

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Поверинов Игорь Егорович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 20.07.2023 09:30:46

Уникальный программный ключ:

6d465b936eef331cede482bdc60d12ab98218692401b461d33072a2eab0de102

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»

(ФГБОУ ВО «ЧГУ им. И.Н. Ульянова»)

Химико - фармацевтический факультет
Кафедра органической и фармацевтической химии

Утверждена в составе основной
профессиональной образовательной
программы подготовки специалистов
среднего звена

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

по дисциплине

ОП. 07 Органическая химия

для специальности

среднего профессионального образования

33.02.01 Фармация

Форма обучения: **очная**

Год начала подготовки: **2023**

РАССМОТРЕНО и ОДОБРЕНО
на заседании предметной (цикловой) комиссии общепрофессионального и
профессионального циклов «29» марта 2023 г., протокол № 2.

Председатель комиссии О. Е. Насакин

Разработчик: Яшкильдина Светлана Петровна старший преподаватель органической и
фармацевтической химии

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	3
Методические рекомендации по выполнению практических занятий	3
Практическое занятие №1	4
Практическое занятие №2	5
Практическое занятие №3	6
Практическое занятие №4	8
Практическое занятие №5	9
Практическое занятие №6	10
Практическое занятие №7	11
Практическое занятие №8	11
Практическое занятие №9	11
Практическое занятие №10	11
Практическое занятие №11	11
Практическое занятие №12	11
Практическое занятие №13	11
Практическое занятие №14	11
Практическое занятие №15	11
Практическое занятие №16	11
Практическое занятие №17	11

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине **ОП.07 Органическая химия** предназначены для обучающихся по специальности **33.02.01 Фармация**.

Рабочей программой дисциплины предусмотрено выполнение студентами практических занятий. Цель работ – углубление, расширение и закрепление знаний, полученных на теоретических занятиях по данной дисциплине, а также направлены на формирование следующих компетенций:

- ОК-1 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам;
- ОК-2 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности
- ОК-4 Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;
- ОК-7 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;
- ОК-9 Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;
- ПК-2.5 Соблюдать правила санитарно-гигиенического режима, охраны труда, техники безопасности и противопожарной безопасности, порядок действия при чрезвычайных ситуациях.

Всего на практические занятия – 42 часа.

РАЗДЕЛ 2. Углеводороды.

Тема 2.2. Непредельные углеводороды

Практическое занятие № 1-2. Алифатические углеводороды.

Цель: сформировать знания закономерностей химического поведения предельных углеводородов во взаимосвязи с их электронным строением. Реакции радикального замещения.

II. Основные понятия: Номенклатура и изомерия алканов, циклоалканов.

Реакции элиминирования (E): дегидрирование, дегидратация, дегидрогалогенирование, дегалогенирование. Правило Зайцева.

III. Содержание занятия: 1. Семинар. 1.1. Гомологический ряд алканов. Номенклатура. Физические свойства.

1.2. Способы получения: а) реакция гидрирования алкенов, алкинов; б) реакция Вюрца; в) восстановление галогеналканов; г) сплавление солей карбоновых кислот с щелочью; д) электролиз солей карбоновых кислот.

1.3. Реакции радикального замещения (SR). Способы образования свободных радикалов и факторы, определяющие их устойчивость.

1.4. Региоселективность. Понятие о цепных реакциях.

1.5. Окисление алканов.

1.6. Номенклатура циклоалканов. Способы получения: видоизменённая реакция Вюрца, пиролиз кальциевых солей дикарбоновых кислот.

1.7. Реакции присоединения, характерные для малых циклов: гидрирование, галогенирование и гидрогалогенирование.

1.8. Реакции замещения в циклопентане и циклогексане.

Применение бензола, толуола, фенантрена в синтезе лекарственных веществ.

Опыт 1. Получение и свойства метана.



Опыт проводится в приборе, показанном на рисунке. В пробирку поместите 6 лопаточек безводного ацетата натрия и 10 лопаточек гидроксида натрия, смесь тщательно перемешайте. Закройте пробкой с газоотводной трубкой. Пробирку закрепите в лапке штатива. Во вторую пробирку поместите 6 капель бромной воды, в третью пробирку – 6 капель перманганата калия. Нагрейте первую пробирку и опустите газоотводную трубку в пробирку № 2 так, чтобы конец ее погрузился в бромную воду. Через 1-2 мин замените пробирку № 2 на пробирку № 3. Убедитесь, что исходная окраска растворов при пропускании газа не изменилась. После остывания прибавьте в 1 пробирку 2-3 капли хлороводородной кислоты. Наблюдается выделение пузырьков диоксида углерода.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему образования метана.
2. Почему метан не взаимодействует с бромной водой и перманганатом калия?
3. Объясните причину выделения углекислого газа при добавлении хлороводородной кислоты к содержимому первой пробирки после завершения реакции?

Опыт 2. Доказательства насыщенности вазелинового масла.

На предметное стекло поместите 1 каплю раствора перманганата калия, рядом – 1 каплю бромной воды. В каждую из них прибавить по 1 капле вазелинового масла и перемешайте. Оба раствора не обесцвечиваются.

Вопросы и задания:

1. Какой состав имеет вазелиновое масло?

2. Почему вазелиновое масло не взаимодействует с бромной водой и перманганатом калия?

Тема: Ненасыщенные углеводороды.

Цель: сформировать знания закономерностей химического поведения непредельных углеводородов во взаимосвязи с их электронным строением.

II. Основные понятия: Номенклатура и изомерия алкенов, алкадиенов, алкинов. Реакции элиминирования (E): дегидрирование, дегидратация, дегидрогалогенирование, дегалогенирование. Правило Зайцева. Реакции электрофильного присоединения (AE): галогенирование, гидрогалогенирование, гидратация. Эпоксидирование, озонирование.

III. Содержание занятия:

1. Семинар. 1.1. Алкены. Номенклатура. Структурная и геометрическая (π-диастереомерия: цис-, транс-, E, Z) изомерии алкенов. 1.2. Способы получения алкенов реакциями элиминирования (E): дегидрированием алканов, дегидратацией спиртов, дегидрогалогенированием галогеналканов, дегалогенированием дигалогеналканов. Правило Зайцева. 1.3. Химические свойства. Реакции электрофильного присоединения (AE). Правило Марковникова, его современная интерпретация. Реакции галогенирования, гидрогалогенирования, гидратации и роль кислотного катализа. Окисление алкенов (реакция Вагнера, озонирование, эпоксидирование). 1.4. Алкины. Номенклатура. Физические свойства. 1.5. Способы получения ацетилена и высших алкинов. 1.1. Химические свойства алкинов. Реакции электрофильного присоединения (галогенирование, гидрогалогенирование). Гидратация алкинов (реакция Кучерова). Правило Эльтекова. Образование ацетиленидов как следствие СН-кислотных свойств алкинов. Реакции окисления.

Опыт 1. Получения и свойства этилена. Работа проводится в вытяжном шкафу.

А) получение этилена.



В сухую пробирку поместите 12 капель концентрированной серной кислоты, 4 капли этанола и бросьте кусочек неглазурованного фарфора, чтобы обеспечить равномерное кипение при нагревании. Вставьте в пробирку пробку с газоотводной трубкой и закрепите пробирку в лапке штатива.

Б) Проба на ненасыщенность.

Во вторую пробирку поместите 6 капель бромной воды. Опустите газоотводную трубку в пробирку 2 так, чтобы ее конец погрузился в бромную воду. Осторожно нагрейте реакционную смесь, находящуюся в первой пробирке. Во второй пробирке происходит обесцвечивание бромной воды. Не прекращая нагревания, замените пробирку 2 на пробирку 3, в которой заранее поместите 6 капель перманганата калия. В пробирке 3 происходит обесцвечивание раствора перманганата калия.

В) горение этилена.

