Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Поверинов Игорь Егорович
Должность: Проректор по учебной работе
Дата подписания: 05.06.2025 11:01:55
Уникальный программный ключ:
6d465b936eef331cede482bded6d12ab98216652f016465d53b72a2eab0de1b2

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

Утверждены в составе основной профессиональной образовательной программы подготовки специалистов среднего звена

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

по дисциплине

ОП. 07 ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

для специальности

33.02.01 Фармация

Форма обучения: **очная**

Год начала подготовки: **2024**

Чебоксары 2024

РАССМОТРЕНО и ОДОБРЕНО
на заседании предметной (цикловой) комиссии общепрофессионального и профессионального циклов «30» августа 2024 г., протокол № 1.

Председатель комиссии О.Е. Насакин

Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине ОП.07 «Органическая химия» для реализации основной профессиональной образовательной программы среднего профессионального образования для специальности:

33.02.01 Фармация

СОСТАВИТЕЛЬ:

Шишликова Мария Александровна, преподаватель кафедры органической и фармацевтической химии

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка

Методические рекомендации по выполнению лабораторных занятий

Лабораторное занятие №1
Лабораторное занятие №2
Лабораторное занятие №3-4
Лабораторное занятие №5
Лабораторное занятие №6
Лабораторное занятие №7-8
Лабораторное занятие №9-10
Лабораторное занятие №11-12
Лабораторное занятие №13-14
Лабораторное занятие №15
Лабораторное занятие №16
Лабораторное занятие №17-18
Лабораторное занятие №19-20
Лабораторное занятие №21
Лабораторное занятие №22

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические указания по выполнению лабораторных занятий по дисциплине ОП.07 Органическая химия обучающимися по специальности: 33.02.01 Фармация.

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

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 09. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

ПК 2.5. Соблюдать правила санитарно-гигиенического режима, охраны труда, техники безопасности и противопожарной безопасности, порядок действия при чрезвычайных ситуациях.

ЛР 7. Готовый соответствовать ожиданиям работодателей: проектно мыслящий, эффективно взаимодействующий с членами команды и сотрудничающий с другими людьми, осознанно выполняющий профессиональные требования, ответственный, пунктуальный, дисциплинированный, трудолюбивый, критически мыслящий, нацеленный на достижение поставленных целей; демонстрирующий профессиональную жизнестойкость;

ЛР 13. Способный в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей; стремящийся к формированию в сетевой среде личностно и профессионального конструктивного «цифрового следа»;

ЛР 14. Способный ставить перед собой цели под возникающие жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития, в том числе с использованием цифровых средств; содействующий поддержанию престижа своей профессии и образовательной организации.

ЛР 16. Способный искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств; предупреждающий собственное и чужое деструктивное поведение в сетевом пространстве;

ЛР 20. Способный в цифровой среде проводить оценку информации, ее достоверность, строить логические умозаключения на основании поступающей информации.

Всего на лабораторные занятия – 44 часа.

Тема 1. Введение
Лабораторное занятие №1

Название: Техника безопасности
Цель: изучить технику безопасности нахождения и проведения лабораторных работ в лаборатории органического синтеза.
Количество часов: 2 часа
Коды формируемых компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 2.5
Коды личностных результатов: ЛР 7, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 16, ЛР 20

1. Обсуждение техники безопасности в лаборатории органического синтеза.

Критерии оценки:

Зачет ставится в случае, активного участия обучающегося в обсуждении работы, и предоставлении грамотно-оформленного отчета проделанной работы.

Незачет ставится, если обучающихся не принимал участия в обсуждении и не предоставил отчет о проделанной работе.

Тема 2.1. Алканы
Лабораторное занятие №2

Название: Посуда для проведения лабораторных работ
Цель: изучит химическую посуду для органического синтеза, закрепить знания о изомерии алифатических соединений.
Количество часов: 2 часа
Коды формируемых компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 2.5
Коды личностных результатов: ЛР 7, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 16, ЛР 20

1. Знакомство и химической посудой.

Ответственным моментом в подготовке к синтезу является подбор соответствующей посуды и сборка прибора, которая должна проводиться с особым вниманием, тщательностью и осторожностью.

Колбы и стаканы – это основная лабораторная посуда. Стаканы (рис. 1) применяют для проведения реакций, приготовления реактивов, растворов, для перекристаллизации и в качестве вспомогательных сосудов.

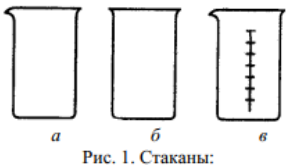


Рис. 1. Стаканы:
а – с носиком; *б* – без носика;
в – градуированный

Синтезы чаще всего проводят в колбах, которые бывают разнообразной вместимости и формы. В тех случаях, когда реакция идет при нагревании реакционной смеси до кипения, следует пользоваться круглодонными колбами (рис. 2), так как они устойчивы к толчкам, возникающим при кипении жидкости. Круглодонные колбы бывают широкогорлые, узкогорлые, со шлифами и без них. Круглодонные колбы применяются для проведения в них синтезов, перегонки при атмосферном давлении и с водяным паром, а также в качестве приемников при перегонке при пониженном давлении.

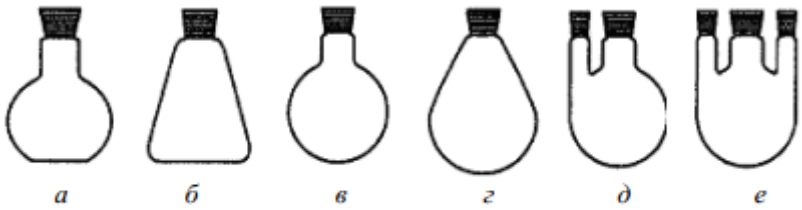


Рис. 2. Колбы:
а – плоскодонная; *б* – коническая; *в* – круглодонная; *г* – грушевидная; *д* – двугорлая; е – трехгорлая

Двух- и трехгорлые колбы удобны для одновременного проведения нескольких операций. Например, при нагревании с обратным холодильником требуется равномерное перемешивание реакционной смеси и медленное введение компонентов через капельную воронку. Если в лаборатории отсутствуют такие колбы, то употребляют круглодонные колбы с насадками – форштоссами (рис. 3).

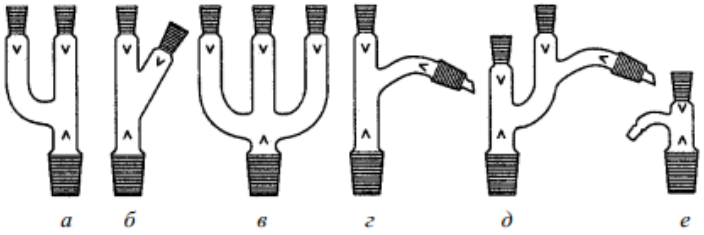


Рис. 3. Насадки:
а, *б* – двурогие форштоссы; *в* – трехрогий форштосс; *г* – Вюрца; *д* – Кляйзена; *е* – с отводом

Специальные круглодонные колбы, например перегонные колбы Аншютца, Вюрца, колбы Кляйзена, Фаворского, двух- и трехгорлые и другие колбы применяют для перегонки жидкостей (рис. 4). Колбы Аншютца употребляют для перегонки быстро затвердевающих веществ, колбы Кляйзена – для перегонки при пониженном давлении (вакуумной перегонке).

Плоскодонные, конические, широкогорлые колбы применяют для приготовления реактивов, проведения реакций, проходящих при значениях температуры не выше 100 °С, когда не нужно изолировать процесс от влияния влаги и воздуха, а также при перегонке с водяным паром и при атмосферном давлении.

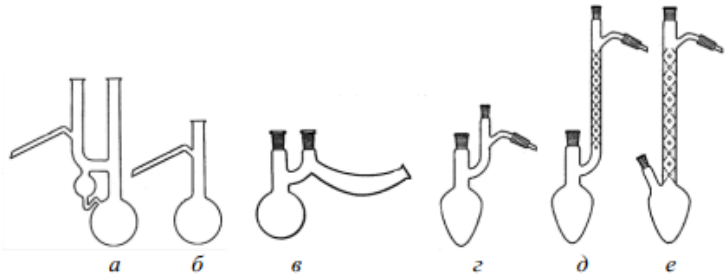


Рис. 4. Специальные колбы:
а – Арбузова; *б* – Вюрца; *в* – Аншютца; *г* – Кляйзена; *д*, *е* – Кляйзена с дефлегматором

Колбы Бюнзена служат для отсасывания под вакуумом. Они бывают различной вместимости и формы, но чаще всего используют колбы конической формы. Колбы Бюнзена изготавливают из толстого стекла, иначе они могут быть раздавлены атмосферным давлением.

