливают в муфельной печи. б) Негашеную известь (оксид кальция) в виде порошка смешивают с насыщенным раствором гидроксида натрия (в соотношении 2:1), выпаривают и прокаливают.

7. Крахмал (0,5 %-й раствор). 1 г сухого крахмала взбалтывают с 5 мл воды, после отстаивания воду сливают. Промывание крахмала повторяют 2–3 раза. Добавив новую порцию воды, взмучивают крахмал и выливают при помешивании в 100 мл кипящей воды.

8. Меди сульфат (безводный). Кристаллический сульфат меди $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ нагревают в фарфоровой чашке на песчаной бане при непрерывном перемешивании. Температура бани не должна превышать $220\text{ }^\circ\text{C}$. Полученный белый порошок растирают в ступке и хранят в плотно закрытой банке.

9. Медно-аммиачный реактив (реактив Швейцера). 10 г кристаллического сульфата меди растворяют в 200 мл воды и доливают 100 мл 2 н. раствора гидроксида натрия. Осадок гидроксида меди (II) промывают водой методом декантации и фильтруют на воронке Бюхнера. Полученный осадок гидроксида меди (II) растворяют в 25 %-м растворе аммиака. Аммиак прибавляют постепенно при постоянном перемешивании. На дне колбы должно остаться небольшое количество осадка гидроксида меди (II). После отстаивания раствор отфильтровывают. Хранят реактив Швейцера в плотно закрытой склянке.

10. Орциновый реактив. 1 г орцина растворяют в 500 мл 25 %-го раствора соляной кислоты и добавляют 20 капель 3 %-го раствора хлорида железа (III).

11. Раствор Люголя (раствор йода в йодиде калия). 60 г йодида калия растворяют в 60 мл воды. К полученному раствору прибавляют 20 г йода. После растворения йода добавляют воду до 1 л.

12. Реактив Лукаса. 100 г безводного хлорида цинка растворяют в 100 мл концентрированной кислоты. (*Тяга!*).

13. Реактив Селиванова на кетогексозы. 50 мл концентрированной соляной кислоты смешивают с 50 мл воды. В 100 мл полученного раствора соляной кислоты (1:1) растворяют 0,5 г резорцина.

14. Реактив Толленса. К 20 мл 5 %-го раствора нитрата серебра прибавляют 10 мл 10 %-го раствора гидроксида натрия. К выпавшему осадку оксида серебра добавляют 5 мл разбавленного раствора аммиака (10 мл концентрированного раствора аммиака разбавляют 100 мл дистиллированной воды). Колбу закрывают пробкой и встряхивают. Повторяют операцию до полного растворения осадка, избегая избытка аммиака. Затем добавляют воду до объема 100 мл.

15. Реактив Фелинга (фелингова жидкость). Предварительно готовят два раствора: а) 34,5 г кристаллического сульфата меди $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в 500 мл раствора; б) смешивают в 500 мл раствора 178 г натриево-калиевой соли винной кислоты и 70 г гидроксида натрия. Перед проведением опыта смешивают равные объемы этих двух растворов.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

1. К самостоятельной работе в лаборатории органической химии допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медосмотр, обучение и инструктаж по правилам работы и технике безопасности в химических лабораториях (см. Инструкцию № 346).

2. В лаборатории необходимо соблюдать правила внутреннего распорядка университета.

3. Студентам при выполнении работ необходимо иметь халат.

4. Все работающие обязаны уметь оказывать первую (доврачебную) помощь при аварии, отравлении, химическом ожоге и других видах травм, знать состав аптечки и уметь пользоваться набором медикаментов.

5. Студент обязан знать и соблюдать правила личной гигиены при работе в химической лаборатории. Запрещается курить, принимать пищу, располагать личные вещи на рабочих местах. Обязательно тщательное мытье рук в перерывах и по окончании работ, а также при любых контактах с реактивами.

За нарушение требований вышеуказанной инструкции (пп. 1–5) введена персональная ответственность. При несоблюдении инструкции студент отстраняется от работы дежурным преподавателем, ведущим кафедрой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основной

1. **Новокшанова А.Л.** Лабораторный практикум по органической, биологической и физколлоидной химии. – СПб.: ГИОРД, 2009. – 223 с.
2. **Скобун А.С.** Техника безопасности, правила, приемы и методы работы в лаборатории органической химии. – СПб.: СПГУНиПТ, 2008. – 16 с.
3. **Титце Л., Айхер Т.** Препаративная органическая химия. Реакции и синтезы в практикуме органической химии и научно-исследовательской лаборатории. – М.: Мир, 2009. – 704 с.

