

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Солоненко Анна Александровна
Должность: Директор
Дата подписания: 2025.11.02 10:55:33
Уникальный идентификатор:
d9ba9a2cd16eafcafe42fb478ad037f8b3050e51



Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Астраханский государственный
технический университет»
(ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ»)

Система менеджмента качества в области образования, воспитания, науки и инноваций сертифицирована DQS
по международному стандарту ISO 9001:2015

Факультет высшего образования

**Кафедра «Гуманитарные и
социально-экономические дисциплины»**

ОРГАНИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
для обучающихся по направлению подготовки

19.03.03 Продукты питания животного происхождения,
35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура,

Автор: Нефедова И.В., преподаватель кафедры «Гуманитарных и социально-экономических дисциплин»

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Органическая и биологическая химия» предназначены для обучающихся по направлениям 19.03.03 Продукты питания животного происхождения, 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура.

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении лабораторных работ. Настоящие методические указания содержат работы, которые позволят обучающимся практически овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности.

Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Общая и неорганическая химия» утверждены на заседании кафедры «Гуманитарные и социально-экономические дисциплины».

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы по дисциплине «*Органическая и биологическая химия*» предназначены для обучающихся. Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении лабораторных работ.

Настоящие методические указания содержат работы, которые позволят обучающимся овладеть знаниями, умениями, навыками, *опытом лабораторной практической деятельности*.

Организация работы и ведение лабораторного журнала

Методы, характер и приемы работы в лаборатории органической химии, а также используемое оборудование имеют резкое отличие от известных студенту работ в лаборатории неорганической химии. Большинство органических соединений являются неэлектролитами, и реакции с их участием протекают гораздо медленнее, чем обычные ионные реакции. Кроме того, помимо желаемых реакций могут протекать вторичные процессы, которые будут требовать дополнительного времени на очистку основного продукта от примесей. Поэтому при работе с органическими веществами необходимо точно соблюдать все условия, предусмотренные опытом, а именно соотношение реагирующих веществ, температуру, давление, продолжительность процесса. Перед выполнением лабораторной работы каждый студент должен быть подготовлен к ней. Подготовка проводится до занятий по учебникам, методическим пособиям и лекционным записям, затем необходимо внимательно прочитать и самостоятельно усвоить описание работы по данному пособию. В рабочем журнале/общая тетрадь/ для лабораторных работ должны быть: дата, тема, краткое описание опытов, возможные уравнения реакций, четкие выводы и расчеты, а также ответы на контрольные вопросы. Приступая к выполнению любого опыта, предусмотренного лабораторной работой, студент обязан внимательно ознакомиться с его описанием, с приборами, реактивами и наличием их на рабочем месте. Особое внимание следует обращать на пункты, в которых указано: **ОСТОРОЖНО**, **ОГНЕОПАСНО**, **РАБОТАТЬ ПОД ТЯГОЙ**, **ЯД** и т.д. В процессе работы следует внимательно следить за ходом опыта, отмечать все изменения и сразу же записывать в лабораторный журнал все свои наблюдения и возможные уравнения протекающих реакций. В процессе работы необходимо использовать только чистую химическую посуду, так как даже малейшие примеси могут привести не только к срыву опыта, но и к несчастному случаю. Рабочее место следует содержать в чистоте и ни в коем случае не загромождать посторонними предметами. Каждый студент всегда должен быть хорошо осведомлен о степени чистоты исходных соединений, с которыми он работает. После выполнения всех опытов студенты обязаны привести рабочие места в порядок, ответить на контрольные вопросы и защитить лабораторную работу. При описании опыта не следует дословно переписывать текст данного пособия. Необходимо научиться применять собственные четкие формулировки, пользоваться структурными формулами.

Для иллюстрации приводится образец записи в лабораторном журнале:

- а) дата проведения опыта /опытов/;
- б) тема: Очистка органических соединений;
- в) название опыта: кристаллизация;
- г) кристаллизация щавелевой кислоты,
- д) краткое описание опыта: в стаканчик или коническую колбочку емкостью от 75 до 100 мл помещают 22,0 г щавелевой кислоты, 5,0 мл дистиллированной воды и содержимое стаканчика нагревают до кипения, при этом щавелевая кислота полностью растворяется, горячий раствор

быстро фильтруют через маленький складчатый фильтр и фильтрат делят на 2 части. Одну часть быстро охлаждают, погружая в холодную воду. Что наблюдается? Вторую часть горячего раствора оставляют медленно охлаждаться при комнатной температуре в течение 20-25 минут. Что наблюдается? Отличительные признаки.

Тема: Теоретические представления в органической химии

Лабораторная работа № 1

Изучение строения и номенклатуры органических соединений по моделям Стюарта-Бриглеба

Цель: формирование умений и навыков определения, к какому классу относится органическое соединение, умения давать названия, объяснять электронное строение органических соединений, писать формулы изомеров.

Теоретическое введение: Модели Стюарта-Бриглеба наиболее точно согласуются с известными данными о строении органических соединений. Они дают правильное представление о длине и направленности ковалентной связи, величинах валентных углов, пространственных конфигурациях и объеме молекул. Атомы химических элементов представлены усечёнными шариками различного цвета (С – чёрный, Н – белый, О – красный, N – синий и т.д.). Количество срезов (срезов) соответствует числу атомов, связанных с данным атомом ковалентными связями. При этом количество срезов может быть равно или меньше валентности элемента, так как существуют простые и кратные связи.

СН₄ С – чёрный шарик с четырьмя срезами

Н – белый шарик с одним срезом

Н₂С = О С – чёрный шарик с тремя срезами

Н – белый шарик с одним срезом

О – красный шарик с одним срезом.

