

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МАЙКОПСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ
Фармацевтический факультет
Кафедра фармации

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ К ЛАБОРАТОРНЫМ
РАБОТАМ ПО ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

(для студентов фармацевтического факультета)

Майкоп
2009

УДК 547(07)
ББК 24.2
М-54

Печатается по решению научно-методического совета
протокол № 2 от «26» марта 2009 г.
Медицинского института ГОУ ВПО
Майкопский государственный технологический университет

Составитель: **Бочкарева И.И.** – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармации Медицинского института ГОУ ВПО Майкопского государственного технологического университета
Рецензент: **Хачава М.Р.** – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармации ГОУ ВПО Кубанского государственного медицинского университета Росздрава

М-54 Методическое пособие к лабораторным работам по органической химии (для студентов фармацевтического факультета) / Сост. И.И.Бочкарева. – Майкоп: Изд-во «Магарин О.Г.», 2009. – 32 с.

«Методическое пособие к лабораторным работам по органической химии (для студентов фармацевтического факультета)» составлено в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта ВПО, типовой программой по дисциплине «Органическая химия» и предназначено для студентов, специализирующихся в области «Фармация».

В пособии большое внимание уделяется изложению методик проведения лабораторных работ. Для закрепления полученных знаний, в конце каждого опыта, приводится ряд вопросов.

УДК 547(07)
ББК 24.2

Оглавление

1. Предельные углеводороды	4
2. Непредельные углеводороды	5
3. Галогенпроизводные углеводородов	7
4. Спирты. Фенолы	9
5. Альдегиды и кетоны	13
6. Карбоновые кислоты и их функциональные производные	15
7. Амины	19
8. Диазосоединения. Азосоединения	20
9. Гидроксикислоты	22
10. Аминокислоты. Белки	25
11. Углеводы	27
12. Пятичленные гетероциклические соединения	29
13. Шестичленные гетероциклические соединения	30
Литература	32

ТЕМА: ПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Вопросы к семинару:

1. Электронное строение алканов, циклоалканов. Прогнозирование реакционной способности на основе анализа строения.

2. Способы получения алканов: гидрирование непредельных углеводородов, восстановление галогеналканов, разложение солей карбоновых кислот, получение по реакции Вюрца.

3. Способы получения циклоалканов: гидрирование ароматических углеводородов, дегалогенирование дигалогеналканов, дегидроциклизация алканов. Природные источники получения алканов, циклоалканов.

4. Химические свойства алканов:

а) реакции радикального замещения как наиболее характерные для алканов, их механизм (на примере галогенирования, нитрования);

б) реакции дегидрирования, дегидроциклизации, окисления.

5. Химические свойства циклоалканов. Особенности поведения малых циклов.

Опыты к лабораторной работе:

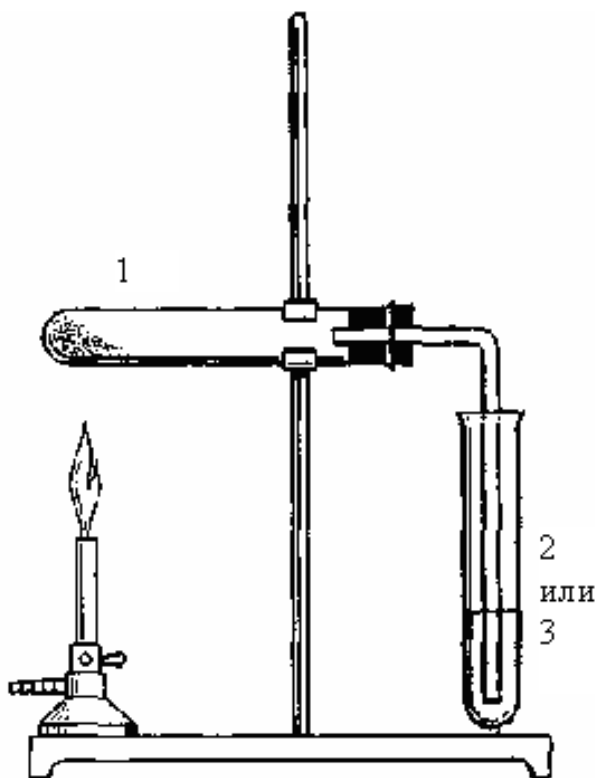


Рис. 1. Прибор для получения метана

Опыт 1. Получение и свойства метана.

Опыт проводится в приборе, показанном на рис.1. В 1-ю пробирку поместите 6 лопаточек безводного ацетата натрия и 10 лопаточек натронной извести, смесь тщательно перемешайте. Вставьте в пробирку пробку с газоотводной трубкой. Пробирку закрепите горизонтально в лапке штатива. Во 2-ю пробирку поместите 6 капель бромной воды, в 3-ю - 6 капель 2 % раствора перманганата калия. Начинайте нагревать 1-ю пробирку с реакционной смесью сначала осторожно, а затем усильте нагревание. Опустите газоотводную трубку во 2-ю пробирку так, чтобы конец ее погрузился в бромную воду. Через

1-2 мин замените 2-ю пробирку на 3-ю пробирку. Убедитесь, что исходная окраска растворов не изменилась.

Горение метана. Не прекращая нагревания реакционной смеси, удалите 3-ю пробирку и подожгите метан у конца газоотводной трубки. Метан горит голубым пламенем. Прекратите нагревание. После остывания добавьте в 1-ю пробирку 2—3 капли 10% раствора хлороводородной кислоты. Наблюдается выделение пузырьков оксида углерода.

Вопросы. 1. Напишите схему реакции образования метана.

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

3. Напишите схему реакции горения метана.

4. Чем объясняется выделение оксида углерода(IV) при добавлении хлороводородной кислоты к содержимому 1-й пробирки после завершения реакции?

Опыт 2. Доказательство предельности вазелинового масла. В одну ячейку фарфоровой пластины поместите 1 каплю 2 % раствора перманганата калия, в другую- 1 каплю бромной воды. В каждую из ячеек добавьте по 1 капле вазелинового масла и перемешайте. Оба исходных раствора не обесцвечиваются.

Вопросы. 1. Какой состав имеет вазелиновое масло?

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

ТЕМА: НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ

Вопросы к семинару:

1. Электронное строение алкенов, алкинов. Прогнозирование реакционной способности на основе анализа строения.

2. Способы получения алкенов: дегидратация спиртов, дегидрирование алканов, дегидрогалогенирование и дегалогенирование галогеналканов.

3. Способы получения алкинов: дегидрогалогенирование дигалогеналканов, взаимодействие ацетиленидов с галогеналканами, карбидный способ получения ацетилена.

4. Химические свойства непредельных углеводородов: реакции электрофильного присоединения (A_E) как наиболее характерные в ряду непредельных соединений, механизм; реакции окисления, озонирования, полимеризации; реакции замещения в алкинах с CN -кислотным центром; особенности гидратации алкинов (реакция Кучерова).

5. Особенности реакций присоединения в ряду несимметричных алкенов. Понятие об индуктивном эффекте. Правило Марковникова.

6. Качественные реакции на непредельные углеводороды.

Опыты к лабораторной работе:

АЛКЕНЫ

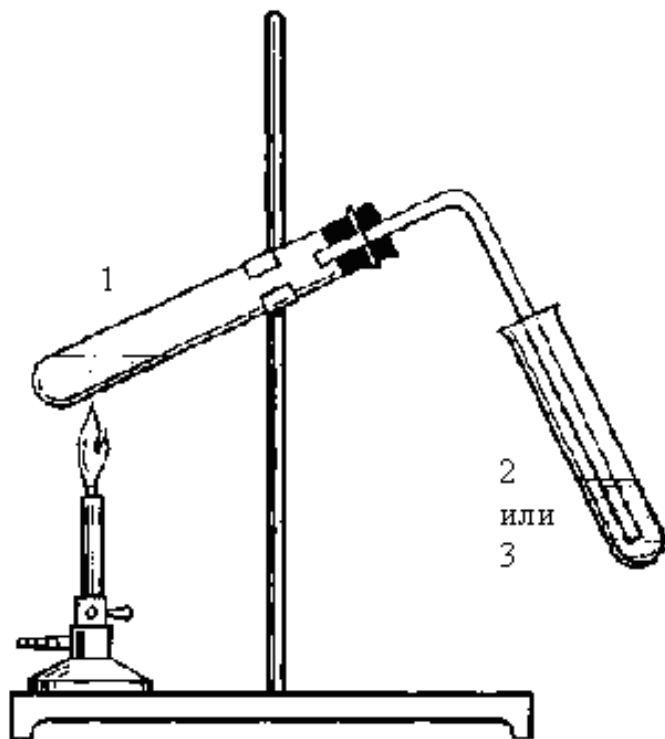


Рис.2. Прибор для получения этилена

Опыт 1. Получение и свойства этилена. В сухую 1-ю пробирку поместите 12 капель концентрированной серной кислоты, 4 капли этанола и бросьте несколько кусочков пемзы или пористого фарфора для равномерного кипения при нагревании. Вставьте в пробирку пробку с газоотводной трубкой и закрепите пробирку в лапке штатива, как это показано на рис.2.

