

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 14.09.2019

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943e14a4851fda58d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра фундаментальной химии и химической технологии



ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ Ч.2

Методические указания для выполнения лабораторных работ
для студентов направления подготовки 04.03.01 «Химия»

Курск 2019

УДК 547.057

Составитель: Л. М. Миронович

Рецензент:

Кандидат химических наук, доцент Пожидаева С.Д.

Лабораторные работы по органической химии. Ч.2:
методические указания для выполнения лабораторных работ для студентов направления подготовки 04.03.01 «Химия / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Л. М. Миронович. Курск, 2019, 29 с. Библиогр.: 29 с.

Методические указания предназначены для студентов очной формы обучения, выполняющих лабораторный практикум по органической химии и научно-исследовательскую работу (НИРС), а также для преподавателей, научных сотрудников, аспирантов и инженеров кафедры фундаментальной химии и химической технологии.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по курсу химия для студентов направления подготовки 04.03.01 «Химия»

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 18.09.2019. Формат 60x84 1/16
Усл.печ.л. 1,69 Уч.-изд.л. 1,37 Тираж 50 экз. Заказ. 553 Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

Вступление

Лабораторный практикум для студентов химического направления обучения дает им возможность научиться практически осуществлять синтез органических соединений, а также изучить их свойства и качественные реакции. Практикум отвечает программе курса.

Порядок выполнения:

1. Работать в химической лаборатории разрешается работать после ознакомления с правилами техники безопасности.
2. Перед выполнением работы необходимо защитить теоретическую часть работы и получить допуск на выполнение работы.
3. Лабораторная работа записывается в тетради для лабораторных работ.
4. Оформленные экспериментальные результаты в конце лабораторной работы должны подписываться преподавателем.
5. Обязательным является защита лабораторной работы.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

При работе в химической лаборатории всегда нужно помнить, что многие органические и неорганические соединения в той или иной мере ядовиты, а некоторые из них огнеопасны и взрывоопасны. Поэтому в процессе работы необходимо соблюдать чистоту, следить за тем, чтобы вещества не попадали на кожу, не трогать руками лицо и глаза, не принимать пищу в химической лаборатории, после работы и перед едой тщательно мыть руки. Категорически запрещается работать в химической лаборатории одному. Существует ряд общих правил, выполнение которых строго обязательно.

1. Приступать к выполнению работы можно только с разрешения преподавателя, после прохождения соответствующего инструктажа по технике безопасности и правилам работы в лаборатории. Перед выполнением работы необходимо

ознакомиться с имеющимися средствами противопожарной безопасности, аптечкой с набором необходимых средств оказания первой помощи при несчастных случаях.

2. Проводить лабораторную работу следует в рабочем халате из хлопчатобумажной ткани, быть аккуратным и внимательным. Запрещается держать на лабораторных столах портфели, сумки и другие посторонние предметы.

3. Перед выполнением каждой операции следует проверять правильность сборки прибора, а также соответствие взятых для проведения опыта веществ, указанных в описании работы. Прежде, чем взять необходимое количество вещества, следует внимательно прочесть надпись на этикетке лабораторной посуды, в которой содержится это вещество.

4. На всех банках, склянках и на другой посуде, в которой хранятся вещества, должно быть четко указано их название.

5. Нельзя проводить опыты в загрязненной посуде. После окончания эксперимента лабораторную посуду необходимо вымыть.

6. Категорически запрещается оставлять действующие приборы без наблюдения.

7. Запрещается пробовать химические вещества на вкус, всасывать ртом любые жидкости в пипетки. При исследовании запаха жидкости следует осторожно направлять к себе ее пара легким движением руки.

8. Нельзя наглухо закрывать приборы для проведения реакций, нагревания растворов и перегонки жидкостей, так как это может привести к взрыву.

9. Запрещается нагревать летучие и легковоспламеняющиеся жидкости и вещества (эфир, бензин, спирт, ацетон и др.) на открытом пламени горелки. Для этого необходимо использовать водяные или песчаные бани, а также электроплитки с закрытой спиралью. При перегонке таких веществ обязательно нужно применять холодильники с водяным охлаждением. Нельзя перегонять жидкости досуха – это может привести к взрыву или пожару.

10. Категорически запрещается держать ртуть в открытой посуде. В случае поломки прибора, содержащего ртуть, необходимо поставить об этом в известность преподавателя или лаборанта. Разлитую ртуть собирают с помощью амальгамированной медной

пластинки в специальные толстостенные банки, закрытые пробкой. Остатки ртути следует обработать 20%-ным водным раствором хлорида железа (III) или порошком серы.

11. Металлический натрий следует обязательно хранить под слоем керосина, толуола или ксилола, не содержащих следов воды. Приступая к работе, необходимо насухо вытереть стол и высушить посуду, в которой будет проводиться реакция с металлическим натрием. После окончания работы следует уничтожить остатки натрия, растворяя их в спирте. Нельзя остатки натрия бросать в раковины или оставлять открытыми на воздухе.

12. Концентрированные кислоты, щелочи, ядовитые и сильно пахнущие вещества обязательно хранить в хорошо вентилируемом вытяжном шкафу.

13. Концентрированные соляную и азотную кислоты переливать только в вытяжном шкафу. При разбавлении кислоты необходимо осторожно, небольшими порциями, при постоянном перемешивании прибавлять кислоту к воде, а не наоборот! Глаза при этом должны быть защищены очками.

14. Особую осторожность нужно проявлять при работе с бромом, так как это очень ядовитое вещество, сильно действующее на слизистые оболочки и дающее трудно заживающие ожоги. Все работы с бромом следует проводить только в вытяжном шкафу, в очках и специальных резиновых перчатках. При попадании брома на кожу необходимо немедленно протереть обожженное место спиртом, а затем смазать глицерином.

15. При работах, производимых с использованием вакуума или повышенного давления, при переливании кислот или растворов щелочей, при реакциях, сопровождающихся бурным вскипанием, необходимо надевать предохранительные очки или использовать щиток из органического стекла. Такие операции лучше проводить в вытяжном шкафу, закрыв дверцы шкафа таким образом, чтобы лицо было защищено от брызг или осколков в случае взрыва. При работе с вакуум-эксикатором или колбой Бунзена необходимо поместить их в специальные защитные мешочки или обернуть плотной тканью во избежание попадания осколков стекла в случае взрыва.

16. К работе со сжатым или сжиженным газом (баллонами) допускаются лица, прошедшие специальный инструктаж по технике безопасности.

17. При обнаружении запаха газа в лаборатории необходимо выключить газовую магистраль и тщательно проветрить лабораторию. Категорически запрещается в это время пользоваться спичками, а также включать электрический свет.

