

Тюменская область,
г. Нижневартовск,
МБОУ «СОШ № 29»
Учитель химии и биологии
Шайхуллина Зия Мухарамовна

Лабораторные работы по органической химии
Малый практикум

Представленное пособие является методическим указанием к лабораторным работам по курсу "Органическая химия" для студентов очного и вечернего отделений по специальности 260202 "Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий". Пособие может быть полезно студентам нехимических специальностей вузов, школьникам специализированных классов, а также всем интересующимся органической химией.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В курсе органической химии, как правило, 50% времени аудиторных занятий отводится на выполнение лабораторного практикума. «Лабораторные работы по органической химии» охватывают основные разделы типовой программы курса. Кроме того, в настоящем практикуме предусмотрено ознакомление с основными методами очистки органических соединений и в частности, выполнение лабораторной работы по кристаллизации органических соединений и определение их температуры плавления.

В начале практикума необходимо ознакомиться с техникой безопасности при работе в лаборатории органической химии и сдать коллоквиум.

Для подготовки к занятиям необходимо изучить соответствующие разделы учебной литературы, оформить так называемую «заготовку» отчета приведен в приложении. Для этого в рабочем журнале записывают краткое содержание опыта, уравнения реакций и оставляют место для описания наблюдений и ответов на вопросы и задания (как правило, каждому абзацу в описании опыта соответствует свое задание или вопрос). После собеседования и росписи преподавателя о допуске к работе студенты выполняют эксперимент.

Опыты выполняются индивидуально или в парах. В заключение студенту останется занести в журнал наблюдаемые явления, ответы на вопросы и написать обобщенный вывод по работе. Работы содержат от 6 до 12 опытов и выполняются полумикрометодами. При работе над практикумом авторы использовали различные пособия по органической химии, Отличительной особенностью данного учебно-методического пособия является выделение в структуре лабораторных работ вопросов и заданий как к каждому опыту в отдельности, так и ко всей работе в целом.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В курсе органической химии, как правило, 50% времени аудиторных занятий отводится на выполнение лабораторного практикума. «Лабораторные работы по органической химии» охватывают основные разделы типовой программы курса. Кроме того, в настоящем практикуме предусмотрено ознакомление с основными методами очистки органических соединений и в частности, выполнение лабораторной работы по кристаллизации органических соединений и определение их температуры плавления.

В начале практикума необходимо ознакомиться с техникой безопасности при работе в лаборатории органической химии и сдать коллоквиум.

Для подготовки к занятиям необходимо изучить соответствующие разделы учебной литературы, оформить так называемую «заготовку» отчета (пример правила оформления приведен в приложении и на стр. 37).

Для этого в рабочем журнале записывают краткое содержание опыта, уравнения реакций и оставляют место для описания наблюдений и ответов на вопросы и задания (как правило, каждому абзацу в описании опыта соответствует свое задание или вопрос). После собеседования и росписи преподавателя о допуске к работе студенты выполняют эксперимент.

Опыты выполняются индивидуально или в парах. В заключение студенту останется занести в журнал наблюдаемые явления, ответы на вопросы и написать обобщенный вывод по работе. Работы содержат от 6 до 12 опытов и выполняются полумикрометодами. При работе над практикумом авторы использовали различные пособия по органической химии. Отличительной особенностью данного учебно-методического пособия является выделение в структуре лабораторных работ вопросов и заданий как к каждому опыту в отдельности, так и ко всей работе в целом.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ЛАБОРАТОРИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшим видом учебной деятельности в курсе органической химии являются лабораторные занятия и, в частности, «малый практикум». Лабораторные работы в рамках малого практикума проводятся с малыми количествами веществ. Это позволяет при малых затратах познакомиться с основными свойствами органических соединений. Прежде чем приступить к практической работе, необходимо ознакомиться с лабораторным оборудованием, с методикой проведения основных лабораторных операций, с правилами техники безопасности при этом.

Химия, как и любая экспериментальная наука, предъявляет к себе определенные требования. Поскольку безопасная работа в химической лаборатории и для себя, и для окружающих является основой проведения и успеха эксперимента, необходимо строго соблюдать правила организации работы и техники безопасности. Наиболее вероятными источниками несчастных случаев являются: неумелое обращение с химическими веществами (отравление, химические ожоги, пожары, взрывы, аллергии), с лабораторными приборами (поражение электрическим током, термические ожоги и травмы), а также со стеклянными приборами и посудой (порезы и т.д.). Только хорошая организация и охрана труда, строгое соблюдение правил работы и мер безопасности, соблюдение трудовой и учебной дисциплины позволяют полностью исключить возможность несчастных случаев и аварий в лабораториях.

Допуск в лабораторию к занятиям студентов разрешается только после знакомства с инструкцией по технике безопасности, вводного инструктажа и сдачи зачета преподавателю, ведущему занятие в группе. Факт сдачи зачета фиксируется в специальном журнале под личную роспись прошедших инструктаж.

Студенты, не сдавшие зачета (коллоквиума), к работе не допускаются. Лица, грубо нарушившие правила работы и техники безопасности в лаборатории, отстраняются преподавателем, инженером, обслуживающим занятия, или проверяющим от выполнения лабораторных работ до повторной сдачи зачета (коллоквиума). Ответственность за хранение реактивов, приборов, оборудования и материалов, правила их выдачи возлагаются на инженера лаборатории. Каждый работающий должен знать, где в лаборатории находятся аптечка для оказания первой медицинской помощи, индивидуальные средства защиты (маска, перчатки, противогаз, резиновые калоши, фартук), средства пожаротушения (ящик с песком, огнестойкое одеяло, огнетушитель), средства для оказания первой медицинской помощи (аптечка, растворы: гидрокарбоната натрия (3%), перманганата калия (1%), уксусной кислоты (1%)).

В конце занятий все студенты обязаны, навести порядок на своем рабочем месте: внимательно осмотреть и проверить выключение электроэнергии, воды, приборов и аппаратов, убрать легко воспламеняющийся мусор, вымыть стеклянную посуду, сдать реактивы. После этого сдать рабочее место дежурным по лаборатории

ОБЩИЕ ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ

Каждому студенту, работающему в лаборатории, предоставляется место, которое он должен содержать в порядке и чистоте. При выполнении работы не загромождайте рабочее место лишними предметами.

При выполнении лабораторных работ необходимо строго соблюдать следующие правила:

1. Перед занятиями студенту необходимо заранее ознакомиться с ходом проведения опытов по учебному пособию, отчетливо уяснить цели и задач работы, обдумывая каждое действие. Приступать к выполнению опытов можно только после того, как студент сдаст предварительный отчет (название, краткое описание хода опыта, реакции) и пройдет собеседование. Допуск к работе в виде росписи ведущего преподавателя отмечается в рабочем журнале студента.
2. Работающий должен знать основные свойства используемых и получаемых веществ, их действие на организм, правила работы с ними и на основе этого принять все меры для безопасности проведения работ.
3. Запрещено проводить опыты в грязной посуде, а также пользоваться для проведения опытов веществами из склянок без этикеток или с неразборчивой надписью.
4. Нельзя выливать избыток реактива из пробирки обратно в реактивную склянку. Сухие соли набирают чистым шпателем или ложечкой.
5. Не следует путать пробки от разных склянок. Чтобы внутренняя сторона пробки оставалась чистой, пробку кладут на стол внешней поверхностью.
6. Нельзя уносить реактивы общего пользования на свое рабочее место.
7. После опытов остатки металлов в раковину не выбрасывают, а собирают в банку. Дорогостоящие реактивы (например, остатки солей серебра) собирают в специально отведенную посуду. Нельзя выливать в раковину остатки растворителей, горючих веществ, реакционные смеси, растворы кислот, щелочей и других вредных веществ. Они должны собираться в специальную посуду («слив органики»).
8. Запрещено засорять раковины и сливы в шкафах песком, бумагой, битой посудой и другими твердыми отходами, что приводит к выходу канализации из строя. Все твердые отходы следует выбрасывать в урну.
9. При выполнении работ бережно расходуйте реактивы, электричество и воду. Нельзя оставлять без надобности включенные электроприборы и горящие спиртовки. По окончании работ нужно немедленно отключить электроприборы и погасить спиртовки.
10. Выполнение лабораторной работы и каждого отдельного опыта требует строгого соблюдения всех указаний, содержащихся в описании работы. Опыт должен исполняться тщательно, аккуратно и без спешки.
11. Студентам категорически запрещается без разрешения преподавателя проводить какие-либо опыты, не относящиеся к данной работе, или изменять порядок проведения опыта. Следует помнить, что каждый, даже кажущийся внешне простым опыт может оказаться при необдуманном выполнении опасным.
12. Если работа не может быть закончена в течение одного занятия, то необходимо заранее обсудить с преподавателем, на каком этапе работа должна быть прервана и когда можно будет ее закончить.
13. Перед уходом из лаборатории рекомендуется тщательно мыть руки.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

1. В лаборатории категорически запрещается работать одному, т.к. даже небольшая незамеченная неисправность в оборудовании или ошибка в выполнении эксперимента может привести к тяжелым последствиям.
2. Избегайте лишних движений и разговоров в лаборатории.
3. Избегайте непосредственных контактов кожи, глаз и дыхательных путей с химикатами. На занятиях постоянно носите лабораторный халат. Кроме того, если у вас длинные волосы, их следует аккуратно прибрать, чтобы они не могли соприкоснуться с нагревательными приборами, реактивами и т.д.
4. Все работы с ядовитыми и сильнопахнущими веществами, с концентрированными растворами кислот, щелочей, а также упаривание их растворов следует проводить только в вытяжном шкафу. Створки шкафа во время работы должны быть опущены до 18-20 см от его рабочей поверхности.
5. Измельчение твердых веществ, дающих едкую пыль (щелочей, извести, йода и др.), разбавление концентрированных кислот и щелочей, приготовление хромовой смеси и т.п. нужно проводить в фарфоровой посуде также в вытяжном шкафу, защитив глаза очками, а руки перчатками. Разбавляя концентрированные кислоты, особенно серную, осторожно вливают кислоту в воду.
6. С легковоспламеняющимися жидкостями нельзя работать вблизи нагревательных приборов. Запрещается нагревать летучие легковоспламеняющиеся жидкости, вещества (эферы, бензины, спирты, ацетон и т.д.) на открытом пламени. Для этого необходимо использовать водяную или масляную баню.
7. Обращение со спиртовкой. Перед использованием спиртовка должна быть заправлена этанолом (не более 2/3 объема спиртовки), диск плотно прикрывает отверстие резервуара спиртовки, фитиль в трубке должен входить не слишком плотно, но и не выпадать из трубки. Неиспользуемая спиртовка должна быть закрыта колпачком. Спиртовку зажигают только от горячей спички или лучинки. Нельзя зажигать ее от другой спиртовки или от зажигалки. Никогда не следует дуть на горящую спиртовку. Тушат ее, накрыв колпачком. Регулировка пламени производится выдвиганием (увеличение пламени) или убиранием фитиля (уменьшение пламени). Нагревание на спиртовке производят следующим образом: сначала прогревают пробирку с содержимым в течение 15-20 секунд, затем приступают непосредственно к нагреванию содержимого пробирки. При нагревании нельзя прикасаться дном пробирки к фитилю. На спиртовке можно нагревать только посуду из тонкого (химического) стекла.
8. Пробирки при нагревании закрепляют либо в штативной лапке, либо пробиркодержателе ближе к отверстию. Отверстие пробирки необходимо направлять от себя и окружающих, во избежание выброса веществ из пробирки.
9. Знакомясь с запахом вещества, нельзя наклоняться над сосудом с жидкостью и вдыхать полной грудью. Для этого нужно направить рукой струю воздуха от отверстия сосуда к себе и сделать носом легкий вдох.
10. Запрещается набирать ртом при помощи пипетки или трубки любые вещества. Для этого следует пользоваться сифоном или резиновой грушей.
11. Особенно внимательно нужно проводить сборку установок из стекла. При этом нельзя зажимать стеклянные изделия в лапки штативов без соответствующей мягкой прокладки. Особенно осторожно обращайтесь с тонкостенной посудой, термометрами, холодильниками.
12. Нельзя нагревать закупоренные любые аппараты и сосуды, кроме тех, которые специально для этого предназначены. Нельзя нагревать жидкости в толстостенной и мерной посуде (она может лопнуть).