Опыт 1. В ходе выполнения лабораторной работы соберите модели Стюарта Бриглеба следующих органических соединений:

СН₃ – СН₂ – СН₂ – СН₃ СН₃ – СН(СН₃) – СН₂ – СН₃

СН₂ = СН – СН₂ – СН₃ СН₃ – СН = СН – СН₂ – СН₃ (цис-)

СН₃ – СН = СН – СН₂ – СН₃ (транс-)

СН₂ = СН – С ≡ СН СН₃ – СН = СН – С ≡ СН₃ (цис-)

СН₃ – СН = СН – С ≡ СН₃ (транс-)

СН₃ – СООН НСОО-СН₃

Модели атомов соединяются при помощи кнопок, а в случае двойной связи используются кнопки со стопором, что соответствует отсутствию свободного вращения атомов относительно друг друга.

2. Приведите названия заданных соединений (тривиальные, рациональные, систематические).

3. Определите к каким классам они относятся, укажите имеющиеся функциональные группы.

4. Зарисуйте собранные модели в лабораторной тетради, напишите полные структурные формулы заданных соединений, определите и укажите на структурных формулах валентные состояния атомов углерода, величины валентных углов, σ - и π -связей.
5. Определите, какие из соединений являются структурными, какие – пространственными изомерами;

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Классификация органических соединений.
2. Какие органические соединения называются углеводородами и их функциональными производными?
3. Дайте определение функциональной группе. Приведите формулы функциональных групп и назовите их.
4. Сформулируйте основные принципы систематической номенклатуры органических соединений.
5. Что называют углеводородным радикалом? Приведите формулы и названия углеводородных радикалов.
6. Какими химическими связями соединяются атомы в молекулах органических соединений?
7. Каково электронное строение: σ - и π -связей?
8. sp^3 -, sp^2 -, sp -гибридизация электронных орбиталей атомов углерода.
9. Дайте определение изомерии органических соединений? Какие виды её существуют?

**Тема: Углеводороды
Лабораторная работа №2**

Изучение способов получения и физико-химических углеводородов (алканов, алкенов). Проведение качественных реакций.

Цель: формирование навыков и умений получения насыщенных и ненасыщенных углеводородов в лабораторных условиях, установления с помощью качественных реакций предельности углеводородов.

Теоретическое введение: Предельными углеводородами (алканами) называются углеводороды, в молекулах которых атомы связаны между собой только простыми или одинарными ковалентными связями. Ковалентные связи в молекулах алканов прочные, неполярные или малополярные, поэтому в обычных условиях для алканов характерна устойчивость к различным реагентам. Алканы способны к реакциям замещения и отщепления водорода, а также к реакциям разложения, протекающим с разрывом углеродной цепи, не способны к реакциям присоединения. Реакции алканов идут преимущественно по радикальному механизму и в достаточно жёстких условиях. Алкены – непредельные ациклические углеводороды, характеризующиеся наличием двойной связи, состоящей из одной σ - и одной

π -связи. Алкены значительно более реакционноспособны по сравнению с алканами за счёт меньшей прочности – π -связи по сравнению с σ -связью. Они вступают в химические реакции главным образом по двойной связи в первую очередь с разрывом π -связи: реакции электрофильного присоединения, окисления, полимеризации. Реакции алкенов с бромной водой и водным раствором перманганата калия являются качественными на двойную связь. Этими же реагентами можно открыть тройную связь в органических соединениях.

Опыт 1. Получение метана и изучение его свойств

В сухую пробирку поместите смесь примерно равных количеств обезвоженного (сплавлением) уксуснокислого натрия и натронной извести, высота слоя в пробирке около 10 мм. Пробирку закройте пробкой с газоотводной трубкой, держа в горизонтальном положении, нагрейте ее в пламени горелки, сначала обогревайте всю пробирку, затем сильно нагревайте

смесь, вводя на 1–2 мин поочередно конец газоотводной трубки в пробирки,

с предварительно налитым раствором перманганата (10 капель) и раствора бромной воды (10 капель). Обесцвечивание растворов не происходит. Не прекращая нагревания смеси, подожгите газообразный метан, выделяющийся из газоотводной трубки. Обратите внимание на то, что метан горит несветящимся пламенем. Иногда оно бывает окрашено в желтый цвет за счет натрия, содержащегося в стекле. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 2. Свойства жидких предельных углеводородов

В две пробирки поместите по 5 капель петролейного эфира (смесь насыщенных углеводородов) и добавьте по 1–2 капли в одну раствора перманганата, в другую – раствор бромной воды. Содержимое пробирок энергично перемешайте. Окраска брома и перманганата калия при этом не исчезает. Объясните почему? В пробирку поместите 2 капли петролейного эфира и 2 капли серной кислоты. Содержимое пробирок энергично перемешайте 1–2 минуты, охлаждая пробирку холодной проточной водой. В условиях опыта алканы с серной кислотой не реагируют. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 3. Получение этилена и изучение его свойств

В сухую пробирку поместите один-два кусочка битого стекла (или несколько крупинок песка), и 10 капель готовой спиртово-кислотной смеси (в вытяжном шкафу), закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагрейте пробирку в пламени горелки, вводя поочередно конец газоотводной трубки в пробирки, с предварительно налитым перманганатом /5 капель / и раствора бромной воды (5 капель). Пропускайте этилен до обесцвечивания раствора в пробирках. Не прекращая нагревания смеси, выньте конец газоотводной трубки из пробирки, подожгите газообразный

этилен, выделяющийся из газоотводной трубки. Обратите внимание, что этилен горит светящимся пламенем. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 4. Свойства жидких непредельных углеводородов

В две пробирки поместите по 4 капли бензина или керосина и добавьте по 1–2 капли в одну пробирку раствора перманганата калия, в другую – раствора бромной воды, содержимое пробирок энергично перемешайте. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Напишите общие формулы углеводородов гомологических рядов алканов, алкенов и аренов.
2. Напишите формулы возможных изомеров пентана, пентена-2 и гидрохинона. Назовите виды изомерии и изомеры по систематической номенклатуре.
3. Какие способы получения алканов, алкенов и аренов вы знаете?
4. Охарактеризуйте электронное строение метана, этилена и бензола.
5. Приведите примеры реакций замещения для метана, укажите по какому механизму они протекают.
6. Приведите примеры реакций присоединения для этилена, укажите по какому механизму они протекают?
7. Охарактеризуйте промышленное применение насыщенных и ненасыщенных углеводородов и их нахождение в природе.
8. Какие реакции являются качественными на двойную связь?