Удалите пробирку 3 и подожгите у конца газоотводной трубки выделяющийся газ. Этилен горит слабо коптящим пламенем.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции получения этилена.
2. Напишите схему реакции этилена с бромной водой.
3. Напишите схему реакции этилена с перманганатом калия. Именем какого русского химика названа эта реакция?
4. С какой целью используются реакции алкенов с бромной водой и перманганатом калия в качественном анализе?

Ацетиленовые углеводороды

Опыт 2. Получение и свойства ацетилена.

А) получение ацетилена.



В пробирку 1 поместите кусочек карбида кальция величиной с горошину. Пробирку закрепите в штативе, как показано на рисунке. Приготовьте для опыта пробирку 2 и пробирку 3: в пробирку 2 поместите 6 капель бромной воды, в пробирку 3 – 6 капель раствора перманганата калия.

Б) Горение ацетилена.

В пробирку 1 добавьте 4 капли воды и вставьте пробку с газоотводной трубкой. Подожгите выделяющийся газ у конца трубки. Ацетилен горит коптящим пламенем.

В) Проба на ненасыщенность

Быстро погрузите конец газоотводной трубки в пробирку 2. В ней происходит обесцвечивание бромной воды. Замените пробирку 2 на пробирку

3. В ней происходит обесцвечивание раствора перманганата калия.

Г) Образование ацетиленида меди.

Удалите пробирку 3 и выньте газоотводную трубку из пробирки 1. Поднесите к отверстию пробирки 1 полоску фильтровальной бумаги, смоченной аммиачным раствором хлорида меди (I). На бумаге появляется красновато-коричневое окрашивание. По окончании реакции в пробирку 1 добавьте 1 каплю раствора фенолфталеина, при этом появляется малиновое окрашивание.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции получения ацетилена из карбида кальция.
2. Почему при пропускании ацетилена через бромную воду происходит ее обесцвечивание? Напишите схему реакции.
3. Окисления ацетилена перманганата калия.
4. Образование какого соединения объясняется появление красновато-коричневого окрашивания на фильтровальной бумаге? Напишите схему реакции.
5. Чем объясняется наличие в пробирке 1 щелочной среды?

Тема 2.3. Ароматические углеводороды

Практическое занятие № 3-4. Арены.

Цель: сформировать знания об электронном строении ароматических углеводородов, реакциях электрофильного замещения в ароматическом ряду, влиянии электронодонорных и электроноакцепторных заместителей на направление и скорость реакций.

II. Основные понятия: ароматичность, критерии ароматичности, правило Хюккеля, электронные эффекты заместителей: индуктивный, мезомерный эффект, ориентанты I и II рода, электронодонорные, электроноакцепторные заместители, электрофильное замещение.

III. Содержание занятия:

1. Семинар.
 - 1.1. Понятие ароматичности. Общие критерии ароматичности.
 - 1.2. Электронное строение бензола.
 - 1.3. Реакции электрофильного замещения (S_E), механизм, π и π - комплексы.
 - 1.4. Примеры реакций S_E (галогенирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование).
 - 1.5. Влияние электронодонорных и электроноакцепторных заместителей на

направление и скорость реакций электрофильного замещения. Согласованная и несогласованная ориентация.

1.6. Правила ориентации в ряду нафталина.

Опыт 1. Получение бензола из бензоата натрия и превращение бензола в нитробензол.



В сухую пробирку 1 поместите смесь равных по массе частей бензоата натрия и натронной извести на высоту около 5 мм. Закройте пробкой с газоотводной трубкой. Конец газоотводной трубки опустите в пробирку 2, в которую предварительно налейте 3 капли концентрированной серной кислоты и 2 капли концентрированной азотной кислоты. Пробирка 1 должна быть в горизонтальном положении, нагрейте ее. Сначала нагрейте верхнюю часть пробирки, чтобы избежать конденсации в ней паров бензола, а затем нижнюю часть с реакционной смесью. Через несколько минут в пробирке 2 над слоем кислот образуется темная капля нитробензол. Прекратите нагревание. В пробирку 2 добавьте 8-10 капель воды, чтобы разделить концентрированные кислоты, взболтайте и определите наличие нитробензола по запаху, напоминающих запах горького миндаля. Обратите внимание на плотность нитробензола, на положение капли его до и после разбавления кислот водой.

Откройте пробирку 1, обратите внимание на слабый специфический запах бензола. Сравните его с запахом готового бензола.

После остывания пробирки 1 добавьте в нее каплю концентрированной соляной кислоты. Обратите внимание на обильное выделение углекислого газа.

Вопросы и задания:

1. Составьте схему реакции получения бензола.
2. Составьте схему реакции получения нитробензола из бензола.
3. Объясните причину выделения углекислого газа при добавлении хлороводородной кислоты к содержимому первой пробирки после завершения реакции?
4. Каков механизм реакции нитрования и сульфирования в бензольном ядре?

Опыт 2. Свойства бензола. Действие окислителей.

А) с бромной водой.

В пробирку с 3 каплями бромной воды добавьте 3 капли бензола. Бензол легче воды и в ней не растворяется. Поэтому после стояния бензола с водой он всплывает вверх при стоянии. Нижний слой бромной воды при этом обесцвечивается. Обесцвечивание бромной воды не связано с присоединением брома к бензолу, а тем, что бром легче растворяется в бензоле, чем в воде, и поэтому переходит в верхний слой бензола, окрашивая его в желтый цвет.

Таким образом, несмотря на неопределенный характер ароматических углеводородов, они не присоединяют бром непосредственно по месту разрыва двойных связей.

Б) с перманганатом калия.

В пробирку с 5 каплями воды добавьте 1 каплю 0,1 н. KMnO_4 и 1 каплю 2 н. H_2SO_4 . К полученному розовому раствору добавьте 1 каплю бензола и встряхните. Обесцвечивание не наблюдается.

Вопросы и задания:

1. С помощью современных представлений о строении бензола объясните его инертность по отношению к бромной воде и перманганату калия?
2. Как можно различить гексан, гексен, бензол?

Опыт 3. Окисление боковых цепей гомологов бензола.

В пробирку поместите 1-2 капли толуола, 5 капель воды, 3 капли раствора перманганата калия и 3 капли 10 % серной кислоты. Нагрейте содержимое пробирки на кипящей водяной бане до исчезновения окраски перманганата калия.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции окисления толуола.
2. В результате окисления гомолога бензола получена фталевая (бензол-1,2-дикарбоновая) кислота. Какие ароматические углеводороды могли быть подвергнуты окислению (приведите два примера)? Напишите схемы этих реакций.

Тема 3.1. Спирты. Фенолы. Простые эфиры

Практическое занятие № 5-6. Оксисодержащие углеводороды.

Цель: сформировать знания реакционной способности спиртов, взаимосвязь с их строением и умения качественного обнаружения присущих им функциональных групп.

II. Основные понятия: Одноатомные, многоатомные спирты, нуклеофильное замещение, нуклеофильное присоединение.

III. Содержание занятия:

1. Семинар.
 - 1.1. Номенклатура спиртов. Классификация углеродному атому (первичные, вторичные, третичные) и по количеству гидроксильных групп.
 - 1.2. Способы получения спиртов (гидратация алкенов, гидролиз галогенуглеводородов и сложных эфиров, взаимодействие карбонильных соединений с реактивом Гриньяра)
 - 1.3. Химические свойства спиртов.
 - 1.3.1. Кислотно-основные свойства спиртов.
 - 1.3.2. Спирты и алкоголяты как нуклеофильные реагенты в реакциях замещения (образование простых и сложных эфиров) и присоединения (образование полуацеталей с карбонильными соединениями).
 - 1.3.3. Реакции нуклеофильного замещения по спиртовой группе (образование галогенопроизводных углеводов).
 - 1.3.4. Реакции элиминирования (внутримолекулярной дегидратации)
 - 1.3.5. Реакции окисления первичных и вторичных спиртов (взаимодействие с бихроматом калия в сернокислой среде – качественная реакция на спирты). Окисление третичных спиртов.

Опыт 1. Образование этоксида натрия и его гидролиз.