13. При прилипании реактивов нельзя наклоняться над отверстием сосуда во избежание попадания брызг на лицо и одежду. При использовании пробиркодержателя необходимо зажимать пробирку ближе к открытому концу. Нельзя также наклоняться над нагреваемой жидкостью, так как ее может выбросить. Никогда не направляйте открытый конец пробирки к себе или в сторону вашего соседа.

14. В лаборатории запрещается пробовать на вкус реактивы, а также принимать пищу, пить и курить.

15. Щелочные металлы должны храниться под слоем керосина, толуола или ксилола, не содержащих следов воды. Нельзя работать с металлическим натрием поблизости от водопроводного крана. Приступая к работе, надо насухо вытереть стол и высушить посуду, в которой будет проводиться реакция с металлическим натрием. После окончания работы нельзя сразу мыть эту посуду водой, следует сначала уничтожить остатки натрия, растворяя их в спирте. Крупные остатки натрия или его обрезки следует поместить в отдельную банку с керосином (толуолом или ксилолом).

16. Категорически запрещается хранить бром в хрупкой посуде. Для этого применяют толстостенные склянки с притертыми пробками. Все работы с бромом следует проводить в хорошо вентилируемом вытяжном шкафу, в резиновых перчатках и защитных очках. При попадании брома на кожу необходимо немедленно протереть пораженный участок спиртом, а затем смазать глицерином.

17. Нельзя класть на лабораторные столы посторонние предметы (сумки, шапки и др.), а также вешать в лаборатории верхнюю одежду.

18. О любом происшествии в лаборатории, даже самом незначительном, необходимо сообщить преподавателю.

19. Не стесняйтесь спрашивать обо всем, в чем у вас есть сомнения!

ПРАВИЛА ПРОТИВОПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

1. Осторожно обращайтесь с нагревательными приборами. Запрещается работать с неисправным оборудованием и приборами. Категорически запрещается использовать для подключения электроприборы с оголенными проводами или с поврежденной изоляцией. При перегорании спирали электроплитки отключите плитку от электросети.

2. При проведении опытов, в которых может произойти самовозгорание, необходимо иметь под руками асбестовое одеяло, песок, совок и т.п.

3. В случае воспламенения горючих веществ быстро выключите вентиляцию вытяжного шкафа, погасите спиртовку, обесточьте электронагревательные приборы, уберите сосуды с огнеопасными веществами и тушите пожар:

а) горящие жидкости прикройте асбестом, а затем, если нужно, засыпьте песком, но не заливайте водой;

б) загоревшийся фосфор гасите мокрым песком или водой;

в) в случае воспламенения щелочных металлов гасите пламя только сухим песком, но не водой;

г) в случае возгорания одежды на человеке необходимо накрыть его асбестовым одеялом;

д) небольшие локальные пожары тушить при помощи углекислотного огнетушителя; при большом задымлении использовать противогаз.

4. Во всех случаях пожара в лаборатории немедленно вызовите пожарную команду по телефону «01» (за исключением воспламенения щелочных металлов), и, не ожидая прибытия пожарников, примите все меры к ликвидации пожара собственными силами и имеющимися средствами. Студенты должны покинуть лабораторию.

МЕРЫ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ

В лаборатории бывают случаи, требующие неотложной медицинской помощи, - порезы рук стеклом, ожоги горячими предметами, кислотами, щелочами. Для оказания первой помощи в лаборатории имеется аптечка. В серьезных случаях необходимо пострадавшего сопроводить к врачу.

Основные правила первой помощи сводятся к следующему:

1. При мелких порезах стеклом удалите осколки из раны, смойте кровь, продезинфицируйте раствором йода и перевяжите бинтом.
2. При ожоге рук или лица реактивом смойте реактив большим количеством воды, затем в случае ожога щелочью . 1 %-ным раствором уксусной кислотой, в случае ожога кислотой . 3%-ным раствором гидрокарбоната натрия, а затем опять водой. Одежду, соприкасавшуюся с реактивами, следует снять.
3. При ожоге горячей жидкостью или горячим предметом обожженное место промойте проточной холодной водой в течение 5-10 мин. Затем следует немедленно доставить в ближайшее лечебное учреждение.
4. При попадании химического вещества в глаза их необходимо обильно промыть в течение 10-15 мин струей холодной воды (или используя глазную промывалку) так, чтобы она стекала от носа к виску. Веки пораженного глаза во время промывания должны быть осторожно развернуты. Контактные линзы перед промыванием следует снять. Затем в любом случае пострадавшего незамедлительно доставить в глазную клинику.
5. При попадании яда внутрь необходимо вызвать рвоту принятием теплого раствора поваренной соли (3-4 чайные ложки на стакан воды) и затем надавить пальцем на заднюю часть зева, давая пострадавшему пить большое количество теплой воды. Если пострадавший потерял сознание или же отравление вызвано проглатыванием растворителя, кислоты или щелочи, то рвоту вызывать нельзя. Пострадавшего перенести на свежий воздух и оставить в спокойном положении в тепле. Немедленно вызвать бригаду неотложной помощи.
6. При поражении электрическим током необходимо быстро освободить пострадавшего от действия тока путем отключения электроэнергии общим рубильником. Вынести пострадавшего на свежий воздух и при необходимости сделать ему искусственное дыхание и массаж сердца. Не- медленно вызвать скорую помощь.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ
КОЛЛОКВИУМА ПО ТЕХНИКЕ
БЕЗОПАСНОСТИ**

1. Общие правила работы в химической лаборатории.
2. Что следует предпринять, если в лаборатории возник очаг возгорания?
3. Какими нагревательными приборами разрешается пользоваться при перегонке легковоспламеняющихся жидкостей?
4. Правила работы со спиртовками.
5. Расскажите о работе в лаборатории с электрическим током.
6. Какие правила необходимо соблюдать при работе со щелочными металлами?
7. Основные правила работы с токсичными соединениями. Меры безопасности и первая помощь при отравлении.
8. Какие действия следует предпринять при попадании в глаза щелочи (кислоты)?
9. Неотложная помощь при ожогах кислотами.
10. Неотложная помощь при ожогах щелочами.
11. Основные меры предосторожности при работе с бромом.
12. Первая помощь при термических ожогах.
13. Первая помощь при химических ожогах.
14. Первая помощь при порезах, ушибах и иных травмах.
15. Расскажите о работе с приборами, находящимися при пониженном давлении.

Лабораторная работа № 1

ОЧИСТКА ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: очистить методом кристаллизации твердое вещество, определить его температуру плавления, сделать вывод о степени чистоты исследуемого соединения.

Реактивы и материалы: твердое термоустойчивое вещество, набор растворителей (вода, этанол, ацетон, хлороформ, четыреххлористый углерод, бензол, толуол, гексан, диэтиловый эфир, петролейный эфир, этилацетат, диоксан, ледяная уксусная кислота).

Оборудование: набор пробирок, пробиркодержатель, спиртовка, круглодонная колба (или стакан) на 100 мл, обратный холодильник, «кипелки» (кусочки фарфора или капилляры, запаянные с одного конца), стеклянная палочка, баня, плитка, воронка Бюхнера, колба Бунзена, фильтровальная бумага, стеклянная воронка, прибор для определения температуры плавления, капилляр, стеклянная трубка длиной 80- 90 см, резиновое колечко, асбестовая сетка.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Для того чтобы изучить органическое вещество, необходимо, прежде всего, его получить, а затем выделить в чистом виде. Выделение и очистка органических соединений связаны со сложностью органических реакций, часто протекающих с образованием смеси соединений. Трудности при выделении индивидуального вещества из смеси и их очистка связаны с разнообразием проявляемых свойств органических соединений.

Поэтому и методы их выделения и очистки также многообразны.

В лаборатории органической химии чаще всего приходится сталкиваться с жидкими и твердыми веществами.

При выделении из жидких смесей несмешивающихся компонентов пользуются делительными воронками. После того как смесь, налитую в делительную воронку, отстоится и хорошо обозначится граница между компонентами, открывают кран и сливают нижний слой. Для смешивающихся жидкостей используют простую и фракционную перегонку (ректификацию) при атмосферном давлении. Простую перегонку применяют для разделения жидкостей, кипящих при температурах, отличающихся не менее чем на 60-80°C, или если основное вещество необходимо отделить от нелетучих примесей. Фракционную перегонку (ректификацию) используют для разделения жидкостей, имеющих близкие температуры кипения. При этом отбирают фракции, кипящие в определенных интервалах температур. Отдельные фракции перегоняют несколько раз для получения чистого вещества с необходимыми узкими пределами температур кипения (от долей градуса до нескольких граду- сов). Если вещество имеет низкую термическую устойчивость, то проводят перегонку в вакууме (под уменьшенным давлением), создаваемым водоструйными или масляными насосами, причем чем более понижается давление при перегонке, тем ниже температура кипения данного соединения. Если вещество летуче с водяным паром, то пользуются перегонкой с водяным паром. С паром могут перегоняться и некоторые твердые вещества.

Современным методом разделения смесей на индивидуальные соединения является хроматография. Из имеющихся способов хроматографии наиболее распространена адсорбционная (жидкостная) хроматография, основанная на различной адсорбционной способности компонентов смесей на сорбентах (обычно оксид алюминия, силикагель, мел). Через колонку, наполненную сорбентом, пропускают раствор разделяемой смеси в растворителе (эфир, бензол и др.) или в смеси растворителей. При этом компоненты смеси, удерживающиеся на сорбенте, будут вымываться с колонки с различной скоростью. При разделении смесей и идентификации соединений, а также в

контроле протекания реакций часто используют тонкослойную хроматографию (ТСХ). В этих случаях сорбентом покрывают стеклянную пластинку, на которую наносят (около края пластины) раствор исследуемой смеси в растворителе, после чего на пластинку подается тем или иным способом растворитель (элюент), который самопроизвольно поднимается от края, где находится введенный раствор смеси, до определенного уровня. Пластины высушивают и проявляют (обычно парами йода), при этом появляются пятна на разных расстояниях (от точки внесения растворенной смеси), соответствующие пробегу каждого из компонентов. Более информативна газожидкостная хроматография (ГЖХ), позволяющая разделять смеси на составляющие компоненты, идентифицировать соединения, контролировать ход реакций, изучать кинетику процессов. Для проведения ГЖХ имеются специальные приборы, используемые в научных лабораториях и на промышленных предприятиях - хроматографы.