Тема: Гидроксисоединения

Лабораторная работа № 3

Изучение физико-химических свойств гидроксисоединений (спиртов и фенолов). Проведение качественных реакций

Цель: формирование навыков и умений установления различий в кислотных свойствах спиртов и фенолов, проведения реакций окисления спиртов и качественных реакций на многоатомные спирты и фенолы.

Теоретическое введение: Спирты можно рассматривать как производные алифатических углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на гидроксильную группу (-ОН). По числу гидроксильных групп они делятся на одно- и многоатомные; в зависимости от того, с каким (первичным, вторичным или третичным) атомом углерода связана гидроксильная группа – на первичные, вторичные и третичные. Спирты обладают чрезвычайно слабыми кислотными свойствами, слабее чем у воды. Они не окрашивают лакмус в красный цвет, практически не взаимодействуют с водными растворами щелочей, однако со щелочными металлами дают алкоголяты – соли слабых кислот, легко подвергающиеся

гидролизу. Спирты можно рассматривать и как очень слабые основания, так как они могут протонироваться за счёт неподелённой электронной пары атома кислорода, образуя оксониевые соединения (соли). В первом приближении все спирты можно считать нейтральными соединениями. Спирты вступают в реакции замещения, окисления, отщепления. Многоатомные спирты вступают ещё и в реакции поликонденсации. В обычном спирте ректификате содержится около 5 % воды, которую нельзя удалить перегонкой, так как ректификат является азеотропной смесью. Безводный сульфат меди, связывая воду, переходит в синий кристаллогидрат $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. По изменению окраски судят о наличии воды в спирте и о ходе обезвоживания спирта. Фенолами называются производные ароматических углеводородов, содержащие в молекулах гидроксильную группу при атоме углерода бензольного ядра. Фенолы, как и спирты, делятся по числу гидроксильных групп на одно- и многоатомные. Химические свойства фенолов объясняются их электронным строением. Неподеленная электронная пара атома кислорода находится в сопряжении с π – электронами бензольного ядра, что приводит к большей полярности связи О-Н. Появляется большая по сравнению со спиртами возможность диссоциации фенолов по связи О-Н с отщеплением протона. В водных растворах фенолы ведут себя, как слабые кислоты, они не окрашивают лакмус в красный цвет, солеобразные производные фенолов - феноляты в водных растворах сильно гидролизуются и даже такие слабые кислоты, как угольная, вытесняют из фенолятов свободные фенолы. В отличие от спиртов фенолы могут образовывать феноляты и при действии водных растворов щелочей. Фенолы из-за положительного индуктивного эффекта гидроксильных групп значительно легче по сравнению с аренами вступают в реакции электрофильного замещения, окисления, присоединения. Реакции фенолов с бромной водой и хлоридом железа (III) являются качественными на фенолы.

Опыт 1. Обнаружение присутствия воды в спирте и обезвоживание спирта

В сухую пробирку поместите один микрошпатель белого порошка безводного сульфата меди и добавляйте 5 капель этилового спирта, хорошо встряхивайте и нагревайте до окрашивания белого порошка в голубой. Полученный обезвоженный спирт осторожно слейте и используйте для следующего опыта. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 2. Образование этилата натрия

В сухую пробирку поместите маленький кусочек металлического натрия, добавляйте 3–4 капли этилового спирта. Сейчас же начинается бурное выделение водорода. Пробирку отверстием поднесите к пламени горелки, водород воспламеняется с характерным звуком, образуя маленькое колечко голубого цвета. На дне пробирки остается беловатый осадок этилата натрия или его раствор (если бы был взят избыток спирта). Прибавьте 2–3 капли воды, осадок растворяется. Иногда наблюдается очень незначительная вспышка за счет ничтожных остатков не прореагировавшего натрия (если его

взять избыток). Добавьте 1 каплю раствора фенолфталеина, появляется малиновое окрашивание. Объясните, почему после прибавления воды раствор фенолфталеина окрашивается в красный цвет? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 3. Взаимодействие глицерина с гидроксидом меди

Поместите в пробирку 3 капли раствора сульфата меди, 3 капли раствора едкого натра и перемешайте – образуется голубой студенистый осадок гидроксида меди. В пробирку добавьте 3–4 капли глицерина и взболтайте содержимое. Осадок растворяется и появляется тёмно-синее окрашивание вследствие образования глицерата меди (внутрикомплексное, хелатное соединение). Объясните, почему многоатомные спирты в отличие от одноатомных вступают в реакцию с гидроксидами тяжелых металлов? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 4. Окисление этилового спирта хромовой смесью

В пробирку поместите 3–4 капли этилового спирта, добавьте 2–3 капли раствора серной кислоты и 2–3 капли раствора бихромата калия. Оранжевый раствор в пробирке нагрейте на водяной бане до начала изменения окраски на синевато-зеленую. Одновременно будет ощущаться запах уксусного альдегида. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, сформулируйте вывод.

Опыт 5. Дегидратация глицерина

Поместите в пробирку 1/3 микрошпателя бисульфата калия и 3–4 капли глицерина. Нагрейте на пламени горелки (безводный бисульфат плавится при температуре около 205С. Сырой бисульфат плавится значительно ниже. Поэтому, пока вся вода из него не удалится, разложение глицерина не происходит). Признаком реакции дегидратации глицерина служит побурение жидкости в пробирке и появление резкого, острого запаха. Опустите в пробирку полоску фильтровальной бумаги, смоченную раствором фуксинсернистой кислоты. Как только пары достигают бумаги, она окрасится в красный цвет. На что это указывает? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 6. Получение и разложение фенолятов

В пробирку поместите 3–4 капли жидкого фенола и добавьте 3–4 капли воды, тщательно перемешайте. К полученной эмульсии добавьте 3–4 капли раствора едкого натра. Моментально образуется прозрачный раствор фенолята натрия, так как он хорошо растворим в воде. К половине прозрачного раствора фенолята натрия добавьте 2–3 капли серной кислоты. Вновь выделяется свободный фенол в виде эмульсии. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 7. Растворимость фенола в воде