Дополнительный

1. **Веретнов Б.Я., Белодедова Ж.В., Жижин В.И.** Органический синтез: Лабораторный практикум.– СПб.: СПбГУНиПТ, 2007. – 63 с.
2. **Грандберг И.И.** Практические работы и семинарские занятия по органической химии: Пособие для студ. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2001. – 352 с.
3. **Губен-Вейль.** Методы органической химии. – М.: ГХИ, 1963. – 1032 с.
4. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии: Пособие для вузов / Н.Н. Артемьева, В.Л. Белобородов, С.Э. Зурябян и др.; Под ред. Н.А. Тюкавкиной. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2002. – 384 с.
5. **Смолина Т.А., Васильев Н.В., Куплетская Н.Б.** Практические работы по органической химии. – М.: Просвещение, 1986. – 304 с.
6. **Черонис Н.** Микро- и полумикрометоды органической химии.– М.: Изд-во иностранной литературы, 1960.– 113 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ	5
1. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ	7
1.1. Определение углерода и водорода	7
1.2. Проба Лассена.....	8
1.3. Определение азота, серы	9
2. АЛИФАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ.....	11
2.1. Предельные углеводороды (алканы, парафины)	11
2.2. Этиленовые углеводороды (алкены, олефины)	12
2.3. Ацетиленовые углеводороды (алкины)	13
3. СПИРТЫ.....	14
3.1. Абсолютирование этилового спирта.....	14
3.2. Получение и гидролиз алкоголятов	15
3.3. Взаимодействие спиртов с реактивом Лукаса	15
3.4. Получение глицерата меди.....	16
4. АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ	17
4.1. Получение альдегидов окислением спиртов	17
4.2. Химические свойства альдегидов.....	17
4.3. Получение кетонов пиролизом солей карбоновых кислот	19
4.4. Химические свойства кетонов	20
5. НИЗШИЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ.....	21
5.1. Получение карбоновых кислот	21
5.2. Химические свойства карбоновых кислот	22
5.3. Гидрокси- и оксокислоты	24
6. ВЫСШИЕ КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ. ЖИРЫ	26
6.1. Получение предельных высших карбоновых кислот.....	26
6.2. Свойства предельных высших карбоновых кислот и их солей	27
6.3. Свойства непредельных высших карбоновых кислот.....	28
6.4. Жиры и масла.....	29
7. АМИНЫ.....	30
7.1. Получение этиламина	30
7.2. Химические свойства аминов	30
7.3. Свойства аминокислот, амидов, пептидов, белков.....	31

8. УГЛЕВОДЫ	33
8.1. Оптические свойства углеводов	33
8.2. Химические свойства моносахаридов.....	34
8.3. Цветные реакции на моносахариды	37
8.4. Свойства ди- и полисахаридов.....	38
9. АРЕНЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ	42
9.1. Получение аренов.....	42
9.2. Химические свойства производных аренов ряда бензола	42
9.3. Свойства ароматических альдегидов и кетонов	44
9.4. Ароматические карбоновые кислоты.....	46
10. ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ.....	47
ПРИЛОЖЕНИЕ	
Методы приготовления реактивов для проведения опытов.....	49
ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	51
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	52



В 2009 году Университет стал победителем многоэтапного конкурса, в результате которого определены 12 ведущих университетов России, которым присвоена категория «Национальный исследовательский университет». Министерством образования и науки Российской Федерации была утверждена программа его развития на 2009–2018 годы. В 2011 году Университет получил наименование «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



Институт холода и биотехнологий является преемником Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий (СПбГУНиПТ), который в ходе реорганизации (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 2209 от 17 августа 2011г.) в январе 2012 года был присоединен к Санкт-Петербургскому национальному исследовательскому университету информационных технологий, механики и оптики.

Созданный 31 мая 1931года институт стал крупнейшим образовательным и научным центром, одним из ведущих вузов страны в области холодильной, криогенной техники, технологий и в экономике пищевых производств.

В институте обучается более 6500 студентов и аспирантов. Коллектив преподавателей и сотрудников составляет около 900 человек, из них 82 доктора наук, профессора; реализуется более 40 образовательных программ.

Действуют 6 факультетов:

- холодильной техники;
- пищевой инженерии и автоматизации;
- пищевых технологий;
- криогенной техники и кондиционирования;
- экономики и экологического менеджмента;
- заочного обучения.

За годы существования вуза сформировались известные во всем мире научные и педагогические школы. В настоящее время фундаментальные и прикладные исследования проводятся по 20 основным научным направлениям: научные основы холодильных машин и термотрансформаторов; повышение эффективности холодильных установок; газодинамика и компрессоростроение; совершенствование процессов, машин и аппаратов криогенной техники; теплофизика; теплофизическое приборостроение; машины, аппараты и системы кондиционирования; хладостойкие стали; проблемы прочности при низких температурах; твердотельные преобразователи энергии; холодильная обработка и хранение пищевых продуктов; тепломассоперенос в пищевой промышленности; технология молока и молочных продуктов; физико-химические, биохимические и микробиологические основы переработки пищевого сырья; пищевая технология продуктов из растительного сырья; физико-химическая механика и тепло-и массообмен; методы управления технологическими процессами; техника пищевых производств и торговли; промышленная экология; от экологической теории к практике инновационного управления предприятием.

В институте создан информационно-технологический комплекс, включающий в себя технопарк, инжиниринговый центр, проектно-конструкторское бюро, центр компетенции «Холодильщик», научно-образовательную лабораторию инновационных технологий. На предприятиях холодильной, пищевых отраслей реализовано около тысячи крупных проектов, разработанных учеными и преподавателями института.

Ежегодно проводятся международные научные конференции, семинары, конференции научно-технического творчества молодежи.

Издаются журнал «Вестник Международной академии холода» и электронные научные журналы «Холодильная техника и кондиционирование», «Процессы и аппараты пищевых производств», «Экономика и экологический менеджмент».

В вузе ведется подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре и докторантуре по 11 специальностям.

Действуют два диссертационных совета, которые принимают к защите докторские и кандидатские диссертации.

Вуз является активным участником мирового рынка образовательных и научных услуг.

www.ihbt.edu.ru
www.gunipt.edu.ru

Скобун Андрей Степанович
Белодедова Жанна Васильевна

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ
КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ
БИООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

Лабораторный практикум
Учебно-методическое пособие

Ответственный редактор
Т.Г. Смирнова

Редактор
Р.А. Сафарова

Компьютерная верстка
Д.Е. Мышковский

Дизайн обложки
Н.А. Потехина

Подписано в печать 05.08.2014. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 3,49. Печ. л. 3,75. Уч.-изд. л. 3,38
Тираж 100 экз. Заказ № С 34

НИУ ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49
ИИК ИХиБТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Санкт-Петербургский национальный исследова-
тельный университет
информационных технологий,
механики и оптики
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49
Институт холода и биотехнологий
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