Для измерения объема жидкостей используют мерную посуду (рис. 5).

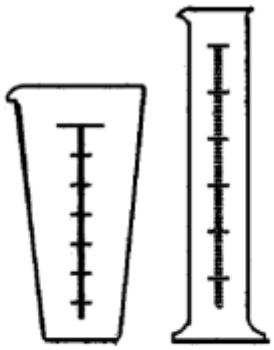


Рис. 5. Мерная посуда: *а* – мензурка; *б* – мерный цилиндр

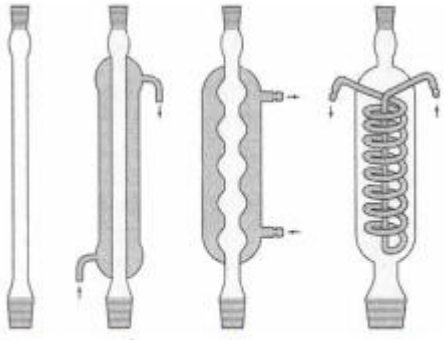


Рис. 6. Холодильники: *а* – воздушный; *б* – Либиха; *в* – обратный шариковый; *г* – змеевиковый

Холодильники (рис. 6) служат для охлаждения и конденсации паров при проведении реакций с органическими соединениями и при перегонках. Холодильники бывают обратными, когда конденсирующиеся в них пары стекают обратно в реакционную массу; нисходящими, или прямыми, если при перегонке конденсат из холодильника поступает в приемник. Охлаждающими агентами для холодильников служат воздух (воздушный холодильник) или, чаще всего, вода (водяной холодильник). Широко распространенным холодильником, применяемым в лаборатории, является холодильник Либиха, который используется в качестве нисходящего и обратного. Холодильник Либиха создан по принципу труба в трубе, состоит из наружной рубашки и внутренней трубки. Если холодильник Либиха используется как нисходящий, то воду подают по принципу противотока, т.е. вода должна двигаться навстречу парам охлаждающей жидкости. Если холодильник употребляется как обратный, то воду подают в нижний отросток рубашки, чтобы полностью заполнить холодильник водой и эффективно сконденсировать пары жидкости.

В лаборатории часто применяют также шариковый холодильник и змеевиковый. В шариковом внутренняя трубка имеет шаровидные расширения, значительно улучшающие его охлаждающее действие. В змеевиковом холодильнике пары конденсируются во внешней рубашке, а по внутренней трубке, свернутой в спираль, движется охлаждающий агент. Такой холодильник очень эффективен, так как происходит и водяное, и воздушное охлаждение, а кроме того, спираль имеет большую поверхность. Иногда, чтобы обеспечить большую эффективность, используют более сложные по устройству холодильники.

Капельные воронки (рис. 7) служат для приливания жидкости к реакционной смеси. Перед началом работы с капельной воронкой шлиф стеклянного крана необходимо смазать специальной
смазкой; это дает возможность легко открывать кран. После смазывания крана следует проверить, не пропускает ли воронка жидкость при закрытом кране. Воронки также могут отличаться по своему устройству в зависимости от их назначения. Делительные воронки применяют для разделения несмешивающихся жидкостей.

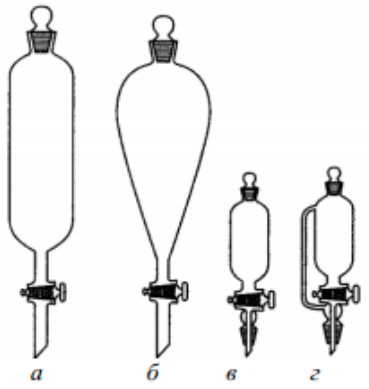


Рис. 7. Воронки:
а, *б* – делительные; *в*, *г* – капельные; *г* – с трубкой для выравнивания давления

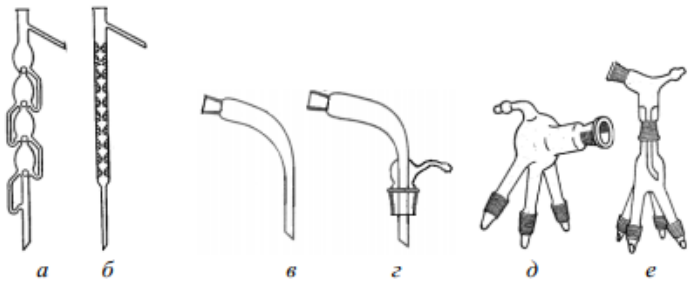


Рис. 8. Дефлегматоры (*а*, *б*), аллонжи (*в*, *г*), пауки (*д*, *е*)

Дефлегматоры (рис. 8, *а*, *б*) служат для отделения паров жидкости от мелких капель при ее кипении и проведении фракционных перегонок. Чаще всего используются игольчатые дефлегматоры (рис. 8, *б*).

Аллонжи служат для отвода дистиллята во время перегонки. Аллонжи могут иметь специальные отводы для подключения вакуумного насоса или хлоркальциевой трубки. Аллонжи для вакуумной перегонки имеют несколько отводов и называются пауками.

2. Задание. Нарисовать все возможные изомеры следующих соединений: гексан, гептан.

Критерии оценки:

Зачет ставится в случае, активного участия обучающегося в обсуждении работы, и предоставлении грамотно-оформленного отчета проделанной работы.

Незачет ставится, если обучающихся не принимал участия в обсуждении и не предоставил отчет о проделанной работе.

Тема 2.2. Непредельные и ароматические углеводороды
Лабораторные занятия №3-4

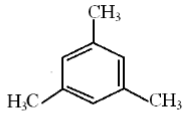
Название: Очистка твердых органических веществ
Цель: познакомится с методами очистки твердых органических соединений. Закрепить знания о номенклатуре органических соединений и взаимосвязи между классами соединений.
Количество часов: 4 часа
Коды формируемых компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 2.5
Коды личностных результатов: ЛР 7, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 16, ЛР 20

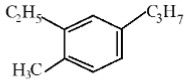
Демонстрационные опыты: Перекристаллизация твердого органического соединения.

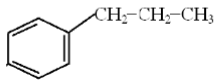
2,00 г загрязненного ацетанилида загружают в химический стакан, добавляют немного воды и нагревают до кипения. При перемешивании добавляют горячую воду маленькими порциями до полного растворения (или до прекращения растворения продукта в случае присутствия труднорастворимых примесей). Раствор быстро фильтруют через бумажный складчатый фильтр (см. рис. 1, *а*), затем фильтрат медленно охлаждают. Выпавшие кристаллы отфильтровывают на воронке Бюхнера (см. рис. 1, *б*) и сушат на воздухе. Определяют температуру плавления перекристаллизованного вещества, необходимый для кристаллизации объем растворителя и выход очищенного вещества в процентах.

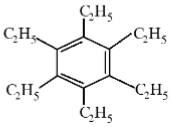
Примечание: аналогично можно перекристаллизовать *м*- и *п*-нитроанилины, *м*-нитробензойную и бензойную кислоты.

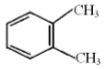
Задание 1. Назвать органические соединения по химической структуре.

а) 

б) 

в) 

г) 

д) 

Задание 2. Нарисовать структуру органического соединения по названию.
А) о-ксилол; б) 1,2,3-тримелбензол; в)1-этил-3-пропилбензол; г) винилбензол; д) 1-метил-4-этилбензол; е)1,2-диэтил-4-пропилбензол; ж) о-диэтилбензол; з) п-метилизопропилбензол.

Задание 3. Осуществить химические превращения

а) $CH_3–CH_2–CHBr–CH_2Br \xrightarrow{Zn} X_1 \xrightarrow{HBr} X_2 \xrightarrow{Na} X_3$

б) 1-хлор-2-метилбутан $\xrightarrow{KOH,\ спирт} X_1 \xrightarrow{H_2O,\ H^+} X_2$

в) $C_6H_6 \xrightarrow{этилен,\ H_3PO_4} А \xrightarrow{Br_2,\ h\nu} Б \xrightarrow{KOH,\ спирт} В \xrightarrow{H_2SO_4,\ t} Г \xrightarrow{K_2Cr_2O_7+H_2SO_4} Д \xrightarrow{Br_2,\ Fe} Е.$

Критерии оценки:

Зачет ставится в случае, активного участия обучающегося в обсуждении работы, и предоставлении грамотно-оформленного отчета проделанной работы.

Незачет ставится, если обучающихся не принимал участия в обсуждении и не предоставил отчет о проделанной работе.

Тема 2.3 Ароматические углеводороды
Лабораторное занятие №5

Название: определение температуры плавления твердых органических веществ
Цель: познакомится с методами определение температуры плавления твердых органических соединений.
Количество часов: 2 часа
Коды формируемых компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 2.5
Коды личностных результатов: ЛР 7, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 16, ЛР 20

1. Демонстрационные опыты: Определение температуры плавления.