Поместите в сухую пробирку 3 капли этанола и кусочек металлического натрия размером с рисовое зернышко, предварительно отжатого от керосина на фильтровальной бумаге. Соберите выделяющийся водород, прикрыв пробирку пальцем. Затем поднесите пробирку отверстием к пламени и быстро уберите палец. Смесь водорода с воздухом сгорает с характерным «лающим» звуком. Образовавшийся в пробирке белый осадок этоксида натрия растворите добавлением 2-4 капель воды и внесите в полученный раствор 1 каплю спиртового раствора фенолфталеина. Отметьте появление малинового окрашивания.

Вопросы и задания:

1. Какое свойство спиртов проявляется в реакции с металлическим натрием. Напишите схему этой реакции.
2. Напишите схему реакции, протекающую при добавлении к раствору этоксида натрия воды.
3. На основании проделанного опыта дайте сравнительную оценку кислотных свойств этанола и воды. Какое из двух веществ является более сильной кислотой и почему?

Опыт 2. Окисление этанола.

В пробирку поместите 2 капли этанола, 2 капли раствора дихромата калия и 1 каплю раствора серной кислоты. Полученный оранжевый раствор слегка нагрейте над пламенем горелки до начала изменения цвета. Обычно уже через несколько секунд появляется зеленое окрашивание, характерное для солей хрома (III). Одновременно ощущается запах ацетальдегида (запах антоновских яблок).

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции окисления этанола.
2. Какое соединение выступает в качестве окислителя в данном опыте? По какому признаку можно осудить о его восстановлении?

Опыт 3. Растворимость спиртов.

В разные пробирки внесите 2-3 капли этилового и изоамилового спирта, глицерина и немного маннита $C_6H_8(OH)_6$. В каждую пробирку добавьте по 4-5 капель воды, взболтайте (учтите, что манит- твердое вещество и растворяется медленнее жидкостей)

Вопросы и задания:

1. Сделайте вывод о влиянии радикала на растворимость спиртов.
2. Сделайте вывод о влиянии количества групп $-OH$ в составе молекулы на растворимость спиртов.

Опыт 4. Образование хелатных комплексов

В пробирку поместите 5 капель раствора сульфата меди (II) и 5 капель раствора гидроксида натрия. Образуется голубой студенистый осадок гидроксида меди (II). Содержимое пробирки разделите на две пробирки, в первую из них добавьте 1 каплю глицерина, а во вторую – 1 каплю этиленгликоля. Встряхните содержимое обеих пробирок, осадок в них переходит в раствор, который в обоих случаях приобретает интенсивный синий цвет.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции, лежащей в основе растворения осадка гидроксида меди (II). Какой структурный фрагмент должен содержаться в молекулах спиртов, способных растворять гидроксид меди (II)?
2. Можно ли использовать эту реакцию в случае необходимости различить растворы глицерина и этанола?

Тема: Фенолы, простые эфиры.

Цель: сформировать знания реакционной способности фенолов, простых эфиров во взаимосвязи с их строением и умения качественного обнаружения присущих им функциональных групп.

II. Основные понятия: Фенолы, электрофильное замещение, простые эфиры.

III. Содержание занятия:

1. Семинар.

1.1. Фенолы. Номенклатура. Способы получения фенолов (кумольный способ, сплавление солей бензолсульфокислот с щелочью, гидролиз солей диазония и галогенаренов).

1.2. Химические свойства фенолов.

1.2.1. Кислотные свойства фенолов. Взаимодействие с хлоридом железа – качественная реакция на фенолы.

1.2.2. Нуклеофильные свойства фенолов и фенолятов (образование простых и сложных эфиров).

1.2.3. Реакции электрофильного замещения S_E в фенолах (нитрование, галогенирование, сульфирование, карбоксилирование).

1.2.4. Реакции окисления фенолов. Индофеноловая проба.

1.3. Строение, номенклатура, способы получения и химические свойства простых

эфиров (образование оксониевых солей, нуклеофильное расщепление иодоводородом при нагревании и на холоде, окисление).

Опыт 1. Получение феноксида натрия.

В пробирку поместите 5 капель воды и 1 каплю фенола, взболтайте. К полученной мутной эмульсии фенола добавьте 3 капли раствора NaOH. Моментально образуется прозрачный раствор фенолята натрия, так как он хорошо растворяется в воде. К полученному раствору прибавьте несколько капель соляной кислоты. Раствор в пробирке мутнеет вследствие выделения свободного фенола.

Вопросы и задания:

- 1) Запишите схему химической реакции, обозначив сдвиг электронных плотностей в молекуле фенола.
- 2) Почему фенол в отличие от этанола реагирует со щелочами?
- 3) Напишите схему реакции взаимодействия феноксида натрия с хлороводородной кислотой.

Опыт 2. Бромирование фенола.

В пробирку поместите 1 каплю раствора фенола и 8-10 капель бромной воды. Встряхните содержимое пробирки. Образуется белый хлопьевидный осадок трибромфенола, имеющего характерный запах.

Вопросы и задания:

- 1) Напишите схему реакции взаимодействия фенола с бромом. Объясните, почему замещение в бензольном кольце молекулы фенола происходит в трех положениях (2,4,6)?
- 2) Почему бромирование фенола осуществляется без катализатора, тогда как бензол бромруется только в присутствии солей алюминия или железа (III)?
- 3) С какой целью можно использовать реакцию бромирования фенола?

Опыт 3. Цветные реакции фенолов с хлоридом железа (III)

А) Возьмите 5 пробирок. В первую пробирку поместите 3 капли 1%-го раствора пирокатехина, во вторую – 3 капли 1%-го раствора резорцина, в третью – 3 капли 1%-го раствора гидрохинона, в четвертую – 3 капли 1%-го раствора пиригаллола и в пятую – 3 капли фенола. В каждую из пробирок прибавьте по 1 капле раствора FeCl₃.

В пробирке 1 должно появиться зеленое окрашивание, в пробирке 2 – фиолетовое, в пробирке 3 – зеленое, очень быстро переходящее в желтое (окисление гидрохинона в хинон), в пробирке 4 – красное, в пробирке 5 - фиолетовое. Уловить зеленую окраску от гидрохинона удастся лишь в момент попадания капли хлорида железа в раствор гидрохинона при наблюдении на фоне белой бумаги.

Б) На полоску фильтровальной бумаги нанесите по 1 капле растворов пирокатехина и пиригаллола. Когда капли растекутся, в центре каждого пятна поместите по 1 капле раствора хлорида железа. В обоих случаях удастся наблюдать эффект распределительной хроматографии на бумаге – пофазное распределение продуктов окисления в виде концентрических колец.

Вопросы и задания:

- 1) С какой целью используются реакции фенолов с хлоридом железа (III) в фармацевтическом анализе?

Опыт 4. Цветные реакции на фенольную группу.

Поместите в пробирку 1 каплю фенола. Добавьте к ней 3 капли раствора аммиака и затем 3 капли насыщенного раствора бромной воды. Через несколько секунд на белом фоне бумаги можно заметить синее окрашивание, постепенно усиливающееся за счет образования красящего вещества – индофенола.

Вопросы и задания:

- 1) С какой целью можно использовать данную реакцию?

Опыт 5. Цветные реакции многоатомных фенолов с едким натром.

Все фенолы под влиянием кислорода воздуха более или менее быстро окисляются, давая очень сложные смеси окрашенных продуктов. В присутствии щелочи реакция окисления фенолов значительно ускоряется. Скорость реакции окисления у разных фенолов различна, что позволяет отличать отдельные фенолы. Реакции окисления фенолов в присутствии щелочи очень удобно наблюдать на фильтровальной бумаге.

На полоску фильтровальной бумаги (10*3 см) нанесите слева направо через равные промежутки по 1 капле растворов: пирокатехина, резорцина, гидрохинона, пирогаллола. В центре каждого из полученных пятен нанесите по 1 капле 2 н. NaOH. От пирокатехина немедленно образуется зеленое пятно. От пирогаллола с такой же скоростью – пятно темно-коричневого цвета. От гидрохинона появляется желтое пятно с зеленой каемкой по периферии. От резорцина только через некоторое время образуется слабо выраженное кольцо коричневого цвета. Обратите внимание на то, что зеленое пятно у пирокатехина постепенно начинает желтеть (частичное образование о-хинона).