18. Следует бережно и аккуратно обращаться с посудой, приборами и предметами оборудования, стараться разумно экономить реактивы, газ, воду и электричество.

19. Уходя из лаборатории, необходимо выключить газовые горелки и электрические приборы, закрыть воду и привести в порядок свое рабочее место.

ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ

О травмах, ожогах, отравлениях необходимо сообщить преподавателю и воспользоваться медикаментами и приспособлениями, находящимися в лабораторной аптечке.

1. При термических ожогах обожженное место надо обработать 96%-ным этиловым или раствором перманганата калия. После этого нужно наложить на обожженную поверхность повязку с противоожоговой мазью.

2. При попадании кислот на кожу нужно быстро промыть обожженное место струей воды, а затем – 2 – 3%-ным раствором соды. При ожоге едкими щелочами надо также хорошо промыть обожженное место водой, затем – 2 – 3%-ным раствором уксусной кислоты. При случайном попадании кислоты или щелочи в глаза тотчас промыть их большим количеством воды, затем обработать тампоном, смоченным в растворе соды (при попадании кислоты), или 1 – 2%-ным раствором борной кислоты (при попадании щелочи), а затем вновь промыть водой и обратиться к врачу.

3. При ожогах бромом его смывают спиртом и смазывают пораженное место мазью от ожогов.

4. При ожогах жидким фенолом побелевший участок кожи растирают глицерином, пока не восстановится нормальный цвет кожи.

5. При порезах рук стеклом прежде всего удаляют осколки стекла пинцетом или под сильной струей воды, останавливают

кровотечение 3%-ным раствором пероксида водорода, смазывают рану 5%-ным раствором йода и накладывают повязку. При капиллярном и венозном кровотечении на рану накладывают давящую повязку, при сильных кровотечениях – жгут.

6. При загрязнении помещения ртутью из разбитого термометра необходимо провести демеркуризацию, т.е. механическую очистку от шариков ртути и химическую обработку кашицей хлорида железа (III), а затем тщательно промыть поверхность 20%-ным раствором хлорида железа (III), мыльным раствором и чистой водой.

Лабораторная работа № 1 СПИРТЫ И ФЕНОЛЫ

Цель работы: исследовать химические свойства одноатомных и многоатомных спиртов и фенолов, осуществить качественные реакции на гидроксильные соединения.

Спирты – гидроксипроизводные углеводородов, в молекулах которых гидроксигруппа присоединена к насыщенному атому углерода. Различают одно-, двух и многоатомные спирты. По типу атома углерода, с которым связана гидроксильная группа, спирты классифицируют как первичные, вторичные и третичные. По строению углеводородной цепи различают спирты как насыщенные, ненасыщенные и ароматические.

Спирты являются амфотерными соединениями и проявляют как основные свойства так и кислотные.

Спирты являются слабыми нуклеофилами и вступают в реакции нуклеофильного замещения по механизму S_N1 с аллил-, бензилгалогенидами, а также третичными галогенидами, но практически не вступают в реакции с галогеналканами по механизму S_N2 . Алкоксид-ионы являются сильными нуклеофилами и основаниями и реагируют с галогеналканами.

Спирты легко реагируют с сильными ацилирующими агентами, например с хлорангидридами карбоновых кислот. С карбонильными соединениями спирты реагируют в присутствии кислотных катализаторов. Наиболее распространена реакция этерификации – взаимодействие спиртов с карбоновыми кислотами в присутствии кислотного катализатора, приводящая к образованию сложных эфиров. Аналогично реагируют с сильными

минеральными кислотами с образованием сложных эфиров неорганических кислот.

Реакции нуклеофильного замещения гидроксигруппы в спиртах протекают только в присутствии сильных кислот. Часто в реакциях спиртов с галогеналканами протекают перегруппировки из которых хорошо изучена аллильная перегруппировка.

Реагируют с галогенидами фосфора и серы, что широко применяют для получения галогенпроизводных углеводов.

Дегидратацию спиртов проводят в присутствии сильных минеральных кислот при нагревании и получают непредельные углеводороды, а также простые эфиры.

Первичные спирты окисляются до альдегидов и далее до карбоновых кислот. Вторичные спирты окисляются до кетонов в более жестких условиях.

Дегидрирование спиртов над медным катализатором при 300°C приводит к альдегидам или кетонам, что широко применяется в промышленности.

Жиры являются сложными эфирами глицерина и высших жирных кислот (триацилглицериды). Жидкие жиры называют маслами.

Называют по систематической номенклатуре ИЮПАК. Родоначальной структурой является глицерин. Ацильные остатки высших жирных кислот перечисляют в префиксе в алфавитном порядке.

Материалы: реактив Лукаса, пропанол, 2-пропанол, *трет*-бутанол, этанол (ректификат), сульфат меди безводный (порошок), изоамиловый спирт, раствор йода в KI, 0,1 н, глицерин, сульфат меди, 0,2 н. раствор, едкий натр, 0,2 н. раствор, фуксинсернистая кислота, фенол, насыщенный водный раствор, хлорид железа (III), 0,1 н. раствор, бромная вода, насыщенный раствор, 1%-ные растворы пирокатехина, резорцина, гидрохинона, пиригаллола, α -нафтол, β -нафтол, кристаллический перманганат калия, глицерин.

Оборудование: пробирки, спираль из медной проволоки пинцет, пипетки, спиртовая горелка, фильтровальная бумага, фарфоровая чашка, электроплитка, стеклянные палочки, лопатки и шпатели.

А. СПИРТЫ

Опыт 1. Определение строения спиртов.

При помощи пробы Лукаса можно установить, является ли данный спирт первичным, вторичным или третичным. Первичный спирт остается прозрачным, вторичный – мутнеет, а третичный вступает в химическую реакцию с образованием галогеналкила.

Берут 3 пробирки, нумеруют восковым карандашом и приливают в каждую по 2 капли спирта (в первую – пропанол, во вторую – 2-пропанол и в третью – *трет*-бутанол). Затем в пробирки приливают по 5 капель реактива Лукаса (хлористый цинк, растворенный в концентрированной соляной кислоте), взбалтывают содержимое пробирок и оставляют стоять 1 мин.

В пробирке с пропанолом раствор остается прозрачным, раствор 2-пропанола слегка мутнеет, а в пробирке с *трет*-бутанолом образуется на дне маслянистая капля.

Пишут реакцию и делают вывод.

Опыт 2. Обнаружение присутствия воды в спирте и обезвоживание спирта.

В сухую пробирку помещают несколько кристаллов безводного сульфата меди и добавляют 3-4 капли этанола. Смесь хорошо встряхивают и слегка нагревают. Белый порошок быстро окрашивается в голубой цвет. Объясняют появление цвета и делают вывод.