Пробы на непредельность. Во 2-ю пробирку поместите 6 капель бромной воды (3), в 3-ю -6 капель 2 % раствора перманганата калия (4). Опустите газоотводную трубку во 2-ю

пробирку так, чтобы ее конец погрузился в бромную воду. Осторожно нагрейте реакционную смесь, находящуюся в 1-й пробирке. Во 2-й пробирке происходит обесцвечивание бромной воды. Не прекращая нагревания, замените 2-ю пробирку на 3-ю пробирку. В 3-й пробирке происходит обесцвечивание раствора перманганата калия.

Горение этилена. Удалите 3-ю пробирку и подожгите у конца газоотводной трубки выделяющийся этилен. Этилен горит слабокопящим пламенем. Прекратите нагревание.

В о п р о с ы . 1. Напишите схему реакции получения этилена.

2. Напишите схему реакции взаимодействия этилена с бромной водой. По какому механизму протекает эта реакция?

3. Напишите схему реакций взаимодействия этилена с перманганатом калия. Именем какого русского ученого названа эта реакция?

4. С какой целью используются реакции взаимодействия алкенов с бромной водой и с перманганатом калия в качественном анализе?

5. Напишите схему реакции горения этилена.

6. В бытовом газовом баллоне находится сжиженный пропан. Как определить, имеется ли в нем примесь непредельных газообразных углеводородов?

АЛКИНЫ

Опыт 2. Получение и свойства ацетилена. В 1-ю пробирку поместите кусочек карбида кальция величиной с горошину. Пробирку закрепите в штативе, как это показано на рис.2. Приготовьте для опыта 2-ю и 3-ю пробирки: во 2-ю поместите 6 капель бромной воды, в 3-ю - 6 капель 2 % раствора перманганата калия.

Горение ацетилена. Добавьте в 1-ю пробирку 4 капли воды и вставьте пробку с газоотводной трубкой. Подожгите выделяющийся ацетилен у конца газоотводной трубки. Ацетилен горит коптящим пламенем.

Пробы на непердельность. Быстро погрузите конец газоотводной трубки во 2-ю пробирку. В ней происходит обесцвечивание бромной воды. Замените 2-ю пробирку на 3-ю пробирку. В ней происходит обесцвечивание раствора перманганата калия.

Образование ацетиленида меди. Удалите 3-ю пробирку и выньте газоотводную трубку из 1-й пробирки. Внесите в отверстие 1-й пробирки полоску фильтровальной бумаги, смоченной аммиачным раствором хлорида меди(I). На бумаге появляется красновато-коричневая окраска. По окончании реакции в 1-ю пробирку добавьте 1 каплю 1 % спиртового раствора фенолфталеина. При этом появляется малиновая окраска.

Вопросы. 1. Напишите схему реакции получения ацетилена из карбида кальция.

2. Напишите схему реакции горения ацетилена.

3. Почему при пропускании ацетилена через бромную воду происходит ее обесцвечивание? Напишите схему реакции.

4. Напишите схему реакции окисления ацетилена перманганатом калия.

5. Образованием какого соединения объясняется появление красновато-коричневой окраски на фильтровальной бумажке? Напишите схему реакции.

6. Чем объясняется наличие в 1-й пробирке щелочной среды, обнаруживаемой с помощью индикатора фенолфталеина?

7. При определении загрязненности воздуха в производственном помещении путем пропускания пробы через аммиачный раствор хлорида меди(I) наблюдалось появление красновато-коричневого осадка. О наличии каких газообразных углеводородов в воздухе свидетельствует эта проба? Напишите схему реакции, подтверждающей это заключение.

ТЕМА: ГАЛОГЕНОПРОИЗВОДНЫЕ УГЛЕВОДОРОДОВ

Вопросы к семинару:

1. Классификация, номенклатура, изомерия, способы получения галогенуглеводородов.

2. Влияние строения углеводородного радикала и природы галогена на реакционную способность галогенуглеводородов.

3. Химические свойства. Реакции нуклеофильного замещения как наиболее характерные для галогенуглеводородов. Механизм.

4. Реакции элиминирования: дегидрогалогенирование, дегалогенирование. Правило Зайцева.

5. Особенности гидролиза моно-, ди-, тригалогенопроизводных.

6. Реакции металлирования (образование реактивов Гриньяра).

7. Галогеналкены и галогенарены, причины низкой реакционной способности в реакциях нуклеофильного замещения.

8. Галогенуглеводороды, применяемые в медицине: хлорэтан, хлороформ, иодоформ (получение, свойства, применение).

Опыты к лабораторной работе:

Опыт 1. Получение йодоформа из этанола. В пробирку поместите 1 каплю этанола, добавьте 3 капли 10 % раствора гидроксида натрия и 3 капли водного раствора иода в иодиде калия. Содержимое пробирки нагрейте, не допуская закипания раствора, т.к. в кипящем растворе йодоформ расщепляется щелочью. Через несколько минут образуется желтоватый осадок йодоформа, обладающий стойким характерным запахом. Если муть растворяется, добавьте еще 3-4 капли раствора йода к теплой реакционной смеси и тщательно перемешайте содержимое пробирки. Две капли осадка перенесите на предметное стекло и рассмотрите их под микроскопом. Отметьте форму кристаллов, зарисуйте их в лабораторном журнале.

В о п р о с ы . 1. Какие реакции протекали в пробирке? Напишите схемы реакций, приводящих к превращению этанола в йодоформ.

2. В какое соединение превращается этанол при окислении его гипоиодитом натрия в щелочной среде?

3. Напишите схемы реакций получения аналогичным путем хлороформа из этанола.

Опыт 2. Получение хлороформа из хлоральгидрата. Для понимания химических реакций, лежащих в основе этого опыта, необходимо предварительно выполнить опыт 5 и ответить на вопросы к нему. Хлораль (трихлоруксусный альдегид) CCl_3CHO взаимодействует с водой с образованием устойчивого кристаллического гидрата $\text{CCl}_3\text{CH}(\text{OH})_2$, называемого хлоральгидратом, идентичного по химическим свойствам хлоралю. Поэтому превращение хлоральгидрата в хлороформ протекает аналогично заключительной стадии опыта 5 - превращению иодаля в йодоформ. В пробирку поместите 1 лопаточку хлоральгидрата и 6-8 капель 10% раствора гидроксида натрия. Энергично встряхните содержимое пробирки. Обратите внимание на помутнение раствора и появление характерного сладковатого запаха хлороформа.

Вопросы. 1. Напишите схему реакции получения хлороформа из хлоральгидрата.

2. Почему произошло помутнение раствора? Растворяется ли хлороформ в воде?

3. Почему трихлорметан получил название «хлороформ»? В какое соединение превращается хлороформ при гидролизе?

4. С какой целью применялся хлороформ в медицинской практике? Кто из русских медиков впервые применил хлороформ при хирургических операциях?

Опыт 3. Определение доброкачественности хлороформа. Для проведения опыта используется образец хлороформа, хранившийся длительное время на свету. В 1-ю пробирку поместите 2 капли хлороформа, добавьте 3 капли дистиллированной воды и 1 каплю 5 % раствора нитрата серебра. Образуется белый творожистый осадок хлорида серебра.

Во 2-ю пробирку поместите 3 капли хлороформа, добавьте 5 капель дистиллированной воды и 3 капли 10 % раствора иодида калия. Энергично взболтайте содержимое пробирки. Если хлороформ действительно подвергся частичному разложению, то иодид калия превратится в свободный иод, который окрасит слой хлороформа (нижний) в розовый цвет. Если возникает очень слабая окраска, то можно добавить в пробирку 1 каплю крахмального клейстера. В присутствии даже очень небольшого количества свободного иода появляется синяя окраска (иодкрахмальная реакция).

Для наглядности сделайте этот же опыт с образцом правильно хранившегося хлороформа, выданного преподавателем.

Вопросы. 1. Какие реакции происходят с хлороформом на свету под влиянием кислорода воздуха? Напишите схемы реакций.

2. Какой из продуктов разложения хлороформа определяется в 1-й пробирке с помощью нитрата серебра? Напишите схему реакции.

3. Напишите схему реакции, лежащей в основе доказательства наличия в хлороформе свободного хлора?