Вопросы и задания:

1. Как правильно хранить фенолы, чтобы избежать их окисления?

Тема 3.2. Оксосоединения

Практическое занятие № 7-8. Оксосоединения.

Тема: Альдегиды и кетоны.

Цель: сформировать и закрепить знания по реакционной способности альдегидов и кетонов, имеющих важное значение в биологических системах и широко используемых в синтезе и анализе лекарственных средств.

II. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ: карбонильные соединения, альдегиды, кетоны, карбонильная (оксо-) группа, нуклеофильное присоединение, N-нуклеофилы, гидратные формы, полуацетали, ацетали, гидросульфитные производные, гидросинитрилы, имины, оксимы, гидразоны, альдольная и кротоновая конденсация, реакция Канницаро, бензоиновая конденсация, электрофильное замещение.

III. Содержание занятия:

1. Семинар:

1.1. Номенклатура оксосоединений.

1.2. Электронное строение карбонильной группы.

1.3. Способы получения альдегидов и кетонов: окисление первичных и вторичных спиртов, каталитическое дегидрирование первичных и вторичных спиртов, гидролиз дигалогенопроизводных, пиролиз кальциевых солей соответствующих карбоновых кислот, реакция Фриделя-Крафтса, окисление гомологов бензола.

1.4. Химические свойства альдегидов и кетонов.

1.4.1. Реакции нуклеофильного присоединения (A_N) по карбонильной группе.

1.4.2. Реакции присоединения – отщепления.

1.5. СН-кислотные свойства α -углеродного атома карбонильных соединений: альдольная и кротоновая конденсации.

1.6. Бензоиновая конденсация. Реакция Канницаро.

1.7. Реакции электрофильного замещения в ароматических альдегидах. Влияние карбонильной группы на направление электрофильной атаки в ароматическом кольце.

1.8. Окисление альдегидов и кетонов.

1.9. Спектральные характеристики карбонильной группы.

Опыт №1 Реакция серебряного зеркала

В тщательно вымытую пробирку поместите 1 каплю раствора нитрата серебра и прибавьте по каплям раствор аммиака до растворения первоначально выпавшего коричневатого осадка оксида серебра. К полученному прозрачному раствору добавьте 2 капли формалина и слегка нагрейте пробирку. Металлическое серебро выпадает в виде черного осадка или осаждается на стенках пробирки в виде блестящего

аммиака. Добавьте к нему 2 капли формалина и встряхните раствор. После обесцвечивания раствора добавляйте по каплям раствор аммиака до появления устойчивого малинового окрашивания. На предметное стекло поместите 2 капли полученного раствора и осторожно выпарите над пламенем горелки. После испарения воды на стекле остаются кристаллы гексаметилентетрамина. Раствор в пробирке сохраните для следующего опыта.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции получения гексаметилентетрамина.
2. Избыток какого вещества необходим в этой реакции? Как осуществляется контроль за его избыточным количеством?

Опыт 6. Гидролиз гексаметилентетрамина (уротропина)

К раствору, полученному в опыте 5, прибавьте 1 каплю раствора серной кислоты и нагрейте раствор до кипения. Обратите внимание на появление запаха формальдегида. Слегка охладите пробирку и добавьте 5-6 капель раствора гидроксида натрия и снова нагрейте до кипения. Ощущается запах аммиака.

Вопросы и задания:

1. В какую реакцию вступает гексаметилентетрамин с кислотой водной среде? Напишите схему реакции. По какому признаку можно судить о ее протекании?
2. С какой целью добавляется раствор гидроксида натрия?

Тема 3.3. Карбоновые кислоты и их производные

Практическое занятие № 9-10. Карбоновые кислоты и их производные.

Цель: сформировать знания закономерностей и особенностей в химическом поведении карбоновых кислот, исходя из взаимного влияния функциональной группы и углеводородного радикала; изучить механизм реакции нуклеофильного замещения, получить представление о функциональные производные кислоты, их свойствах и взаимопревращениях.

Опыт 1. Качественная реакция на уксусную кислоту и ее соли.

В пробирку поместите 3 капли уксусной кислоты и 3 капли воды. К полученному раствору добавьте 2-3 капли 10% раствора гидроксида натрия до полной нейтрализации уксусной кислоты, используя для контроля красную лакмусовую бумагу. После этого добавьте 2-3 капли 1% раствора хлорида железа (III). Появляется желто-красная окраска за счет образования ацетата железа (III) $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_2$. Нагрейте раствор до кипения. Выделяется красно-бурый осадок нерастворимого в воде гидроксида диацетата железа (III) $\text{FeOH}(\text{CH}_3\text{COO})_2$. Раствор над осадком становится бесцветным.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции нейтрализации уксусной кислоты гидроксидом натрия.
2. Напишите схему реакции образования ацетата железа (III).
3. Напишите схему реакции гидролиза ацетата железа (III) в гидроксид диацетата железа (III).

Опыт 2. Качественная реакция на муравьиную кислоту (окисление гидроксидом диаминсеребра)

В тщательно вымытую пробирку поместите 1 каплю раствора нитрата серебра и прибавьте по каплям раствор аммиака до растворения первоначально выпавшего коричневатого осадка оксида серебра. К полученному прозрачному раствору добавьте 1-2 капли раствора муравьиной кислоты и осторожно нагрейте пробирку. Металлическое серебро выпадает в виде черного осадка или осаждается на стенках

пробирки в виде блестящего серебряного налета.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции окисления муравьиной кислоты.
2. Какой структурный фрагмент молекулы обуславливает восстановительные свойства муравьиной кислоты? Какое вещество выступает в данном опыте в качестве окислителя?

Опыт 3. Качественная реакция на бензойную кислоту и ее соли.

В пробирку поместите одну лопаточку бензойной кислоты, добавьте 6-8 капель 10% раствора гидроксида натрия. Встряхните пробирку. Затем прилейте 2-3 капли 1% раствора хлорида железа (III). Образуется розово-желтый осадок основного бензоата железа (III).

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции взаимодействия бензойной кислоты с гидроксидом натрия
2. В двух пробирках имеются ацетат и бензоат натрия. Как их различить?

Опыт 4. Образование этилацетата.

В пробирку поместите 4 капли этанола и 5 капель уксусной кислоты. Добавьте 3 капли концентрированной серной кислоты и осторожно нагрейте смесь до кипения. Через несколько секунд появляется характерный приятный запах этилацетата. Вместо этанола можно использовать другие первичные спирты: бутанол-1, пентанол-1 (амиловый спирт), 3-метилбутанол-1 (изоамиловый спирт).

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции образования этилацетата. По какому механизму она протекает?
2. Какую роль в данной реакции выполняет серная кислота?

Дикарбоновые кислоты

Опыт 1. Окисление щавелевой кислоты в виде кальциевой соли.

В пробирку поместите 1 лопаточку щавелевой кислоты и прибавьте 4-5 капель воды до полного растворения кислоты, после чего прибавляйте по каплям раствор хлорида кальция. Выпадает кристаллический осадок оксалата кальция. Осадок разделите на две пробирки. В пробирку 1 добавьте 5-10 капель раствора хлороводородной кислоты, в пробирку 2 – 5-10 капель уксусной кислоты. В пробирке 1 осадок растворяется, в пробирке 2 – не растворяется.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции образования оксалата кальция.
2. Почему оксалат кальция растворяется в хлороводородной кислоте, но не растворяется в уксусной?

Опыт 2. Окисление щавелевой кислоты.

В пробирку 1, снабженную газоотводной трубкой, поместите 1 лопаточку щавелевой кислоты, 3 капли раствора серной кислоты и 2-3 капли раствора перманганата калия. Приготовьте пробирку 2 с 5-7 каплями раствора гидроксида бария (баритовой воды) $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Конец газоотводной трубки опустите в баритовую воду и осторожно нагрейте пробирку 1. В пробирке 1 происходит обесцвечивание раствора, в пробирке 2 – выпадение белого осадка.