Из смеси твердых веществ компоненты часто выделяют методом кристаллизации, основанным на различной растворимости в растворителе компонентов смеси. Обычно смеси нагревают с растворителем (или смесью растворителей), который лучше растворяет целевые соединения, чем другие компоненты. После фильтрования и охлаждения фильтрата искомое твердое вещество выпадает в осадок. Если необходимо, выделенный продукт перекристаллизовывают до получения соединения с необходимыми пределами температур плавления (от 0,5 до нескольких °С). Твердые вещества можно выделить и очистить возгонкой (сублимацией).

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ

Кристаллизацией называется метод разделения и очистки твердых веществ, основанный на процессе образования и роста кристаллов из пересыщенных растворов соответствующих веществ.

Вся процедура кристаллизации включает в себя шесть этапов: выбор растворителя для проведения кристаллизации;

- . получение нагретого пересыщенного раствора вещества в подходящем растворителе;
- . фильтрование горячего раствора от взвешенных нерастворимых частиц;
- . медленное охлаждение раствора до комнатной температуры и ниже (снег, лед, охлаждающие смеси);
- . отделение кристаллов от маточного раствора и их промывание;
- . сушка кристаллов.

ВЫБОР РАСТВОРИТЕЛЯ ДЛЯ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Для процесса кристаллизации большое значение имеет правильный выбор растворителя. При выборе растворителя необходимо учитывать следующие требования:

- . химическая инертность по отношению к очищаемому веществу;
- . вещество должно хорошо растворяться при нагревании и плохо при охлаждении;
- . температура кипения раствора должна быть не менее чем на 30°С ниже температуры плавления кристаллизующегося вещества;
- . растворимость основного вещества должна резко отличаться от растворимости загрязняющих примесей;
- . растворитель должен легко удаляться с поверхности кристаллов.

При выборе растворителя часто руководствуются правилом «подобное растворяется в подобном». Так, например, фенолы, низшие карбоновые кислоты и спирты, а также другие вещества, содержащие гидроксильную группу, легко растворяются в воде; высшие эфиры - в низших, высшие спирты - в низших спиртах и т.д. Однако это правило верно только для веществ простого строения, для сложных соединений оно не всегда соблюдается. Для хорошо изученных веществ растворитель можно подбирать по данным растворимости, которые находятся в справочниках.

Окончательный выбор растворителя для неизвестного вещества можно установить лишь

опытным путем в пробирках с малыми количествами вещества, подвергаемого очистке. Для этого берут небольшие (.0.1 г) равные количества вещества в отдельные пробирки и приливают к ним равные объемы исследуемых растворителей (.0.5-1 мл). Если вещество растворяется уже при комнатной температуре, то данный растворитель не пригоден для кристаллизации. Растворитель, в котором вещество не растворяется и при кипении, также не пригоден для кристаллизации.

Если после охлаждения из раствора выпадут кристаллы, то растворитель пригоден для проведения кристаллизации.

Признаком пригодности растворителя для кристаллизации вещества, температура плавления которого неизвестна, является постоянство его температуры плавления при повторных кристаллизациях.

В качестве растворителей при кристаллизации применяют воду, этанол, бензол, толуол, ацетон, диэтиловый эфир, ледяную уксусную кислоту, хлороформ, этилацетат и др. Легколетучие растворители неудобны в употреблении, так как они слишком легко улетучиваются с поверхности раствора или кристаллов.

При затруднении в выборе чистых растворителей обычно используют следующие комбинации: диэтиловый эфир.н-гексан, хлороформ.н-гексан, дихлорметан.н-гексан, бензол.петролейный эфир, ацетон.диэтиловый эфир, ацетон.вода, этанол.вода.

Применяя легко воспламеняющиеся растворители (диэтиловый эфир, петролейный эфир, этанол, ацетон и др.), растворение следует вести очень осторожно в колбе с обратным водяным холодильником, применяя водяную баню. Находящиеся поблизости спиртовки и электронагревательные приборы с открытым обогревом должны быть выключены.

В рабочем журнале оформляют данный этап работы в виде таблицы. Знаками «+» или «.» отмечают растворимость.

Таблица. Подбор растворителя для проведения кристаллизации

Растворимость вещества Растворитель на холоду При нагревании

ПРОВЕДЕНИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

После подбора растворителя необходимое для проведения кристаллизации количество вещества взвешивают и помещают в круглодонную колбу (или стакан, если в качестве растворителя выбрана вода). Через обратный холодильник добавляют растворитель в количестве 30-50 мл на 1-3 г вещества. При этом вещество не должно раствориться полностью. Нагревают раствор до кипения. Если вещество не растворилось, то через холодильник добавляют небольшими порциями растворитель каждый раз, подогревая раствор до кипения. Эту операцию проводят до тех пор, пока все вещество полностью не растворится в кипящем растворителе (при этом могут остаться нерастворимые примеси). Горячий раствор быстро фильтруют через складчатый фильтр, чтобы при охлаждении не выпали кристаллы. (Лучше всего фильтрование проводить через воронку для горячего фильтрования). Затем раствору дают медленно охладиться. Чаще всего кристаллизация не является самопроизвольной. Ее инициируют путем внесения затравочного кристалла (того же самого очищаемого вещества) или потиранием стеклянной палочкой о стенку сосуда. В результате из пересыщенного раствора обычно выкристаллизовывается более чистое вещество. Температура эффективного образования центров кристаллизации должна быть примерно на 100°C, а температура оптимального роста кристаллов - примерно на 50°C ниже температуры плавления. Фильтрованием под вакуумом (воронка Бюхнера и колба Бунзена) отделяют кристаллы от маточного раствора, промывают их небольшим количеством растворителя и сушат на фильтре на воздухе или в вакуумэксикаторе. Определяют выход чистого вещества по разности исходной порции

маточных растворов и промывных жидкостей можно извлечь добавочное количество вещества, если отогнать из них часть растворителя, охладить раствор и произвести кристаллизацию. Полученные при этом кристаллы обычно бывают менее чистыми, чем первая порция, их следует перекристаллизовать еще раз. Если перекристаллизация вещества велась из воды, то маточный раствор можно упаривать до половины в фарфоровой чашке, а затем охладить для кристаллизации.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАВЛЕНИЯ

Каждое индивидуальное соединение характеризуется набором физико-химических констант. Наиболее распространенными из них являются температура кипения и плавления, показатель преломления, плотность. О степени очистки вещества судят по совпадению полученных значений констант с известными справочными величинами (часто этого удается достигнуть только многократной кристаллизацией). В качестве доказательства чистоты перекристаллизованного термически устойчивого вещества следует определить его температуру плавления. Температурой плавления считают интервал температур с момента появления жидкой фазы до момента полного исчезновения твердой фазы. Чем вещество чище, тем меньше интервал температуры плавления (как правило, не более $0,5^{\circ}\text{C}$). Незначительные количества примеси приводят к сильному снижению температуры плавления. Расхождение определяемой температуры плавления и справочной величины для чистого соединения должны совпадать. Температуру плавления определяют в специальном приборе Капилляр (диаметр 1 мм, длина 4-5 см) с одного конца запаивают на спиртовке. Запаиваемый конец не должен содержать шарика и просвета при боковом просмотре. Исследуемое вещество тщательно растирают в ступке. Для заполнения капилляра его вводят открытым концом в исследуемое вещество, набирают немного и бросают запаиваемым концом вниз в вертикально поставленную на стол стеклянную трубку длиной 80-90 см. Вещество при этом перемещается на дно капилляра. Эту операцию повторяют несколько раз до получения хорошо уплотненного столбика вещества высотой до 5 мм. Заполненный капилляр прикрепляют к термометру резиновым колечком так, чтобы вещество в нем находилось на уровне середины шарика термометра. Затем термометр с капилляром помещают в сухую пробирку малого диаметра. Пробирку с термометром вставляют в больший сосуд с нагреваемой жидкостью (глицерин, парафиновое масло, концентрированная серная кислота, силиконовая жидкость), используемую как баня. Нагревание проводят на сетке вначале быстро, но за $15-20^{\circ}\text{C}$ до ожидаемой температуры плавления (необходимо обратиться к преподавателю) нагревание замедляют до $1-2^{\circ}\text{C}$ в минуту. Если вещество чистое, то оно плавится в пределах $0,5-1^{\circ}\text{C}$. По итогам работы сделайте вывод о правильности выбора растворителя, выходе и степени чистоты вещества.

1 Пример оформления лабораторной работы приведен в приложении.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие физические методы идентификации веществ используют в лаборатории органической химии?
2. При какой температуре используют водяной обратный холодильник?
3. Какой способ нагревания применяется при кипячении легковоспламеняющихся жидкостей?
4. Приведите порядок проведения перекристаллизации.
5. На чем основан принцип кристаллизации веществ?
6. Перечислите условия подбора растворителя при кристаллизации.
7. Опишите приборное оформление для проведения перекристаллизации из н-гексана; из воды; из диоксана.

8. Как при кристаллизации получить наиболее крупные кристаллы?
9. Если для перекристаллизации Вашего соединения подходят этанол, хлороформ и вода, то какой из этих растворителей Вы выберете для работы?
10. Расскажите о порядке и мерах безопасности при фильтровании при помощи воронки Бюхнера и колбы Бунзена.

Лабораторная работа № 2

ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ. определить качественный состав органического вещества.

Реактивы и материалы: неизвестное органическое вещество; оксид меди (II); безводный сульфат меди (II); известковая (или баритовая) вода; металлический натрий; 10%-ный раствор нитрата свинца; 2 н раствор гидроксида натрия; 0,5 н раствор нитропрусида натрия ($\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$); сульфат железа (II); 1%-ный раствор хлорида (или сульфата) железа (III); концентрированная азотная кислота; 0,2 н раствор нитрата серебра; хлороформ; 1%-ный раствор перманганата калия; соляная кислота (1:3).

Оборудование: часовое стекло, пробирки, пробиркодержатель, газоотводная трубка с пробкой, кусочек ваты, спиртовка, стеклянная лопатка, скальпель, фильтровальная бумага, стеклянная воронка, фарфоровая ступка, пестик, медная проволока.