1. Тонкоизмельченное вещество сушат при 100-105 °С в течение 2 ч. Затем вещество набивают в капилляр диаметром 0,9-1 мм, запаянный с одного конца (рис. 24). Высота слоя вещества в капилляре должна быть 3 мм. Нагревание вначале проводят быстро до температуры примерно на 10 °С ниже *Т*пл, затем капилляр вносят в прибор таким образом, чтобы вещество находилось на уровне середины ртутного шарика термометра, и продолжают нагревание со скоростью, зависящей от устойчивости вещества: – для веществ, устойчивых при нагревании, при определении *Т*пл ниже 100 °С нагревают со скоростью 0,5-1 °С в минуту; от 100-150 °С – 1-1,5 °С в минуту, выше 150 °С – 1,5-2 °С в минуту; – для веществ, неустойчивых при нагревании, – со скоростью 2,5-3,5 °С в минуту.

Проводят не менее двух определений и принимают среднее арифметическое нескольких измерений, различающихся не более чем на 1 °С.

Критерии оценки:

Зачет ставится в случае, активного участия обучающегося в обсуждении работы, и предоставлении грамотно-оформленного отчета проделанной работы.

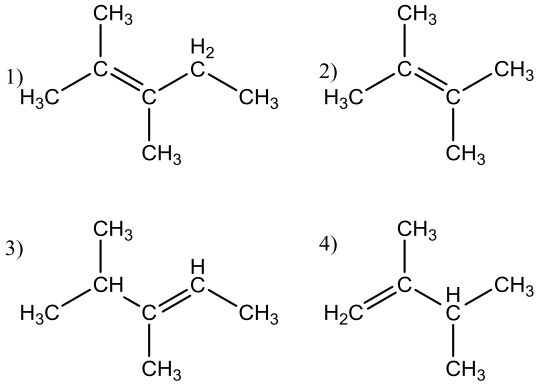
Незачет ставится, если обучающихся не принимал участия в обсуждении и не предоставил отчет о проделанной работе.

Лабораторное занятие №6

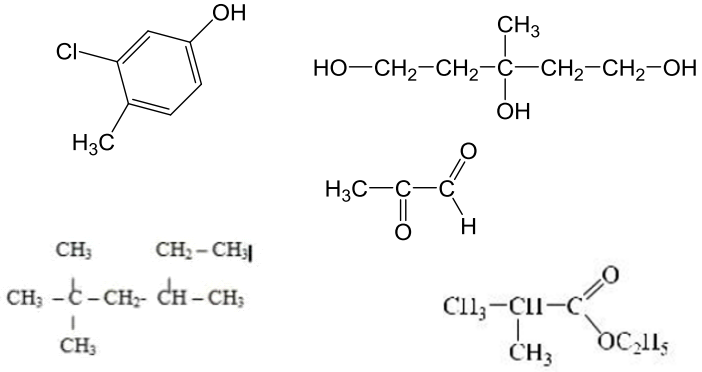
Название: Контрольная работа: Тема 1 – 2.3
Цель: Проверка знаний по пройдённым темам.
Количество часов: 2 часа
Коды формируемых компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 2.5
Коды личностных результатов: ЛР 7, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 16, ЛР 20

Контрольная работа: Тема 1 – 2.3

1. Веществом, содержащим атом углерода в sp^2-гибридизации, является:
   1) Пропанол-1; 2) Пропанол-2; 3) пропанон; 4) пропандиол-1,2.
2. Веществом, содержащим атом углерода в sp-гибридизации, является:
   1) Пропанол-1; 2) Пропанол-2; 3) пропанон; 4) 1,2-пропадиен.
3. В реакции присоединения воды к бутину-2 в условиях реакции Кучерова основным органическим продуктом является:
   1) Бутаналь; 2) бутанон; 3) бутандиол-2,3; 4) бутанол-2.
4. В реакции присоединения воды к бутину-1 в условиях реакции Кучерова основным органическим продуктом является:
   1) Бутаналь; 2) бутанон; 3) бутандиол-2,3; 4) бутанол-2.
5. Структурной формуле 2,3-диметилбутен-2 соответствует:



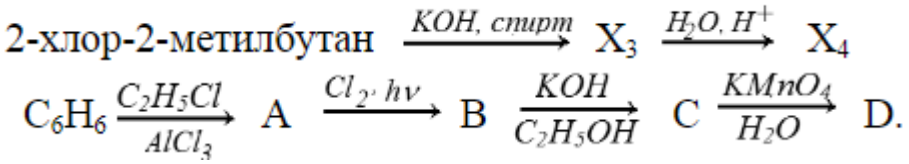
6. Назовите следующие соединения по номенклатуре ИЮПАК:



7. Нарисуйте структурные формулы следующих соединений:
   1) Этил-2-амино-3-метокси-4-хлорбензоат.
   2) 4-Амино-3-(4-гидроксиметилфенил)бутановая кислота
   3) Метил-2-амино-3-(3,4-диэтоксифенил)пропионат

4) 2-Аминоэтансульфокислота
5) 2-Амино-3-метилпентановая кислота

8. Осуществите превращения:



Критерии оценки:

«отлично» ставится если дан правильный, полный ответ;
«хорошо» ставится если дан правильный ответ с небольшими недочетами;
«удовлетворительно» ставится если выполнено задание не в полном объеме;
«неудовлетворительно» ставится если задание не выполнено.

Тема 3.1. Спирты. Фенолы. Простые эфиры
Лабораторные занятия №7-8

Название: Оксисодержащие углеводороды.
Цель: научится качественно определять наличие окси-группы и решать задачи с окси-соединениями
Количество часов: 4 часа
Коды формируемых компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 2.5
Коды личностных результатов: ЛР 7, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 16, ЛР 20

1. Демонстрационные опыты: Гидроксилсодержащие производные углеводородов.

Опыт 1: Обнаружение воды в этаноле.

1. В сухую пробирку поместите 10 капель этанола.
2. Добавьте 3 небольшие лодочки обезвоженного сульфата меди.
3. Перемешайте и подождите немного.
4. Что вы наблюдаете?
5. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 2: Окисление этанола хромовой смесью.

1. В 1 пробирку поместите 2 капли этанола, 1 каплю H_2SO_4(1 моль/л), 2 капли $K_2Cr_2O_7$.
2. Полученный раствор нагрейте над пламенем спиртовки до начала изменения цвета на синевато-зеленый (о чем говорит этот цвет?)
3. Во 2 пробирку поместите 3 капли раствора фуксинсернистой кислоты.
4. Поместите одну каплю из 1 пробирки во 2.
5. Как изменяется окраска?
6. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 3: Реакция глицирина с гидроксидом меди (II) в щелочной среде.

1. В пробирку поместите 3 капли раствора $CuSO_4$ и 3 капли NaOH.
2. Перемешайте содержимое.
3. Что образуется?
4. Добавьте в пробирку 1 каплю глицерина.
5. Что вы наблюдаете?
6. Нагрейте пробирку до кипения и убедитесь, что глицерин при нагревании не разлагается.
7. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 4: Идентификация первичных, вторичных и третичных спиртов.

Первичные, вторичные и третичные алифатические спирты, с числом атомов углерода меньше 6, взаимодействуют с концентрированной хлороводородной кислотой в присутствии хлорида цинка (реактивом Лукаса) с получением соответствующих галогеноалканов. Галогеноалканы образуются с различными скоростями, что используется для идентификации исходных спиртов (проба Лукаса). Третичные спирты реагируют очень быстро с выделением несмешивающегося с водой слоя хлоралкана, вторичные – медленнее, с помутнением раствора и выделением капель хлоралкана. За исключением аллилового и бензилового спиртов растворы первичных спиртов в реактиве Лукаса остаются прозрачными.

1. В первую пробирку поместите 3-4 капли этилового спирта.
2. Во вторую пробирку поместите 3-4 капли изопропилового спирта.
3. В третью пробирку поместите 3-4 капли трет-бутилового спирта.
4. В каждую пробирку добавьте 6 капель реактива Лукаса.
5. Перемешайте содержимое пробирок.
6. Наблюдайте за изменениями в течении 5 минут.
7. Сравните полученные результаты и сделайте выводы.
8. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 5: Цветная реакция с хлоридом железа (III).

1. В пробирку поместите 3 капли «жидкого фенола».
2. Добавьте 1 каплю 1% раствора $FeCl_3$.
3. Что вы наблюдаете?
4. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 6: Взаимодействие фенола с бромом в водном растворе.