Вопросы и задания:

1. Напишите уравнение реакции окисления щавелевой кислоты.
2. Какой реагент использован в качестве окислителя?
3. Какой продукт окисления обнаруживается в пробирке 2? Напишите

уравнение реакции.

Амиды кислот

Опыт 3. Гидролиз мочевины.

В пробирку поместите 1 лопаточку мочевины. Держа пробирку строго вертикально, добавьте 5-6 капель баритовой воды так, чтобы капли попали только на дно пробирки. В отверстие пробирки закрепите неплотно вставленной пробкой полоску красной лакмусовой бумаги. Пробирку осторожно нагрейте до тех пор, пока лакмусовая бумага не посинеет, а в пробирке не появится белый осадок.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции гидролиза мочевины. Какой продукт гидролиза мочевины определяется с помощью лакмусовой бумаги?

2. Какой продукт гидролиза определяется с помощью баритовой воды? Напишите схему реакции.

Опыт 4. Разложение мочевины при нагревании. Образование биурета и циануровой кислоты.

Поместите в сухую пробирку 1 лопаточку мочевины. Нагревайте осторожно над пламенем горелки. Мочевина сначала начинает плавиться, наблюдается частичный возгон цианата аммония. Через несколько секунд начинается выделение пузырьков газа – аммиака, который можно легко узнать по запаху или по посинению красной лакмусовой бумаги.

Вскоре выделение газа прекращается и реакционная масса затвердевает при продолжающемся нагревании вследствие образования новых веществ биурета и циануровой кислоты. Для разделения этих веществ, после охлаждения пробирки, добавьте в нее 5-6 капель воды и прокипятите в течение 2-3 мин. При этом более легко растворимый биурет перейдет в раствор. Дайте отстояться осадку и осторожно слейте раствор биурета в другую пробирку и добавьте к нему 2 капли NaOH. Добавьте 1 каплю CuSO_4 (избыток CuSO_4 вреден). Появляется розово-фиолетовое окрашивание комплексной медной соли биурета (биуретовая реакция – цветная реакция на белки и полипептиды).

К оставшемуся в пробирке осадку циануровой кислоты добавьте 2-3 капли раствора аммиака. Энергично встряхните и добавьте 1 каплю раствора сульфата меди (II). Образуется сиреневый осадок комплексной медной соли циануровой кислоты.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции образования биурета из мочевины (при образовании биурета молекула аммиака отщепляется от двух молекул мочевины).

2. Напишите схему реакции образования циануровой кислоты из трех молекул мочевины.

3. Запишите две таутомерные формы: циануровая и изоциануровая кислота

Сложные эфиры.

Опыт 5. Обнаружение кислотных свойств ацетоуксусного эфира.

Смешайте в пробирке 2-3 мл воды с 1 каплей фенолфталеина и прибавьте 1 каплю гидроксида натрия. Раствор при этом окрасится в красный цвет. Добавьте 2-3 капли ацетоуксусного эфира ($\text{CH}_3\text{-C(OH)=CH-COO-C}_2\text{H}_5$) – окраска исчезает.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции ацетоуксусного эфира с гидроксидом натрия.

2. В какой таутомерной форме находится ацетоуксусный эфир в данной реакции?

Опыт 6. Приготовление мыла.

Способ 1. Омыление жира водным раствором щелочи.

В небольшую фарфоровую чашку диаметром 5-6 см поместите из бюретки точно 1 мл касторового масла и 0,2 мл (4 капли) 35%-ного раствора гидроксида натрия из другой бюретки.

Небольшой стеклянной палочкой размешайте щелочь с маслом до образования вполне однородной эмульсии (касторовое масло начинает омыляться уже на холоде).

Поставьте чашку на кольцо с асбестовой сеткой и нагревайте на пламени горелки так, чтобы небольшое пламя касалось сетки. Все время помешивайте смесь стеклянной палочкой, придерживая чашку рукой или пинцетом.

Когда масса начнет загустевать, добавьте из пробирки 2-3 мл дистиллированной воды и снова нагрейте, все время помешивая, пока не получится однородная и прозрачная слегка желтоватая жидкость – мыльный клей. Продолжайте выпаривать воду, пока мыльный клей не начнет приставать к палочке и, наконец, не станет застывать в виде белых рыхлых пластинок. Снимите чашку с огня. Произведите пробу на полноту омыления. Для этого крупинку мыла поместите в пробирку, добавьте 1-2 мл дистиллированной воды и нагрейте до кипения. Если проба растворится нацело, то омыление закончено.

Обратите внимание на то, что при варке мыла одновременно образуется и глицерин, который остается в простом клеевом мыле.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции омыления жира на примере тристеарата глицерина.
2. Как доказать наличие продуктов гидролиза жира?

Тема 3.4. Амины. Диазо- и азосоединения

Практическое занятие № 11. Амины. Диазо- и азосоединения

Ароматические амины

Опыт 1. Получение анилина восстановлением нитробензола (реакция Зинина)

Из пипетки с концом, оттянутым в виде капилляра, поместите в пробирку маленькую каплю нитробензола. Прибавьте 3 капли концентрированной соляной кислоты (и маленький кусочек 2x2 мм) металлического цинка (на общем столе). Все время встряхивайте пробирку, чтобы нитробензол не находился в виде маслянистого слоя сверху, а хорошо перемешивался выделяющимся водородом. Если реакция замедлится, подогрейте слегка пробирку над пламенем горелки.

Продолжайте вести реакцию, пока весь кусочек цинка не растворится. Для этого может понадобиться еще 1-2 капли соляной кислоты.

Если нитробензола было взято немного, то в указанных выше условиях реакции весь нитробензол перейдет в анилин, вернее в солянокислую соль.

Сохраните полученный раствор для следующего опыта.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции взаимодействия цинка с соляной кислотой.
2. Напишите схему реакции получения анилина из нитробензола.
3. Напишите схему реакции получения хлористоводородной соли анилина, которая образуется при избытке соляной кислоты.

Опыт 2. Цветные реакции анилина.

А) Капельку раствора, содержащего хлористоводородную соль анилина (из опыта 1), с помощью пипетки поместите на кусочек газетной бумаги, которая всегда содержит

много лигнина. Немедленно появляется желто-оранжевое пятно. Попробуйте поместить каплю этого же раствора на образец другой бумаги (лист тетради). Чем лучше сорт бумаги, тем меньше в ней древесной массы, тем слабее будет окраска пятна. На фильтровальной бумаге и на ватмане, которые представляют собой чистую клетчатку и не содержит лигнина, окрашивание совсем не получается.

Б) 2 капли раствора солянокислого анилина (из опыта 1) с помощью пипетки поместите на предметное стекло. К одной из них добавьте каплю $K_2Cr_2O_7$ и каплю 2н. H_2SO_4 , к другой – 1 каплю насыщенного раствора хлорной извести $CaOCl_2$. Вследствие образования продуктов окисления анилина капли постепенно окрашиваются: с $K_2Cr_2O_7$ в темно-синий, переходящий в черный цвет, с $CaOCl_2$ – в темно-фиолетовый, переходящий далее в темно-синий.

Вопросы и задания:

1. Для чего можно использовать данные реакции?

Опыт 3. Растворимость анилина и его солей в воде.

В пробирку 1 поместите 1 каплю анилина и 6 капель воды. Энергично встряхните пробирку. Обратите внимание на образование эмульсии, так как анилин плохо растворяется в воде. Отлейте половину содержимого в пробирку 2 и добавьте в нее 2 капли хлороводородной кислоты. Обратите внимание на исчезновение эмульсии и образование истинного раствора. В пробирку 1 добавьте 1 каплю раствора серной кислоты. Встряхните содержимое пробирки. Выпадает кристаллический осадок гидросульфата анилина.

Вопросы и задания:

1. Какие свойства анилина проявляются в реакциях с кислотами?
2. Напишите уравнения реакций анилина с хлороводородной и серной кислотой. Назовите полученные продукты.