Опыт 1. Определение углерода и водорода

Получите у вещества для анализа, запишите в рабочий журнал номер образца. Около 100 мг (две стеклянные лопатки) испытуемого твердого или 10-12 капель жидкого вещества хорошо перемешивают с 200 мг (четыре стеклянные лопатки) порошка оксида меди (II) на часовом стекле и помещают в сухую пробирку. Помещают в пробирку вату и насыпают на нее немного безводного сульфата меди. Закрывают пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Проверяют прибор на герметичность. Пробирку закрепляют в пробиркодержателе в горизонтальном положении, а конец газоотводной трубки вводят до дна в другую пробирку, содержащую 2-3 мл (высота 2-3 см) известковой (или баритовой) воды. Смесь нагревают сначала осторожно, затем сильнее в течение 3-5 минут. После завершения опыта сначала вынимают конец газоотводной трубки из пробирки и прекращают нагревание.

Вопросы и задания

1. Опишите наблюдения.
2. Как проверить прибор на герметичность?
3. Во что превращается оксид меди (II) и какие наблюдения это подтверждают? Напишите уравнение реакции. Почему для окисления веществ, содержащих углерод и водород, в качестве окислителя используется SiO_2 , а не оксид другого металла?
4. Почему изменяется цвет сульфата меди? О содержании какого элемента в исследуемом веществе это свидетельствует? Напишите уравнение реакции.
5. Что происходит с известковой (или баритовой) водой? Наличие какого элемента в исследуемом веществе это доказывает? Почему при продолжительном пропускании оксида углерода (IV) через известковую воду образовавшийся осадок растворяется? Напишите уравнения реакций. В качестве примера оформления опыта можно предложить следующую запись в рабочем журнале:

Рис. 2. Прибор для определения качественного элементного состава (углерод, водород) органического соединения: 1 - смесь органического вещества с оксидом меди (II); 2 - вата; 3 - безводный сульфат меди (II); 4 - приемная пробирка с известковой водой.

Опыт 1. Определение углерода и водорода

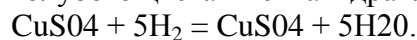
Две стеклянные лопатки испытуемого твердого вещества хорошо перемешали с четырьмя лопатками порошка оксида меди (II) на часовом стекле и поместили в сухую пробирку. В пробирку поместили кусочек ваты и насыпали на нее немного безводного сульфата меди (II). Закрыли пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Конец газоотводной трубки опустили в пробирку с известковой водой. Смесь нагревали, держа пробирку горизонтально в пробиркодержателе.

Наблюдения.

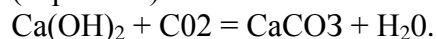
На стенках пробирки образуются капельки воды и слой восстановленной меди (красный налет):



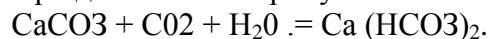
Наличие воды также подтверждается образованием через 3 мин кристаллогидрата голубого цвета - пентагидрата сульфата меди:



При пропускании продуктов окисления через известковую воду происходит помутнение (через 15с):



При дальнейшем пропускании оксида углерода (IV) осадок растворяется:



Вывод. Таким образом, данные наблюдения указывают на присутствие углерода и водорода в выданном веществе.

Опыт 2. Определение азота, серы и галогенов

Опыт проводят в вытяжном шкафу! Несколько кристаллов или каплей исследуемого вещества помещают в сухую пробирку, держа ее наклонно, почти горизонтально, и кладут на середину пробирки кусочек очищенного от корки и высушенного фильтровальной бумагой металлического натрия величиной с четверть горошины. Держа пробирку в пробиркодержателе, сначала нагревают натрий до его расплавления, затем поворачивают пробирку вертикально, чтобы капля горячего натрия скатилась на вещество (Осторожно, вспышка!). После чего нагревают смесь до красного каления. Конец горячей пробирки резко опускают в фарфоровую ступку с 3 мл дистиллированной воды, так чтобы она растрескалась и разбилась и ее содержимое перешло в воду (Осторожно, может быть вспышка или легкий взрыв от не до конца прореагировавшего металлического натрия, поэтому эту операцию следует проводить в вытяжном шкафу с опущенной створкой или же работать в защитных очках или маске! Черные кусочки плава хорошо измельчают пестиком, переливают содержимое ступки в пробирку, нагревают до кипения, отфильтровывают щелочную жидкость от кусочков угля и стекла через маленький складчатый фильтр. Фильтрат делят на три части для дальнейшего определения серы, азота и галогенов. Жидкость при этом должна быть бесцветной, желтая или коричневая ее окраска указывает на неполноту разрушения исходного вещества. В этом случае опыт надо повторять с новой порцией вещества.

Вопросы и задания

Какие продукты могут получиться при сплавлении органического вещества с металлическим натрием? Составьте схему реакции.

Медную проволоку диаметром 1-2 мм с петлей на конце прокаливают в бесцветной части пламени спиртовки до прекращения окрашивания пламени. По охлаждении проволоки петлю опускают в раствор или набирают несколько крупинок исследуемого вещества и вносят в пламя спиртовки. В присутствии галогенов появляется окраска пламени вследствие образования летучих галогенидов меди. Для очистки проволоку смачивают соляной кислотой и снова прокаливают. Следует сделать контрольный опыт, опуская проволоку в заведомо не содержащую галоген жидкость (дистиллированная вода, спирт).

Вопросы и задания

1. Почему при прокаливании медная проволока темнеет?
 2. О присутствии какого элемента свидетельствует окраска пламени (какая?)
- По окончании работы полученные результаты проверьте у преподавателя. В выводе укажите, в чем заключается принцип проведения качественного анализа органических соединений. На основании каких проб вы делаете вывод о элементном составе выданного вещества?

Лабораторная работа № 3 **АЛКАНЫ, АЛКЕНЫ И АЛКИНЫ**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: познакомиться с лабораторными способами получения некоторых представителей гомологических рядов предельных, этиленовых и ацетиленовых углеводородов и изучить их свойства. Сравнить реакционную способность алканов, алкенов и алкинов.

Реактивы и материалы: обезвоженный ацетат натрия; натронная известь (смесь порошков оксида кальция с гидроксидом натрия, 3:1); насыщенный раствор бромной воды; 1%-ный раствор перманганата калия; 5%-ный раствор брома в четыреххлористом углероде; концентрированные кислоты: соляная, серная, азотная; концентрированный раствор аммиака; 1 н раствор карбоната натрия; 0,2 н раствор нитрата серебра; аммиачный раствор хлорида меди (I); 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина; лакмусовая бумага синяя; пентан (гексан, гептан); жидкий непредельный углеводород; керосин; жидкий ацетиленовый углеводород (фенилацетилен); песок.

Оборудование: ступка, пестик, газоотводная трубка с пробкой, стеклянная лопатка, набор пробирок в штативе, спиртовка.

Опыт 1. Получение и изучение свойств метана

В ступке тщательно растирают обезвоженный ацетат натрия с натронной известью (весовое соотношение 1:2). Смесь помещают в пробирку (высота слоя 6-8 мм), закрывают пробкой с газоотводной трубкой и закрепляют в пробирко держателе. В одну пробирку наливают 2-3 мл раствора перманганата калия и подкисляют 1-2 каплями концентрированной серной кислоты, в другую пробирку - 2 мл бромной воды. Смесь в пробирке нагревают в пламени спиртовки и конец газоотводной трубки поочередно вносят в растворы перманганата калия и бромной воды. Пропускание газа проводят в течение 20-30 с. После этого газоотводную трубку переворачивают вверх и поджигают газ у конца газоотводной трубки. После охлаждения пробирки к содержимому добавляют несколько капель концентрированной соляной кислоты.

Вопросы и задания

1. Почему используется безводный ацетат натрия? Зачем необходима натронная известь? Составьте уравнение реакции получения метана.
2. Как изменяется окраска растворами перманганата калия и бромной водой при пропускании через них метана? К какому гомологическому ряду относится метан?
3. Каков цвет пламени при горении метана? Почему? Напишите уравнение реакции горения.
4. Для чего проделывают последний опыт? Опишите наблюдаемые явления и составьте уравнение реакции.

Опыт 2. Получение и изучение свойств этилена

В сухую пробирку помещают две стеклянные лопатки сухого песка, наливают 1 мл этанола и осторожно 3 мл концентрированной серной кислоты, закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Смесь осторожно нагревают, не допуская сильных толчков реакционной смеси. Так же, как в опыте 1, изучают взаимодействие газа с раствором перманганата калия и бромной водой, горение этилена на воздухе.

Вопросы и задания

1. В качестве чего при получении этилена используется песок?
2. Какова роль концентрированной серной кислоты в реакции получения этилена? Ответ подтвердите уравнениями реакций.
3. Как изменяется окраска растворов перманганата калия и бромной водой при пропускании через них этилена? К какому гомологическому ряду относится этилен? Напишите уравнения проведенных реакций.
4. Каков цвет пламени при горении этилена? Почему? Напишите уравнение реакции горения.

Опыт 3. Получение и изучение свойств ацетилен

Ацетилен получают в пробирке с газоотводной трубкой действием на кусочек карбида кальция водой. Полученный ацетилен пропускают через заранее приготовленные растворы: подкисленного серной кислотой раствора перманганата калия, бромной воды, аммиачного раствора хлорида меди (I) и раствора гидроксида диамминсеребра (I). Для приготовления последнего в пробирку вносят 2 капли раствора нитрата серебра и несколько капель концентрированного раствора аммиака (до исчезновения вначале образующегося осадка оксида серебра (I)). Так же, как и в предыдущих опытах, изучают горение ацетилен на воздухе. После проведения опыта в пробирку, в которой получали ацетилен, добавляют каплю фенолфталеина.

Вопросы и задания

1. Составьте уравнение реакции получения ацетилен с использованием структурных формул.
2. Объясните обесцвечивание раствора перманганата калия при пропусании ацетилен. Составьте и уравняйте методом электронного баланса (или методом полуреакций) уравнение окислительно-восстановительной реакции, принимая, что конечными продуктами являются оксид углерода (IV), сульфат марганца (II), сульфат калия и вода.
3. Объясните, почему происходит обесцвечивание бромной воды при пропускании ацетилен. Напишите уравнение реакции.
4. Отметьте изменения, происходящие при взаимодействии ацетилен с аммиачными

растворами хлорида меди (I) и гидроксидом диамминсеребра (I). Какие алкины не могут вступать в реакции с данными реагентами? Как еще называют раствор гидроксида диамминсеребра (I)?

5. Что вы наблюдаете при горении ацетилена? Объясните. Напишите уравнение реакции горения ацетилена на воздухе.

6. Какие наблюдения вы отметили после добавления в пробирку для получения ацетилена индикатора? Почему?

Опыт 4. Изучение действия концентрированных серной и азотной кислот на предельные и этиленовые углеводороды

По 1 мл в одну пробирку наливают алкан, в другую - алкен. Параллельно проводят опыты сравнения: добавляют по 4 капли концентрированной кислоты (серной или азотной) в каждую пробирку. Смесь встряхивают в течение 1-2 мин. О протекании реакции судят по следующим признакам: разогревание смеси, исчезновение слоя углеводорода, изменение окраски.

Вопросы и задания

Напишите соответствующие уравнения реакций. Отметьте скорость протекания реакции алкена с концентрированной серной кислотой.