Поместите в пробирку 3–4 капли жидкого фенола, прибавьте 3–4 капли воды и взболтайте. Образуется мутная жидкость – эмульсия фенола. При сгорании такая эмульсия постепенно расслаивается: верхний слой – раствор

фенола в воде (карболовая кислота), нижний – раствор воды в феноле. Поместите пробирку в водяную баню до помутнения однородного раствора. При охлаждении вновь образуется мутная жидкость. При повышении температуры увеличивается растворимость как воды в феноле, так и фенола в воде, и при 68 °С они смешиваются друг с другом в любых отношениях. Обратите внимание на то, что фенол в чистом виде представляет собой бесцветное кристаллическое вещество с характерным запахом, плавящийся при 41 °С. Температура плавления фенола сильно понижается от примеси небольших количеств воды (кристаллогидрат плавится при 16 °С). Кристаллы фенола при стоянии на воздухе расплываются, образуя так называемый жидкий фенол. Запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 8. Реакции фенолов с хлоридом железа (III)

В одну пробирку поместите 3–4 капли раствора фенола, в другую – пирокатехина, в третью – резорцина, в четвертую – гидрохинона, в пятую – пирагаллола. В каждую из них добавьте по 3–4 капли раствора железа. При этом в первой пробирке появляется красно-фиолетовое, в четвертой – зеленое, моментально переходящее в желтое, в пятой – красное. Объясните, почему быстро изменяется зеленая окраска с гидрохиноном? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Напишите общие формулы спиртов и фенолов.
2. Опишите электронное строение метанола и фенола.
3. Какие способы получения спиртов и фенолов вам известны?
4. Объясните, почему у фенолов по сравнению со спиртами более выражены кислотные свойства?
5. Перечислите типы химических реакций, характерные для спиртов и фенолов, напишите соответствующие уравнения реакций.
6. Напишите уравнения реакций окисления первичных, вторичных и третичных спиртов, а также фенолов, укажите условия и протекания. Объясните различия в способности к окислению указанных соединений.
7. Укажите реакцию, позволяющую отличать одноатомные спирты от многоатомных, напишите уравнение этой химической реакции.
8. Напишите уравнения качественных реакций на многоатомные спирты и фенолы.

Тема: Оксосоединения

Лабораторная работа № 4

Изучение физико-химических свойств оксосоединений (альдегидов и кетонов), проведение качественных реакций

Цель: формирование навыков и умений получения альдегидов в лабораторных условиях, проведения качественных реакций на альдегидную группу, получения высокомолекулярных соединений из альдегидов.

Теоретическое введение: Альдегиды и кетоны – производные углеводов, содержащие оксо-(карбонильную) группу $=C=O$. В альдегидах она связана с углеводородным радикалом и атомом водорода $R(Ar)-CH=O$, в

кетонах - с двумя углеводородными радикалами $R(Ar)-CO-R(Ar)$. Альдегиды и кетоны являются сильно полярными соединениями, так как в карбонильной группе более электроотрицательный атом кислорода оттягивает к себе электроны, образуя двойную связь. Кетоны менее реакционноспособны по сравнению с альдегидами, так как алкильные радикалы оказывают электронодонорное действие (положительный индуктивный эффект и тем самым, компенсируют в некоторой степени частичный положительный заряд $(+\delta)$ на карбонильном атоме углерода, что приводит к уменьшению дипольного момента оксо-группы. Кроме того, объемные углеводородные радикалы могут создавать пространственные препятствия для реагентов. Различная реакционная способность альдегидов и кетонов сильнее всего сказывается в отношении к окислителям: альдегиды легко окисляются при действии таких слабых окислителей, как оксид серебра и гидроксид меди (II), являющиеся качественными на альдегидную группу. Кетоны окисляются только сильными окислителями, такими, как перманганат калия в кислой среде, хромовая кислота и другие, при нагревании. Для альдегидов и кетонов характерны реакции нуклеофильного присоединения по карбонильной группе

(продукты присоединения в ряде случаев отщепляют воду и реакции по результатам выглядят как реакции замещения), реакции замещения кислорода в карбонильной группе и водорода в α -положении по отношению к карбонильной группе, конденсации, полимеризации и другие. Задание и этапы проведения лабораторной работы

Опыт 1. Получение уксусного альдегида

В сухую пробирку поместите 2–3 капли этилового спирта. Спираль из медной проволоки нагрейте в пламени горелки до появления черного налета оксида меди. Еще горячую спираль опустите в пробирку с этиловым спиртом. Черная поверхность спирали мгновенно превращается в золотистую за восстановления оксида меди. Одновременно можно определить образование уксусного альдегида по характерному запаху (запах яблок). Более убедительным доказательством образования уксусного альдегида служит цветная реакция с фуксинсернистой кислотой. Для проведения реакции из пробирки удалите медную спираль и добавьте в пробирку 2 капли раствора фуксинсернистой кислоты. Появляется розово-фиолетовое окрашивание. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 2. Окисление альдегидов аммиачным раствором оксида серебра (реакция «серебряного зеркала»)

В чистую пробирку поместите 2 капли раствора нитрата серебра и прибавьте каплю раствора аммиака. Образовавшийся бурый осадок гидроксида серебра растворите, добавляя избыток - 1–2 капли раствора

аммиака. Затем прибавьте каплю раствора муравьиного альдегида, поставьте пробирку в водяную баню, нагретую до 50-60 С, до выделения на стенках пробирки серебра в виде блестящего зеркального налета (комплексный ион металла восстанавливается до металлического серебра). Альдегид окисляется до кислоты, которая образует аммониевую соль. Объясните, к какому типу относится данная реакция? Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 3. Окисление альдегидов гидроксидом меди (II)