Опыт 3. Свойства изоамилового спирта.

В сухую пробирку помещают 1 мл изоамилового спирта и отмечают его запах. Изоамиловый спирт имеет специфический запах, он раздражает дыхательные пути (вызывает кашель). Добавляют 5 капель воды и взбалтывают. Образуется мутная жидкость – эмульсия, которая быстро расслаивается.

В пробирку со смесью изоамилового спирта и воды добавляют каплю водного раствора йода в йодистом калии и взбалтывают. Йод растворяется в изоамиловом спирта лучше, чем в воде, поэтому при встряхивании переходит из водного в спиртовой слой, окрашивая его в желтый цвет. Делают вывод.

Опыт 4. Взаимодействие глицерина с гидроксидом меди (II).

Помещают в пробирку 1 мл раствора сульфата меди, 1 мл раствора едкого натра и перемешивают – образуется голубой студенистый осадок гидроксила меди (II). В пробирку добавляют 2 капли глицерина и взбалтывают содержимое. Осадок растворяется и появляется темно-синее окрашивание вследствие образования глицерата меди. Напишите реакцию образования хелатного соединения и сделайте вывод.

Опыт 5. Окисление этанола оксидом меди (II).

В сухую пробирку помещают 2 капли этанола. Держа спираль из медной проволоки пинцетом, нагревают ее в пламени горелки до появления черного налета оксида меди (II). Далее горячую спираль опускают в пробирку с этанолом. Черная поверхность спирали немедленно становится золотистой вследствие восстановления оксида меди. При этом ощущается характерный запах этанала (запах яблок).

Подтверждением образования этанала может служить цветная реакция с фуксинсернистой кислотой. В пробирку помещают 3 капли раствора фуксинсернистой кислоты и пипеткой вносят 1 каплю полученного раствора. Появляется розово-фиолетовая окраска (цветная реакция на альдегид).

Пишут реакцию окисления и делают вывод.

Опыт 6. Горение спирта.

Спирт воспламеняется не только при поджигании, но и при действии ряда окислителей.

Стеклянную палочку смачивают в концентрированной серной кислоте и притрагиваются ею к измельченному перманганату калия так, чтобы его крупинки прилипли к палочке. После этого прикасаются палочкой с крупинками KMnO_4 к фитилю спиртовки, предварительно смоченному спиртом. Фитиль загорается. Каким пламенем горит спирт? Напишите уравнение реакций. Сделайте вывод.

Опыт 7. Окисление этилового спирта хромовой смесью.

В пробирку налейте 2 мл этилового спирта. Добавьте 1 каплю 2н. H_2SO_4 и 2 капли 0,5 н. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Полученный оранжевый раствор нагрейте над пламенем горелки до начала изменения цвета. Обычно уже через несколько секунд цвет раствора становится синевато-зеленым. Одновременно ощущается характерный запах уксусного альдегида, напоминающий запах антоновских яблок.

С помощью пипетки введите 1 каплю полученного раствора в пробирку, предварительно поместив туда 3 капли фуксинсернистой кислоты. Появляется розово-фиолетовая окраска (цветная реакция на альдегид).

Напишите схему реакции окисления этилового спирта. Сделайте вывод.

Опыт 8. Получение йодоформа из этилового спирта.

Поместите в пробирку 1 мл этилового спирта, 3 капли раствора йода в йодиде калия (раствор Люголя) и при встряхивании добавьте несколько капель 2н. NaOH до обесцвечивания раствора. Пробирку подогрейте. Уже при слабом подогревании, даже от тепла руки, появляется желтоватая муть с характерным стойким запахом йодоформа. Если муть растворилась, то к теплomu раствору надо еще прибавить 3-5 капель раствора йода. Подождите 2-3 мин, пока кристаллы сформируются.

При помощи лопатки возьмите со дна пробирки немного осадка с кристаллами йодоформа и перенесите их на предметное стекло. Посмотрите кристаллы под микроскопом – они имеют форму правильных шестиугольников или шестиконечных звездочек в виде снежинок. Зарисуйте форму кристаллов. Напишите реакцию и сделайте вывод.

Опыт 9. Омыление жиров

В небольшую фарфоровую чашку помещают 5 мл касторового масла и 4 капля 3 %-ного раствора едкого натра. Стеклой палочкой тщательно перемешивают смесь до получения однородной эмульсии.

Далее ставят фарфоровую чашку на закрытую электрическую плитку и нагревают при перемешивании до получения однородной прозрачной слабо желтой жидкости. Добавляют 2 мл дистиллированной воды и опять нагревают до полного испарения воды при непрерывном перемешивании стеклянной палочкой.

Снимают фарфоровую чашку с электрической плиты и получают кусочек мыла белого цвета.

Делают вывод и пишут реакцию гидролиза жира.

Б. ФЕНОЛЫ

Опыт 10. Растворение фенола в воде.

Помещают в пробирку 2 мл раствора фенола, приливают 2 мл дистиллированной воды и взбалтывают. Образуется мутная жидкость – эмульсия фенола. Дают содержимому пробирки отстояться. После отстаивания эмульсия постепенно расслаивается: верхний слой – раствор фенола в воде, нижний – раствор воды в феноле.

Фенол плохо растворим в холодной воде. Осторожно нагревают содержимое пробирки. Получается однородный раствор. При охлаждении вновь образуется мутная жидкость. Делают вывод.

Опыт 11. Реакция фенола и многоатомных фенолов с хлоридом железа (III).

1. Помещают в пробирку 1 мл раствора фенола, добавляют 1 мл воды и 1 каплю раствора хлорида железа (III). Появляется интенсивное красно-фиолетовое окрашивание.

Напишите реакцию образования окрашенного комплексного соединения $C_6H_5OFeCl_2$.

2. В одну пробирку вносят 1 мл раствора пирокатехина, в другую – 1 мл раствора резорцина, в третью – щепотку гидрохинона и в четвертую – пирогаллола. В каждую из пробирок добавляют по 1 капле раствора хлорида железа.

При этом в первой пробирке появляется зеленое окрашивание, во второй – фиолетовое, в третьей – зеленое, моментально переходящее в желтое, и в четвертой – красное.

Напишите реакции и сделайте вывод.

Опыт 12. Получение 2,4,6-трибромфенола.

В пробирку вносят 1 мл бромной воды и добавляют каплю водного раствора фенола. При этом бромная вода обесцвечивается и жидкость мутнеет вследствие образования белого осадка 2,4,6-трибромфенола. Напишите реакцию и сделайте вывод.

Опыт 13. Цветные реакции многоатомных фенолов с хлоридом железа на фильтровальной бумаге.