4. Какие существуют правила хранения хлороформа?

ТЕМА: СПИРТЫ. ФЕНОЛЫ

Вопросы к семинару :

1. Строение, классификация, номенклатура спиртов и фенолов.

2. Химические свойства спиртов и фенолов:

а) реакции, идущие с разрывом связи -О-Н- (образование ал-коголятов, фенолятов, сложных эфиров);

б) реакции, идущие с разрывом связи -С-ОН (нуклеофильное замещение, внутри- и межмолекулярная дегидратация). Механизм этих реакций;

в) реакции по углеводородной части молекулы;

г) реакции окисления.

3. Физические свойства спиртов, фенолов, простых эфиров. Понятие о водородной связи.

4. ИК-спектроскопия указанных соединений.

5. Способы получения спиртов, фенолов, простых эфиров.

6. Химические свойства простых эфиров.

7. Представители, применяемые в фармации и медицине: этанол, диэтиловый эфир, глицерин, нитроглицерин, фенол, резорцин, тимол, крезолы.

Опыты к лабораторной работе:

Опыт 1. Получение этоксида натрия и его гидролиз. В сухую пробирку поместите 3 капли этанола и внесите кусочек металлического натрия размером с рисовое зернышко, предварительно отжатого от керосина на фильтровальной бумаге. Соберите выделяющийся водород, прикрыв пробирку пробкой. Затем уберите пробку и быстро поднесите пробирку отверстием к пламени горелки. Смесь водорода с воздухом сгорает с характерным «лающим» звуком.

Гидролиз этоксида натрия. Образовавшийся в пробирке белый осадок этоксида натрия растворите добавлением 2-4 капель этанола и внесите в полученный раствор 1 каплю спиртового раствора фенолфталеина. После этого добавьте в пробирку 1-2 капли воды. Отметьте появление малиновой окраски.

Вопросы. 1. Какое свойство спиртов проявляется в реакции с металлическим натрием? Напишите схему этой реакции.

2. Напишите схему реакции, протекающей 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?

4. Чем объясняется появление малиновой окраски?

Опыт 2. Окисление этанола. В пробирку поместите 2 капли этанола, 2 капли 5% раствора дихромата калия и 1 каплю 10% раствора серной кислоты. Полученный оранжевый раствор слегка нагрейте над пламенем горелки до начала изменения цвета. Обычно уже через несколько секунд появляется зеленоватая окраска, характерная для солей хрома(III). Одновременно ощущается запах ацетальдегида (запах прелых антоновских яблок).

Вопросы. 1. Напишите схему реакции окисления этанола.

2. Какой окислитель использован в данном опыте? По какому признаку можно судить по протекающей восстановительной реакции этого реагента?

Опыт 3. Образование глицерата меди(II). В пробирку поместите 2 капли 2 % раствора сульфата меди(II) и 5 капель 10 % раствора гидроксида натрия. Образуется голубой студенистый осадок гидроксида меди(II). Добавьте 3 капли глицерина и встряхните содержимое пробирки. Осадок гидроксида меди(II) переходит в раствор, который приобретает интенсивный синий цвет.

Вопросы. 1. Напишите схему реакции, лежащей в основе «растворения» осадка гидроксида меди(II).

2. Какой структурный фрагмент должен содержаться в молекулах спиртов, растворяющих гидроксид меди(II)?

3. С какой целью можно применять эту реакцию?

4. Можно ли использовать эту реакцию в случае необходимости различить растворы глицерина и этанола?

5. На основании данного опыта и опыта 8 сделайте вывод о различии кислотных свойств этанола и глицерина. Какой спирт является более сильной кислотой?

Опыт 4. Образование акролеина из глицерина (качественная реакция на глицерин). В сухую пробирку поместите несколько кристаллов безводного гидросульфата калия KHSO_4 и 2-3 капли глицерина. Реакционную смесь нагрейте на пламени горелки. Признаком начавшегося разложения глицерина является побурение жидкости и появление тяжелых паров непредельного альдегида – акролеина. В пробирку опустите полоску фильтровальной бумаги, смоченную раствором фуксинсернистой кислоты. Как только пары достигнут бумаги, наблюдается ее покраснение (качественная реакция на альдегидную группу). Образование акролеина обнаруживается также по резкому острому запаху.

Опыт 5. Получение феноксида натрия. Приготовьте 2 пробирки. В 1-ю пробирку поместите 3 капли 3 % водного раствора фенола и 1 каплю 0,1 % спиртового раствора бромтимолового синего. При этом появляется зеленая окраска.

Во 2-ю пробирку поместите 5 капель воды и 1 каплю жидкого фенола. К эмульсии добавьте 3 капли 10 % раствора гидроксида натрия. Фенол растворяется в гидроксиде натрия. Содержимое 2-й пробирки сохраните для опыта 6.

Вопросы. 1. О каких свойствах фенола свидетельствует изменение окраски индикатора в 1-й пробирке?

2. Напишите уравнение реакции взаимодействия фенола с гидроксидом натрия. Какое свойство фенола проявляется в этой реакции?

3. Почему фенол в отличие от этанола (см. опыт 1) способен взаимодействовать со щелочами?

Опыт 6. Взаимодействие феноксида натрия с кислотами. К раствору, полученному во 2-й пробирке опыта 5, добавьте несколько капель 10% раствора хлороводородной кислоты. Раствор в пробирке мутнеет вследствие выделения свободного фенола, который ограниченно растворим в воде и поэтому образует эмульсию.

Вопросы. 1. Напишите схему реакции взаимодействия феноксида натрия с хлороводородной кислотой.

2. На основе проделанного опыта дайте сравнительную оценку кислотных свойств фенола, воды и хлороводородной кислоты.

3. Какие реагенты использованы для превращения этоксида натрия в опыте 1 и феноксида натрия в данном опыте в соответствующие гидроксилсодержащие соединения? Какой из реагентов может быть общим?

Опыт 7. Бромирование фенола. В пробирку поместите 2-3 капли 3 % водного раствора фенола и 4-5 капель бромной воды. Встряхните содержимое пробирки. Образуется хлопьевидный белый осадок трибромфенола, обладающего характерным запахом.

Вопросы 1. Напишите схему реакции взаимодействия фенола с бромом.

2. Объясните, почему замещение в бензольном кольце молекулы фенола происходит в трех положениях (2, 4 и 6)?

3. Почему бромирование фенола осуществляется без катализатора, тогда как бензол бромруется только в присутствии солей алюминия или железа(III)?

4. С какой целью можно использовать реакцию бромирования фенола?

Опыт 8. Цветные реакции фенолов с хлоридом железа (III).

Приготовьте 4 пробирки. В 1-ю пробирку поместите 1 каплю 3% водного раствора фенола, во 2-ю - 3 капли 1 % раствора пирокатехина, в 3-ю - 3 капли 1 % раствора резорцина, в 4-ю - 3 капли 1 % раствора гидрохинона. В каждую пробирку добавьте по 1 капле 1 % раствора хлорида железа(III).

В 1-й пробирке появляется сине-фиолетовая окраска, во 2-й - зеленая, в 3-й - сине-фиолетовая и в 4-й - зеленая, быстро переходящая в желтую.

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

Опыт 9. Реакция образования азокрасителя (качественная реакция на фенолы). В пробирку поместите 5-6 капель фенольной воды и 2 капли равных объемов 0,1% раствора сульфаниловой кислоты и 1% раствора нитрита натрия. К образовавшейся смеси добавьте 1 каплю 10% раствора соляной кислоты и через 1-2 минуты – несколько капель 10% раствора аммиака. Образуется окрашенный в яркий цвет азокраситель.

Опыт 10. Реакция фенолов с реактивом Марки. Кристаллик резорцина поместите на часовое стекло и смочите 1-2 каплями реактива Марки (смесь формальдегида с концентрированной серной кислотой). Полученную смесь оставьте на 3-5 минут. Обратите внимание на появление окраски.

Опыт 11. Индофенольная проба. Поместите в пробирку 1 каплю прозрачной фенольной воды. Добавьте к ней 3 капли 2н раствора аммиака, затем 3 капли свежеприготовленной бромной воды. Через несколько секунд содержимое пробирки рассмотрите в отраженном свете и наблюдайте появление синего окрашивания. Появление окраски связано с образованием красящего вещества индофенола.

Опыт 12. Окисление двухатомных фенолов. Возьмите 3 квадратика фильтровальной бумаги (6Х6 см). В центр каждого квадратика нанесите по 1 капле 1% растворов пирокатехина, резорцина и гидрохинона. В середину каждого из полученных пятен нанесите по 1 капле 10 % раствора гидроксида натрия. Обратите внимание на исходный цвет пятен, а также на скорость возникновения окраски, появляющейся вследствие окисления фенолов кислородом воздуха.