Опыт 5. Изучение действия брома на жидкие алканы и алкены

В сухую пробирку наливают 1 мл алкана и добавляют 1-2 капли раствора брома в четыреххлористом углеводе. Содержимое пробирки встряхивают в течение 1 мин. Если изменений не происходит, осторожно нагревают пробирку до исчезновения окраски (опыт проводят в вытяжном шкафу!). После этого к отверстию пробирки подносят стеклянную палочку, смоченную концентрированным раствором аммиака, или влажную синюю лакмусовую бумажку. Аналогично проводят опыт с жидким алкеном.

Вопросы и задания

1. Отметьте происходящие изменения, напишите соответствующие уравнения реакций.
2. Для чего используют концентрированный раствор аммиака (или индикатор)?
Напишите уравнение реакции.

Опыт 6. Отношение жидких алканов и алкенов

К 1 мл жидкого алкана добавляют 0,5 мл раствора перманганата калия. Содержимое пробирки встряхивают в течение минуты. То же проделывают с жидким алкеном.

Вопросы и задания

Отметьте наблюдаемые изменения. Напишите соответствующие уравнения реакций. В выводе отразите ответы на следующие вопросы:

1. Как изменяется агрегатное состояние алканов и алкенов в гомологическом ряду?
2. Какие из изученных классов соединений химически более активны?
3. Какие реакции характерны для предельных и непредельных углеводородов?
4. Расположите в ряд С-Н-кислотности алканы, алкены и алкины.
5. Почему в ряду соединений метан, этен, этин при их горении пламя становится более коптящим?
6. Сделайте выводы об отношении углеводородов к концентрированным кислотам.
7. Охарактеризуйте отношение алканов и алкенов к бром и окислителям.

Лабораторная работа № 4

АРЕНЫ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: познакомиться с лабораторным способом получения бензола. Изучить некоторые физические и химические свойства бензола и его гомологов. Сравнить реакционную способность бензола и толуола. Познакомиться со свойствами полиядерных ароматических соединений на примере нафталина.

Реактивы и материалы: бензол (марки "хч"); специально очищенные толуол, ксилол, нафталин, хлорбензол, хлористый бензил; концентрированные кислоты: серная (1,84 г/см³ и 1,15 г/см³), азотная (1,35 г/см³ и 1,4 г/см³), соляная (1,19 г/см³); 10%-ный раствор брома в четыреххлористом углероде; бромная вода; 1%-ный раствор перманганата калия; 0,2 н раствор нитрата серебра; натронная известь; восстановленное железо, лед или снег, синяя лакмусовая бумага.

Оборудование: газоотводная трубка, набор пробирок, фарфоровая чашечка, 3 стакана объемом 100 мл, спиртовка.

Опыт 1. Получение бензола из бензойной кислоты и изучение его свойств

В ступке готовят тонко измельченную смесь из 2 г бензойной кислоты и 4 г натронной извести. Полученную смесь пересыпают в пробирку и закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Конец газоотводной трубки опускают в сухую пробирку, охлаждаемую водой со льдом (или снегом). Пробирку со смесью тщательно прогревают в пламени спиртовки до образования прозрачного раствора. При дальнейшем нагревании в приемной пробирке образуется бензол, который обычно кристаллизуется. Он имеет характерный запах. К исходной смеси добавляют 1-2 капли концентрированной соляной кислоты. Опишите наблюдаемые явления. Полученный бензол разделяют на три пробирки. В первую добавляют 1 мл воды, во вторую - 1 мл этанола, в третью - 1 мл диэтилового эфира. Взбалтывают содержимое пробирок и наблюдают растворимость в данных растворителях. Помещают в фарфоровую чашечку 1 каплю бензола и поджигают его (опыт проводят в вытяжном шкафу!). В две пробирки наливают по 0,5 мл очищенного бензола. В первую добавляют 1 мл бромной воды, во вторую - 1 мл раствора перманганата калия и одну каплю раствора серной кислоты и смеси энергично встряхивают и дают отстояться (опыт проводят в вытяжном шкафу!).

Вопросы и задания

1. Напишите уравнение реакции получения бензола.
2. Какое агрегатное состояние имеет бензол? Сделайте вывод о растворимости бензола в воде и органических растворителях.
3. Опишите наблюдаемое явление при взаимодействии с соляной кислотой продуктов реакции в пробирке, в которой получали бензол. Напишите уравнение реакции.
4. Составьте уравнение горения бензола на воздухе. Отметьте характер горения и сравните с горением метана.
5. Сделайте вывод о растворимости брома в воде и бензоле. Почему? С чем можно сравнить химическое отношение бензола к бромю - с алканами или с алкенами?
6. Происходит ли на холоду реакция бензола с раствором перманганата калия? Объясните разное отношение к окислителям ациклических и ароматических углеводородов.

Опыт 2. Сульфирование ароматических соединений

В две пробирки помещают по 3 капли бензола и толуола, в третью - несколько

кристаллов нафталина. В каждую пробирку приливают по 4-5 капель концентрированной серной кислоты и нагревают на кипящей водяной бане при постоянном встряхивании. Нафталин частично возгоняется и кристаллизуются на стенках пробирки выше уровня жидкости, его необходимо повторно расплавить, прогревая всю пробирку. Для каждого углеводорода отмечают время, необходимое для получения однородного раствора. После этого пробирки охлаждают в холодной воде и добавляют в них по 0,5 мл воды. Если сульфирование прошло полностью, образуется прозрачный раствор, так как сульфокислоты хорошо растворимы в воде.

Вопросы и задания

1. Напишите уравнения сульфирования аренов. Какие производные получаются? В какое положение идет замещение на сульфогруппу в толуоле и нафталине?
2. Расположите в ряд по увеличению реакционной способности в реакции сульфирования бензол, толуол и нафталин.
3. Почему сульфопроизводные аренов растворимы в воде? По какому признаку можно судить о полном сульфировании продуктов?

Опыт 3. Бромирование бензола, толуола и нафталина

В три сухие пробирки помещают по 1 мл бензола, толуола и 0,1 г нафталина. (Опыт проводят в вытяжном шкафу!). В каждую пробирку добавляют по 1 мл раствора брома в четыреххлористом углероде. Пробирки осторожно нагревают в пламени спиртовки до слабого кипения. После охлаждения в пробирку с бензолом добавляют несколько крупинок порошка восстановленного железа и снова осторожно подогревают смесь 2-3 минуты. Затем содержимое пробирки выливают в пробирку с 2 мл воды. Аналогично проводят опыт и с толуолом.

Вопросы и задания

1. Возможно ли протекание реакции бензола, толуола и нафталина с раствором брома в четыреххлористом углероде? Напишите уравнения соответствующих реакций.
2. Зачем добавляют восстановленное железо? Сделайте выводы о бромировании аренов с присутствием железа без него. Какой из них бромруется легче, почему? Напишите уравнения бромирования бензола и толуола в присутствии железа и без него.
3. Сравните химическое отношение бензола к бромю с алканами или алкенами?

Лабораторная работа № 5

СПИРТЫ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить некоторые физические и химические свойства предельных одноатомных спиртов. Отметить качественную реакцию на многоатомные спирты.

Реактивы и материалы: спирты: этиловый, пропиловый, изопропиловый, изоамиловый; глицерин, этиленгликоль; безводный и 2 н раствор сульфата меди (II); оксид меди (II); концентрированный и 2 н раствор серной кислоты; концентрированная уксусная кислота; концентрированный раствор аммиака; 0,2 н раствор нитрата серебра; 1 % раствор перманганата калия; 0,5 н раствор бихромата калия; 2 н раствор гидроксида натрия; раствор йода в йодистом калии; 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина; медная проволока; песок.

Оборудование: набор пробирок, пробка с газоотводной трубкой, стаканчик (100 мл), пипетка, спиртовка.

Опыт 1. Растворимость спиртов в воде и их кислотный характер

В сухую пробирку наливают 1 мл этанола. По каплям добавляют к спирту 1 мл воды. Раствор этанола разделяют на две пробирки и добавляют в первую - 1-2 капли раствора лакмуса, во вторую - столько же раствора фенолфталеина. Опыт повторяют с изоамиловым спиртом.

Вопросы и задания

1. На основании проведенных наблюдений сделайте вывод о растворимости в воде предложенных спиртов. Объясните причину.
2. Изменяется ли окраска индикаторов? Сделайте вывод о кислотном характере водного раствора этанола.

Опыт 2. Обнаружение воды в спиртах и обезвоживание спиртов

В две пробирки помещают по 0,5 г безводного сульфата меди (II) и добавляют по 1 мл этилового и изопропилового спиртов. Содержимое пробирок взбалтывают и дают отстояться. Обезвоженные спирты используют для следующего опыта.

Вопросы и задания

1. Объясните наблюдаемые явления. Напишите соответствующее уравнение реакции.
2. Для чего можно использовать данную реакцию? Какие еще реагенты можно для этого применять? Как их называют? Можно ли для обезвоживания использовать концентрированную серную кислоту?
3. Можно ли обнаружить воду в спирте-ректификате?

Опыт 3. Отношение спиртов к активным металлам

В пробирку с 1 мл обезвоженного спирта бросают небольшой кусочек металлического натрия, очищенный и высушенный фильтровальной бумагой. (Если разогревание приводит к вскипанию спирта, то смесь охлаждают в стакане с холодной водой). Пробирку закрывают пробкой со стеклянной трубкой. Выделяющийся газ поджигают. Если натрий прореагировал не полностью, то добавляют избыток спирта, доводя реакцию до конца.

После того как весь натрий прореагирует, пробирку охлаждают и добавляют 3-4 капли воды и 1 каплю фенолфталеина.

Вопросы и задания

1. Напишите уравнение реакции. Какой газ выделяется при взаимодействии натрия со спиртом? Как это доказать?
2. Какое вещество кристаллизуется?
3. Почему спирт должен быть обезвоженным и зачем необходимо, чтобы натрий прореагировал со спиртом полностью?
4. Напишите уравнение реакции полученного продукта с водой. Что показывает индикатор? Оцените кислотность спирта.

Опыт 4. Получение диэтилового эфира

В сухую пробирку вносят по 0,5 мл этанола и концентрированной серной кислоты. Смесь осторожно подогревают до образования бурого раствора и к еще горячей смеси очень осторожно приливают еще 0,5 мл этилового спирта.

Вопросы и задания

1. Напишите уравнение реакции и укажите тип реакции. По какому признаку можно определить диэтиловый эфир?
2. Через какие промежуточные стадии протекает реакция?
3. Почему реакцию проводят при незначительном нагревании? Какие побочные продукты могут образоваться в данной реакции?

4. Имеет ли влияние на состав продуктов реакции соотношение этанола и серной кислоты?

Опыт 5. Образование сложного эфира

В пробирку наливают по 0,5 мл изоамилового спирта и концентрированной уксусной кислоты, затем добавляют 2 капли концентрированной серной кислоты. Смесь осторожно подогревают и выливают в стакан с водой.

Вопросы и задания

1. Напишите уравнение реакции, назовите продукты. Укажите тип реакции. По какому признаку можно определить образующийся сложный эфир?
2. Отметьте растворимость сложного эфира в воде.