На полоску фильтровальной бумаги (3 x 7 см) наносят по 1 капле раствора пирокатехина и пирогаллола. Когда капли расплывутся, в центр каждого пятна помещают по капле раствора хлорида железа (III) – продукты окисления распределяются в виде концентрических колец, наблюдают распределительную хроматографию на бумаге. Полученную хроматограмму приложите к рабочему журналу.

Опыт 14. Цветные реакции нафтолов с хлорным железом.

В пробирку помещают несколько кристаллов α -нафтола и добавляют 1 мл этанола (нафтолы плохо растворимы в воде). К спиртовому раствору α -нафтола добавляют 1 каплю хлорида железа (III) – появляется фиолетовое окрашивание. Такой же опыт повторяют с β -нафтолом, который дает сначала зеленоватое окрашивание, а затем выпадает осадок белого цвета. Делают вывод.

Опыт 15. Доказательство кислотного характера фенола.

В пробирку поместите 1 мл фенольной воды и добавьте кристаллик фенола. Взболтайте содержимое пробирки. К полученной мутной эмульсии фенола в воде добавьте 1 каплю 2н. NaOH. Что вы наблюдаете?

Сохраните полученный раствор фенолята натрия для последующих опытов.

Запишите уравнение реакции, обозначив сдвиг электронных плотностей в молекуле фенола. Сделайте вывод.

Опыт 16. Разложение фенолята натрия кислотой.

Раствор фенолята натрия разделите на 2 части. К первой части добавьте 1-2 капли 2н. HCl. Жидкость мутнеет вследствие выделения свободного фенола.

Запишите уравнение разложения фенолята натрия соляной кислотой. Сделайте вывод.

Опыт 17. Получение фенолформальдегидной смолы.

Поместите в пробирку 4 капли жидкого фенола. Добавьте к нему 5 капель 40%-ного формалина и убедитесь в том, что получается прозрачный раствор.

Добавьте к полученному раствору 1-2 капли концентрированной соляной кислоты и поставьте в кипящую водяную баню. Через 5-10 мин тщательного перемешивания и кипячения образуется фенолформальдегидная смола – твердый кусочек, который можно вытряхнуть из пробирки. Напишите реакцию и сделайте вывод.

Опыт 18. Получение *p*-нитрозофенола.

Смешайте в пробирке 2 мл концентрированной H_2SO_4 (*в вытяжном шкафу!*) и щепотку фенола (шпатель), охладите и добавьте 0,5 мл раствора нитрита натрия, перемешайте. Раствор окрашивается в зеленый цвет, при выливании содержимого пробирки в другую пробирку с 5 мл воды цвет изменяется в розово-красный. При подщелачивании розовая окраска переходит в зеленую или синеватую.

Приведите схему реакции, лежащую в основе данного опыта. Сделайте вывод.

Лабораторная работа № 2 АМИНО- И НИТРОСОЕДИНЕНИЯ

Амины – производные аммиака, в которых атомы водорода замещены одним или несколькими углеводородными радикалами.

Различают первичные CH_3NH_2 (метиламин), вторичные $CH_3-NH-CH_3$ (диметиламин), третичные $(CH_3)_3N$ (триметиламин) амины. В зависимости от природы углеводородных радикалов они бывают алифатическими (метиламин), ароматическими (аминобензол, анилин), алкилароматическими (метилфениламин).

Чаще всего называют по радикало-функциональной номенклатуре – названия производят от названий углеводородных групп, связанных с атомом азота (метилэтиламин). По номенклатуре ИЮПАК названия образуют от названий соответствующих углеводородов прибавлением постфикса –*амин* (2-бутанамин). Для ароматических аминов часто употребляют тривиальные названия.

Получают по реакции галогеналкаов с аммиаком либо аминами, алкилированием аминов спиртами, алкилированием и арилированием анилина, восстановлением нитросоединений (более характерно для ароматических аминов), восстановлением нитрилов и оксимов, восстановительным аминированием альдегидов

аммиаком в присутствии катализатор, восстановлением амидов карбоновых кислот и другими методами.

Атом азота находится в sp^3 -гибридном состоянии и имеет неподеленную пару электронов, обуславливающей основные свойства аминов.

Являются очень слабыми NH-кислотами и при действии сильных оснований образуют соли.

Являются сильными основаниями. В газовой фазе увеличение количества заместителей приводит к увеличению основности, в присутствии растворителя (*эффект сольватации*) основность падает с увеличением числа заместителей, т. е. триэтиламин является более слабым основанием по сравнению с диэтиламином, этиламином, аммиаком. Ароматические амины более слабые основания по сравнению с алифатическими аминами.

Характерны реакции нуклеофильного замещения, к которым относят реакции *алкилирования* и *ацилирования*. Алкилирование проводят галогеналканами и спиртами. Ацилирование проводят галогенангтридами и ангтридами кислот, а также алкил- и арилсульфохлоридами и получают амиды кислот (N-ацилирование). Третичные амины в реакции ацилирования не вступают.

Характерны реакции с альдегидами и кетонами, приводящие к иминам и енаминам. Первичные и вторичные амины окисляются. В случае третичных аминов получают оксиды аминов.

Вещества, содержащие группировки $-N_2X$ или $=N_2$, связанные с одним атомом углерода углеводородного заместителя относят к *дiazосоединениям*.

Нитросоединения – производные углеводородов, у которых молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на нитрогруппу.

Различают нитроалканы (CH_3NO_2 – нитрометан) и нитроарены ($PhNO_2$ – нитробензол). Названия образуют от названия углеводорода и префикса *нитро-*. Различают первичные, вторичные и третичные.

Основным способом получения является нитрование алканов (*реакция Коновалова*) и нитрование ароматических соединений нитрующей смесью. Распространено замещение галогена на нитрогруппу в галогеналканах.

Цель работы: изучить свойства аминосодержащих органических соединений и получить практические навыки работы.

Материалы: анилин, соляная кислота, серная кислота, хлорная известь, газетная бумага, фильтровальная бумага, бромная вода, едкий натр, фенолфталеин, лакмусовая бумажка, дифениламин, триэтиламин, диметиланилин,

Оборудование: предметное стекло, пробирки, стеклянные палочки, микроскоп, электроплитка, ледяная баня.

Опыт 1. Цветные реакции анилина и первичных аминов

1. *Цветная реакция с лигнином.* В пробирку помещают 1 мл анилина, 10 капель дистиллированной воды и по каплям добавляют раствор 0,5 н соляной кислоты до образования прозрачного раствора солянокислого анилина. Каплю раствора наносят на полоску газетной бумаги и наблюдают появление желто-оранжевого окрашивания, которое обусловлено наличием в бумаге лигнина. Проверяют будет ли наблюдаться окрашивание при нанесении капли раствора на фильтровальную бумагу. Делают вывод.