Опыт 4. Бромирование анилина.

В пробирку поместите 1 каплю анилина и 15 капель воды. Энергично встряхните содержимое пробирки и добавьте к образовавшейся эмульсии несколько капель бромной воды до появления белого осадка.

Вопросы и задания:

1. Напишите уравнения реакции бромирования анилина. По какому механизму протекает эта реакция? Какое вещество выпадает в осадок? Назовите его.
2. Почему бромирование анилина легко протекает без катализаторов, тогда как бромирование бензола протекает только в присутствии бромидов алюминия, железа и других безводных галогенидов металлов?

Опыт 5. Диазотирование анилина.

В пробирку поместите 1 каплю анилина и 6 капель хлороводородной кислоты. Тщательно охладите полученный раствор водой со льдом или со снегом. Добавьте в пробирку, периодически встряхивая, 6-8 капель раствора нитрита натрия и кусочек льда. Нанесите 1 каплю полученного раствора на иодокрахмальную бумагу. Если иодокрахмальная бумага не посинеет, то добавьте к раствору еще 1-2 капли раствора нитрита натрия, встряхните и снова сделайте пробу на иодокрахмальную бумагу. Появление устойчивой синей окраски иодокрахмальной бумаги свидетельствует о завершении реакции образования бензолдиазонийхлорида. Полученный раствор сохраните для опыта 6.

Вопросы и задания:

1. Напишите схемы реакций, в которых участвует хлороводородная кислота. Какая реакция приводит к образованию электрофильного реагента – нитрозил-катиона.

2. Напишите схему реакции diazotирования анилина. Какие реакции называются реакциями diazotирования?
3. С какой целью в данном опыте осуществляется проба с иодокрахмальной бумагой? Почему появление синей окраски означает, что произошло образование бензолдиазонийхлорида?

Опыт 6. Получение кислого азокрасителя (судан 1)

Поместите в пробирку несколько крупинок β -нафтола и добавьте для растворения 2-3 капли 2н. NaOH. Одну каплю полученного раствора прибавьте к 2 каплям раствора бензолдиазонийхлорида (из опыта 5). Немедленно выпадает в виде хлопьев оранжево-красного цвета кислый краситель α -фенилазо- β -нафтол, или судан 1, как его называют в специальной медицинской литературе.

При сочетании солей diaзония с фенолами (нафтолами) образуются кислые азокрасители, или оксиазосоединения, содержащие свободную фенольную группу. При сочетании соли diaзония с β -нафтолом азогруппа становится в α -положение.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции бензолдиазонийхлорида с β -нафтолом. В какой среде происходит реакция азосочетания с нафтолами?
2. К группе каких красителей относится судан 1? Выделите в его молекуле сопряженный момент и укажите хромофорные и ауксохромные группировки.

Тема 3.5. Гетерофункциональные кислоты

Практическое занятие № 12-13. Гетерофункциональные кислоты.

Цель: сформировать знания реакционной способности аминокислот, галогено- и гидроксидоксизамещенные кислот с учетом взаимного влияния функциональных групп и их стереоизомерии.

Опыт 1. Отсутствие кислой реакции у гликокола.

Поместите в пробирку 3 капли 0,2н раствора аминокислоты или гликокола (глицина). Добавьте 1 каплю 0,2% раствора индикатора метилового красного. Убедитесь в том, аминокислота не имеет кислой реакции. Зона перехода от красной окраски к желтой для метилового красного находится при pH 4,4-6,2. Сохраните полученный раствор для опыта 2.

Вопросы и задания:

1. Объясните отсутствие кислой реакции у гликокола
2. Напишите схему реакции

Опыт 2. Действие формальдегида на аминокислоты. Принцип формального титрования.

Поместите в пробирку 3 капли 40%-ного раствора формалина. Добавьте 1 каплю 0,2% раствора индикатора метилового красного. Появляется красное окрашивание, указывающее на наличие кислоты.

С помощью тонкого запаянного стеклянного капилляра добавьте очень небольшое количество 2н. раствора гидроксида натрия до нейтральной реакции (раствор пожелтеет). Полученный нейтрализованный формалин добавьте к нейтральному раствору гликокола из опыта 1. Немедленно появляется красное окрашивание, указывающее на появление кислоты.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции формальдегида с аминокислотой с образованием соответствующей метиленаминокислоты
2. Объясните, почему нейтральный раствор аминокислоты приобретает кислую

среду.

3. Для каких целей используется формольное титрование по Зеренсену?

Опыт 3. Образование комплексной медной соли гликокола.

Поместите в пробирку очень небольшое количество (на кончике стеклянной лопаточки) оксида меди (II). Добавьте 3 капли 0,2н раствора аминокусусной кислоты и нагрейте над пламенем горелки.

Дайте отстояться избытку черного порошка оксида меди (II), обратите внимание на образование темно-синего раствора медной соли гликокола.

К отстоявшемуся синему раствору (не отделяя его от черного осадка) прибавьте 1 каплю 2н. NaOH. Выпадения осадка гидроксида меди (II) не происходит, как это наблюдается с обычными солями меди.

Из этого следует вывод, что аминокусусная кислота с оксидом меди (II) образует не обычную медную соль, а внутрикомплексное хелатное соединение, в котором атом меди связан не только с атомом кислорода гидроксила, но и с атомом азота аминокусусной группы.

Вопросы и задания:

1. Напишите структурную формулу этого соединения.

ОКСОКИСЛОТЫ.

Опыт 4. Получение пировиноградной кислоты и доказательство ее образования.

Налейте в пробирку 1-2 мл молочной кислоты и столько же 10%-ного раствора $KMnO_4$, нагрейте. После того как исчезнет окраска перманганата калия, прибавьте лопаточку хлоргидрата фенилгидразина и столько же ацетата натрия. Нагрейте смесь на водяной бане 15-20 мин. При охлаждении выпадает желтый осадок фенилгидразона пировиноградной кислоты.

Вопросы и задания:

1. Напишите схемы двух проделанных реакций.

Опыт 5. Кетонное расщепление ацетоуксусного эфира (иодоформная проба).

В пробирку с газоотводной трубкой налейте 1 мл ацетоуксусного эфира и 1 мл 2н H_2SO_4 и нагрейте. Газоотводную трубку опустите в пробирку с несколькими каплями баритовой воды, при появлении мути перенесите газоотводную трубку в пробирку с раствором I_2 в KI , обесцвеченным добавлением 2н NaOH, - выделяется желтоватый осадок иодоформа.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции гидролиза ацетоуксусного эфира в кислой среде (одним из продуктов реакции является кетонное соединение)
2. Какой продукт гидролиза определяется с помощью баритовой воды? Напишите схему реакции.
3. Напишите схему реакции, полученного кетона с иодом в щелочной среде с образованием иодоформа.

Раздел 4. Природные органические соединения.

Тема 4.2. Жиры

Практическое занятие № 14-15. Природные органические соединения (углеводы, жиры).

УГЛЕВОДЫ

Опыт 1. Доказательство наличия гидроксильных групп в глюкозе.

В пробирку поместите 6 капель раствора гидроксида натрия, 1 каплю раствора сульфата меди (II) и 1 каплю раствора глюкозы. Встряхните пробирку. Первоначально выпавший осадок растворяется с образованием ярко-синего раствора.

Вопросы и задания.

1. Напишите уравнение реакции, соответствующее первоначальному образованию осадка.
2. Какой структурный фрагмент в молекуле глюкозы обуславливает растворение осадка?
3. Напишите схему реакции гидроксида меди (II) с диольным фрагментом на примере этиленгликоля.

Опыт 2. Восстановительные свойства глюкозы (реакция «серебряного зеркала»)

В тщательно вымытую пробирку поместите 1 каплю раствора нитрата серебра, прибавьте несколько капель раствора аммиака до растворения образующегося оксида серебра. Добавьте 1 каплю глюкозы и слегка нагрейте пробирку в пламени горелки до появления окрашивания. Далее реакция идет без нагревания, и металлическое серебро выпадает либо в виде черного осадка, либо осаждается на стенках пробирки в виде зеркального налета.