1. В пробирку поместите 1 каплю «жидкого фенола» и 2 капли воды.
2. Перемешайте содержимое пробирки.
3. Добавьте 6 – 7 капель Br_2 (вода).
4. Что вы наблюдаете?
5. Добавьте еще 2-3 капли Br_2 (вода).
6. Что произошло с осадком?

Опыт 6: Доказательство образования «тетрабромфенола»

1. Прокипятите пробирку в течение 1 минуты.
2. Охладите содержимое, какого цвета выпавший осадок?
3. Добавьте 2 капли раствора KI и 5 капель бензола.
4. Что вы наблюдаете?
5. Выводы запишите в тетрадь.

2. Решите задачи:

1) При дегидратации предельного одноатомного спирта получается симметричный алкен, 14 г которого вступает в реакцию с 40 г брома. Напишите структурную формулу исходного углеводорода.

2) При взаимодействии 8 мл (ρ=0,8 г/мл) одноатомного спирта с натрием выделяется водород в количестве, достаточном для гидрирования 2,24 этилена. Какой спирт использовали?

3) При сгорании кислородсодержащего органического вещества массой 2,3 г образуется 4,4 г углекислого газа и 2,7 г воды. Относительная плотность паров этого вещества по воздуху 1,59. Определите молекулярную массу этого вещества.

Критерии оценки:

Зачет ставится в случае, активного участия обучающегося в обсуждении работы, и предоставлении грамотно-оформленного отчета проделанной работы.

Незачет ставится, если обучающихся не принимал участия в обсуждении и не

предоставил отчет о проделанной работе.

Тема 3.2. Оксосоединения
Лабораторные занятия №9-10

Название: Оксосоединения.
Цель: научится качественно определять наличие оксо-группы и решать задачи с оксо-соединениями и осуществлять превращения
Количество часов: 4 часа
Коды формируемых компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 2.5
Коды личностных результатов: ЛР 7, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 16, ЛР 20

1. Демонстрационные опыты: Альдегиды и кетоны.

Опыт 1: Окисление фармальдегида аммиачным раствором оксида серебра (реакция «серебренного зеркала»).

1. Возьмите 2 предметных стекла А и В.
2. На стекла А и В поместите 1 каплю $AgNO_3$.
3. К капле на стекле А добавьте1 каплю NaOH (0,2 моль/л).
4. Что вы наблюдаете?
5. Добавьте туда же 2-3 капли NH_4OH.
6. Что вы наблюдаете?
7. Добавьте 1 каплю формалина.
8. Что вы наблюдаете?
9. К капле на стекле В добавьте 3 капли NH_4OH и 1 каплю формалина.
10. Нагрейте стекло В над пламенем спиртовки.
11. Что вы наблюдаете?
12. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 2: Окисление альдегидов гидроксидом меди (II) в щелочном растворе.

1. Поместите в 2 пробирки по 6 капель NaOH (2 моль/л), по 6 капель воды и по 1 капле $CuSO_4$.
2. Что вы наблюдаете?
3. В первую пробирку добавьте 2-3 капли формалина и перемешайте.
4. Во вторую пробирку добавьте 2-3 капли ацетона и перемешайте.
5. Нагрейте пробирки в пламени горелки.
6. Что вы наблюдаете?
7. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 3: Разложение уротропина.

1. Поместите в пробирку 1 каплю уротропина и каплю HCl.
2. Прокипятите содержимое пробирки в пламени горелки.
3. Добавьте 2 капли раствора фуксинсернистой кислоты.
4. Что вы наблюдаете?
5. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 4: Открытие ацетона посредством перевода его в иодоформ.

1. Поместите в пробирку 1 каплю раствора I_2 в KI
2. Добавьте NaOH (2 моль/л) до обесцвечивания раствора.
3. Добавьте 1 каплю ацетона.
4. Что вы наблюдаете?
5. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 5: Реакция ацетона с гидросульфитом натрия.

1. На предметное стекло поместите 1 каплю раствор $NaHSO_3$.

2. Добавьте 1 каплю ацетона и размешайте палочкой маслянистый осадок.
3. Что вы наблюдаете?
4. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 6: Получение оксима ацетона.

1. Поместите в пробирку 1 ложку солянокислого гидроксиламина и 1 ложку Na_2CO_3.
2. Добавьте 15 капель воды и растворите осадок.
3. Охладите содержимое пробирки.
4. Добавьте 15 капель ацетона.
5. Что вы наблюдаете?
6. Выводы запишите в тетрадь.

2. Решите задачи:
   При взаимодействии 13,8 г этанола с 28 г оксида меди (II) получили альдегид массой 9,24 г. Вычислите выход продукта реакции.
3. Осуществите превращения:

$$C_2H_5OH \xrightarrow{Al_2O_3,\ 400^o} X_1 \xrightarrow{KMnO_4,\ H_2O} X_2 \xrightarrow{HBr} X_3 \rightarrow \text{этин} \rightarrow C_2H_4O$$

Критерии оценки:

Зачет ставится в случае, активного участия обучающегося в обсуждении работы, и предоставлении грамотно-оформленного отчета проделанной работы.

Незачет ставится, если обучающихся не принимал участия в обсуждении и не предоставил отчет о проделанной работе.

Тема 3.3. Карбоновые кислоты и их производные
Лабораторные занятия №11-12

Название: Карбоновые кислоты и их производные.
Цель: научится качественно определять наличие карбокси-группы
Количество часов: 4 часа
Коды формируемых компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 2.5
Коды личностных результатов: ЛР 7, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 16, ЛР 20

1. Демонстрационные опыты: Карбоновые кислоты и их производные.

Опыт 1: Получение муравьиной кислоты из хлороформа и ее открытие.

Муравьиную кислоту нужно рассматривать как соединение, содержащее альдегидную и карбоксильную группы.

1. В первую пробирку поместите 1 каплю хлороформа и 3 капли NaOH (2 моль/л).
2. Нагрейте содержимое пробирки на спиртовке, до тех пор, пока не исчезнет капля хлороформа.
3. Во вторую пробирку поместите 1 каплю $AgNO_3$, 1 каплю NaOH (2 моль/л), 2 капли NH_4OH (2 моль/л) и 2 капли воды.
4. Перелейте раствор из второй пробирки в первую.
5. Что вы наблюдаете?
6. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 2: Окисление муравьиной кислоты перманганатом натрия.

1. В пробирку «А» поместите 2 крупинки формиата натрия.
2. Прибавьте 1 капель H_2SO_4 и 2 капли $KMnO_4$.
3. Закройте пробирку газоотводной трубкой.
4. В пробирку «В» поместите 2-3 капли баритовой воды.
5. Опустите второй конец газоотводной трубки в пробирку «В».
6. Нагрейте пробирку «А» 1 минуту.

7. Что вы наблюдаете?
8. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 3: Разложение муравьиной кислоты при нагревании с концентрированной серной кислотой.

1. Поместите в пробирку 2 крупинки формиата натрия.
2. Добавьте 3 капли H_2SO_4.
3. Нагрейте содержимое пробирки над пламенем горелки.
4. Поднесите отверстие пробирки к пламени горелки.
5. Какого в какой цвет окрашивается пламя?
6. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 4: Открытие уксусной кислоты.

1. Поместите в пробирку несколько гранул ацетата натрия, добавьте 3 капли воды и 2 капли $FeCl_3$.
2. Что вы наблюдаете?
3. Нагрейте содержимое пробирки до кипения.
4. Что вы наблюдаете?
5. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 5: Получение натриевой соли щавелевой кислоты.

1. Поместите в пробирку 2 крупинки формиата натрия.
2. Нагрейте содержимое пробирки над пламенем горелки.
3. Охладите пробирку.
4. Возьмите 1 каплю из пробирки и поместите на предметное стекло.
5. Добавьте 1 каплю $CaCl_2$.
6. Что вы наблюдаете?
7. Добавьте 1 каплю уксусной кислоты.
8. Осадок не растворяется.
9. Добавьте 2 капли HCl.
10. Что вы наблюдаете?
11. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 6: Открытие щавелевой кислоты в виде кальциевой соли.

1. В пробирку поместите лабораторную ложечку щавелевой кислоты и 4-5 капель воды до полного растворения.
2. Возьмите 1 каплю раствора и нанесите на предметное стекло.
3. Добавьте к ней 1 каплю раствора хлорида кальция.
4. Что вы наблюдаете?
5. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 7: Разложение щавелевой кислоты при нагревании.

1. Насыпьте в сухую пробирку «А» щавелевую кислоту примерно 1 см.
2. Закройте пробирку газоотводной трубкой.
3. В пробирку «В» поместите 2-3 капли баритовой воды.
4. Опустите второй конец газоотводной трубки в пробирку «В».
5. Нагрейте пробирку «А» 1 минуту.
6. Что вы наблюдаете в пробирке «В»?
7. Выньте газоотводную трубку из пробирки «А».
8. Нагрейте ее еще и поднесите отверстие пробирки к пламени горелки.
9. В какой цвет окрашивается пламя?
10. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 8: Высаливание мыла хлоридом натрия.