Опыт 6. Окисление этанола оксидом меди (II)

В пламени спиртовки сильно прокалывают медную проволоку, имеющую на конце петлю. Затем опускают ее в пробирку с 1 мл этанола.

Вопросы и задания

1. Какого цвета становится медная проволока после прокалывания? Почему? Напишите уравнение реакции.
2. Какого цвета становится проволока после ее опускания в этанол? Появляется ли запах? Какому веществу он соответствует? Свои рассуждения подтвердите уравнениями реакций.
3. Как еще можно доказать основной продукт окисления этанола? Проведите дополнительный качественный анализ.

Опыт 7. Окисление этилового спирта сильными окислителями

В пробирку наливают 2-3 капли раствора серной кислоты, 0,5 мл раствора перманганата калия (или бихромата калия) и столько же этилового спирта. Содержимое пробирок осторожно нагревают в пламени спиртовки до изменения окраски.

Вопросы и задания

1. Составьте уравнение реакции.
2. Что происходит с окраской раствора? Отметьте характерный запах образующегося вещества (какого?)

Опыт 8. Взаимодействие многоатомных спиртов с гидроксидом меди (III)

В две пробирки помещают по 1 мл раствора сульфата меди (II) и по 1 мл раствора гидроксида натрия. В первую пробирку добавляют 0,5 мл этанола, во вторую - столько же глицерина и встряхивают. Нагревают содержимое пробирок.

Вопросы и задания

1. Опишите наблюдаемые явления и составьте соответствующие уравнения реакций. Отметьте цвет образующихся продуктов реакций. Как называется образующееся термически устойчивое соединение?
2. На основании полученных наблюдений сделайте вывод о подвижности атома водорода в функциональной группе в одно- и многоатомных спиртах. С каким эффектом это связано?
3. Можно ли данную реакцию считать качественной на многоатомные спирты? В общем выводе о работе ответьте на следующие вопросы:
 1. Чем определяются свойства, характерные для спиртов? Какие это свойства?
 2. Какие реакции характерны для алифатических спиртов?
 3. Какие вещества образуются в результате окисления первичных, вторичных и третичных спиртов?
 4. Какие качественные реакции на одноатомные и многоатомные спирты Вы изучили?

5. Какие спирты более реакционноспособны: одно- или многоатомные? Как это подтверд?

Лабораторная работа № 6

ФЕНОЛЫ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить некоторые физические и химические свойства фенолов.

Оценить взаимное влияние гидроксильной группы и бензольного ядра. Получить лабораторным способом салициловую кислоту. Отметить качественные реакции на фенолы.

Реактивы и материалы, фенол, пирокатехин, резорцин; гидрохинон, пирагаллол, нафтол; ацетилсалициловая кислота; концентрированные кислоты: азотная, хлороводородная и серная; 2 н раствор гидроксида натрия; 10%- ный раствор брома в четыреххлористом углероде; бромная вода; 40%-ный раствор формальдегида; 1%-ный раствор хлорида железа (III); 5%-ный раствор бромата калия; этанол; 1%-ный спиртовой р-р фенолфталеина; синяя лакмусовая бумага.

Оборудование: набор пробирок, пробка с газоотводной трубкой, спиртовка, водяная баня, предметное стекло, фарфоровая чашка.

Обратите внимание! При работе с фенолом нельзя допускать его попадания на кожу, он вызывает ожоги. Если это случилось, необходимо промыть пораженное место обильно теплой водой. После выполнения опытов содержимое всех пробирок выливают только в специальный слив. Хорошо промойте пробирки.

Опыт 1. Растворимость фенола в воде, образование и разложение фенолята натрия

В пробирку помещают несколько кристаллов фенола и 2 мл воды.

Пробирку закрывают пробкой и энергично встряхивают.

Осторожно нагревают содержимое пробирки, а затем снова охлаждают.

В пробирку вносят 2-3 капли раствора гидроксида натрия и каплю фенолфталеина. К содержимому пробирки добавляют при встряхивании по каплям раствор фенола до исчезновения окраски. Полученный раствор разделяют на две части и к одной из них (для сравнения) добавляют 2 капли раствора соляной кислоты. Аналогичные опыты проводят с другими фенолами: .-нафтолом, резорцином.

Вопросы и задания

1. Сделайте вывод о зависимости растворимости фенола в воде от температуры.
2. Что при расслоении представляют собой верхний и нижний слои?
3. Объясните наблюдаемые явления при добавлении растворов щелочи и соляной кислоты. Напишите уравнения реакций.
4. Охарактеризуйте кислотные свойства фенолов в ряду: фенол, резорцин.
5. Сравните отношение фенолов и спиртов к щелочам? В чем отличие? Почему?

Опыт 2. Сульфирование фенола

В двух пробирках смешивают несколько кристаллов фенола с 2-3 каплями концентрированной серной кислоты и встряхивают их до растворения. Одну из пробирок нагревают на кипящей водяной бане 2-3 минуты. Содержимое пробирок выливают в пробирки с 2 мл холодной воды (осторожно!).

Вопросы и задания

1. Опишите наблюдаемые явления. Объясните происходящее. Составьте уравнение реакции.
2. В какое положение идет замещение на сульфогруппу? К какому типу относится данная

реакция?

Опыт 3. Получение фенолоформальдегидных смол

В пробирку помещают несколько кристаллов фенола и 1 мл раствора формальдегида. Смесь нагревают до растворения фенола. Через 3 минуты к раствору добавляют 5 капель концентрированной соляной кислоты и продолжают нагревание до расслоения смеси. Пробирку помещают в стакан с холодной водой. После образования четкой границы между слоями сливают воду и быстро выливают смолу на предметное стекло. Испытывают образовавшуюся смолу на растворимость в спирте. Небольшое количество смолы нагревают в фарфоровой чашке до затвердевания. Испытывают растворимость в спирте затвердевшей смолы.

Вопросы и задания

1. Какое строение полимера - линейное или сетчатое - имеет смола? Как называется полученная смола? Напишите схему ее образования.
2. Какой тип реакции лежит в основе получения смолы?
3. Какова растворимость в спирте полученной смолы до и после затвердевания?

Опыт 4. Реакции фенолов с хлоридом железа (III)

В пробирку с 0,5 мл раствора фенола добавляют 2-3 капли раствора хлорида железа (III). Аналогичные опыты приводят с водными растворами пирокатехина, резорцина, гидрохинона, пирогаллола.

Вопросы и задания

1. Отметьте окраски полученных растворов.
2. Может ли указанная реакция быть качественной на фенолы?

Опыт 8. Гидролиз ацетилсалициловой кислоты

В двух пробирках растворяют несколько кристаллов ацетилсалициловой кислоты в 1 мл воды. Одну из них осторожно доводят до кипения и кипятят в течение 1-2 минут. К растворам в обеих пробирках добавляют 2-3 капли раствора хлорида железа (III).

Вопросы и задания

1. Объясните изменения окраски при добавлении раствора хлорида железа (III).
 2. Напишите уравнение реакции. К какому типу относится данная реакция?
- В общем выводе о работе ответьте на следующие вопросы:
1. Сравните химические свойства и реакционную способность спиртов и фенолов.
 2. Какие типы реакций характерны для фенолов? Каково взаимное влияние групп в феноле?
 3. Каково отношение фенолов к окислителям?
 4. Какие реакции можно считать качественными на фенолы?

Лабораторная работа № 7

АМИНЫ. ДИАЗОСОЕДИНЕНИЯ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить некоторые физические и химические свойства алифатических и ароматических аминов. Отметить их характерные свойства. Получить диазосоединения и оценить область их применения.

Реактивы и материалы: ацетамид; ангидрид уксусной кислоты; нитро-бензол; анилин; нафтол; бромная вода; концентрированная соляная кислота; 2 н раствор серной кислоты; концентрированный и 2 н раствор гидроксида натрия; хромовая смесь; олово; 20%-ный раствор нитрита натрия; 1%-ный раствор хлорида железа (III); красная лакмусовая бумага; йодкрахмальная бумага; 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина; лед. **Оборудование:** набор пробирок, пробка с газоотводной трубкой, стеклянная палочка,

спиртовка, водяная баня, плитка.

Опыт 1. Получение метиламина из ацетамида и изучение его некоторых свойств

В пробирку помещают шпатель ацетамида и 0,5 мл бромной воды (Опыт проводят в вытяжном шкафу!). После охлаждения водой к смеси приливают по каплям концентрированный раствор гидроксида натрия до обесцвечивания брома и добавляют еще 2-3 капли разбавленного раствора щелочи. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, помещенной в охлаждаемую льдом пробирку с водой. Нагревают содержимое на пламени спиртовки. К отверстию газоотводной трубки подносят стеклянную палочку, смоченную концентрированной соляной кислотой. С помощью красной лакмусовой бумаги (или раствора фенолфталеина) проверяют реакцию среды в полученном водном растворе метиламина.

Вопросы и задания

1. По каким признакам можно доказать наличие полученного метиламина? Составьте уравнение реакции.
2. Что наблюдаете при поднесении соляной кислоты к отверстию газоотводной трубки? Какое вещество образуется? Напишите уравнение реакции.
3. Напишите реакцию взаимодействия метиламина с водой. Какова среда полученного раствора?

Опыт 4. Получение ацетанилида

(Опыт проводят в вытяжном шкафу!) В пробирку наливают 0,5 мл анилина и добавляют по каплям столько же уксусного ангидрида. Содержимое пробирки тщательно встряхивают и охлаждают.

Вопросы и задания

По каким признакам судят о протекании реакции. Напишите уравнение реакции. К какому типу относится данная реакция?

Опыт 5. Окисление анилина

В пробирку наливают 1 мл анилина и прибавляют 1 мл хромовой смеси. Образование «черного анилина» является результатом глубокого окисления анилина.

Задание

Опишите наблюдаемые явления.

Лабораторная работа № 8

АЛЬДЕГИДЫ И КЕТОНЫ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: получить лабораторным способом ацетальдегид и ацетон. Изучить некоторые физические и химические свойства алифатических и ароматических альдегидов, ацетона. Сравнить восстановительную способность альдегидов и кетонов. Познакомиться с характерными реакциями на альдегиды и кетоны.

Реактивы и материалы: карбид кальция; 25%-ный раствор серной кислоты; концентрированная соляная кислота; концентрированный раствор аммиака; 10%-ный раствор гидроксида натрия; 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина; 1%-ный раствор сульфата меди (II); 0,2 н раствор нитрата серебра; насыщенный раствор гидросульфита натрия; оксид ртути (II); 40%-ный водный раствор формальдегида; бензальдегид; фуксинсернистая кислота; ацетон; диэтилкетон; циклогексанон; обезвоженный ацетат натрия; солянокислый 2,4-динитрофенилгидразин; 1%-ный раствор йода в йодистом калии.

Оборудование: набор пробирок, пробка с газоотводной трубкой, стакан, спиртовка, пробиркодержатель, предметное стекло.