В пробирку поместите 4 капли раствора едкого натра, разбавьте его 4 каплями воды и добавьте 2 капли раствора сульфата меди. К выпавшему осадку гидроксида меди (II) прибавьте 1 каплю раствора муравьиного альдегида, содержимое пробирки перемешивают. Нагрейте над пламенем горелки до кипения только верхнюю часть так, чтобы нижняя часть оставалась для контроля холодной. В нагретой части пробирки выделяется желтый осадок гидроксида меди (I), переходящий в красный оксид меди (I), а иногда на стенках пробирки выделяется даже металлическая медь. Объясните, к какому типу относится данная реакция. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 4. Реакция ацетона с гидросульфитом натрия

В пробирку поместите 4 капли ацетона и прибавляют 6 капель раствора гидросульфита натрия. Слегка разогревшуюся смесь охладите холодной водой. Затем пробирку встряхните или потрите стеклянной палочкой о стенки пробирки. Вскоре выделяется белый осадок гидросульфитного производного ацетона. Содержимое пробирки разделите на две части. В одну пробирку внесите 5 капель соляной кислоты, в другую – 5 капель раствора щелочи и нагревайте до исчезновения осадка. Отметьте запах выделившихся паров после прибавления к гидросульфитному производному ацетона раствора кислоты и щелочи. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Опыт 5. Получение фенолформальдегидной смолы

Поместите в пробирку 4 капли жидкого фенола, добавьте 5 капель раствора муравьиного альдегида, образуется прозрачный раствор. Добавьте к полученному раствору 1–2 капли соляной кислоты (в тяге) и поставьте его в кипящую водяную баню. После 5–10 мин кипячения (при этом необходимо тщательно перемешивать) образуется фенолформальдегидная смола - твердый кусочек, который можно вытряхивать из пробирки. Объясните, почему при добавлении к жидкому фенолу муравьиного альдегида раствор становится прозрачным. Напишите уравнения реакций, запишите наблюдения, и сформулируйте вывод.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Каково электронное строение оксо-группы?
2. Напишите все возможные формулы альдегидов и кетонов с общей

формулой C_5H_8O . Назовите их по систематической номенклатуре.

3. Укажите способы получения альдегидов и кетонов.

4. Напишите уравнения реакций, в которые вступают и уксусный альдегид, и ацетон.

5. Расположите в ряд по убывающей химической активности и объясните такое расположение для соединений: ацетон, муравьиный альдегид, пропионовый альдегид.

6. Напишите уравнения качественных реакций на альдегидную группу.

Тема: Карбоновые кислоты

Лабораторная работа № 5

Изучение физико-химических свойств карбоновых кислот

Цель: формирование навыков и умений установления кислотных свойств карбоновых кислот, проведения реакций разложения и изомеризации для ряда карбоновых кислот; получения биурета и доказывать наличия в нем повторяющихся амидных связей.

Теоретическое введение: Карбоновыми кислотами называются производные углеводородов, содержащие карбоксильную группу ($-COOH$), характеризующую класс кислот. Первым представителем этого рода является муравьиная кислота $HCOOH$, в которой карбоксильная группа связана с атомом водорода. Для карбоновых кислот характерны кислотные свойства, они вступают в реакции этерификации, замещения гидроксильной группы с образованием функциональных.

Опыт 1. Получение муравьиной кислоты и ее окисление

Поместить в пробирку 3 капли хлороформа, добавить 3 капли 10%-го раствора гидроксида натрия и содержимое пробирки нагреть на водяной бане до исчезновения запаха хлороформа. Затем пробирку охладить, добавить 1 мл Фелинговой жидкости и нагревать исследуемый раствор до появления красного осадка. Написать реакцию: производных (галогенангидридов, ангидридов, амидов) и замещения.

Опыт 2. Получение уксусноизоамилового эфира

Поместить в пробирку 1-2 капли изоамилового спирта, 1-2 капли 60%-го раствора уксусной кислоты, 1-2 капли концентрированной серной кислоты и содержимое пробирки нагревать в кипящей водяной бане 5-7 минут. После нагревания прибавить в пробирку около 10 мл дистиллированной воды и отметить характерный запах грушевой эссенции.

Написать реакцию.

Опыт 3. Получение ацетата натрия

В пробирку налить 2 мл 10% раствора соды и добавить 0,5 мл уксусной кислоты. Объяснить полученные результаты. Написать уравнение реакции.

Опыт 4. Разложение щавелевой кислоты при нагревании

Насыпать в пробирку небольшое количество (0,5-1,0 г) щавелевой кислоты и закрыть пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Конец газоотводной трубки погрузить в пробирку с баритовой водой. Пробирку со щавелевой кислотой нагреть - происходит выделение углекислого газа и

оксида углерода. Обнаружить углекислый газ по помутнению баритовой воды. Написать уравнения реакции.

Вопросы для самопроверки

1. Чем определяется основность кислот?
2. Как изменяется сила карбоновых кислот в зависимости от строения радикала?
3. Как обнаружить акриловую кислоту в смеси с пропионовой кислотой?
4. Что получится при декарбоксилировании малоновой, адипиновой кислот?
5. Какие производные по карбоксильной группе могут давать а) одноосновные; б) двухосновные кислоты на примере малоновой и бутановой кислот?
6. Чем отличаются друг от друга фумаровая и малеиновая кислоты? Приведите химическую реакцию, позволяющую различить эти кислоты.
7. Как можно получить соли высших жирных кислот? Их применение.

Тема. Свойства нейтральных жиров

Лабораторная работа № 6

Цель: изучить реакционную способность нейтральных жиров, закрепить теоретические знания по применению жиров.

Теоретическое введение: Нейтральные жиры - сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и высших карбоновых кислот. В состав жиров могут входить остатки предельных и непредельных кислот. Жиры, образованные предельными кислотами (масляной, пальмитиновой, стеариновой и др.), имеют, как правило, твердую консистенцию. Если в составе жира содержатся остатки непредельных кислот (олеиновой, линолевой, линоленовой), они представляют собой вязкие жидкости и часто называются маслами. Масла – это, жидкие жиры растительного происхождения (исключением является твердое пальмовое масло).