Вопросы. 1. Напишите схемы реакций окисления гидрохинона и пирокатехина. Назовите продукты окисления.

2. По скорости возникновения окраски сделайте сравнительный вывод о скорости окисления гидрохинона, резорцина и пирокатехина. Какой из двухатомных фенолов окисляется быстрее?

3. Можно ли по возникающей окраске продуктов окисления различить пирокатехин, резорцин и гидрохинон?

ТЕМА: АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

Вопросы к семинару:

1. Оксопроизводные углеводов: определение, классификация, номенклатура, изомерия, спектральные характеристики.

2. Способы получения альдегидов и кетонов: окисление спиртов, пиролиз солей карбоновых кислот, гидролиз гем-дигалогенпроизводных, реакция Кучерова, оксосинтез, ацилирование аренов.

3. Строение и реакционная способность карбонильной группы. Общее и разное в строении $>C=C<$ и $>C=O$ связей.

4. Химические свойства альдегидов и кетонов: реакции нуклеофильного присоединения, присоединения-отщепления, конденсации, окисления; восстановления, реакции по углеводородному радикалу.

5. Сравнение реакционной способности альдегидов и кетонов. Качественные реакции на альдегиды и кетоны.

6. Представители, применяемые в медицине (формальдегид, хлоралгидрат, гексаметилентетрамин): способы получения, методы идентификация.

Опыты к лабораторной работе:

Опыт 1. Окисление формальдегида гидроксидом диамминсеребра. В тщательно вымытую пробирку поместите 1 каплю 5 % раствора нитрата серебра и добавьте по каплям 10% раствор аммиака до появления легкой мути (если при встряхивании муть исчезает, добавьте еще каплю раствора аммиака). Прибавьте 2 капли формалина и слегка подогрейте пробирку над пламенем горелки до начала побурения раствора. Далее реакция идет без нагревания, и металлическое серебро выпадает в виде черного осадка или осаждается на стенках пробирки в виде блестящего серебряного налета (реакция «серебряного зеркала»). Ощущается острый запах муравьиной кислоты.

- В о п р о с ы .
1. Напишите схему реакции окисления формальдегида.
 - 2.Какая функциональная группа обуславливает восстановительные свойства формальдегида?
 - 3.Какой реагент использован в качестве окислителя в данной реакции?
 - 4.С какой целью используется реакция «серебряного зеркала» в фармацевтическом анализе?

Опыт 2. Окисление формальдегида гидроксидом меди(II). В пробирку поместите 5 капель 10 % раствора гидроксида натрия и 5 капель воды. Добавьте 1 каплю 2% раствора сульфата меди(II), при этом выпадает осадок гидроксида меди(II). Прибавьте 3 капли формалина и встряхните содержимое пробирки. Держа пробирку наклонно над пламенем горелки, осторожно нагрейте верхнюю часть раствора почти до кипения (кипятить не следует). В нагретой части пробирки начинает выделяться желтый осадок гидроксида меди(I), который затем краснеет вследствие образования оксида меди(I) красного цвета. Если пробирка была чистой, то на ее стенках может даже образоваться «медное зеркало»-налет металлической меди. Ощущается запах муравьиной кислоты.

- В о п р о с ы .
1. Какое вещество получается в результате окисления формальдегида? Напишите схему реакции.
 - 2.Наличие какой функциональной группы в молекуле формальдегида обуславливает восстановительные свойства формальдегида?
 - 3.Какой реагент использован в данном опыте в качестве окислителя?
 - 4.По каким признакам можно судить о восстановлении гидроксида меди(I)? Напишите схемы реакций.

Опыт 3. Получение гексаметилентетрамина. В пробирку поместите 1 каплю 1% спиртового раствора фенолфталеина и 2 капли 10 % раствора ам-

миака. Добавьте 2 капли формалина и встряхните раствор. После обесцвечивания раствора добавляйте по каплям 10 % раствор аммиака до получения устойчивой малиновой окраски. На предметное стекло поместите 2 капли полученного раствора и осторожно выпаривайте над пламенем горелки. После испарения воды на стекле остаются кристаллы гексаметилентетрамина. Раствор, оставшийся в пробирке, сохраните для проведения опыта 4.

В о п р о с ы . 1. Напишите схему реакции получения гексаметилентетрамина.

2. Избыток какого вещества был необходим в этой реакции? Как осуществлялся контроль за наличием его избыточного количества?

Опыт 4. Гидролиз гексаметилентетрамина. К раствору, полученному в опыте 3, добавьте 1 каплю 10% раствора серной кислоты и нагрейте раствор до кипения. Обратите внимание на появление запаха формальдегида. Слегка охладите пробирку и добавьте 5-6 капель 10% раствора гидроксида натрия и снова нагрейте до кипения. Ощущается запах аммиака.

В о п р о с ы . 1. В какую реакцию вступает гексаметилентетрамин в водной кислой среде? Напишите схему реакции. По какому признаку можно судить о ее протекании?

2. С какой целью добавляется раствор гидроксида натрия?

3. Почему до прибавления гидроксида натрия не ощущался запах аммиака?

ТЕМА: КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ

Вопросы к семинару:

1. Определение, классификация, номенклатура и изомерия. Способы получения карбоновых кислот: а) окисление органических соединений, б) гидролиз нитрилов, в) металлорганический синтез и оксосинтез. Спектральные характеристики карбоновых кислот.

2. Электронное строение карбоксильной группы. Кислотные свойства карбоновых кислот. Образование солей. Влияние карбоксильной группы на реакционную способность радикала в ряду предельных, непредельных и ароматических кислот. Реакции карбоновых кислот по радикалу.

3. Реакции S_N , идущие по карбоксигруппе. Механизм. Образование сложных эфиров, ангидридов, галогенангидридов, амидов, гидразидов.

4. Амиды, строение амидной группы, способы получения амидов кислот.

5. Кислотно-основные свойства амидов, гидролиз, расщепление гипобромитами по Гофману. Образование нитрилов, дезаминирование азотистой кислотой. Гидразиды карбоновых кислот.

6. Мочевина. Свойства: гидролиз, образование солей, взаимодействие с

азотистой кислотой и гипобромитами. Биурет. Уреиды и уреидокислоты.

7. Некоторые представители карбоновых кислот и амидов кислот, применяемых в медицине: ацетат калия, ацетат свинца, бензойная кислота, натрия бензоат, фенолфталеин, уретан (бромизовал).

Опыты к лабораторной работе:

Опыт 1. Кислотные свойства уксусной и бензойной кислот. В 1-ю пробирку поместите 1 каплю уксусной кислоты, во 2-ю - несколько кристалликов бензойной кислоты. В каждую пробирку добавьте по 3-5 капель воды. Чтобы ускорить растворение бензойной кислоты, 2-ю пробирку слегка нагрейте. По одной капле полученных растворов кислот поместите на синюю лакмусовую бумагу. Индикаторная бумага краснеет.

Вопросы. 1. Напишите схемы реакций диссоциации уксусной и бензойной кислот. Определите по величине pK_a какая из этих кислот более сильная?

2. Почему изменяется цвет синей лакмусовой бумаги?

Опыт 2. 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) $Fe(CH_3COO)_3$. Нагрейте раствор до кипения. Выделится красно-бурый осадок нерастворимого в воде гидроксида диацетата железа(III) $FeOH(CH_3COO)_2$. Раствор над осадком становится бесцветным.

Вопросы. 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 3. Качественная реакция на бензойную кислоту и ее соли. В пробирку внесите 1 лопаточку бензойной кислоты, добавьте 6-8 капель 10% раствора гидроксида натрия. Встряхните пробирку. Затем прилейте 2-3 капли 1 % раствора хлорида железа(III). Образуется розовато-желтый осадок основного бензоата железа(III).

Вопросы. 1. Напишите схему реакции взаимодействия бензойной кислоты с гидроксидом натрия.

2. В двух пробирках имеются ацетат и бензоат натрия. Как их различить?

Опыт 4. Окисление муравьиной кислоты гидроксидом диамминсеребра. В пробирку поместите 1 каплю 5 % раствора нитрата серебра и добавляйте по каплям 10% раствор аммиака до полного растворения образующегося бурого осадка гидроксида серебра. К полученному бесцветному раствору добавьте 1-2 капли 10 % раствора муравьиной кислоты и осторожно нагрейте. Образуется черный осадок серебра и блестящий зеркальный налет на стенках пробирки.

Вопросы. 1. Напишите схему реакции окисления муравьиной кислоты.

2. Какой структурный фрагмент молекулы обуславливает восстановительные свойства муравьиной кислоты?