2. *Цветная реакция с хлорной известью.* Каплю солянокислого анилина из опыта 1 наносят на предметное стекло и добавляют каплю хлорной извести. Появляется окрашивание. Пишут реакцию окисления анилина с получением «черного анилина». Делают вывод.

3. *Определение рН среды первичных аминов.* В пробирки помещают по 1-2 капли имеющихся в наличии первичных аминов и опускают лакмусовую бумажку. Будет ли меняться рН среды при добавлении к первичным аминам воды? Записывают наблюдения и делают вывод.

4. *Изонитрильная реакция.* В пробирку помещают 1 мл раствора метиламина, 0,5 мл хлороформа и 0,5 мл концентрированного раствора щелочи. Нагревают смесь и ожидают появления запаха. Записывают уравнение реакции и делают вывод.

Необходимо разложить изонитрил, для этого содержимое пробирки выливают в стакан с разбавленной серной кислотой. Пишут реакцию.

5. *Реакция с раствором сульфата меди.* В пробирку приливают 2 мл раствора метиламина и добавляют 1 мл раствора сульфата меди. Наблюдают выпадение осадка, который

растворяется при добавлении избытка раствора амина. Пишут уравнения реакций и делают вывод.

Опыт 2. Бромирование анилина

В пробирку помещают 0,5 мл бромной воды и 1 мл анилиновой воды. Наблюдают выпадение осадка. Пишут реакцию и делают вывод.

Опыт 3. Образование солей анилина и их разложение

В пробирку помещают 1 мл анилина и добавляют 4 мл дистиллированной воды, встряхивают и получают эмульсию. Одну каплю эмульсии наносят на лакмусовую бумажку и наблюдают за изменениями. Делают вывод.

В две пробирки добавляют 0,5 мл эмульсии. В первую пробирку добавляют по каплям раствор серной кислоты до образования осадка. Нагревают до растворения и охлаждают. Выпадают кристаллы. Переносят кристаллы на предметное стекло и рассматривают их форму в микроскоп. Зарисовывают кристаллы и пишут уравнение химической реакции.

Во вторую пробирку добавляют концентрированную соляную кислоту по каплям до исчезновения мутности. Проверяют реакцию среды добавлением 1 капли фенолфталеина. Далее добавляют раствор щелочи до появления малиновой окраски. Наблюдают изменения и пишут химические реакции. Делают вывод.

Опыт 4. Определение строения аминов

В одну пробирку наливают 1 мл анилина и добавляют 0,5 мл концентрированной соляной кислоты и несколько кристалликов нитрита натрия. Встряхивают пробирку и наблюдают выделение газа.

В другую пробирку 1 мл диметиланилина, 0,5 мл соляной кислоты и несколько кристалликов нитрита натрия. Встряхивают и добавляют 4 капли раствора едкого натрия. Наблюдают появление зеленого окрашивания.

Пишут уравнения химических реакций и делают вывод.

Опыт 5. Диазотирование анилина

В пробирку помещают 1 мл анилина, 2 мл концентрированной соляной кислоты и несколько кусочков льда. При встряхивании по каплям добавляют раствор нитрита натрия в воде.

Окончание диазотирования проверяют по наличию голубого пятна капли раствора на йодкрахмальной бумаге (объяснить появление цвета). Если голубое пятно сохранилось, то реакцию диазотирования считают законченной.

Напишите реакции образования катиона нитрозония, соли диазония и взаимодействия йодистого калия с азотистой кислотой. Сделайте вывод.

Лабораторная работа № 3 ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Молекулы всех пятичленных гетероароматических соединений имеют плоское строение. Ароматический секстет π -электронов в этих молекулах образуется за счет π -электронов атома углерода и неподеленных электронов гетероатомов, находящихся на негибризованных p -орбиталях.

Пиррол является доступным гетероароматическим соединением. Его получают при фракционной перегонке каменноугольной смолы. Содержится в косторном масле (получается при сухой перегонке костей).

Тиофен в промышленности получают взаимодействием смеси бутана, бутенов и 1,3-бутадиена с серой при высокой температуре. Широко используется для получения фуранов *метод Фейста-Бенари* – взаимодействие α -галогенкарбонильных и 1,3-дикарбонильных соединений в присутствии оснований.

Наиболее распространен метод получения пиридина и его гомологов – синтез *Ганча-Чичибабина*, заключающийся в конденсации карбонильных соединений с аммиаком.

Для пятичленных гетероциклов характерны реакции электрофильного ароматического замещения.

Относительная активность пятичленных гетероаренов в реакциях S_EAr снижается в ряду: пиррол > фуран > тиофен.

Пятичленные гетероароматические соединения ацидофобны. В присутствии сильных кислот они подвергаются протонированию.

В связи с повышенной чувствительностью пятичленных гетероароматических соединений к сильным кислотам в ряде их реакций электрофильного замещения применяют модифицированные электрофильные реагенты. При использовании этих реагентов исключается сильноокислая среда.

В отличие от пиррола реакции S_E для индола протекают в β -положение, что объясняется преимущественным образованием более устойчивого σ -комплекса, чем в случае α -замещения.

Реакции электрофильного замещения в пиридине (сульфирование, нитрование, галогенирование) проходит в жестких условиях. Электрофил атакует положение 3 (β) гетероцикла.

Для пиридина характерны реакции нуклеофильного замещения. Нуклеофильный реагент атакует положение 2 (α), 4 (γ) гетероцикла.

Цель работы: Изучить химические свойства основных классов гетероциклических соединений и качественные реакции отдельных представителей.

Материалы: раствор витамина В₂, раствор витамина С, раствор витамина В₆, раствор витамина РР, раствор хлорида железа (III), аммиачный раствор серебра, гранулы цинка, раствор едкого натра, мочева кислота

Оборудование: пробирки, стеклянные палочки.

Опыт 1. Окислительно-восстановительные свойства гетероциклических соединений

В пробирку помещают 5-8 капель 0,025%-ного раствора витамина В₂ и прибавляют 3-5 капель концентрированной соляной кислоты и одну гранулу цинка. Перемешивают и наблюдают изменение окрашивания. Пишут уравнение реакции и делают вывод.

Опыт 2. Фенольные свойства гидроксильной группы в гетероциклических соединениях. Качественная реакция на витамины группы В₆

Помещают 5-6 капель 1%-ного раствора витамина В₆ в пробирку и добавляют 4-5 капель 1%-ного раствора хлорида железа

(III). Перемешивают и наблюдают появление окрашивания. Делают вывод.

Опыт 3. Качественное определение витамина С

В пробирку помещают 1 мл раствора витамина С и добавляют 2-3 капли аммиачного раствора серебра. Перемешивают и наблюдают изменения. Пишут реакцию и делают вывод.