Опыт 1. Реакция с фуксинсернистой кислотой

В пять пробирок помещают по 0,5 мл свежеприготовленного бесцветного раствора фуксинсернистой кислоты и добавляют по 2 капли в одну - раствора формальдегида, во вторую - бензальдегида, в третью - ацетона, в четвертую - циклогексанона, в пятую - диэтилкетона. Встряхивают. Через несколько минут появляется окрашивание.

Вопросы и задания

1. Отметьте окрашивание раствора. Напишите схему протекания реакций.
2. Является ли реакция с образованием оснований Шиффа качественной на все альдегиды и кетоны?

Опыт 2. Получение ацетальдегида из ацетилен

В пробирку помещают несколько кусочков карбида кальция, немного (на кончике шпателя) оксида ртути (II) и наливают 2 мл раствора серной кислоты. Пробирку быстро закрывают пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опускают в другую пробирку с 2 мл воды так, чтобы газоотводная трубка была погружена в воду. Приемную пробирку охлаждают в стакане воды со льдом. Пробирку с карбидом кальция нагревают 3-4 минуты, пропуская газ через воду. Наличие ацетальдегида в пробирке с водой обнаруживают по характерному запаху и по реакции с 2 каплями фуксинсернистой кислоты.

Вопросы и задания

1. Напишите уравнения реакций, приводящих к получению уксусного альдегида. Кто впервые осуществил данный синтез?
2. Отметьте характерный запах ацетальдегида.

Опыт 3. Реакция альдегидов и кетонов с гидроксидом диамминсеребра (I)

В три чистые обезжиренные пробирки вносят по 2 капли раствора нитрата серебра и по 3-4 капли концентрированного раствора аммиака (до полного растворения осадка оксида серебра(I)). После этого добавляют по 2 капли в первую пробирку - раствора формальдегида, во вторую - бензальдегида, в третью - ацетона. Содержимое пробирок осторожно нагревают в пламени спиртовки.

Внимание! Раствор гидроксида диамминсеребра после реакции сдать и промыть пробирки.

Вопросы и задания

1. Какое комплексное соединение серебра образуется при взаимодействии нитрата серебра с избытком аммиака? Как называется этот реактив?
2. Отметьте изменения, происходящие в пробирках. Объясните происходящие процессы. Является ли данная реакция качественной на альдегиды и кетоны? Напишите уравнения соответствующих реакций.
3. Как еще называют данную реакцию?

Опыт 4. Окисление альдегидов гидроксидом меди (II)

В две пробирки помещают по 0,5 мл раствора гидроксида натрия, добавляют по 0,5 мл воды и 2-3 капли раствора сульфата меди (II). В первую пробирку приливают 2 капли раствора формальдегида, во вторую - 2 капли бензальдегида. Верхнюю часть пробирок прогревают в пламени спиртовки и наблюдают изменение окраски раствора в процессе нагрева.

Вопросы и задания

1. Опишите наблюдаемые процессы и составьте соответствующие уравнения реакций.

2. Что общего между реакциями взаимодействия альдегидов с гидроксидом меди (II) и раствором гидроксида диамминсеребра (I)?

Опыт 5. Получение и гидролиз уротропина

В пробирку помещают каплю раствора фенолфталеина и по 0,5 мл раствора формальдегида и раствора аммиака. Добавляют еще несколько капель раствора аммиака до образования не исчезающего малинового окрашивания (избыток аммиака). Несколько капель раствора переносят на предметное стекло и осторожно упаривают в пламени спиртовки до появления кристаллов уротропина (гексаметилентетрамина). Раствор уротропина делят на две пробирки. В одну пробирку добавляют при встряхивании 1-2 капли раствора гидроксида натрия, в другую - каплю соляной кислоты (при кипячении). Продукты гидролиза можно обнаружить по запаху или реакцией с фуксинсернистой кислотой.

Вопросы и задания

1. Напишите уравнения синтеза уротропина. Какого цвета кристаллы полученного продукта? Кто впервые получил уротропин?
2. Какова реакция среды водного раствора уротропина?
3. Почему упаривание необходимо проводить осторожно?
4. Составьте уравнение гидролиза уротропина.

Опыт 8. Получение 2,4-динитрофенилгидразона бензальдегида

В пробирку помещают несколько кристаллов солянокислого 2,4-динитрофенилгидразина, ацетата натрия и добавляют 1 мл воды. Содержимое пробирки встряхивают до полного растворения веществ. К раствору приливают 3-4 капли бензальдегида и встряхивают до выпадения кристаллов.

Вопросы и задания

1. Напишите уравнение реакции.

Опыт 9. Получение ацетона из ацетата натрия

В сухую пробирку насыпают обезвоженный ацетат натрия (высота слоя 8-10 мм) и закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Конец трубки помещают в пробирку с 1 мл воды. Приемную пробирку охлаждают в стаканчике с холодной водой. Соль нагревают на пламени спиртовки. Водный раствор ацетона используют для следующего опыта.

Вопросы и задания

1. Напишите уравнение получения ацетона. К какому типу относится данная реакция?
2. По каким характерным признакам можно доказать образование ацетона?
3. Какова растворимость ацетона в воде?

КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

И ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить некоторые физические и химические свойства одно- и многоосновных карбоновых кислот и их функциональных производных: ангидридов кислот, сложных эфиров. Синтезировать индикаторы: фенолфталеин и флюоресцеин.

Реактивы и материалы: уксусная, муравьиная, бензойная, щавелевая кислоты; концентрированные и 2 н растворы соляной и серной кислот; 1%-ные растворы сульфата меди (II), хлорида кальция, ацетата (нитрата) свинца, хлорида железа (III), перманганата калия; карбонат натрия; безводный ацетат натрия; формиат натрия; насыщенный раствор

хлорида натрия; 2 н водный раствор и 15%-ный спиртовой раствор гидроксида натрия; насыщенный раствор гидроксида кальция (или бария); этиловый и изоамиловый спирты; твердый жир; растительное масло; растворы индикаторов: лакмус, метиловый оранжевый, фенолфталеин; уксусный и фталевый ангидриды; резорцин; фенол; бромная вода; магний (стружка).

Оборудование: набор пробирок, пробка с газоотводной трубкой, широкая пробирка, три стаканчика (100 мл), стеклянная палочка, пробиркодержатель, спиртовка, водяная баня, кипятильники, вата.

Опыт 1. Получение уксусной кислоты и изучение ее свойств

В пробирку помещают 1 г ацетата натрия, приливают 1 мл раствора серной кислоты и добавляют кипятильники для равномерного кипения. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Конец газоотводной трубки погружают до дна в пробирку-приемник, прикрыв ее влажным ватным тампоном. Смесь осторожно нагревают до ее вспенивания. В приемник постепенно собирают около 1 мл уксусной кислоты. Отделяют приемник от прибора и прекращают нагревание. Полученную кислоту разбавляют 2 мл воды и раствор разливают поровну в три пробирки. В первую пробирку вносят 1 каплю лакмуса и нейтрализуют кислоту раствором гидроксида натрия. Добавляют 2-3 капли раствора хлорида железа (III). Затем раствор нагревают до кипения. Во вторую добавляют немного магниевой стружки. Выделяющийся газ осторожно поджигают горячей лучиной (опыт проводится в защитных очках!). В третью помещают немного порошка карбоната натрия. К отверстию пробирки подносят горящую лучину.

Вопросы и задания

1. Напишите уравнение реакции нейтрализации. В качестве чего используется реактив хлорид железа (III)?
2. Составьте уравнение реакций взаимодействия уксусной кислоты с: а) магнием; б) карбонатом натрия. Какие газы при этом выделяются и как это доказать?
3. Где реакция с карбонатом натрия может быть использована в лабораторной практике?

Опыт 2. Кислотные свойства карбоновых кислот

В три пробирки приливают по 0,5 мл водных растворов карбоновых кислот: муравьиной, уксусной, щавелевой. В первую пробирку добавляют каплю метилового оранжевого, во вторую - каплю лакмуса, в третью - каплю фенолфталеина. В пробирку помещают несколько кристаллов бензойной кислоты и прибавляют 0,5 мл раствора гидроксида натрия. Содержимое пробирки встряхивают до растворения кристаллов. К полученному раствору добавляют по каплям раствор соляной кислоты до выпадения осадка.

Вопросы и задания

1. Как меняется окраска различных индикаторов в растворах кислот?
2. Опишите наблюдаемые явления при взаимодействии бензойной кислоты с гидроксидом натрия и последующей обработкой соляной кислотой соответствующими уравнениями реакций. К какому типу относится данная реакция?

Опыт 3. Изучение отношения карбоновых кислот к окислителю

В пробирку помещают немного формиата натрия, добавляют две капли раствора перманганата калия и 2-3 капли раствора серной кислоты. Содержимое пробирки нагревают и испытывают выделяющийся газ известковой (или баритовой) водой (так же, как в опыте 3). Аналогичные опыты проводят с уксусной и щавелевой кислотами.

Вопросы и задания

1. Опишите наблюдаемые явления. Какой газ выделяется? Как еще нагляднее можно доказать образование газа? Напишите соответствующие уравнения реакций.
2. Есть ли разница в отношении к окислителю кислот: муравьиной, уксусной и щавелевой?

Опыт 4. Получение сложных эфиров карбоновых кислот

В сухую пробирку помещают немного порошка обезвоженного ацетата натрия (высота слоя 1-2 мм), 3 капли этилового спирта и 2 капли концентрированной серной кислоты. Осторожно нагревают содержимое пробирки. Аналогично проводят опыт с изоамиловым спиртом. Для лучшего распознавания запаха эфира содержимое пробирки выливают в стакан с водой, при этом примеси растворяются. Уксусноизоамиловый эфир распределяется на поверхности воды. Смешивают в сухой пробирке несколько кристаллов бензойной кислоты, 4 капли этилового спирта и 2 капли концентрированной серной кислоты. Осторожно нагревают до кипения. Полученную бесцветную жидкость выливают в стаканчик с водой. Часть бензойной кислоты, не вступившая в реакцию, выпадает в осадок.

Вопросы и задания

1. Отметьте характерные запахи эфиров. Какова растворимость полученных эфиров в воде?
2. Напишите уравнения синтезов эфиров. Как называется данная реакция? К какому классу органических веществ относятся продукты реакций? Назовите их по систематической номенклатуре.
3. В качестве чего используется кислота в этих реакциях?

Опыт 6. Гидролиз жиров в водно-спиртовом растворе

В пробирку помещают немного твердого жира и 3 мл спиртового раствора гидроксида натрия. Смесь перемешивают стеклянной палочкой, помещают в кипящую водяную баню и нагревают в течение 4-5 мин до образования однородной жидкости. Реакцию можно считать законченной, если взятая стеклянной палочкой капля реакционной массы полностью растворится в 4-5 мл воды (на поверхности не образуются капельки жира) с образованием обильной пены при встряхивании. После этого к полученной густой жидкости добавляют 3-4 мл насыщенного раствора хлорида натрия. После расслоения жидкости смесь охлаждают и отделяют затвердевший кусочек мыла. Его используют для следующих опытов.