3. Какой реагент использован в данном опыте в качестве окислителя? По каким признакам можно судить о процессе его восстановления?

4. Можно ли считать эту реакцию специфичной для муравьиной кислоты?

5. Для какого класса органических соединений характерна реакция «серебряного зеркала»?

Опыт 5. Открытие щавелевой кислоты в виде кальциевой соли. В пробирку поместите 1 лопаточку щавелевой кислоты и прибавьте 4-5 капель воды до полного растворения. Пипеткой возьмите 1 каплю раствора и нанесите ее на предметное стекло. Добавьте к ней 1 каплю 5 % раствора хлорида кальция. Выпадает кристаллический осадок. Кристаллы оксалата кальция имеют характерную октаэдрическую форму, что хорошо видно под микроскопом (рис. 3).

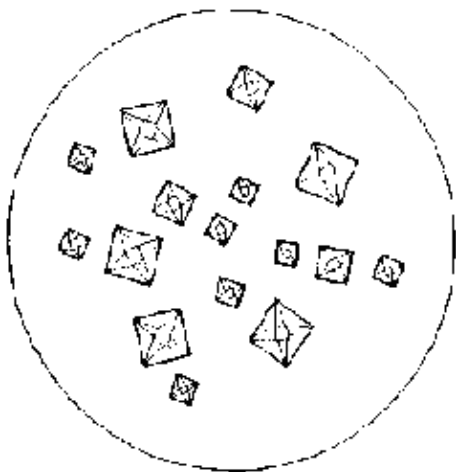


Рис. 3. Кристаллы оксалата кальция

К раствору, оставшемуся в пробирке, добавляйте по каплям 5 % раствор хлорида кальция до появления осадка оксалата кальция. Осадок разделите на 2 пробирки. В 1-ю пробирку прилейте 5-10 капель 10% раствора хлороводородной кислоты, во 2-ю-5-10 капель уксусной кислоты. В 1-й пробирке осадок растворяется; во 2-й - не растворяется.

Вопросы. 1. Напишите схему реакции образования оксалата кальция.

2. Почему оксалат кальция растворяется в хлороводородной кислоте, но не растворяется в уксусной?

Опыт 6. Окисление щавелевой кислоты. В 1-ю пробирку, снабженную газоотводной трубкой, поместите 1 лопаточку щавелевой кислоты, 3 капли 10 % раствора серной кислоты и 2-3 капли 2 % раствора перманганата

калия. Приготовьте 2-ю пробирку с 5-7 каплями гидроксида бария (баритовой воды) $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Конец газоотводной трубки погрузите в баритовую воду и осторожно нагрейте 1-ю пробирку. В 1-й пробирке происходит обесцвечивание раствора, во 2-й пробирке - выпадение белого осадка.

В о п р о с ы . 1. Напишите схему реакции окисления щавелевой кислоты.

2. Какой реагент использован в опыте в качестве окислителя? В какой среде протекает реакция?

3. Какой продукт окисления обнаруживается во 2-й пробирке? Напишите схему реакции, доказывающей наличие продукта окисления.

Опыт 7. Декарбоксилирование щавелевой кислоты. В сухую 1-ю пробирку, снабженную газоотводной трубкой, поместите 2-3 лопаточки щавелевой кислоты. Во 2-ю пробирку прилейте 5-7 капель баритовой воды. Конец газоотводной трубки погрузите в баритовую воду и нагревайте 1-ю пробирку до тех пор, пока во 2-й пробирке не появится белый осадок. Затем уберите 2-ю пробирку и конец газоотводной трубки поднесите к пламени горелки. Выделяющийся газ горит синим пламенем.

В о п р о с ы . 1. Напишите схему реакции декарбоксилирования щавелевой кислоты. Почему щавелевая кислота способна к реакции декарбоксилирования?

2. Какой продукт разложения щавелевой кислоты обнаруживается по выпадению осадка во 2-й пробирке? Напишите схему реакции образования этого осадка.

3. Какой газообразный продукт разложения щавелевой кислоты горюч?

Опыт 8. 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.

В о п р о с ы . 1. Напишите схему реакции получения этилацетата. По какому механизму она протекает?

2. Какую роль в данной реакции выполняет серная кислота?

Опыт 9. Получение нитрата мочевины. В пробирку поместите 1 лопаточку мочевины и 1 каплю воды. После того, как мочевина растворится, добавьте 2 капли концентрированной азотной кислоты. Через несколько секунд выпадают кристаллы нитрата мочевины.

В о п р о с ы . 1. Напишите схему реакции образования нитрата мочевины. 2. Выделите в молекуле мочевины основные центры и определите по какому из них будет протекать взаимодействие с кислотой.

Опыт 10. 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 отверстии пробир-

ки закрепите неплотно вставленной пробкой полоску красной лакмусовой бумаги. Пробирку осторожно нагревайте до тех пор, пока лакмусовая бумага не посинеет, а в пробирке не появится белый осадок.

Вопросы. 1. Напишите схему реакции гидролиза мочевины.

2. Какой продукт гидролиза мочевины определяется с помощью лакмусовой бумаги?

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

Опыт 11. Биуретовая реакция. В сухую 1-ю пробирку поместите 1 лопаточку мочевины. Пробирку осторожно нагрейте в пламени горелки: мочевина плавится и через несколько секунд начинают выделяться пузырьки газа. Поднесите к отверстию пробирки красную лакмусовую бумагу, смоченную водой. Индикаторная бумага синее. Пробирку нагревайте до тех пор, пока плав не затвердеет. К остывшему плаву добавьте 5-10 капель воды и прокипятите в течение 1-2 мин. Дайте суспензии отстояться и перенесите пипеткой несколько капель надосадочной жидкости во 2-ю пробирку, добавьте к ней 2 капли 10 % раствора гидроксида натрия и 1 каплю 2 % раствора сульфата меди(II). Появляется розовато-фиолетовая окраска.

Вопросы. 1. Напишите схему реакции, происходящей с мочевиной при ее сильном нагревании.

2. Какое вещество выделяется при нагревании мочевины в виде пузырьков газа и открывается с помощью лакмусовой бумаги?

3. Какое вещество растворено в надосадочной жидкости?

4. Напишите схему реакции, происходящей во 2-й пробирке и обуславливающей появление окраски.

5. Какой структурный фрагмент ответствен за биуретовую реакцию?

ТЕМА: АМИНЫ

Вопросы к семинару:

1. Амины: определение, классификация, изомерия, номенклатура, спектральные характеристики.

2. Способы получения аминов: алкилирование аммиака, разложение амидов кислот (р. Гофмана), замещение галогенов в галогенуглеводородах, восстановление нитрилов, изонитрилов, амидов, нитрозо- и нитропроизводных. Реакция Зинина.

3. Кислотно-основные свойства аминов. Зависимость основных свойств от природы радикала.

4. Нуклеофильные свойства аминов (алкилирование, ацилирование). Ацилирование как способ защиты аминокруппы.

5. Реакции аминов с азотистой кислотой. Изонитрильная проба.
6. Реакции ароматических аминов по бензольному кольцу.
7. Некоторые производные аминов, используемые в качестве лекарственных средств: адреналин, норадреналин, парацетамол, фенацетин.

Опыты к лабораторной работе:

Опыт 1. Растворимость анилина и его солей в воде. В 1-ю пробирку поместите 1 каплю анилина и 6 капель воды. Энергично встряхните. Обратите внимание на образование эмульсии, так как анилин плохо растворим в воде. Отлейте половину содержимого во 2-ю пробирку. Во 2-ю пробирку добавьте 2 капли 10 % раствора хлороводородной кислоты. Обратите внимание на исчезновение эмульсии и образование истинного раствора. В 1-ю пробирку добавьте 1 каплю 10% раствора серной кислоты. Встряхните содержимое. Выпадает кристаллический осадок гидросульфата анилина.

- Вопросы. 1. Какие свойства анилина проявляются в реакциях с кислотами?
2. Напишите схему реакции взаимодействия анилина с хлороводородной кислотой. Назовите полученный продукт.
 3. Напишите схему реакции образования гидросульфата анилина.

Опыт 2. Бромирование анилина. В пробирку поместите 1 каплю анилина и 5 капель воды. Энергично встряхните содержимое пробирки и прибавьте к образовавшейся эмульсии несколько капель бромной воды до появления белого осадка.

- Вопросы. 1. Напишите схему реакции бромирования анилина. По какому механизму протекает эта реакция?
2. Назовите вещество, выпавшее в осадок.
 3. Почему замещение атомов водорода в бензольном кольце молекулы анилина происходит в трех положениях (2, 4 и 6)?
 4. Почему бромирование анилина протекает без катализатора, тогда как бромирование бензола идет только в присутствии хлоридов алюминия или железа(III)?
 5. С какой целью используется данная реакция в фармацевтическом анализе?