Вопросы.

1. Какие свойства проявляет глюкоза в данной реакции?
2. Для каких еще классов соединений характерна эта реакция?

Опыт 3. Восстановительные свойства глюкозы (реакция с реактивом Фелинга) (проба Троммера)

В пробирку 1 поместите 2 капли раствора винной кислоты и прибавьте по каплям раствор гидроксида калия до растворения выпавшего осадка. К полученному раствору тартрата калия прибавьте 2-4 капли раствора гидроксида натрия и 1 каплю раствора сульфата меди (II). Встряхните пробирку, образуется ярко-синий раствор (реактив Фелинга). Перенесите 3 капли полученного раствора в пробирку 2 и прибавьте 1 каплю раствора глюкозы. Держа пробирку наклонно, осторожно нагрейте верхнюю часть раствора почти до кипения. Цвет верхней части раствора становится оранжевым. Проба Троммера используется для открытия глюкозы в моче.

Вопросы и задания.

1. Назовите компоненты реактива Фелинга.
2. С какой целью получение гидроксида меди в пробирке 1 проводят в присутствии тартрата калия?
3. Способна ли глюкоза окисляться реактивом Фелинга без нагревания?
4. Для каких классов органических соединений характерна данная реакция?

Опыт 4. Открытие глюкозы со щелочным раствором глицерата меди (реактив Гайнеса)

Поместите в пробирку 1 каплю раствора сульфата меди (II) и 2 капли гидроксида натрия. К образовавшемуся осадку добавьте 1 каплю глицерина и перемешайте. К полученному раствору добавьте 1 каплю 0,5 %-ного раствора глюкозы. И несколько капель воды так, чтобы высота слоя жидкости составила 18-20 мм. тщательно взболтайте раствор и нагрейте до кипения только верхнюю часть раствора (нижняя должна остаться холодной для контроля).

Не взбалтывая содержимого пробирки, обратите внимание на то, что происходит в верхней части раствора.

Щелочной раствор глицерата меди применяется для клинического определения глюкозы в моче. Определение происходит быстрее, чем при пробе Троммера.

Вопросы.

1. Назовите компоненты реактива Гайнеса.
2. Запишите формулу образовавшегося соединения и его цвет.

Опыт 5. Образование фурфурола и конденсация его с анилином – качественная

реакция на пентозы.

В пробирку насыпьте слой опилок высотой 15-20 мм, смочите их приготовленной отдельно смесью концентрированной соляной кислоты и воды (в отношении 1:1), перемешайте и прокипятите. Смочите узкую полоску фильтровальной бумаги, смесью 2 капель анилина и 4 капель 2н. уксусной кислоты и опустите в пробирку с кипящей смесью. Фильтровальная бумага окрашивается в красный цвет.

При этом происходят следующие реакции: а) содержащиеся в древесине пентозаны ($C_5H_8O_4$)_n в кислой среде гидролизуются до пентоз; б) под действием кислот при нагревании пентозы теряют три молекулы воды и превращаются в фурфурол; в) фурфурол с анилином дает продукты конденсации красного цвета.

Вопросы и задания.

1. Напишите схему реакции а) гидролиз пентозанов,
2. Напишите схему реакции б) образование фурфуrolа.

Опыт 6. Открытие крахмала.

В пробирку поместите 5 капель крахмального клейстера и 1 каплю сильно разбавленного раствора иода ($I_2 + KI$). Раствор окрашивается в синий цвет вследствие образования комплексных соединений и адсорбции. Нагревайте раствор – он обесцвечивается, но при остывании окраска восстанавливается.

Вопросы и задания.

1. Напишите общую формулу молекулы крахмала. Назовите две фракции крахмала.
2. Напишите структурный фрагмент молекулы амилозы (фракция крахмала). Укажите гликозидные связи в молекуле.

БЕЛКИ

Опыт 7. Ксантопротеиновая реакция.

В пробирку поместите 10 капель раствора яичного белка и 2 капли азотной кислоты. Смесью осторожно нагрейте до появления желтого осадка и охладите. Добавьте по каплям раствор гидроксида натрия до появления оранжевого окрашивания.

Вопросы и задания.

1. Какие аминокислоты можно обнаружить с помощью данной реакции? На примере соответствующей аминокислоты напишите схему ее реакции с азотной кислотой.
2. Чем объясняется изменение желтого окрашивания на оранжевое после добавления щелочи?

Опыт 8. Биуретовая реакция на белок.

В пробирку поместите 5 капель раствора яичного белка и 5 капель раствора гидроксида натрия. Добавьте 1-2 капли раствора сульфата меди (II). Появляется красно-фиолетовое окрашивание.

Вопросы и задания.

1. Напишите схему реакции биурета с гидроксидом меди (II).
2. Наличие какого структурного фрагмента в молекуле необходимо для положительной биуретовой реакции?

Тема 4.3. Гетероциклические соединения (ГЦС)

Практическое занятие № 16-17. Гетероциклические соединения

Опыт 1. Реакция восстановления индиго глюкозой.

А) Поместите в пробирку 1 каплю 0,5 % раствора индигокармина (растворимое индиго, 5,5-дисульфоиндиго) и 1 каплю 0,5% раствора глюкозы. Подщелочите 1 каплей раствора Na_2CO_3 и разбавьте 5 каплями воды. При нагревании до кипения наблюдается

постепенное обесцвечивание синего раствора. При осторожном нагревании (без взбалтывания) наблюдается постепенная смена цветов от синего через фиолетовый и красно-фиолетовый до светло-желтого. Синее индиго восстанавливается глюкозой до белого индиго.

При энергичном встряхивании пробирки и соприкосновения обесцвеченной жидкости с воздухом раствор краснеет и даже синеет. Это белое индиго окисляется в синее индиго.

Переход синего индиго в белое и обратно будет происходить до тех пор, пока в растворе будет находиться глюкоза.

Б) В желтый щелочной раствор белого индиго погрузите полоску белой ткани или нитку пряжи, предварительно смоченную водой, и, нагрев ее в течение 1-2 мин, вынуть из раствора. На воздухе ткань быстро позеленеет, а потом окраситься в интенсивный синий цвет.

Вопросы и задания:

1. Напишите схему реакции перехода синего индиго в белое индиго.

Опыт 2. Окисление индиго в изатин.

К 2-3 каплям индигокармина добавьте 1-2 капли концентрированной азотной кислоты. На холоду или при слабом нагревании окраска жидкости переходит в коричнево-желтую.

Вопросы и задания.

1. Напишите схему реакции окисления индиго в изатин.
2. Объясните причину изменения окраски раствора.

Опыт 3. Реакции антипирина с хлоридом железа (III)

Поместите в пробирку несколько кристаллов антипирина, прибавьте 2 капли воды и каплю 0,1n FeCl_3 . Немедленно появляется интенсивное и стойкое оранжево-красное окрашивание, не исчезающее при стоянии.

Вопросы и задания.

1. Напишите структурную формулу антипирина. Назовите это соединение по заместительной номенклатуре.
2. Почему антипирин образует стойкое окрашивание с FeCl_3 . Где используется данная реакция?
3. Для каких целей используется антипирин в медицине.

Опыт 4. Нитрозирование антипирина.

В пробирку поместите несколько кристаллов антипирина, прибавьте 2 капли воды, 1 каплю 10% раствора серной кислоты и 1 каплю 5% раствора нитрита натрия. Появляется изумрудно-зеленая окраска, постепенно исчезающая.

Вопросы и задания.

1. Напишите схему реакции взаимодействия антипирина с азотистой кислотой. По какому механизму протекает эта реакция?
2. Чем объясняется появление окраски раствора?
3. Можно ли считать эту реакцию качественной для обнаружения антипирина?
4. В процессе получения какого лекарственного средства нитрозирование антипирина является промежуточной стадией?

Опыт 5. Растворимость мочевой кислоты и ее средней натриевой соли в воде.