1. Поместите в пробирку 5 капель раствора мыла.

2. Добавьте несколько капель сухого NaCl.
3. Энергично встряхните содержимое пробирки.
4. Оставьте на 5 минут.
5. Что вы наблюдаете.
6. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 9: Образование фталевого ангидрида.

1. Поместите в сухую пробирку 1 лабораторную ложку фталиевой кислоты.
2. Нагрейте содержимое пробирки в пламени горелки, держа пробирку почти горизонтально.
3. Что вы наблюдаете?
4. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 10: Получение фенолфталеина.

1. В сухую пробирку поместите несколько кристаллов фталевого ангидрида, 1 каплю жидкого фенола и 1 каплю H_2SO_4.
2. Осторожно нагрейте содержимое пробирки над пламенем горелки.
3. Остудите содержимое пробирки.
4. Осторожно добавьте 8-10 капель воды (по каплям, там концентрированная H_2SO_4).
5. Нанесите 1 каплю из пробирки на фильтровальную бумагу и добавьте каплю NaOH.
6. Что вы наблюдаете?
7. Добавьте 1 каплю HCl.
8. Что вы наблюдаете?
9. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 11: Получение этилацетата.

1. В сухую пробирку поместите порошок безводного ацетата натрия (2 мм) и 3 капли этанола.
2. Добавьте 2 капли H_2SO_4.
3. Осторожно нагрейте содержимое в пламени горелки.
4. Чувствуете ли вы запах?
5. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 12: Получение этилсалицилата.

1. Поместите в пробирку несколько кристаллов салициловой кислоты, 3 капли этилового спирта и 1 каплю H_2SO_4.
2. Нагрейте содержимое пробирке в пламени горелки 3 минуты.
3. Что вы наблюдаете?
4. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 13: Гидролиз аспирина.

1. В пробирку «А» поместите крупинку аспирина и 5-6 капель воды.
2. Перемешайте содержимое пробирки.
3. Разделите содержимое пробирки на 2 части в пробирку «В».
4. Пробирку «А» нагрейте в пламени горелки.
5. Добавьте в обе пробирке $FeCl_3$.
6. Что вы наблюдаете?
7. Выводы запишите в тетрадь.

Критерии оценки:

Зачет ставится в случае, активного участия обучающегося в обсуждении работы, и предоставлении грамотно-оформленного отчета проделанной работы.

Незачет ставится, если обучающихся не принимал участия в обсуждении и не предоставил отчет о проделанной работе.

Тема 3.4. Амины. Диазо- и азосоединения
Лабораторные занятия №13-14

Название: Амины. Диазо- и азосоединения.
Цель: изучить методы очистки жидких органических соединений, а также решать задачи и осуществлять превращения с участием азотсодержащих органических соединений
Количество часов: 4 часа
Коды формируемых компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 2.5
Коды личностных результатов: ЛР 7, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 16, ЛР 20

1. Демонстрационные опыты: Простая перегонка.

Собирают установку для простой фракционной перегонки при атмосферном давлении. Перегоняемую жидкость заливают в перегонную колбу не более чем на две трети. Перед загрузкой измеряют ее объем или массу.

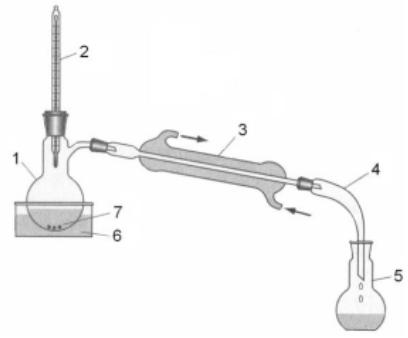


Рис. 25. Установка для проведения простой фракционной перегонки при атмосферном давлении: 1 – колба Вюрца; 2 – термометр; 3 – прямоточный холодильник; 4 – аллонж; 5 – приемник; 6 – баня; 7 – кипелки

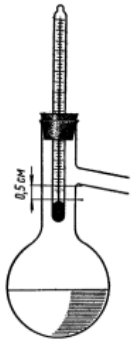


Рис. 26. Установка термометра

Нагревают с помощью подходящей бани (в зависимости от необходимой температуры и в соответствии с правилами техники безопасности), обеспечивая равномерное кипение содержимого колбы. При этом в приемник должно капать не более двух капель дистиллята в секунду (объясните почему). Записывают температуру, при которой в приемник падает первая капля. Отбирают первую фракцию (предгон, головная фракция, представляющая собой легколетучие примеси или азеотроп вещества с водой) до установления постоянной температуры кипения, соответствующей ожидаемому или приведенному в литературе значению для чистого вещества. Далее отдельно собирают вторую (главную, основную) фракцию, кипящую в узком интервале температур, в пределах 1–3 °С. Если температура перегонки начинает подниматься выше задолго до ее конца, несмотря на то, что скорость перегонки постоянна, то следует отдельно собрать так называемую хвостовую фракцию.

Перегонку досуха продолжать нельзя – в зависимости от природы вещества оставляют некоторое количество кубового остатка. Например, в случае диэтилового эфира кубовый остаток должен быть не менее 10% исходного количества (объясните причину), а в случае перегонки небольшого количества индифферентного вещества, особенно если оно получено самим исследователем, кубовый остаток минимален.

По окончании перегонки определяют объем или массу каждой фракции, охарактеризованной соответствующим интервалом температуры кипения.

2. Решите задачи:
   Газообразные продукты горения 4,5 г простейшего амина занимают объем 5,6 л (н.у.). Определите формулу исходного амина.
3. Осуществите превращения:

$$CaC_2 \xrightarrow{H_2O} X_1 \xrightarrow{t,\ C\ акт.} X_2 \xrightarrow{HNO_3+H_2SO_4} X_3 \xrightarrow{Zn+HCl} X_4 \xrightarrow{NaOH} X_5 \xrightarrow{HNO_2} X_6$$

Критерии оценки:

Зачет ставится в случае, активного участия обучающегося в обсуждении работы, и предоставлении грамотно-оформленного отчета проделанной работы.

Незачет ставится, если обучающихся не принимал участия в обсуждении и не предоставил отчет о проделанной работе.

Тема 3.5. Гетерофункциональные кислоты.
Лабораторное занятие №15

Название: Гетерофункциональные кислоты.
Цель: изучить качественные реакции на гетерофункциональные кислоты.
Количество часов: 2 часа
Коды формируемых компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 2.5
Коды личностных результатов: ЛР 7, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 16, ЛР 20

1. Демонстрационные опыты: Аминокислоты

Опыт 1: Реакция глицина с нингидрином.

1. В пробирку поместите 4 капли раствора глицерина и 2 капли раствора нингидрина.
2. Содержимое пробирки нагрейте в пламени горелки до появления окраски.
3. Какого цвета образующаяся окраска?
4. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 2: Реакция глицина с формальдегидом.

1. В пробирку поместите 5 капель раствора глицерина и 1 каплю индикатора метилового красного.
2. Какого цвета раствор? (нейтральная реакция)
3. Добавьте равный объем формалина.
4. Что вы наблюдаете? (кислая среда)
5. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 3: Образование комплексной соль меди глицерина.

1. В пробирку поместите 1 мл раствора глицерина.
2. Добавьте на кончике лабораторной ложки сухой $CuCO_3$.
3. Содержимое пробирки нагрейте в пламени горелки.
4. Что вы наблюдаете?
5. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 4: Реакция глицина с азотистой кислотой.

1. В пробирку поместите 5 капель 1% раствора глицина и равный объем 5% раствора нитрита натрия.
2. Добавьте 2 капли концентрированной уксусной кислоты и осторожно взболтайте смесь.
3. Что вы наблюдаете?
4. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 5: Амфотерные свойства α-аланина.

1. В пробирку поместите 5 капель 1% раствора α-аланина.
2. Добавьте по каплям 0,1% раствор хлороводородной кислоты, подкрашенный индикатором конго в синий цвет (на общем столе), до появления розово-красной окраски.
3. В пробирку поместите 5 капель 1% раствора α-аланина.
4. По каплям добавьте 0,1% раствор гидроксида натрия, подкрашенный фенолфталеином (на общем столе), до исчезновения окраски.

Опыт 6: Биуретовая реакция на пептидную связь.

1. В пробирку поместите 5-6 капель раствора яичного белка.
2. Добавьте равный объем 10% раствора гидроксида натрия.
5. По стенке добавьте 1-2 капли раствора сульфата меди (II).
6. Что вы наблюдаете?
7. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 7: Ксантопротеиновая реакция белков.