ТЕМА: ДИАЗОСОЕДИНЕНИЯ. АЗОСОЕДИНЕНИЯ

Вопросы к семинару:

1. Реакция диазотирования, условия проведения, механизм. Строение солей диазония. Номенклатура.
2. Реакции солей диазония с выделением азота: замещение диазо-группы на а) водород, б) галогены, в) гидроксо-, г) алкокси-, д) циано-

е) нитрогруппы. Использование солей диазония в органическом синтезе.

3. Реакции солей диазония без выделения азота: а) восстановление, б) образование триазенов, в) азосочетание. Условия сочетания с аминами и фенолами. Азо- и diazosоставляющие. Понятие о хромоформных и ауко-хромных группах.

4. Использование реакций диазотирования и азосочетания в фарм-анализе.

Опыты к лабораторной работе:

Опыт 1. Диазотирование анилина. В пробирку поместите 1 каплю анилина и 6 капель 10% раствора хлороводородной кислоты. Тщательно охладите полученный раствор водой со снегом или со льдом. Добавьте в пробирку, периодически встряхивая, 6—8 капель 5 % раствора нитрата натрия и кусочек льда. Нанесите 1 каплю полученного раствора на иодкрахмальную бумагу. Если иодкрахмальная бумага не посинеет, то добавьте к раствору еще 1—2 капли 5 % раствора нитрита натрия, встряхните и снова сделайте пробу на иодкрахмальную бумагу. Появление устойчивой синей окраски иодкрахмаль-ной бумаги свидетельствует о завершении стадии образования бензол-диазонийхлорида. Полученный раствор сохраните для опыта 2.

Вопросы. 1. Напишите схемы реакций, в которых принимает участие хлорово-дородная кислота. Какая реакция приводит к образованию электрофильного реагента — нитрозил-катиона?

2. Напишите схему реакции диазотирования анилина. Какие реакции называют реакциями диазотирования?

3. С какой целью в данном опыте осуществляется проба с иодкрахмальной бума-гой?

4. Почему появление синей окраски означает, что произошло образование бензол-диазонийхлорида?

5. Почему при проведении данного опыта используется охлаждение?

Опыт 2. Получение *p*-гидроксиазобензола. В пробирку поместите 3—4 капли жидкого фенола и 4—5 капель 10 % раствора гидроксида натрия до полного растворения фенола. Прибавьте 1 каплю полученного раствора к раствору бен-золдиазонийхлорида, полученному в опыте 1. Появляется оранжево-красная окраска.

Вопросы. 1. Напишите схему реакции взаимодействия бензолдиазонийхлори-да с феноксидом натрия. Объясните, почему эта реакция называется реакцией азосоче-тания.

2. В какой среде происходит реакция азосочетания с фенолами?

3. К группе каких красителей относится *p*- гидроксиазобензол? Выделите в его молекуле сопряженный фрагмент.

4. Укажите в структуре образовавшегося α -гидроксиазобешола хромофорные и ауксохромные группировки.

ТЕМА: ГИДРОКСИКИСЛОТЫ

Вопросы к семинару:

1. Гидроксикислоты: классификация, номенклатура, изомерия (структурная и пространственная).

2. Способы получения гидроксикислот.

3. Химические свойства гидроксикислот как гетерофункциональных соединений: а) реакции по гидроксигруппам, б) реакции по карбоксигруппам, в) специфические реакции. Лактоны. Лактиды. Их отношение к гидролизу.

4. Фенолокислоты. Салициловая кислота: получение по реакции Кольбе-Шмидта, химические свойства.

5. Производные салициловой кислоты, применяемые в медицине: натрия салицилат, салициламид, ацетилсалициловая кислота, метилсалицилат, фенолсалицилат - получение, общая характеристика реакционной способности.

6. Оксокислоты как гетерофункциональные соединения. Получение, химические свойства. Кето-енольная таутомерия β -карбонильных соединений на примере ацетоуксусного эфира..

Опыты к лабораторной работе:

Опыт 1. Получение тартрата и гидротартрата калия. В пробирку поместите 2 капли 15 % раствора винной кислоты и 2 капли 5 % раствора гидроксида калия и встряхните. Постепенно начинает выделяться белый кристаллический осадок малорастворимой в воде кислой калиевой соли винной кислоты (гидротартрата калия). Если осадок не выпадает, то охладите пробирку под струей воды и потрите внутреннюю стенку пробирки стеклянной палочкой. Добавьте еще 4-5 капель 5 % раствора гидроксида калия. Кристаллический осадок постепенно растворяется, так как образуется хорошо растворимая в воде средняя калиевая соль винной кислоты (тартрат калия). Раствор тартрата калия сохраните для опыта 2.

Вопросы. 1. Напишите схемы реакций образования гидротартрата и тартрата калия.

2. Наличие каких функциональных групп в винной кислоте доказывается с помощью этих реакций?

Опыт 2. Доказательство наличия гидроксильных групп в винной кислоте. В пробирку поместите по 2 капли 2 % раствора сульфата меди(II) и 10 % раствора гидроксида натрия. Выпадает голубой осадок гидроксида ме-

ди(II). К выпавшему осадку добавьте раствор тартрата калия, полученный в опыте 1. Осадок гидроксида меди(II) растворяется с образованием ярко-синего раствора.

В о п р о с ы . 1. Наличие какого структурного фрагмента в винной кислоте доказывает эта реакция?

2. Как называется синий раствор, образовавшийся в результате реакций? С какой целью он применяется?

Опыт 3. Разложение лимонной кислоты. В сухую 1-ю пробирку, снабженную газоотводной трубкой, поместите 2-3 лопаточки лимонной кислоты и 10 капель концентрированной серной кислоты. Осторожно нагрейте пробирку на слабом пламени горелки, масса начинает пениться. Поднесите конец газоотводной трубки к пламени горелки: выделяющийся газ горит голубым пламенем. Не прекращая нагревания, опустите конец газоотводной трубки сначала во 2-ю пробирку с 5 каплями раствора гидроксида бария. После того как раствор помутнеет, перенесите газоотводную трубку в 3-ю пробирку, содержащую 2 капли раствора иода в иодиде калия, предварительно обесцвеченного добавлением нескольких капель 10 % раствора гидроксида натрия. В 3-й пробирке выпадает бледно-желтый осадок.

В о п р о с ы . 1. Напишите схему реакции разложения лимонной кислоты, протекающей при нагревании в присутствии серной кислоты.

2. Какой газообразный продукт разложения горюч?

3. Какой продукт разложения обнаруживается во 2-й пробирке? Напишите схему реакции, подтверждающей его наличие.

4. Какой продукт разложения обнаруживается в 3-й пробирке? Напишите схему реакции с участием этого вещества.

5. Какое вещество образуется в виде бледно-желтого осадка в 3-й пробирке?

Опыт 4. Получение и растворимость цитрата кальция. В пробирку поместите несколько кристалликов лимонной кислоты и растворите ее в нескольких каплях дистиллированной воды. Раствор нейтрализуйте по лакмусовому индикатору 10% раствором аммиака и добавьте к нему 1-2 капли 5 % раствора хлорида кальция. Раствор прокипятите 2-3 мин, выпадает осадок.

В о п р о с ы . 1. В каком виде находится лимонная кислота в момент нейтральной реакции среды по лакмусовому индикатору? Напишите схему соответствующей реакции.

2. Напишите схему реакции образования цитрата кальция. О различии в растворимости каких солей лимонной кислоты свидетельствует данный опыт?

3. Какое практическое применение находит реакция образования цитрата кальция?

Опыт 5. Растворимость салициловой кислоты. В три пробирки поместите по 1 лопаточке салициловой кислоты. В 1-ю пробирку добавьте 5 капель воды, во 2-ю - 5 капель этанола, в 3-ю – 5-10 капель 10% раствора гидроксида натрия до полного растворения салициловой кислоты. В 3-ю пробирку добавьте 5-10 капель 10 % раствора хлороводородной кислоты. Выпадает кристаллический осадок.

Вопросы. 1. Сделайте вывод о растворимости салициловой кислоты в воде, этаноле и водной щелочи.

2. Чем объясняется растворимость салициловой кислоты в водных растворах щелочей? Напишите схему соответствующей реакции.

3. Чем объясняется выпадение белого кристаллического осадка в 3-й пробирке после добавления хлороводородной кислоты? Напишите схему реакции, подтверждающей сделанный вывод.