Вопросы и задания

1. Составьте уравнение гидролиза жира. Как доказать, что образуется мыло? Почему используется спиртовой раствор щелочи?
2. Зачем используется насыщенный раствор хлорида натрия? Какой вид мыла образуется?

Опыт 7. Выделение свободных жирных кислот из мыла и изучение их свойств

В пробирке смешивают 0,5 мл насыщенного раствора мыла с 2 каплями раствора серной кислоты и полученную смесь нагревают в пламени спиртовки. К полученной смеси приливают 2-3 капли бромной воды и встряхивают пробирку.

Вопросы и задания

1. Что образуется при взаимодействии мыла с серной кислотой? Напишите уравнение реакции.
2. Что происходит при добавлении бромной воды? Напишите уравнение реакции. Какие кислоты входят в состав жиров и мыла?

Опыт 8. Образование нерастворимых солей жирных кислот

В две пробирки наливают по 0,5 мл раствора мыла и добавляют по 2-3 капли в одну пробирку - раствор хлорида кальция, в другую - раствор нитрата (ацетата) свинца.

К 0,5 мл раствора мыла приливают 2 мл раствора сульфата меди (II). Раствор с голубым осадком нагревают до кипения.

Вопросы и задания

1. Что образуется при добавлении растворов солей кальция и свинца к раствору мыла? Напишите уравнения образования нерастворимых солей жирных кислот и назовите их.
2. Что образуется при взаимодействии мыла с сульфатом меди (II)? Напишите уравнение реакции.
3. Укажите тип протекаемых реакций.

Опыт 9. Эмульгирующее действие мыла

Вносят в пробирку каплю растительного масла, 5 капель дистиллированной воды и энергично встряхивают. Образуется эмульсия - мутная жидкость, где во взвешенном состоянии находятся мелкие капельки масла.

К эмульсии добавляют 5 капель раствора мыла и снова энергично встряхивают.

Вопросы и задания

1. Устойчива ли водно-масляная эмульсия?
2. Как изменяется устойчивость эмульсии при добавлении мыла? Почему?

Опыт 10. Получение фенолфталеина

В сухой пробирке смешивают несколько кристаллов фталевого ангидрида с двукратным количеством фенола. К смеси прибавляют 1 каплю концентрированной серной кислоты. Содержимое пробирки осторожно оплавливают в пламени спиртовки.

После охлаждения смеси к ней добавляют 0,5 мл воды. Полученным раствором смачивают фильтровальную бумагу и наносят в центр влажного пятна каплю раствора щелочи. Появляется малиновая окраска. Часть малинового пятна смачивается раствором соляной кислоты - окраска исчезает.

Вопросы и задания

1. Составьте уравнение реакции.
2. Чем обусловлено изменение окраски индикатора?

Лабораторная работа № 10
УГЛЕВОДЫ. ПОЛИСАХАРИДЫ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: доказать строение альдоз и кетоз - провести качественные реакции.

Изучить кислотный гидролиз ди- и полисахаридов.

Реактивы и материалы. 5%-ные растворы глюкозы, фруктозы, лактозы и сахарозы; концентрированные и 2 н растворы соляной и серной кислот; 10%-ный раствор гидроксида натрия; концентрированный раствор аммиака; 0,2 н раствор нитрата серебра; 10%-ные растворы хлорида кальция и сульфата меди (II); 1%-ный раствор крахмала; раствор йода в йодистом калии; вата (или фильтровальная бумага).

Оборудование: фарфоровая ступка с пестиком, набор пробирок, 2 стакана (100 мл); асбестовая сетка, спиртовка, плитка.

Опыт 1. Доказательство наличия гидроксильных групп в моно- и дисахаридах

К 1 мл раствора хлорида кальция добавляют 0,5 мл раствора гидроксида натрия и приливают раствор глюкозы до растворения первоначально образовавшегося осадка. Содержимое пробирки взбалтывают. В пробирке смешивают 1 мл раствора глюкозы, 1 мл раствора гид-роксида натрия и 2 капли раствора сульфата меди (II). Содержимое пробирки взбалтывают. Аналогичные опыты проводят с раствором фруктозы, сахарозы и лактозы. Полученные растворы сахаратов меди оставляют для следующего опыта.

Вопросы и задания

1. Составьте уравнение образования сахара кальция.
2. Что наблюдаете при взаимодействии гидроксида меди (II) с сахарами? Напишите соответствующие уравнения реакций.
3. Можно ли данные реакции отнести к качественным на сахара?

Опыт 2. Окисление моно- и дисахаридов

К полученным в опыте 1 щелочным растворам сахаратов меди добавляют по 0,5 мл воды, встряхивают содержимое пробирок и осторожно нагревают верхнюю часть пробирок не доводя до кипячения. Помещают в чистую обезжиренную пробирку 1 каплю раствора нитрата серебра, добавляют в нее 2 капли раствора гидроксида натрия и по каплям (3-4 капли) раствора аммиака до растворения образующегося осадка оксида серебра (I). В полученный раствор вносят 1 каплю раствора глюкозы и осторожно нагревают пробирку без кипячения до начала побурения раствора.

Аналогичные опыты с гидроксидом диамминсеребра (I) проводят и с другими углеводами: фруктозой, сахарозой и лактозой.

Вопросы и задания

1. Что происходит при нагревании сахаратов меди? Напишите уравнения реакций. У каких растворов изменений не наблюдается? Почему?
2. У каких углеводов отсутствует положительная реакция "серебряного зеркала" и почему?
3. Какие из углеводов можно назвать восстанавливающими, а какие невосстанавливающими? Какую функциональную группу определяют данной реакцией?

Опыт 3. Реакция Селиванова на фруктозу

В пробирку помещают крупинку сухого резорцина, 2 капли концентрированной соляной кислоты и 1 мл раствора фруктозы. Жидкость осторожно нагревают до начала кипения. Постепенно появляется красное окрашивание. При длительном кипячении проводят данную реакцию с глюкозой и сахарозой.

Вопросы и задания

1. Что образуется при взаимодействии реактива Селиванова с фруктозой?
2. Можно ли данную реакцию использовать как качественную на кетозы?
3. Почему при длительном кипячении возможна слабая положительная реакция с глюкозой и сахарозой?

Опыт 4. Изучение гидролиза сахарозы

В пробирке смешивают 0,5 мл раствора сахарозы, 2 капли раствора соляной кислоты и 0,5 мл воды. Смесь осторожно нагревают в пламени спиртовки в течение 30 секунд, не допуская выброса раствора из пробирки. Смесь делят на две пробирки. Первую часть раствора нейтрализуют по каплям раствором гидроксида натрия и добавляют 0,5 мл раствора сульфата меди (II). Верхнюю часть пробирки осторожно нагревают до кипения. Ко второй части гидролизата добавляют крупинку резорцина и 2-3 капли концентрированной соляной кислоты. Нагревают до кипения. Для сравнения проводят холостой опыт. Водный раствор сахарозы кипятят без добавления соляной кислоты и проводят реакцию с гидроксидом меди (II) и Селиванова.

Вопросы и задания

1. Что доказывает реакция с гидроксидом меди (II)? Положительна ли реакция Селиванова?
2. Объясните результаты проведения опыта без добавления соляной кислоты.

Опыт 5. Гидролиз целлюлозы

В фарфоровую ступку помещают небольшой кусочек ваты (или фильтровальной бумаги), приливают 0,5 мл концентрированной серной кислоты и растирают вату (бумагу) пестиком до получения густой кашицы. Если необходимо, добавляют еще несколько капель кислоты. В ступку наливают 10-15 мл воды, растворяют в ней кашицу и выливают раствор в стаканчик. Полученный раствор кипятят около 10 минут. Гидролизат проверяют на присутствие глюкозы - реакция с гидроксидом меди (II).

Вопросы и задания

1. Приведите строение целлюлозы и составьте схему гидролиза целлюлозы.
 2. Обладает ли целлюлоза восстанавливающими свойствами?
- В общем выводе о работе ответьте на следующие вопросы:

1. Почему возникло название класса «углеводы»? На какие группы они делятся?
2. Какие функциональные группы входят в состав углеводов? Как это доказать?
3. Какими свойствами отличаются моно-, ди- и полисахариды?
4. Какие продукты обнаруживаются при гидролизе сахарозы? крахмала? целлюлозы? Какой вывод можно сделать о строении данных соединений?

Лабораторная работа № 11 **АМИНОКИСЛОТЫ. БЕЛКИ**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: познакомиться с основными химическими свойствами аминокислот.

Изучить качественные реакции на белок.

Реактивы и материалы: 1%-ный раствор глицина; 0,2%-ный раствор метилового красного; оксид меди (II); 0,2 н раствор гидроксид натрия; 2 н раствор соляной кислоты; водный раствор белка; концентрированный раствор гидроксида натрия; азотная кислота ($\rho = 1,4 \text{ г/см}^3$); кристаллический и 10%-ный раствор сульфата меди (II); ацетат натрия; 1%-ный раствор хлорида железа (III); 40%-ный раствор формальдегида; этанол; 10%-ный раствор ацетата свинца; белая шерсть.

Оборудование: набор пробирок, спиртовка.

Опыт 1. Амфотерные свойства глицина

В пробирку помещают 0,5 мл раствора глицина и добавляют 1 каплю метилового красного. В пробирку добавляют 2 капли раствора формальдегида.

Вопросы и задания

1. Что такое амфотерность? Почему это явление проявляется у аминокислот?
2. Какой цвет индикатора метилового красного при добавлении его к глицину? Почему?
3. Напишите схему реакции взаимодействия глицина с формальдегидом. Почему изменилась окраска индикатора?

Опыт 2. Свертывание белков

В четыре пробирки помещают по 0,5 мл раствора яичного белка. Содержимое первой пробирки нагревают до кипения, охлаждают и растворяют в воде.

В остальные пробирки добавляют соответственно раствор формальдегида, этанол и уксусную кислоту.

Вопросы и задания

1. Какие изменения происходят в структуре белка при нагревании? Меняется ли его первичная структура? Как называется процесс свертывания белков? Почему свернувшийся белок не растворяется в воде?
2. Что происходит с белком при добавлении формальдегида? Какое действие формальдегида иллюстрирует опыт? Где данная реакция находит применение в быту?
3. Что наблюдаете при добавлении к белку спирта и кислоты?

Опыт 3. Реакция аминокислот с хлоридом железа (III)

К 1 мл раствора глицина добавляют 2 капли раствора хлорида железа (III).

Вопросы и задания

Что доказывает данная реакция? Напишите уравнение реакции.

Опыт 4. Реакция с солями меди

В пробирку наливают 1 мл раствора глицина и вносят по кристаллику медного купороса и ацетата натрия.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОБЩАЯ СТРУКТУРА ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА В РАБОЧЕМ ЖУРНАЛЕ

(подпись преподавателя о допуске к работе)

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №

Тема:

Цель работы:

Реактивы и материалы:

Оборудование:

Опыт 1: (название)

Краткое описание опыта

Реакция(и) наблюдения:

Опыт 2: и т.д.

Выводы:

Подпись преподавателя: _____

Дата сдачи отчета: _____