1. В пробирку поместите 10 капель раствора яичного белка
2. Добавьте 2 капли концентрированной азотной кислоты.
3. Содержимое пробирки осторожно нагрейте в пламени горелки, все время встряхивая.
4. Что вы наблюдаете?
5. Охладив пробирку, осторожно добавьте 1-3 капли 10% раствора гидроксида натрия
6. Что вы наблюдаете?
7. Выводы запишите в тетрадь.

Критерии оценки:

Зачет ставится в случае, активного участия обучающегося в обсуждении работы, и предоставлении грамотно-оформленного отчета проделанной работы.

Незачет ставится, если обучающихся не принимал участия в обсуждении и не предоставил отчет о проделанной работе.

Тема 3.5. Гетерофункциональные кислоты.
Лабораторное занятие №16

Название: Контрольная работа: Тема 3.1 – 3.5.
Цель: Проверка знаний по пройдённым темам.
Количество часов: 2 часа
Коды формируемых компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 2.5
Коды личностных результатов: ЛР 7, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 16, ЛР 20

Контрольная работа: Тема 3.1 – 3.5

1. С какими из перечисленных ниже веществ может взаимодействовать фенол?
   1) Соляная кислота
   2) Гидроксид натрия
   3) Этилен
   4) метан
2. Фенолы отличаются от одноатомных предельных спиртов способностью:
   1) Реагировать с активными металлами
   2) Образовывать сложные эфиры
   3) Реагировать с галогенводородами
   4) Реагировать с щелочами
3. С какими из веществ может взаимодействовать пропионовый альдегид?
   1) Хлор
   2) Метанол
   3) Толуол
   4) Аммиачный раствор оксида серебра
   5) Метан
4. Какие из перечисленных ниже веществ взаимодействуют и с хлором и с карбонатом натрия?
   1) Метанол
   2) Диэтиловый эфир

3) Пропионовая кислота
4) метилформиат

5. Назовите следующие амины. Какие из них являются первичными, вторичными и третичными?

а) $CH_3–CH_2–NH_2$; б) $(CH_3)_3C–NH_2$; в) $NH_2–CH_2–CH_2–NH_2$;
г) $CH_3–NH–CH_3$; д) $(CH_3)_2N–CH_2–CH_3$;
е) $CH_3–CH_2–NH–CH(CH_3)_2$.

6. Какие карбонильные соединения получаются при оксилении: а) бутанола-1; б)бутанола-2; в) 2-метилпропанола-1?
7. Расситайте объем формальдегида (н.у.), который требуется для получения 1 л раствора (ρ=1,11 г/мл) с массовой долей формалина 40%
8. Вычислите объем (н.у.) газа, выделившегося при взаимодействии натрия массой 9,2 г с этиловым спиртом объемом 100 мл (ρ=0,8 г/мл) с массовой долей 96%.
9. Осуществите превращения:

$$C_2H_5OH \xrightarrow{Al_2O_3,\,400^o} X_1 \xrightarrow{KMnO_4,\,H_2O,\,20^o} X_2 \xrightarrow{HBr\,(избыток),\,t^o} X_3$$
$$\xrightarrow{KOH,\,t^o} \text{ацетилен} \rightarrow C_2H_4O$$

10. Осуществите превращения:

$$\text{бутаналь} \xrightarrow{H_2,\,Ni} X_1 \xrightarrow{H_2SO_4,\,180^oC} X_2 \xrightarrow{HBr} X_3 \xrightarrow{NaOH\ (H_2O)} X_4$$

Критерии оценки:

«отлично» ставится если дан правильный, полный ответ;
«хорошо» ставится если дан правильный ответ с небольшими недочетами;
«удовлетворительно» ставится если выполнено задание не в полном объеме;
«неудовлетворительно» ставится если задание не выполнено.

Тема 4.1.-4.2. Природные органические соединения (углеводы, жиры). Лабораторные занятия №17-18

Название: Природные органические соединения (углеводы, жиры).
Цель: изучить качественные реакции на углеводы и научится решать задачи с углеводами.
Количество часов: 4 часа
Коды формируемых компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 2.5
Коды личностных результатов: ЛР 7, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 16, ЛР 20

1. Демонстрационные опыты: Углеводы

Опыт 1: Свойства глюкозы. Доказательства наличия гидроксильных групп.

1. Поместите в пробирку 1 каплю раствора глюкозы и 6 капель NaOH.
2. Добавьте 1 каплю раствора медного купороса ($CuSO_4*5H_2O$).
3. Что вы наблюдаете?
4. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 2: Свойства глюкозы. Восстановление гидроксида меди (II).

1. Поместите в пробирку 1 каплю раствора глюкозы и 6 капель NaOH.
2. Добавьте 1 каплю раствора медного купороса ($CuSO_4*5H_2O$) и 2 мл воды.
3. Нагрейте верхнюю часть слоя жидкости.
4. Что вы наблюдаете?

5. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 3: Восстановление аммиачного раствора гидроксида серебра глюкозой.

1. В пробирку поместите 1 каплю раствора $AgNO_3$, 2 капли NaOH и 3-4 капли NH_4OH до растворения образующегося осадка.
2. Добавьте 1 каплю раствора глюкозы.
3. Нагрейте содержимое пробирки в пламени горелки.
4. Что вы наблюдаете?
5. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 4. Получение озазона.

1. Помести в пробирку 2-3 гранулы $NH_2OH*HCl$ и 2-3 гранулы CH_3COONa.
2. Добавьте 2 капли раствора глюкозы.
3. Нагрейте содержимое пробирки на водяной бане в течение 45 минут.
4. Что вы наблюдаете?
5. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 5: Реакция на фруктозу.

1. Поместите в пробирку сухого резорцина и 2 капли HCl.
2. Добавьте раствор фруктозы.
3. Нагрейте содержимое пробирки в пламени горелки до начала кипения.
4. Что вы наблюдаете?
5. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 6: Качественная реакция на крахмал.

1. В пробирку поместите 5 капель крахмального клейстера и 1 каплю раствора иода.
2. Что вы наблюдаете?
3. Нагрейте содержимое пробирки в пламени горелки.
4. Что вы наблюдаете?
5. Охладите пробирку.
6. Что вы наблюдаете?
7. Выводы запишите в тетрадь.

Опыт 7: Кислотный гидролиз крахмала.

1. В пробирку поместите 1 каплю крахмального клейстера.
2. Добавьте 2 капли серной кислоты.
3. Нагрейте содержимое пробирки на водяной бане в течение 20 минут.
4. Возьмите 1 каплю раствора из пробирки и поместите на предметное стекло.
5. Добавьте на стекло 1 каплю раствора I_2 в KI.
6. Что вы наблюдаете?
7. Если проба окрашивается в синий цвет, добавьте в пробирку 8 капель NaOH и 1 каплю $CuSO_4$.
8. Что вы наблюдаете?
9. Выводы запишите в тетрадь.

2. С какими из перечисленных веществ глюкоза вступает в реакции по альдегидной группе: CH_3OH, H_2, HBr, NaOH, CH_3COOH, $[Ag(NH_3)]OH$

3. Решите задачи:

1. Какую массу глюкозы можно получить из 81 г крахмала, если выход продукта реакции составляет 80%.
2. Какой объем оксида углерода (IV) (н.у.) выделится при спиртовом брожении глюкозы массой 900г?
3. Сколько целлюлозы нужно взять, чтобы получить 1 кг тринитроцеллюлозы? Выход реакции составит 60%.

Критерии оценки:

Зачет ставится в случае, активного участия обучающегося в обсуждении работы, и предоставлении грамотно-оформленного отчета проделанной работы.

Незачет ставится, если обучающихся не принимал участия в обсуждении и не предоставил отчет о проделанной работе.

Тема 4.3. Гетероциклические соединения.
Лабораторные занятия №19-20

Название: Идентификация жидких органических веществ.
Цель: изучить методы идентификации жидких органических веществ с помощью молекулярной рефракции и закрепить номенклатуру гетероциклических соединений.
Количество часов: 4 часа
Коды формируемых компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 2.5
Коды личностных результатов: ЛР 7, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 16, ЛР 20

1. Демонстрационные опыты: Идентификация жидких органических веществ: определение молекулярной рефракции.

Молекулярную рефракцию (*MRD*) (индекс *D* означает, что молекулярная рефракция соответствует желтой линии натрия) для жидких индивидуальных веществ определяют двумя способами. Так называемое найденное значение вычисляют по формуле Лоренца – Лоренца:

$$MR_D = \left[\left(n^2 - 1\right)/\left(n^2 + 2\right)\right]\left(\frac{M}{d_4^{20}}\right),$$

где n – показатель преломления; d_4^{20} – относительная плотность; M – молекулярная масса.