Поместите в пробирку небольшое количество (на кончике лопатке) мочевой кислоты. Прибавьте по каплям воду, каждый раз встряхивая пробирку. Обратите внимание на плохую растворимость мочевой кислоты в воде. В холодной воде мочевая кислота почти нерастворима.

После добавления 8 капель воды растворения все еще не заметно. Добавьте всего 1 каплю 2н. NaOH, мутный раствор моментально просветляется вследствие образования относительно легко растворимой средней двузамещенной соли натрия.

Полученный раствор сохраните для опыта 5.

Вопросы и задания.

1. Напишите таутомерные формы (кетоформа – лактамная и енольная форма – лактимная) мочевого кислоты.

2. Напишите схему реакции образования средней двузамещенной соли натрия мочевого кислоты. Как называются соли мочевого кислоты?

Опыт 6. Открытие мочевого кислоты (мурексидная проба)

А) На предметное стекло с помощью пипетки поместите 1 каплю раствора средней натриевой соли мочевого кислоты (из опыта 4). Добавьте 1 каплю концентрированной азотной кислоты и осторожно выпаривайте, держа стекло над пламенем горелки на расстоянии около 10 см. Как только раствор выпарится и начнется слабое покраснение пятна на месте бывшей капли, прекратите нагревание. Когда стекло остынет, сбоку от пятна поместите 1 каплю 0,5М КОН. На месте соприкосновения наблюдается появление полоски пурпурно-фиолетового цвета (мурексидная проба).

Б) Прделайте тот же опыт, но вместо КОН возьмите раствор аммиака. На месте соприкосновения наблюдается появление пурпурно-красного цвета.

Вопросы и задания.

1. Для каких целей используется мурексидная проба на мочевую кислоту в медицине?

2. Для открытия каких веществ, кроме мочевого кислоты, применяется мурексидная проба?

Опыт 1. Основные свойства пиридина.

В пробирку поместите 2 капли пиридина (на общем столе) и около 2 мл воды. Раствор используйте для проведения следующих опытов.

1) Стеклопалочкой нанесите 1 каплю приготовленного раствора пиридина на полоску универсальной индикаторной бумаги (на общем столе). Отметьте изменение окраски индикатора.

2) В пробирку поместите по 5 капель раствора пиридина и раствора хлорида железа (III). Отметьте цвет выпавшего осадка.

Вопросы.

1. Почему раствор пиридина изменяет окраску индикатора?

2. Какой структурный фрагмент обуславливает основные свойства пиридина?

Опыт 2. Устойчивость пиридина к окислению.

В пробирку поместите по 3 капли растворов пиридина (на общем столе), перманганата калия и карбоната натрия. Содержимое пробирки встряхните и нагрейте до кипения. Происходит ли обесцвечивание раствора перманганата калия?

Вопросы и задания:

1. Объясните устойчивость пиридина к окислению.

2. Каким критериям ароматичности удовлетворяет молекула пиридина?

Опыт 3. Образование пикрата пиридина.

С помощью пипетки поместите 1 каплю водного раствора пиридина в пробирку и добавьте 3 капли насыщенного водного раствора пикриновой кислоты. При встряхивании постепенно выделяются хорошо выраженные игольчатые кристаллы пикрата пиридина. В избытке пиридина кристаллы растворяются.

Поместите часть кристаллов на предметное стекло, рассмотрите их под микроскопом и зарисуйте форму кристаллов.

Вопросы и задания.

1. Напишите схему образования пикрата пиридина.

Опыт 4. Мурексидная проба.

В фарфоровую чашку поместите 3-4 капли 10 % раствора кофеин - бензоата натрия и выпаривайте досуха. К остатку прибавьте 10 капель 10 % раствора хлороводородной кислоты и 10 капель концентрированного пероксида водорода и вновь выпаривайте досуха. После охлаждения к остатку добавьте 3-5 капель 10 % раствора аммиака. Появляется пурпурно-красная окраска.

Вопросы.

1. Какой химический процесс лежит в основе этой пробы? Что происходит при этом с пуриновым циклом?
2. Какое вещество называют мурексидом?
3. Наличие какого структурного фрагмента в молекуле определяет положительную мурексидную пробу?
4. С какой целью применяется мурексидная проба? Какие лекарственные средства способны дать положительную мурексидную пробу?

Опыт 5. Качественная реакция на теofilлин с хлоридом кобальта (II).

В пробирку поместите несколько кристаллов теofilлина, прибавьте 2 капли раствора гидроксида натрия и энергично встряхивайте в течение 2-3 мин. Прибавьте 2 капли раствора хлорида кобальта (II). Выпадает серовато-голубой осадок.

Вопросы и задания.

1. Напишите схему реакции теofilлина с гидроксидом натрия. Укажите кислотный центр в молекуле теofilлина и обоснуйте сделанный выбор.
2. Какое вещество выпадает в осадок?
3. С какой целью применяется эта реакция?

Опыт 6. Качественная реакция на теобромин с хлоридом кобальта (II).

В пробирку поместите несколько кристаллов теобромина, 2 капли раствора гидроксида натрия и энергично встряхивайте в течение 2-3 мин. Прибавьте 2 капли раствора хлорида кобальта (II). Выпадает розовый осадок.

Вопросы и задания.

1. Напишите схему реакции теобромина с гидроксидом натрия. Укажите кислотный центр в молекуле теобромина и обоснуйте сделанный выбор.
2. Назовите вещество, выпавшее в осадок.
3. Сравните строение кобальтовых солей теofilлина и теобромина. В чем их принципиальное различие?

Опыт 7. Осаждение кофеина раствором танина.

В пробирку поместите несколько кристаллов кофеина и 6-8 капель воды. Прибавьте 2 капли 2% раствора танина. Выпадает белый осадок.

Вопросы и задания.

1. Напишите структуру кофеина и обоснуйте наличие в нем основного центра.
2. Какой химический процесс лежит в основе данной пробы? Какой из реагентов выступает в роли кислоты?
3. С какой целью применяется эта реакция?

Критерии выставления оценок за практические занятия

Оценка	Критерии
--------	----------

5	<p>Практическая работа осуществлена согласно правилам техники безопасности при работе с химическими веществами и оборудованием и плану занятия.</p> <p>Самостоятельно собрано и подготовлено оборудование для проведения практического занятия;</p> <p>Все опыты проведены согласно методическим рекомендациям в полном объеме;</p> <p>Научно грамотно, логично описаны наблюдения и сформулированы выводы из опыта.</p> <p>В представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, уравнения химических реакций, вычисления и сделаны выводы</p>
4	<p>если студент выполнил все критерии к оценке «5», но при этом:</p> <p>не было обеспечено точности измерений;</p> <p>или допущены небольшие неточности в проведении эксперимента;</p> <p>или допущена одна негрубая ошибка;</p> <p>или представленные выводы неполные, существенно не искажающие суть практической работы;</p>
3	<p>Практическая работа осуществлена согласно правилам техники безопасности при работе с химическими веществами, оборудованием и плану занятия;</p> <p>Студент испытывает затруднения в подготовке оборудования для проведения практического занятия;</p> <p>Опыты проведены согласно методическим рекомендациям не менее, чем наполовину;</p> <p>Допущены ошибки при описании опыта и наблюдений, выводы по ключевым задачам работы сформулированы верно;</p> <p>В представленном отчете допущены ошибки в химических уравнениях или вычислениях, допущена небрежность в оформлении графиков, таблиц и схем.</p>
2	<p>Практическая работа не выполнена (студент не смог начать или не выполнил работу, не подготовил нужное оборудование), грубо нарушает технику безопасности при работе в химической лаборатории;</p> <p>Объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов;</p> <p>Допущены более трех принципиальных ошибок в ходе практической работы, вычислениях, неправильно написаны уравнения химических реакций или они полностью отсутствуют.</p> <p>Допускает нарушения правил техники безопасности при работе с химическими веществами и оборудованием по плану занятий, которые студент не в состоянии исправить по рекомендации преподавателя.</p>