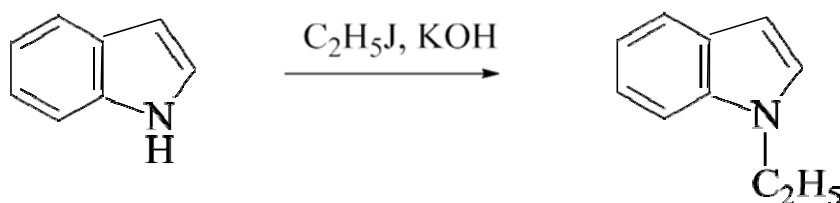
Опыт 4. Гидролиз сложноэфирной связи в пиридин-3-карбамиде (витамин РР)

В пробирку помещают 2-3 мл экстракта, содержащего витамин РР или раствора пиридин-3-карбамида. Прибавляют 5-6 мл раствора едкого натрия и перемешивают. Нагревают смесь на водяной бане до появления характерного запаха. Записывают уравнение реакции и делают вывод.

Опыт 5. Кислотные свойства мочевой кислоты

В пробирку помещают 5-6 кристалликов мочевой кислоты и добавляют 3-4 капли 10%-ного раствора едкого натрия и наблюдают за растворением кристаллов. Пишут уравнение реакции и делают вывод.

Опыт 6. N-Этилиндол



В охлаждаемый, интенсивно перемешиваемый раствор 0,5 г 4,24 ммоль) индола в 12 мл ацетона вносят 1,19 г (21,2 ммоль) порошкообразного едкого кали, а через несколько минут 1,32 г (8,46 ммоль) йодистого этила. Реакционную массу перемешивают 10 мин при 20°C, после чего приливают 90 мл бензола. Не растворившийся осадок отфильтровывают, фильтрат отмывают насыщенным раствором поваренной соли (20 мл) и сушат над сульфатом натрия, после чего бензол отгоняют. Выход конечного

продукта составляет 541 мг (86%), т.кип. 120°/21 мм рт. ст. Делают вывод.

Лабораторная работа № 4. АМИНОКИСЛОТЫ И БЕЛКИ

Цель работы: Изучить качественные реакции аминокислот и белков и основные химические свойства.

α-Аминокислоты – это соединения, в молекуле которых одновременно имеются карбоксильные группы и аминогруппы в α -положении относительно карбоксильной группы и входящие в состав белковых молекул.

В состав белков входят 25 α -аминокислот, из которых 20 α -аминокислот имеются в каждой молекуле белка.

Общая формула $R-CH(NH_2)-COOH$. Все α -аминокислоты имеют тривиальные названия. Используют также сокращенные названия тривиальных названий, например, глицин – Гли, аланин – Ала и т.д. Буквы L и D означают принадлежность α -аминокислоты к L- или D-ряду. Синтетически полученные α -аминокислоты представляют рацемическую смесь

α -Аминокислоты, которые входят в состав белков человека и животных, имеют L-конфигурацию и имеют знак вращения плоскополяризованного света (+). Сладки на вкус.

α -Аминокислоты являются кристаллическими соединениями, которые плавятся и разлагаются при температурах выше 200°C за исключением орнитина (140°C), цистеина (178°C), глутамина (185°C).

Химические свойства α -аминокислот не отличаются от химических свойств аминокислот и могут быть представлены превращениями по амино- и карбоксильной группам. По аминогруппе проходят реакции алкилирования, ацилирования, дезаминирования аминогруппы под действием азотистой кислоты, образование солей при действии минеральных кислот.

Пептиды – органические молекулы, в состав которых входят несколько остатков α -аминокислот, связанных между собой пептидной связью. Условно считают, что пептиды содержат в молекуле до 100 α -аминокислот (молекулярная масса до 10000).

Белки – это полипептиды с молекулярной массой более 1000 (10^4 – 10^7). Белки входят в состав всех живых организмов.

По составу белки делят на простые и сложные. При гидролизе простые белки образуют смесь α -аминокислот, а сложные белки, кроме смеси α -аминокислот, образуют дополнительно органическую или неорганическую часть (простетические группы).

По пространственной структуре белки делят на *глобулярные и фибриллярные*. Для глобулярных белков характерна α -спиральная структура, а цепи так изогнуты в пространстве, что макромолекула имеет форму сферы. Они растворяются в воде, соляных растворах с образованием коллоидных растворов: альбумин, глобин, миоглобин, ферменты.

Для фибриллярных белков более характерна складчатая β -структура. Имеют волокнистое строение и не растворяются в воде: β -кератин (волосы, роговая ткань), β -фиброин шелка, коллаген (соединительная ткань). Белки гидролизуются в кислой среде (запаянная ампула с 20% HCl при температуре 110°C в течение 24 ч). Щелочной гидролиз не используют вследствие малой устойчивости большинства α -аминокислот.

Материалы: раствор белка, азотная кислота, раствор аммиака, раствор формалина, раствор едкого натра, гидроксид кальция, раствор нингидрина, сульфат меди, нитрит натрия, 2 н раствор соляной кислоты, метилоранж, фенолфталеин и лакмус.

Оборудование: пробирки, стеклянные палочки, электроплитки.

Опыт 1. Ксантопротеиновая реакция на аминокислоты

В пробирку помещают 3 – 4 капли белка или фенилаланина, 1 – 2 капли концентрированной азотной кислоты и нагревают. Наблюдают изменение окраски. Далее добавляют несколько капель 10%-ного раствора аммиака. Записывают уравнение химической реакции.

Делают вывод.

Опыт 2. Блокирование аминогруппы в белках

В пробирку наливают 4 – 5 мл белка (или любой α -аминокислоты), 1 каплю фенолфталеина и несколько капель

раствор едкого натра до появления слаборозовой окраски. Далее добавляют 2 – 3 капли формалина и наблюдают исчезновение окраски. Записывают уравнение химической реакции.

Делают вывод.

Опыт 3. Декарбоксилирование α -аминокислот (тирозина)

В пробирку помещают 3 – 4 капли 0,03%-ного раствора тирозина, 1 мл насыщенного водного раствора гидроксида кальция и перемешивают. Кипятят в течение нескольких минут до появления мути. Записывают уравнение реакции.

Делают вывод.

Опыт 4. Определение белка в биологическом материале

4.1. *Нингидриновая реакция.* В пробирку помещают 5 – 6 капель белкового раствора, 4 – 5 капель раствора нингидрина и перемешивают, нагревают до появления окраски.

4.2. *Биуретовая реакция.* В пробирку помещают 1 мл раствора белка, 1 мл 10%-ного раствора едкого натрия и 2 – 3 капли раствора сульфата меди (II) до появления окрашивания. Записывают уравнение реакции.