Опыт 6. Растворимость фенилсалицилата. В три пробирки поместите по 1 лопаточке фенилсалицилата. В 1-ю пробирку добавьте 5 капель воды, во 2-ю - 5 капель этанола, в 3-ю -5-10 капель 10% раствора гидроксида натрия до полного растворения фенилсалицилата.

Вопросы. 1. Сделайте вывод о растворимости фенилсалицилата в воде, этаноле и водной щелочи.

2. Чем объясняется растворимость фенилсалицилата в щелочах? Напишите схему реакции, подтверждающей сделанный вывод.

Опыт 7. Цветные реакции салициловой кислоты и ее эфиров с хлоридом железа(III). В три пробирки поместите по несколько кристалликов фенилсалицилата, салициловой кислоты и ацетилсалициловой кислоты. В 1-ю пробирку добавьте 2 капли этанола, во 2-ю и 3-ю - по 3-4 капли воды, затем добавьте по 1 капле 1 % раствора хлорида железа(III). В 1-й и 2-й пробирках появляется фиолетовая окраска.

Вопросы. 1. Какой структурный фрагмент обуславливает появление фиолетовой окраски?

2. Почему фиолетовая окраска не появилась в 3-й пробирке?

Опыт 8. Декарбоксилирование салициловой кислоты. В сухую пробирку поместите несколько кристалликов салициловой кислоты и осторожно нагрейте нижнюю часть пробирки. Салициловая кислота начинает возгоняться и оседает в виде белого налета в холодной верхней части пробирки. Если нагревание проводить энергично, прогревая пробирку по всей длине, то происходит декарбоксилирование салициловой кислоты с образованием фенола, который обнаруживается по характерному запаху.

Вопрос. 1. Напишите схему реакции декарбоксилирования салициловой кислоты.

Опыт 9. Гидролиз ацетилсалициловой кислоты. В пробирку поместите несколько кристалликов ацетилсалициловой кислоты и 5-6 капель воды. Добавьте 1-2 капли 1 % раствора хлорида железа(III). Нагрейте смесь до кипения. Появляется фиолетовая окраска.

В о п р о с ы . 1. Напишите схему реакции гидролиза ацетилсалициловой кислоты.
2. Чем обусловлено появление фиолетовой окраски после добавления хлорида железа(III)?

Опыт 10. Гидролиз фенолсалицилата. В пробирку поместите 1 лопаточку фенолсалицилата и 8-10 капель 10% раствора гидроксида натрия. Прокипятите смесь в течение 3 мин, охладите и добавьте 6-8 капель 10% раствора хлороводородной кислоты. Выпадает осадок и ощущается запах фенола.

В о п р о с ы . 1. Напишите схему реакции щелочного гидролиза фенолсалицилата.
2. Какое вещество выпадает в осадок при добавлении к реакционной смеси хлороводородной кислоты? Напишите схему реакции.

ТЕМА: АМИНОКИСЛОТЫ. БЕЛКИ

Вопросы к семинару:

1. Аминокислоты: определение, классификация, номенклатура, изомерия (структурная и пространственная).
2. Способы получения аминокислот.
3. Свойства аминокислот как гетерофункциональных соединений: а) реакции по аминогруппе, б) реакции по карбоксигруппе, в) специфические реакции. Реакции отличия α -, β -, γ -аминокислот. Лактамы, дикетопиперазины, их отношение к гидролизу. Пептиды. Понятие о строении белков.
4. Аминоспирты и аминифенолы: получение, химические свойства. Биогенные амины: 2-аминоэтанол (коламин), холин, ацетилхолин, адреналин.
5. Пара-аминобензойная кислота (ПАБК) и пара-аминосалициловая кислота (ПАСК) как родоначальники препаратов: получение, химические свойства.
6. Лекарственные препараты - производные ПАБК, ПАСК, п-аминофенола: анестезин, новокаин, натрия пара-аминосалицилат, парацетамол, фенацетин - получение, свойства, применение.

Опыты к лабораторной работе:

Опыт 1. Амфотерные свойства глицина. В пробирку поместите 5 капель 1 % раствора глицина и добавьте 1 каплю метилового красного. Раствор имеет желтую окраску (нейтральная среда). В пробирку добавьте 2 капли формалина. Наблюдайте появление красной окраски (кислая среда).

Вопросы.

1. Почему индикатор указывает на наличие нейтральной среды в растворе глицина?
2. Напишите схему реакции взаимодействия глицина с формальдегидом.
3. Что обусловило изменение окраски индикатора?
4. Какое применение находит реакция аминокислот с формальдегидом (реакция «формольного титрования»)?

Опыт 2. Свертывание белков при кипячении. В пробирку поместите 5 капель раствора яичного белка и нагрейте до кипения. Содержимое пробирки охладите и попытайтесь растворить его в воде.

Вопросы.

1. Какие изменения происходят в структуре белка при нагревании? Меняется ли первичная структура?
2. Как называется процесс свертывания белков?
3. Почему свернувшийся белок не растворяется в воде?

Опыт 3. Осаждение белка солями тяжелых металлов. Возьмите 2 пробирки и в каждую из них поместите по 10 капель раствора яичного белка. В 1-ю пробирку добавьте 1 каплю 2 % раствора сульфата меди(II), во 2-ю — 1 каплю 10 % раствора ацетата свинца(II). В обеих пробирках выпадает осадок.

Вопросы.

1. Наличие каких функциональных групп обуславливает взаимодействие белка с солями тяжелых металлов?
2. Представьте схематически реакции, лежащие в основе процесса осаждения белка солями тяжелых металлов.

Опыт 4. Ксантопротеиновая реакция. В пробирку поместите 10 капель раствора яичного белка и 2 капли концентрированной азотной кислоты. Смесь осторожно нагрейте до появления желтого осадка и охладите. Добавьте по каплям концентрированный раствор аммиака до появления оранжевой окраски.

Вопросы. 1. Какие аминокислоты можно обнаружить с помощью данной реакции? На примере соответствующей аминокислоты напишите реакцию ее взаимодействия с азотной кислотой.

2. Чем объясняется изменение желтой окраски на оранжевую после добавления раствора аммиака?
3. Можно ли считать данную реакцию качественной на белок?

Опыт 5. Биуретовая реакция. В пробирку поместите 5 капель раствора яичного белка и 5 капель 10 % раствора гидроксида натрия. Добавьте 1—2

капли 2% раствора сульфата меди(II). Появляется красно-фиолетовая окраска.

Вопросы.

1. Напишите схему реакции биурета с гидроксидом меди(II).
2. Наличие какого структурного фрагмента в молекуле необходимо для положительной биуретовой реакции?
3. Можно ли считать эту реакцию качественной на белок?

Опыт 6. Нингидриновая реакция на аминокислоты. В пробирку поместите 5 капель аминокислоты и 2-3 капли спиртового раствора нингидрина, нагрейте раствор на спиртовке. Появляется сине-фиолетовое окрашивание.

Вопросы.

1. Напишите схему нингидриновой реакции.
2. Можно ли считать эту реакцию качественной на аминокислоты?

ТЕМА: УГЛЕВОДЫ

Вопросы к семинару:

1. Углеводы: общие понятия, классификация. Биологическое значение углеводов.
2. Стереоизомерия моносахаридов (определение конфигураций, знака вращения; энантиомеры, диастереомеры). Проекционные формулы Фишера.
3. Образование циклических форм моноз. Перспективные формулы Хеурса. Аномеры. Мутаротация.
4. Химические свойства моноз: а) реакции по гидроксигруппам, б) реакции по оксогруппе, в) специфические свойства.
6. Представители моносахаридов и продукты их превращений: D-ксилоза, D-рибоза, L-арабиноза, D-глюкоза, D-манноза, D-галактоза, D-фруктоза, ксилит, сорбит, глюконат кальция, аскорбиновая кислота.

Опыты к лабораторной работе:

Опыт 1. Восстановительные свойства глюкозы (реакция «серебряного зеркала»). В тщательно вымытую пробирку поместите 1 каплю 5% раствора нитрата серебра, прибавьте несколько капель 10% раствора аммиака до растворения образующегося гидроксида серебра. Добавьте 1 каплю 0,5 % раствора глюкозы и слегка нагрейте пробирку над пламенем горелки до начала побурения раствора. 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. Напишите схему реакции взаимодействия глюкозы с гидроксидом диамминсеребра.

2. Какие свойства проявляет глюкоза в данной реакции и за счет какой функциональной группы? Для каких классов органических соединений характерна эта реакция?