Опыт 1. Определение степени ненасыщенности жира

В пробирку отмерить 2–3 капли растительного жира и прибавить бромной воды. Тщательно взболтать содержимое пробирки. Отметить обесцвечивание бромной воды.

Опыт 2. Омыление жира

В небольшую фарфоровую чашку отмерить 5–6 капель растительного масла, прибавить 1 мл 30%-го раствора гидроксида калия и нагревать на слабом огне 5–6 минут, помешивая время от времени гидролизующий жир стеклянной палочкой (не давать жидкости сильно кипеть!). Полноту омыления жира проверить следующей пробой. Одну каплю гидролизованного жира внести в пробирку с 5–6 мл дистиллированной воды. Если омыление жира закончилось, то прибавленная капля гидролизованного жира растворится в дистиллированной воде и при встряхивании раствора образуется пена.

Тема. Свойства оксикислот **Лабораторная работа № 7**

Цель: изучить реакционную способность оксикислот, закрепить теоретические знания.

Теоретическое введение: Оксикислоты – это производные карбоновых кислот, у которых один или несколько атомов водорода радикала замещены на гидроксильные группы. Основные представители: гликолевая кислота, молочная кислота, яблочная кислота, винная кислота, лимонная кислота, салициловая кислота. Оксикислоты бифункциональные соединения, т.е. для них характерны свойства и кислот и спиртов. Они обладают свойствами кислот и вступают в реакции нейтрализации, этерификации, образование амидов. Подобно спиртам подвергаются дегидрированию, дегидратации, образованию простых эфиров.

Опыт 1. Получение железной соли молочной кислоты

Налить в пробирку 1 мл 1%-го раствора фенола и прибавлять по каплям 3%-й раствор хлорида железа (III) до появления темно фиолетового окрашивания (фенолят железа). К полученному феноляту добавить несколько капель 1 %-го раствора молочной кислоты и отметить появление желто-зеленой окраски раствора.

Опыт 2. Реакция салициловой кислоты с хлорным железом

К 1–2 мл 1 %-го раствора салициловой кислоты прибавить 1–2 мл 1%-го раствора хлорида железа (III). Наблюдается фиолетовое окрашивание, характерное для фенола. Объяснить полученный результат.

Опыт 3. Гидролиз аспирина

Несколько кристалликов аспирина растворить в 4–5 мл воды. К одной части полученного раствора прибавить 1–2 капли 1%-го раствора хлорида железа. Характерного для фенола окрашивания не наблюдается. Другую часть раствора кипятить 2–3 минуты, затем охладить и вновь прибавить 1–2 капли 1%-го раствора хлорида железа. Появляется фиолетовое окрашивание. Написать уравнения реакций.

Тема. Свойства моносахаридов **Лабораторная работа № 8**

Цель: изучить реакционную способность моносахаров, закрепить теоретические знания особенностей строения и классификации углеводов.

Теоретическое введение: Углеводы - гетерофункциональные соединения, в составе которых содержится карбонильная группа (COOH) и несколько гидроксильных. Они являются наиболее распространенные в природе органические соединения. Являются компонентами клеток всех растительных и животных организмов. Свое название получили потому, что состав многих из них выражается общей формулой $C_n(H_2O)_n$, т.е. они формально являются соединениями углерода и воды.

Опыт 1. Окисление глюкозы

Проба Троммера: К 2–3 мл 2%-го раствора глюкозы добавить 1/3 объема 10%-го раствора гидроксида натрия и по каплям 3%-го раствора сульфата меди (II) до появления осадка, не исчезающего при взбалтывании. Содержимое пробирки нагреть до появления красного осадка.

Проба Толленса («серебряного зеркала»): В пробирку налить 1–2 мл 2%-го раствора нитрата серебра, прибавить по каплям 10% раствор гидроксида натрия до выпадения осадка. Выпавший осадок растворить несколькими каплями 10%-го раствора аммиака и прибавить 1–2 мл 2%-го раствора глюкозы. Содержимое пробирки нагреть в водяной бане (60–70°C) в течение 3–5 мин. (не встряхивать!). Отметить образование «серебряного зеркала» на стенках пробирки.

Опыт 2. Образование сахара кальция

Отмерить в пробирку 5–6 капель 10%-го раствора хлорида кальция и прибавить 8–10 капель 10%-го раствора гидроксида натрия. К полученному осадку гидроксида кальция прибавлять по каплям 5%-й раствор глюкозы (взбалтывая жидкость) до растворения осадка. Параллельно проделать реакцию с фруктозой.

Вопросы для самопроверки

1. Какими реакциями можно доказать наличие в молекуле глюкозы: а) нормальной цепи углеродных атомов; б) альдегидной группы; в) пяти гидроксидных групп. Напишите уравнения.
2. На примере D-фруктозы запишите цикло-оксотаутомерию и приведите по одной реакции, характерной для обеих форм.
3. Объясните, почему у свежеприготовленного раствора D-рибозы в течение некоторого времени происходит изменение угла вращения плоскости поляризации света.

Тема. Свойства ди- и полисахаридов

Лабораторная работа № 9

Цель: изучить реакционную способность диносахаров и полисахаридов, закрепить теоретические знания особенностей строения и применения углеводов.