Так называемое вычисленное значение складывается аддитивно из атомных рефракций или рефракций связей (табл. 2).

Таблица 2

Атомные рефракции и рефракции кратных связей для желтой линии натрия

Атом	Рефракция	Атом	Рефракция
Водород	1,100	Иод	13,900
Углерод	2,418	Бром	8,865
Кислород	Азот		
эфирный	1,643	аминный	2,3
гидроксильный	1,525	первичный	2,502
карбонильный	2,211	вторичный	2,840
Хлор	5,697	третичный и нитрильный	3,118
Тройная связь	2,336	Двойная связь	1,733

Пример расчета для бензола: молекула бензола состоит из 6 атомов С, 6 атомов Н и содержит 3 двойные связи: *MRD* = 2,416·6 + 1,100·6 + 1,733·3 = 26,307.

Для чистых веществ значения *MRD*, полученные двумя указанными способами, должны совпадать с погрешностью 3%. В противном случае нужно ставить под сомнение предлагаемую структуру или чистоту.

Для определения найденного значения *MRD* необходимо измерить показатель преломления n_D^{20} (для желтой *D* – линии натрия при 20 °С) и относительную плотность d_4^{20} (плотность жидкости при 20 °С по отношению к плотности воды при 4 °С). Показатель преломления определяется на рефрактометре типа ИРФ-22 или приборах других систем. Если значение n_D определено при других температурах, то следует вводить поправку: в среднем для любой жидкости на каждый градус выше 20 °С нужно из

измеренного значения вычесть 0,0004 и наоборот – прибавить, если измерения проводились при температуре ниже 20 °С. Относительную плотность для вычисления *MRD* необходимо определить пикнометром. Чистый и сухой пикнометр взвешивают на аналитических весах. Далее определяют массу воды в пикнометре, заполненном до метки при 4 °С (так как плотность воды при этом равна 1,0000 г/см3, масса воды также равна вместимости пикнометра *m*, мл). Массу воды в пикнометре (*m*20) определяют при 20 °С (обязательно термостатирование), затем пересчитывают по формуле:

$$m_4 = m_0 \frac{\rho_4}{\rho_{20}} = m_{20} \frac{1,0000}{0,99823} = m_{20} \cdot 1,00177 .$$

Данное число является константой пикнометра (водное число). После определения водного числа пикнометр высушивают (подумайте, как это можно сделать быстрее), наполняют исследуемым веществом и взвешивают. Отношение массы вещества в пикнометре к водному числу и есть плотность данного вещества d_4^{20}. При нахождении водного числа и относительной плотности вещества необходимо соблюдать определенные правила. Наполненный несколько выше метки пикнометр погружают до уровня исследуемой жидкости в термостат с водой. Температуру воды поддерживают равной (20 ± 0,1) °С в продолжение 15-20 мин. После этого устанавливают уровень жидкости в пикнометре точно по метке (по нижнему мениску), отбирая жидкость с помощью тонких полосок фильтровальной бумаги. Затем пикнометр закрывают пробкой, вынимают из воды, тщательно вытирают чистой тряпочкой и подсушивают на воздухе в течение 15-20 мин, после чего определяют массу пикнометра с жидкостью. Все измерения повторяют. Пример записи данных:

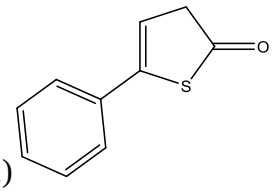
	Масса, г, в измерении		
	1-м	2-м	Среднее значение
Пустой пикнометр	5,3441	5,3443	5,3442
Пикнометр с водой (20 °С)	6,3001	6,2998	6,3000
Вода в пикнометре (20 °С)	0,9560	0,9555	0,95575
Пикнометр с исследуемой жидкостью (20 °С)	6,4125	6,4127	6,4126

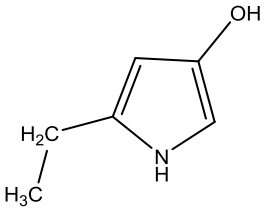
Водное число пикнометра: 0,9558 · 1,00117 = 0,95749 ≈ 0,9575.

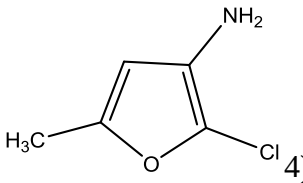
Масса исследуемой жидкости (20 °С), г: 6,4126 – 5,3442 = 1,0684.

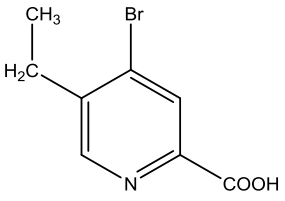
Плотность исследуемой жидкости: $d_4^{20} = \frac{1.0684}{0.9575} = 1.1158$

2. Назовите следующие соединения

1) 

2) 

3) 

4) 

3. нарисуйте структуру следующих соединения

1)5-метилфуран-3-карбальдегид
2)5-бромо-3,3-диметил-2,3-дигидротиофен
3)3-хлоро-4-метоксипиридин
4)5-бромо-2-метилфуран
5)2-иодо-4,4-диметил-4Н-пиран
6)2,4-диметил-1*Н*-пиррол

Критерии оценки:

Зачет ставится в случае, активного участия обучающегося в обсуждении работы, и предоставлении грамотно-оформленного отчета проделанной работы.

Незачет ставится, если обучающихся не принимал участия в обсуждении и не предоставил отчет о проделанной работе.

Тема 4.3. Гетероциклические соединения.
Лабораторное занятие №21

Название: Тонкослойная хроматография.
Цель: изучить методы идентификации органических веществ с помощью тонкослойной хроматографии.
Количество часов: 2 часа
Коды формируемых компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 2.5
Коды личностных результатов: ЛР 7, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 16, ЛР 20

1. Демонстрационные опыты: Тонкослойная хроматография.

Тонкослойная хроматография (ТСХ) – один из эффективных и быстрых методов хроматографического анализа. ТСХ широко применяется для идентификации веществ (хроматографирование анализируемого вещества вместе со стандартным образцом – свидетелем), для испытания их на чистоту (на пластинке должно проявиться только одно пятно). Нередко ТСХ – наиболее удобный способ контроля глубины протекания реакции и ее завершения (завершение реакции устанавливают по отсутствию пятен исходных веществ). Механизм разделения может быть различным, но в большинстве случаев он является адсорбционным. Хроматографирование осуществляется на пластинке, равномерно покрытой слоем сорбента. Различают незакрепленный и закрепленный слои сорбента. Размер частиц сорбента обычно 5-40 мкм. Пластинки с закрепленным слоем сорбента более удобны в обращении. В качестве фиксатора сорбента к подложке применяют обычно гипс. На практике часто применяют готовые пластинки, например «Силуфол» с силикагелем, нанесенным на алюминиевую фольгу.

Нанесение пробы – важный этап, обеспечивающий качество хроматограммы. Анализируемую пробу наносят с помощью капилляра на пластинку на «линию старта» на расстоянии 6-10 мм от края пластинки в виде раствора, желательно в неполярном и легколетучем растворителе (чаще всего применяют этилацетат). Важными факторами являются количество наносимого вещества и компактность пятна наносимого раствора. В случае слишком большого количества образца адсорбционной емкости сорбента может оказаться недостаточно, и вещество, которое не может полностью сорбироваться, будет просто растворяться в элюенте, а не десорбироваться в процессе хроматографирования. В этом случае, как и при нанесении раствора в виде большого пятна, получаются слишком вытянутые пятна, а вещества с близкими хроматографическими подвижностями могут слиться в одно вытянутое пятно. Минимальное количество нанесенного образца лимитируется порогом чувствительности метода обнаружения пятна на пластинке. Обычно для анализа достаточно 0,1-20 мкг вещества, наносимое пятно должно быть не более 2 мм в диаметре. При одновременном хроматографировании нескольких образцов расстояние между точками нанесения должно быть не менее 6-8 мм.

Разделение веществ в хроматографических камерах (рис. 31). Пластинку с нанесенными образцами высушивают и помещают в плоскодонный стеклянный сосуд подходящего размера с пришлифованной крышкой (хроматографическую камеру), в который налит элюент высотой слоя 3-5 мл. При помещении пластинки в камеру «линия старта» должна быть выше уровня жидкости. Элюент, продвигаясь под действием капиллярных сил по пластинке вверх, увлекает за собой разделяемые вещества. По завершении хроматографирования отмечают положение фронта растворителя.