Опыт 2. Восстановительные свойства глюкозы (реакция с реактивом Фелинга). В 1-ю пробирку поместите 2 капли 15 % раствора винной кислоты и добавляйте по каплям 5 % раствор гидроксида калия до растворения образующегося осадка. К полученному раствору тартрата калия добавьте 2—4 капли 10 % раствора гидроксида натрия и 1 каплю 2% раствора сульфата меди(II). Встряхните пробирку. Образуется ярко-синий раствор (реактив Фелинга). Перенесите 3 капли полученного реактива во 2-ю пробирку и добавьте 1 каплю 0,5% раствора глюкозы. Держа пробирку наклонно, осторожно нагрейте только верхнюю часть раствора почти до кипения. Цвет верхней части раствора при нагревании меняется от синего к оранжевому.

Вопросы. 1. Напишите схему реакции окисления глюкозы гидроксидом меди(II).

2. Назовите компоненты реактива Фелинга.

3. С какой целью получение гидроксида меди(II) в 1-й пробирке проводят в присутствии тартрата калия?

4. Способна ли глюкоза окисляться реактивом Фелинга без нагревания?

5. Для каких классов органических соединений характерна данная реакция?

Опыт 3. Доказательство наличия гидроксильных групп в глюкозе.

В пробирку поместите 6 капель 10 % раствора гидроксида натрия, добавьте 1 каплю 2 % раствора сульфата меди (II) и 1 каплю 0,5 % раствора глюкозы. Образовавшийся первоначально осадок быстро растворяется, и образуется раствор синего цвета.

Вопросы.

1. Напишите схему реакции, соответствующей первоначальному образованию осадка.

2. Почему образовавшийся осадок растворяется?

3. Какой структурный фрагмент в молекуле глюкозы обуславливает ее участие в растворении осадка?

4. Напишите схему реакции взаимодействия гидроксида меди(II) с диольным фрагментом на примере этиленгликоля.

ТЕМА: ПЯТИЧЛЕННЫЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Вопросы к семинару:

1. Гетероциклические соединения: определение, классификация. Понятие о гетероатоме пиррольного типа и π -избыточных системах. Электронное строение пиррола, фурана, тиафена. Влияние природы гетероатома на ароматичность и реакционную способность этих гетероциклов.

2. Химические свойства: кислотные свойства пиррола, ацидофобность фурана и пиррола, особенности протекания реакций электрофильного замещения, реакции гидрирования.

4. Способы получения пиррола, фурана, тиафена. Превращение пятичленных гетероциклов по Юрьеву.

5. Диазолы: определение, классификация. Понятие о гетероатоме пиридинового типа и амфотерных системах. Прогнозирование реакционной способности на основе анализа строения.

6. Химические свойства диазолов: кислотно-основные свойства, прототропная таутомерия и ее причины, реакции электрофильного и нуклеофильного замещения, реакции гидрирования.

7. Биологически активные соединения и лекарственные препараты: хлорофилл, гемин, триптофан, гистидин, норсульфазол, пенициллины, дибазол (получение, анализ реакционной способности, качественные реакции, применение).

Опыты к лабораторной работе:

Опыт 1. Цветная реакция на антипирин с хлоридом железа (III).

В пробирку поместите несколько кристаллов антипирина, прибавьте 2 капли воды и 1 каплю 1 % раствора хлорида железа(III). Появляется интенсивная и стойкая красная окраска.

В о п р о с ы. 1. Чем объясняется появление красной окраски раствора? Какой химический процесс лежит в основе этой реакции?

2. Можно ли считать эту реакцию качественной для обнаружения антипирина?

Опыт 2. 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.

В о п р о с ы.

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 3. Цветная реакция на амидопирин с хлоридом железа (III).

В пробирку поместите несколько кристаллов амидопирина, прибавьте 2 капли воды и 1 каплю раствора хлорида железа (III). Появляется синевато-фиолетовая окраска, которая быстро исчезает. Добавьте еще 3 капли 1 % раствора хлорида железа (III). Окраска вновь появляется, но постепенно ослабевает.

Вопросы. 1. Чем объясняется появление окраски раствора?
2. Можно ли считать амидопирин устойчивым к окислению?
3. Можно ли реакцией с хлоридом железа(III) отличить амидопирин от антипирина?

Опыт 4. Качественная реакция на амидопирин с нитратом серебра.

Приготовьте 2 пробирки. В 1-ю пробирку поместите 1 каплю 5 % раствора нитрата серебра, прибавьте несколько капель 10 % раствора аммиака до растворения образующегося осадка гидроксида серебра. Во 2-ю пробирку поместите несколько кристаллов амидопирина, добавьте 2 капли воды и 1—2 капли реактива, полученного в 1-й пробирке. Вначале появляется синевато-фиолетовая окраска, затем выпадает темный осадок восстановленного серебра.

Вопросы. 1. Какой из реагентов в данной реакции выступает в роли окислителя, а какой — в роли восстановителя?
2. Перечислите реагенты, с помощью которых можно окислить амидопирин.

ТЕМА: ШЕСТИЧЛЕННЫЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Вопросы к семинару:

1. Азины (пиридин, хинолин, изохинолин, акридин), диазины (пиридазин, пиримидин, пиазин) и конденсированные системы (пурин). Электронное строение на примере пиридина и пиримидина. Понятие о гетероатоме пиридинового типа и π -дефицитных системах. Прогнозирование реакционной способности на основе анализа строения.

2. Химические свойства шестичленных гетероциклов: основные и нуклеофильные свойства, особенности протекания реакций электрофильного и нуклеофильного замещения, гидрирование. Отношение азинов и их гомологов к окислению.

3. Таутомерия гидрокси- и аминопроизводных пиридина, пиримидина, пурина. Прототропная изомеризация пурина.

4. Синтез хинолина и его производных по Скраупу.

5. Лекарственные препараты на основе пиридина и хинолина: никотинамид, кордиамин, тубазид, фтивазид, оксин, 5-НОК (получение, анализ реакционной способности, качественные реакции, применение).

6. Биологически активные соединения и лекарственные препараты - производные пиримидина и пурина: урацил, цитозин, тимин, аденин, гуанин - компоненты нуклеотидов. Барбитуровая кислота и барбитураты (барбитал, фенобарбитал). Гипоксантин, ксантин, мочева кислота.

7. Шестичленные гетероциклы с атомом кислорода. Неустойчивость α - и γ -пиранов, α и γ -пироны. Строение катиона пирилия, его ароматичность. Бензопироны: хромон, кумарин, флавоны и их гидроксипроизводные.

Опыты к лабораторной работе:

Опыт 1. 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 2. Качественная реакция на теofilлин с хлоридом кобальта(II). В пробирку поместите несколько кристаллов теofilлина, добавьте 2 капли 10% раствора гидроксида натрия и энергично встряхивайте в течение 2—3 мин. Прибавьте 2 капли 5 % раствора хлорида кобальта (II). Выпадает серо-голубой осадок.

Вопросы.

1. Напишите схему реакции взаимодействия 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 3. Качественная реакция на теобромин с хлоридом кобальта (II). В пробирку поместите несколько кристаллов теобромина и 2 капли 10%

раствора гидроксида натрия. Энергично встряхивайте в течение 2—3 мин. Прибавьте 2 капли 5% раствора хлорида кобальта(II). Выпадает розовый осадок.

Вопросы.

1. Напишите схему реакции взаимодействия теобромина с гидроксидом натрия. Обоснуйте выбор кислотного центра в молекуле теобромина.

2. Какое вещество выпадает в осадок?

3. С какой целью применяется эта реакция?

4. Сравните строение кобальтовых солей теофиллина и теобромина. В чем их принципиальное различие?

Опыт 4. 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. 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?

Литература:

а) основная литература

1. Белобородов В.Л., Зурабян С.Э., Лузин А.П., Тюкавкина Н.А. «Органическая химия. Основной курс» /Под ред. Тюкавкиной Н.А., 2-е изд. - М.: «Дрофа», 2003 . - 639 с.

2. Органическая химия: учеб. для вузов: В 2кн. Кн.2 Специальный курс /Н. А.Тюкавкина, С.Э.Зурабян, В.Л.Белобородов и др.; под ред. Н.А.Тюкавкиной.-М.:Дрофа, 2008.-592с. :ил.

3. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И. Биоорганическая химия. 3-е изд. - М.: Дрофа, 2003. - 528 с.

б) дополнительная литература

1. Руководство к лабораторным занятиям по органической химии. /Под ред. Тюкавкиной Н.А. Авторы: Артемьева Н.Н., Белобородов В.Л., Зурабян С.Э., Кост А.А., Лузин А.П., Селиванова И.А., Тюкавкина Н.А., 3-е изд.- М. «Дрофа», 2003. - 383 с.

2. Слесарев В.И. Химия: основы химии живого: учебник.- Спб.: Химиздат, 2009

3. Беликов В.Г. Фармацевтическая химия. М.: ВШ, 2008, с.