Теоретическое введение: Дисахариды в молекулах которых сохраняется полуацетальный гидроксил (мальтоза, лактоза) в растворах частично превращаются в открытые альдегидные формы и вступают в реакции, характерные для альдегидов, в частности в реакцию «серебряного зеркала» (с Ag_2O), с $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

Все дисахариды являются многоатомными спиртами, для них характерны все свойства многоатомных спиртов (образование эфиров, качественные реакции). Все дисахариды гидролизуются с образованием моносахаридов. Полисахариды являются представителями олигосахаров. Остатки двух молекул моносахаридов, соединенные в дисахариде, могут быть одинаковыми или разными. При образовании дисахаридов одна молекула моносахарида образует связь со второй с помощью полуацетального

гидроксильной. Вторая молекула образует связь либо полуацетатильным гидроксильным, либо каким-нибудь из остальных. В последнем случае сохраняется полуацетатильный гидроксил, который может превратиться в карбонильную группу, поэтому они дают типичные альдегидные реакции: присоединяют HCN , образуют гидразоны, обладают восстанавливающими свойствами. Такие дисахариды (мальтоза, лактоза, целлобиоза) называются восстанавливающими. Напротив, дисахариды, лишённые полуацетатильного гидроксильного, не восстанавливают гидроксид меди, аммиачного комплекса серебра, не реагируют с фенилгидразином, они называются невосстанавливающими (сахароза, трегалоза). Высокомолекулярные полисахариды делятся на гомополисахара (крахмал, целлюлоза, гликоген) и гетерополисахара (инулин, гепарин, гиалуроновая кислота и т.д.). Большинство полисахаридов не растворимы в воде; остальные дают при растворении гели. Полисахариды практически не обладают восстанавливающими свойствами, но дают все реакции, характерные для гидроксильных групп.

Опыт 1. Взаимодействие дисахаридов с реактивом Фелинга

Налить в две пробирки по 2 мл 3%-х растворов лактозы и сахарозы, добавить к ним по 2 мл реактива Фелинга. Нагреть несколько минут в кипящей водяной бане. Отметить образование осадка в пробирке с лактозой. Объяснить различия в поведении лактозы и сахарозы с реактивом Фелинга.

Опыт 2. Гидролиз сахарозы и свойства инвертного сахара

В две пробирки внести по 2 мл 3% раствора сахарозы и добавить по капле 10%-го раствора серной кислоты. Одну из пробирок нагреть до кипения, и в обе пробирки прибавить по 2 мл реактива Фелинга. Отметить образование в нагретой пробирке красного осадка оксида меди (I) и объяснить результаты.

Опыт 3. Цветная реакция на сахарозы

В две пробирки внести по 2 мл 3%-х растворов лактозы и сахарозы и добавить к ним по 5 капель раствор сульфата кобальта и по 2 мл раствора 3% гидроксида натрия. Встряхнуть и отметить окрашивание пробирки с сахарозой в фиолетовый цвет.

Опыт 4. Кислотный гидролиз крахмала

В пробирку отмерить 4–5 мл 0,5%-го крахмала, добавить 2–3 мл 10%-й серной кислоты и поместить в водяную баню. Степень гидролиза крахмала отмечать через каждые 2–3 минуты. Для этого отмеривать около 0,5 мл гидролизата в пробирку и проделывать с ним пробу Люголя. Отметить промежуточные продукты гидролиза крахмала: декстрины и мальтозу. С остатком гидролизата проделать пробу Троммера.

Вопросы для самоконтроля

1. Докажите цикло-цепную таутомерию: а) мальтозы, б) лактозы.
2. Чем отличается строение крахмала от строения клетчатки?
3. Напишите схему получения фрагмента триацетата клетчатки, используя формулу Хеуорса.

Тема. Свойства аминов и аминоспиртов

Лабораторная работа № 10

Цель: изучить реакционную способность аминов и анилина, закрепить теоретические знания особенностей химических свойств первичных, вторичных и третичных аминов.

Теоретическое введение: Амины - производные аммиака, в молекуле которого один, два или три атома водорода замещены углеводородными радикалами. По числу углеводородных радикалов, замещающих атомы водорода в молекуле аммиака.

Амины, в которых функциональная группа связана с ароматическим ядром, называются ароматическими. Простейшим представителем и родоначальником гомологического ряда является фениламин (аминобензол) или анилин. Для представителей этого класса органических веществ характерны основные свойства, они вступают в реакции алкилирования, ацилирования и дают качественную реакцию с азотистой кислотой. Аминогруппа, как заместитель I рода облегчает реакции замещения в бензольном кольце в положениях 2,4,6. Анилин легко окисляется любыми окислителями с образованием окрашенных продуктов.

Опыт 1. Действие азотистой кислоты на первичный амин

В пробирку поместить 3–4 капли пропиламина, 1–2 мл 10%-го раствора нитрита натрия и 1 мл 10%-го раствора соляной кислоты. Отметить выделение пузырьков газа.

Опыт 2. Основные свойства анилина

Взболтать 3–4 капли анилина с 2–3 мл воды. К полученной эмульсии добавить 10–15 капель 10%-го раствора серной кислоты. Отметить выпадение осадка трудно растворимой кислой сернокислой соли анилина.

Опыт 3. Бромирование анилина

Поместить в пробирку 2–3 капли водного раствора анилина и добавить 1–2 мл бромной воды. Отметить обесцвечивание бромной воды и образование белого осадка триброманилина.

Вопросы для самопроверки

1. Напишите структурные формулы аминов $C_4H_{11}N$, назовите их, укажите первичные, вторичные, третичные амины.
2. Напишите уравнения реакций, с помощью которых из этилена можно получить: а) этиламин; б) пропиламин; в) триэтиламин; г) хлористый тетраэтиламмоний.
3. Используйте ацетон для получения изопропиламина. Напишите для изопропиламина уравнения реакций: а) с хлористым ацетилом; б) с азотистой кислотой.

Тема. Свойства амидов

Лабораторная работа № 11

Цель: изучить реакционную способность амидов на примере мочевины, закрепить теоретические знания особенностей строения амидов.

Теоретическое введение: Амиды - продукт замещения гидроксильной группы карбоновой кислоты на аминогруппу. Мочевина – диамид, полный амид угольной кислоты (карбамид). Амиды подвергаются ацетилированию, конденсации (образование биурета), гидролизу.

Опыт 1. Получение азотнокислой соли мочевины

В пробирку налить около 1 мл 20%-го раствора мочевины и прибавить 5–6 капель концентрированной азотной кислоты (происходит разогревание жидкости!). При охлаждении и встряхивании смеси отметить выпадение кристаллов азотнокислой соли мочевины (мочевина реагирует с одним эквивалентом кислоты).