Записывают уравнения реакций. Делают вывод.

Опыт 5. Действие азотистой кислоты на аминокислоты

В пробирку помещают 5 капель раствора аминокислоты, добавляют такое же количество раствора нитрита натрия и 5 капель раствора 2н HCl. Встряхивают пробирку и наблюдают выделение газа. Записывают уравнение реакции и делают вывод.

Опыт 6. Отношение α -аминокислот к индикаторам

В 3 серии пробирок помещают последовательно по 1 мл имеющихся аминокислот. В каждую из 3-х пробирок добавляют по 2 капли индикаторов: метилоранжа, фенолфталеина и лакмуса. Наблюдают изменение или не изменение окраски. Делают вывод о природе аминокислот.

Опыт 7. Осаждение белковых тел фенолом.

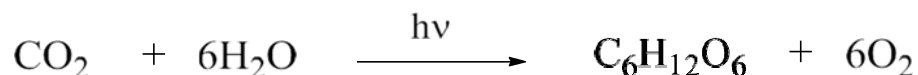
Поместите на часовое стекло 1-2 капли жидкого фенола и 1 каплю раствора белка. Смесь помутнеет вследствие свертывания белка фенолом. Сделайте вывод.

Лабораторная работа № 5. УГЛЕВОДЫ

Цель работы: Изучить основные химические свойства углеводов, качественные реакции и получить практические навыки работы.

Углеводы (сахара) широко распространены в природе. Они составляют до 80% массы сухого остатка растений и приблизительно 2% сухого остатка млекопитающих.

В растениях углеводы образуются из оксида углерода (IV) и воды в процессе сложной реакции фотосинтеза, которая проходит за счет солнечной энергии с участием зеленого пигмента растений – хлорофилла.

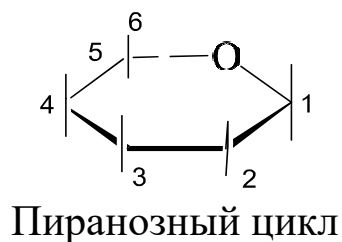
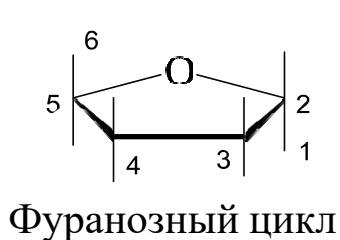


Моносахариды часто называют сахарами, которые являются полигидроксильными соединениями, имеющими альдегидную или кетонную группу.

В свободном состоянии в природе встречается только глюкоза и фруктоза, остальные сахара входят в состав гликозидов, гликолипидов, нуклеозидов, олиго-, полисахаридов и других.

Классифицируют моносахариды по длине углеродной цепи (альдопентозы, альдогексозы), а также по характеру расположения оксогруппы (кетогексозы, альдогексозы).

Современную запись формул углеводов в растворах предложил Х. Хеуорс в виде плоских многоугольников: пиранозных и фуранозных циклов. Для альдогексоз и кетогексоз принята следующая нумерация атомов углерода. Часто их называют полуацетальными формами.



Восстановление проводят водородом в присутствии катализатора (никель, палладий), при этом образуются многоатомные спирты.

Слабые окислители приводят к окислению альдегидной группы с образованием альдоновых кислот. Сильные окислители приводят к окислению альдегидной и первичной спиртовой группы с образованием альдаровых кислот. В качестве окислителя применяют азотную кислоту. Альдаровые кислоты часто называют сахарными. Селективное окисление первичной спиртовой группы приводит к образованию уроновых кислот.

При взаимодействии моносахаридов с гидроксилсодержащими соединениями образуются *гликозиды*.

Альдозы дают реакцию серебряного зеркала с реактивом *Толленса* с образованием смеси продуктов окисления.

Применяют реактив *Фелинга* (комплекс катиона меди (II) с калиево-натриевой солью винной кислоты) и реактив *Бенедикта* (комплекс катиона меди (II) с солями лимонной кислоты). В результате образуется осадок красно-кирпичного цвета и смесь продуктов окисления альдоз.

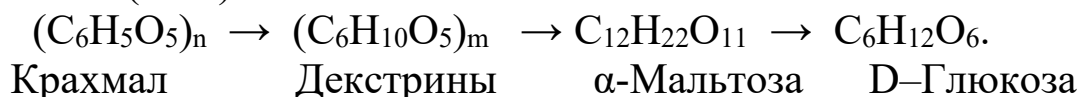
Дисахаридами называют углеводы, молекулы которых состоят из двух остатков моносахаридов одинакового или различного строения, соединенных между собой гликозидной связью.

Наиболее распространенными в природе являются: сахароза (свекловичный или тростниковый сахар); мальтоза (солодовый сахар); лактоза (молочный сахар); целлобиоза (продукт гидролиза древесины) и имеют брутто-формулу $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Полисахариды – это соединения, молекулы которых имеют более десяти моносахаридных звеньев, соединенных *O*-гликозидной связью.

Важнейшим представителем гомополисахаридов является крахмал. Крахмал является источником резервной энергии в растениях (картофель, семечки, корни). Крахмал содержит от 15 до 25% растворимой в воде амилозы и 75–78% нерастворимого в воде амилопектина.

При ферментативном или кислотном гидролизе амилоза и амилопектин гидролизуются постепенно с образованием *D*-глюкозы ($m > n$).



Полисахарид – *целлюлоза*, является составной частью оболочек растительных клеток. В состав древесины входит от 50 до 70% целлюлозы (50% – хвойные породы), а в состав хлопка – приблизительно 90–98% целлюлозы. Целлюлоза нерастворима в органических растворителях, водных растворах щелочей, разбавленных минеральных кислотах.

Материалы: глюкоза, азотная кислота 25%-ная, углекислый калий, уксусная кислота, активированный уголь, глюкоза, фруктоза, бромная вода, раствор едкого натра и сульфата меди, сегнетова соль, аммиачный раствор серебра, крахмал, серная кислота, йод, раствор Люголя, крахмальный клейстер, раствор азотной кислоты, резорцин (реактив Селиванова).

Оборудование: пробирки, стеклянные палочки, пипетки, электроплитка, водяная баня, фарфоровые чашки, прибор для фильтрования.

Опыт 1. Окисление моносахаридов бромной водой.

В две пробирки помещают по 1 мл глюкозы и фруктозы соответственно. Далее прибавляют по 6 мл свежеприготовленного раствора бромной воды и нагревают пробирки на кипящей водяной бане 15 мин (до полного исчезновения окрашивания). Охлаждают и прибавляют в каждую пробирку по 2 – 3 капли раствора

Глюконовая кислота дает ярко-желтое окрашивание, фруктоза в условиях опыта не окисляется и не образует окрашивания. Записывают уравнение реакции окисления.