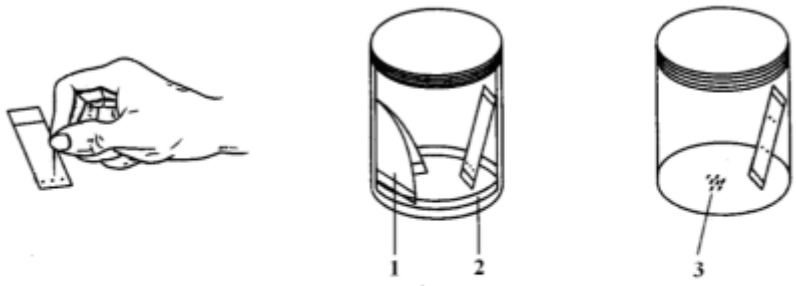


Рис. 31. Тонкослойная хроматография:
а – нанесение раствора вещества на пластинку; *б* – хроматографирование; *в* – проявление пятен веществ в сосуде с парами иода; 1 – бумага, пропитанная элюентом; 2 – элюент; 3 – кристаллики иода

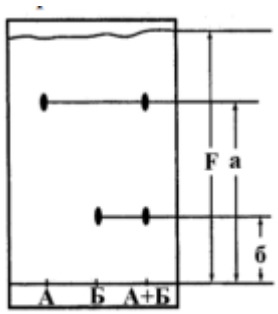


Рис. 32. Хроматограмма веществ А и Б и их смеси

Если анализу подвергаются два вещества (А и Б) и их смесь, то каждое из веществ продвинется на определенной расстояние, замеряемое от линии старта до центра пятна (рис. 32). Положение пятен на хроматограмме характеризуется значениями *Rf*, которые представляют собой отношение расстояний, пройденных веществом (соответственно а и б), к расстоянию *F*, пройденному элюентом. Следовательно, для веществ А и Б значения *Rf* будут а/*F* и б/*F* соответственно. Обнаружение веществ на хроматограммах осуществляют по пятнам, которые в случае окрашенных соединений можно наблюдать непосредственно. Однако большинство органических веществ бесцветно, поэтому пятна приходится обнаруживать химическими или оптическими методами. Высушенную от растворителя пластинку опрыскивают химическим реагентом, дающим окрашенные продукты с анализируемым веществом. Другим вариантом обнаружения пятен является проявление в парах иода, для чего пластинку помещают в закрытый сосуд, в котором находится несколько кристалликов иода. Через 2-3 мин пластинку вынимают. Если вещество не взаимодействует с иодом, то пятна проявляются более светлыми по сравнению с окружающим фоном (для этого в состав сорбента добавляют крахмал); если же вещество взаимодействует с иодом, то пятна проявляются обычно желто-коричневым цветом. Вещества, поглощающие УФ свет, могут быть обнаружены при рассмотрении пластинки под УФ-лампой. Некоторые сорта продаваемых пластинок в составе сорбента содержат специальные вещества – люмифоры, в присутствии которых большинство органических соединений окрашивается в розовый цвет или ярко флуоресцируют при свете УФ-лампы. Большинство органических веществ обугливается, а некоторые окрашиваются при нагревании до 250-300 °С, что часто используется для их обнаружения.

Критерии оценки:

Зачет ставится в случае, активного участия обучающегося в обсуждении работы, и предоставлении грамотно-оформленного отчета проделанной работы.

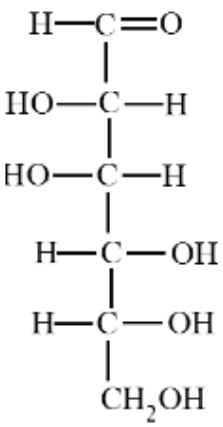
Незачет ставится, если обучающихся не принимал участия в обсуждении и не предоставил отчет о проделанной работе.

Тема 4.3. Гетероциклические соединения.
Лабораторное занятие №22

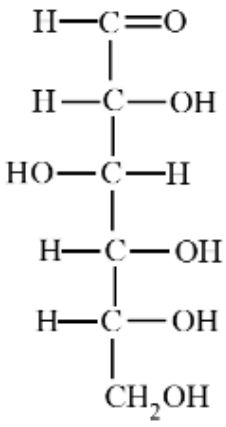
Название: Контрольная работа Тема 4.1 – 4. 3.
Цель: Проверка знаний по пройдённым темам.
Количество часов: 2 часа
Коды формируемых компетенций: ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07, ОК 09, ПК 2.5
Коды личностных результатов: ЛР 7, ЛР 13, ЛР 14, ЛР 16, ЛР 20

2. Контрольная работа Тема 4.1 – 4. 3

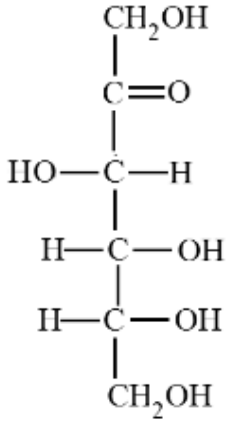
1. Какая из приведённых структур соответствует глюкозе?



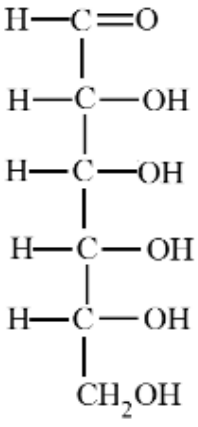
1



2



3



4

2. При взаимодействии каких функциональных групп происходит образование циклических форм глюкозы?
   1) Карбонильной группы и гидроксила при 4-м атоме углерода;
   2) Гидроксильных групп при атомах углерода с номерами 2 и 6;
   3) Карбонильной группы и гидроксила при 3-м атоме углерода;
   4) Гидроксильных групп при атомах углерода с номерами 2 и 5;
   5) Карбонильной группы и гидроксила при 5-м атоме углерода.
3. Жиры – это:
   1) Сложные эфиры глицерина и карбоновых кислот;
   2) Сложные эфиры глицерина и высших карбоновых кислот;
   3) Сложные эфиры одноатомных спиртов и высших карбоновых кислот;
4. К гетероциклическим соединениям относятся
   1) циклогексан
   2) бензол
   3) пиридин
   4) фенол
   5) пиррол
5. К пуриновым основаниям относятся
   1) тимин
   2) гуанин
   3) урацил
   4) цитозин
   5) аденин

6. Сколько граммов глюкозы подверглось спиртовому брожению, если при этом выделилось столько газа, сколько его образуется при полном сгорании 20 мл метанола (ρ=0,8 г/мл).

7. Сколько граммов глюкозы образуется в процессе фотосинтеза из углекислого газа объемом 67,2 л (при н.у.).

8. При взаимодействии 115 г бензольного раствора пиррола с металлическим калием выделилось 1,12 л газа (при н.у.). Вычислите массовые доли веществ в исходном растворе.

Критерии оценки:

«отлично» ставится если дан правильный, полный ответ;

«хорошо» ставится если дан правильный ответ с небольшими недочетами;

«удовлетворительно» ставится если выполнено задание не в полном объеме;

«неудовлетворительно» ставится если задание не выполнено.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основные источники

№	Наименование
1.	Акимова, Т. И. Органическая химия. Лабораторные работы: учебное пособие для спо / Т. И. Акимова, Л. Н. Дончак, Н. П. Багрина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 164 с. — ISBN 978-5-8114-9068-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/184070
2	Зурабян, С.Э. Органическая химия / С.Э. Зурабян, А.П. Лузина, под ред. Т.А. Тюкавкиной. – Москва: ГЭОТАР–Медиа, 2019. – 384 с.
2.	Тюкавкина, Н.А. Органическая химия / Н.А. Тюкавкина, В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян. – Москва: ГЭОТАР–Медиа, 2019. – 640 с.

Дополнительные источники

№	Наименование
1.	Гаршин, А.П. Органическая химия в рисунках, таблицах, схемах: учебное пособие для среднего профессионального образования / А.П. Гаршин. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 240 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-04816-2. – Режим доступа: www.urait.ru/book/organicheskaya-himiya-v-risunkah-tablicah-shemah-438955
2.	Каминский, В.А. Органическая химия в 2 ч. Часть 1: учебник для среднего профессионального образования / В.А. Каминский. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 287 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-02909-3. – Режим доступа: www.urait.ru/book/organicheskaya-himiya-v-2-ch-chast-1-437950
3.	Каминский, В.А. Органическая химия в 2 ч. Часть 2: учебник для среднего профессионального образования / В.А. Каминский. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 314 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-02912-3. – Режим доступа: www.urait.ru/book/organicheskaya-himiya-v-2-ch-chast-2-437951

№	Наименование
1.	Пакет офисных программ Microsoft Office
2.	Операционная система Windows
3.	Научная библиотека ЧувГУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://library.chuvsu.ru
4.	Электронно-библиотечная система IPRBooks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru
5.	Электронная библиотечная система «Юрайт»: электронная библиотека для вузов и ссузов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.biblio-online.ru
6.	ЭБС «Издательство «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/