Опыт 2. Действие азотистой кислоты на мочевину

В пробирку налить 2–3 мл 20%-го раствора мочевины, прибавить несколько капель 10%-го раствора нитрита натрия и 10%-го раствора соляной кислоты. Наблюдается обильное выделение газа.

Опыт 3. Образование биурета из мочевины

Поместить в сухую пробирку небольшое количество (около 0,1г) мочевины и нагреть на пламени горелки. Мочевина плавится и выделяется аммиак (отметить его по запаху). При дальнейшем нагревании содержимое пробирки постепенно затвердевает. Охладив пробирку, налить в нее 2–3 мл воды и взболтать. К полученному раствору биурета добавить 4–5 капель раствора гидроксида натрия и 4–5 капель раствора сульфата меди. Отметить растворение гидроксида меди и появление характерного красно-фиолетового окрашивания.

Вопросы для самопроверки

1. Расположите следующие соединения в порядке возрастания их основных свойств: мочевина, метиламин, триметиламин, гидроокись тетраметиламония, ацетамид.
2. Напишите реакции получения мочевины.
3. Приведите реакции, характеризующие свойства мочевины.

Тема. Пятичленные ароматические гетероциклические соединения Лабораторная работа № 12

Цель: изучить реакционную способность пятичленных гетероциклов, закрепить теоретические знания получения фурафура.

Теоретическое введение: Гетероциклические соединения - наиболее многочисленный класс органических веществ. Они играют большую роль в живой природе. К ним относятся, например, пуриновые и пиримидиновые основания, некоторые аминокислоты, большинство алкалоидов, многие антибиотики и витамины. Гетероциклические соединения содержат в молекуле цикл, в состав которого, кроме атомов углерода, входят атомы других элементов (гетероатомы). Гетероциклические соединения классифицируются в зависимости от размера цикла (трехчленные, пятичленные, шестичленные и т.д.), а также по характеру гетероатомов,

которые входят в их состав (серосодержащие, азотосодержащие, кислородосодержащие и т.д.). Гетероциклические соединения могут обладать ароматическим характером (тиофен, пиррол, пиридин) и по свойствам напоминают бензол. Насыщенные, а также лишенные ароматичности ненасыщенные гетероциклы по химическим свойствам напоминают соответствующие соединения с открытой цепью - амины, эфиры, сульфиды и другие. Присутствие гетероатома в молекуле приводит к нарушению равномерности в цикле и распределения электронной плотности в цикле, что обуславливает способность этих соединений реагировать как с нуклеофильными, так и электрофильными реагентами, а также сравнительно легко претерпевать размыкание цикла.

Опыт 1. Получение фурфурола

Поместить в пробирку немного сухих опилок, добавить 20 капель концентрированной соляной кислоты, 3 капли 1%-го хлористого железа, 15 капель воды. Закрывать пробирку газоотводной трубкой, конец которой опустить в пустую пробирку. Смесь прокипятить и отогнать образующийся фурфурол. Каплю отогнанного фурфурола нанести на фильтровальную бумажку, смоченную уксуснокислым анилином. Появление малиново-красного окрашивания свидетельствует о наличии фурфурола.

Вопросы для самопроверки

1. Напишите структурные формулы соединений:

а) 2,5-диметилфурана; б) пиридинсульфо кислоты; в) 2-аминопиперидина;

2. Объясните причину ароматического характера фурана, тиофена, пиррола. Какой из этих гетероциклов склонен к реакциям электрофильного замещения?

Тема. Свойства гетероциклов

Лабораторная работа № 13

Цель: изучить реакционную способность гетероциклов, закрепить теоретические знания выделения гетероциклов.

Теоретическое введение: Гетероциклы – это любые циклические молекулы органических соединений, содержащие в своем составе помимо углерода другие атомы (гетероатомы).

Классификация: 1) По природе гетероатома могут быть: - азотосодержащие (пиридин); - кислородосодержащие (фуран); - серосодержащие (тиофен). 2) По числу атомов в цикле: - пятичленные (пиррол); - шестичленные (пиримидин), - конденсированные (индол, пурин). 3) По количеству гетероатомов: может варьироваться от одного до нескольких. Существуют гетероциклы, скелет которых полностью состоит из гетероатомов (например пентазол - из атомов азота). Гетероциклы с двойными связями очень похожи по свойствам на бензол, т.е. обладают ароматичностью. Пиридин проявляет слабые основные свойства благодаря наличию у атома азота неподеленной электронной пары. Он подвергается гидрированию, вступает в реакции замещения. В отличие от пиперидина,

неподеленная электронная пара атома азота в пирроле участвует в ароматическом сопряжении кольца, поэтому он не проявляет основных свойств. Более того, атом водорода при азоте подвижен, что придает этому гетероциклу слабые кислотные свойства. Он подвергается гидрированию, вступает в реакции замещения.

Опыт 1. Основные свойства пиридина и устойчивость его к окислителям

Налить в пробирку 10 капель пиридина и 5 мл дистиллированной воды. Содержимое раствора разделить поровну. Смочить полоску красной лакмусовой бумаги и наблюдать синюю окраску. В первую пробирку налить 1 мл 3%-й раствор хлорида железа. Отметить выпадение осадка гидроксида железа (III) бурого цвета. Во вторую пробирку добавить 3 мл 10%-го раствора серной кислоты, встряхнуть и наблюдать образование осадка.

Опыт 2. Выделение кофеина из чая

В фарфоровый тигель поместить 0,5 г чая, накрыть часовым стеклом и нагреть на асбестовой сетке 2-3 мин. Стекло покрывается блестящими кристаллами кофеина.

Вопросы для самопроверки

1. Сравните основные свойства пиридина и пиперидина.
2. Напишите формулу таутомеров для 2-окси-6-аминопиримидина; 2,4-диоксипиримидина; 2,6,8-триоксипурина; 6-аминопурина; 2-амино-6-оксипурина. Приведите тривиальные названия перечисленных соединений.
3. Сравните на примере галогенирования реакционную способность пиррола, кофеина, бензола, пиридина.

Учебная литература и интернет источники представлены в РП дисциплины