Делают вывод.

Опыт 2. Качественные реакции на глюкозу.

2.1. Реакция Троммера.

В пробирку помещают 5-6 капель 0,5% раствора глюкозы, прибавляют 6-7 капель 10% раствора едкого натра и по каплям 2% раствор сульфата меди (II), пока не остановится его растворение. Встряхивают, нагревают в течение нескольких минут. Наблюдают переход голубого окрашивания гидроксида меди (II) в желтый, а затем красный цвет. Записывают уравнение реакции.

2.2. Реакция Фелинга.

В пробирку помещают 4 – 5 капли раствора сегнетовой соли и едкого натрия в воде и прибавляют 4 – 5 капли раствора медного купороса в воде. Встряхивают и наблюдают появление интенсивного синего окрашивания (фелингова жидкость).

В отдельную пробирку помещают 5 – 6 капель 0,5% раствора глюкозы и прибавляют столько же капель фелинговой жидкости. Нагревают несколько минут и наблюдают появление окрашивания. Записывают уравнение реакции.

2.3. Реакция Толленса.

В пробирку помещают 4 – 5 капель 0,5% раствора глюкозы и добавляют 4 – 5 капли свежеприготовленного аммиачного раствора серебра. Подогревают и наблюдают оседание серебра на стенках пробирки (реакция серебряного зеркала). Записывают уравнение реакции.

Делают выводы.

Опыт 3. Качественная реакция на фруктозу (реакция Селиванова).

В пробирку помещают 3 – 4 капли 0,5% раствора фруктозы, добавляют 2 – 3 капли концентрированной соляной кислоты и 2 – 3 кристаллика резорцина (можно использовать свежеприготовленный раствор реактива Селиванова). Перемешивают и нагревают до кипения. Наблюдают изменение окраски. Записывают уравнение реакции.

Делают вывод.

Опыт 4. Кислотный гидролиз крахмала.

В пробирку помещают 2 мл 0,1% раствора крахмала и 15 капель 2 N раствора серной кислоты. Нагревают в течение 10 мин на водяной бане.

Отбирают пипеткой 3 – 4 капли гидролизата через каждые 2 мин в пробирки и добавляют 1 каплю раствора йода. Реакцию гидролиза заканчивают при отсутствии окрашивания.

Далее пробирку охлаждают и отбирают по 4 – 5 капель гидролизата в пробирку. Добавляют 2 капли 2N раствора сульфата меди и 2 N раствор гидроксида натрия до появления темно-синего окрашивания. Полученный раствор нагревают (реакция Троммера)

и наблюдают изменение окраски. Записывают уравнение гидролиза крахмала.

Делают вывод.

Опыт 5. Качественная реакция на крахмал.

В пробирку помещают 3 – 4 капли 0,5% крахмального клейстера и добавляют 2 – 3 капли раствора Люголя. Перемешивают и наблюдают за изменением окраски. Охлаждают и наблюдают появление темно-синего окрашивания (йодкрахмальная проба).

Делают вывод.

Опыт 6. Получение сахарной кислоты

В фарфоровой чашке смешивают глюкозу с азотной кислотой и нагревают раствор на слабо кипящей водяной бане, непрерывно перемешивая жидкость стеклянной палочкой. Нагревание ведут до тех пор, пока не перестанут выделяться окислы азота, а жидкость, упаренная до консистенции сиропа, не начнет окрашиваться в желтый цвет.

Полученную сиропообразную массу растворяют в небольшом количестве воды (6-8 мл) и, нагревая на водяной бане, постепенно нейтрализуют (до щелочной реакции по лакмусу) растертым в порошок углекислым калием. Полученную таким образом хорошо растворимую среднюю калиевую соль сахарной кислоты переводят в кислую соль при помощи уксусной кислоты. Для этого к охлажденному раствору при помешивании стеклянной палочкой прибавляют по каплям ледяную уксусную кислоту до тех пор, пока раствор не начнет пахнуть уксусной кислотой.

Смесь оставляют стоять на ночь, а на следующий день отфильтровывают на маленькой воронке Бюхнера выпавшие кристаллы кислой калиевой соли сахарной кислоты. Кристаллы промывают несколькими каплями ледяной воды и перекристаллизовывают из возможно малого количества горячей воды, предварительно прокипятив раствор с активированным углем и отфильтровав его на воронке Бюхнера. Из фильтрата по охлаждению выпадают чистые кристаллы кислого сахарнокислого калия. Их отсасывают и сушат между листьями фильтровальной бумаги. Выход около 2 г.

Литература

1. Травень В. Ф. Органическая химия [Текст]: учебное пособие для вузов Т.1. М.: Бином. Лаборатория знаний», 2013. – 368 с.
5. Травень В. Ф. Органическая химия [Текст]: учебное пособие для вузов Т.2. М.: Бином. Лаборатория знаний», 2013. – 517 с.
3. Петров А. А. Органическая химия [Текст]: учебник для вузов / А. А. Петров, Х. В. Бальян, А. Т. Трощенко / Спб.:2002. – 624 с.
4. Березин Б. Д. Курс современной органической химии [Текст]: учебное пособие для вузов / Б. Д. Березин, Д. Б. Березин / М.: Высш. шк, 1999. – 768 с.
5. Смит В. А. Основы современного органического синтеза [Текст] / В. А. Смит, А. Д. Дильман. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 750 с.
6. Юрьев Ю. К. Практические работы по органической химии [Текст]: учебное пособие / Ю.К. Юрьев, Р.Я. Левина, Ю.С. Шабаров. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1969. Вып. IV. – 255 с.
7. Гитис С. С. Практикум по органической химии [Текст]: учебное пособие / С.С. Гитис, А.И. Глаз, А.В. Иванов.– М.: Высшая школа, 1991. – 303 с.
8. Данилин А. А. Лабораторный практикум по органической химии [Текст]: учебное пособие /А. А. Данилин, Г. Ф. Названова. – Самара: Изд-во «Самарский университет», 2003. – 60 с.
9. Нифантьев И. Э. Практикум по органической химии. [Текст]: Методическая разработка для студентов факультета биоинженерия и биоинформатики / И. Э. Нифантьев, П. В. Ивченко. – Москва, МГУ, 2006. – 108 с.
10. Володина Г. Б., Якунина И.В. Лабораторный практикум по органической химии [Текст]: /Г. Б. Володина, И. В. Якунина. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. – 80 с.
11. Практикум по органической химии: Синтез и идентификация органических соединений [Текст] // Под ред. О. Ф. Гинзбурга, А. А. Петрова. – М.: Высшая школа, 1989. – 318 с.