

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КОЛЛЕДЖ АЛТАЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
Отделение природопользования, сервиса и туризма

ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Методические указания к лабораторным работам
для студентов специальности 20.02.01 Рациональное использование природохозяйственных
комплексов



Барнаул 2018

Составители: преподаватель высшей категории А.П. Гердт,
к.х.н., доцент Е.П. Харнутова,
к.х.н., доцент Е.В. Лагуткина

Представленное пособие является методическим указанием к выполнению лабораторных работ по курсу «Химические основы экологии» для студентов, обучающихся по специальности 20.02.01 «Рациональное использование природохозяйственных комплексов». Перечень лабораторных работ удовлетворяет требованиям федерального государственного образовательного стандарта, последовательность изложения работ соответствует рабочей программе курса.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. МНОГООБРАЗИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА. ЭЛЕКТРОННЫЕ КОНФИГУРАЦИИ АТОМОВ И ИОНОВ	10
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ pH СРЕДЫ. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ	13
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ОКИСЛИТЕЛЬНО- ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫ РЕАКЦИИ	16
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. ЩЕЛОЧНЫЕ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ	17
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. ВЛИЯТНИЕ СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА КОАГУЛЯЦИЮ РАСТИТЕЛЬНЫХ И ЖИВОТНЫХ БЕЛКОВ	18
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. СЕРА	19
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. АЗОТ	21
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. УГЛЕВОДОРОДЫ	22
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9. СПИРТЫ, ФЕНОЛЫ	24
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10. КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ	26
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11. АМИНЫ, УГЛЕВОДЫ, БЕЛКИ, КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	28
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА	31
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СТОЧНЫХ ВОД	32
ПРИЛОЖЕНИЕ	34

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Химические основы экологии» входит в профессиональный учебный цикл общепрофессиональных дисциплин. Изучается студентами в течение 1-го и 2-го учебных семестров I курса.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- составлять уравнения реакций, отражающих взаимодействие различных классов соединений с объектами окружающей среды;
- составлять электронно-ионный баланс окислительно-восстановительных процессов, протекающих в окружающей среде;
- проводить практические расчеты изучаемых химических явлений;
- составлять уравнения реакций, отражающих взаимодействие различных классов органических соединений с объектами окружающей среды.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

- закономерности химических превращений веществ;
- взаимосвязь состава, структуры, свойств и реакционной способности веществ и соединений, экологические свойства химических элементов и их соединений;
- роль химических процессов в охране окружающей среды;
- новейшие открытия химии и перспективы использования их в области охраны окружающей среды;
- основные понятия реакционной активности органических соединений, зависимость физических и химических свойств углеводородов и их производных от состава и структуры молекул;
- физические и химические свойства органических соединений, классификацию, номенклатуру, генетическую связь и свойства генетических рядов органических соединений;
- физические и химические методы исследований свойств органических соединений, экологическую опасность органических соединений различных классов.

Выполнение лабораторных работ является составной частью изучения дисциплины «Химические основы экологии». Работы выполняются полумикрометодами. При выполнении лабораторной работы студент обязан вести рабочий (лабораторный) журнал, который предназначен для всех наблюдений за ходом эксперимента и полученных результатов. Делая записи в журнале, необходимо четко излагать суть проведенного опыта. Такие записи проводят или в процессе выполнения работы, или сразу же после ее окончания. Необходимо указывать продолжительность некоторых операций, а также все изменения или возможные отступления от методики, описанной в руководстве к лабораторному практикуму.

Для защиты лабораторных работ студенты оформляют отчет (пример оформления приведен в приложении). Опыты выполняются индивидуально или в парах. Отчеты ко всем проделанным лабораторным работам оформляются вместе (в одной тетради) последовательно. Каждая лабораторная работа начинается с ее номера и названия и оформляется с нового листа. В отчете по каждой лабораторной работе обязательно пишется:

1. Цель и краткое теоретическое введение (описывается объект исследования и применяемые методы);

2. Практическая часть (номер и название опыта; методика опыта со всеми ее изменениями, если таковые имеются; полученные результаты или наблюдения, уравнение реакции, если проводилось какое-либо взаимодействие). В уравнении реакций необходимо называть исходные и конечные соединения. В некоторых случаях описывается механизм. При необходимости в практической части зарисовывают схему установки или прибора данного опыта;

3 Выводы о проделанной работе (анализируются полученные результаты). При защите отчета студенту необходимо объяснить полученные результаты, сделать выводы.

Объем выполненных лабораторных работ заканчивается допуском к экзамену по изучаемой дисциплине.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

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

Прежде чем приступить к практической работе, необходимо ознакомиться с лабораторным оборудованием, с методикой проведения основных лабораторных операций, с правилами техники безопасности.

Химия, как и любая экспериментальная наука, предъявляет 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 инженеру. После этого сдать рабочее место дежурным по лаборатории, которые в свою очередь сдают лаборатории инженеру.

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 задачи работы, обдумывая каждое действие.

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, сульфидов и других вредных веществ. Они должны собираться в специальную посуду («слив органики», «слив сульфидов»).

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, так как 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 убираанием 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 в 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 и 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 приливании 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 или инженеру.

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», «010», «112», 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, соприкасающуюся с реактивами, следует снять.

3. При ожоге горячей жидкостью или горячим предметом обожженное место промойте проточной холодной водой в течение 5–10 мин. Затем пострадавшего 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. Немедленно 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.
16. Правила работы с легковоспламеняющимися жидкостями.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

МНОГООБРАЗИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ. АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА. ЭЛЕКТРОННЫЕ КОНФИГУРАЦИИ АТОМОВ И ИОНОВ

Цель: ознакомиться с многообразием химических веществ. Изучить агрегатные состояния вещества, основные классы неорганических соединений, изучить свойства оксидов, оснований, кислот и солей. Научиться составлять электронные конфигурации атомов и ионов.

Опыт 1. Взаимодействие кислот с солями

В первую пробирку поместите кристаллический ацетат натрия CH_3COONa и прилейте 5 – 6 капель раствора серной кислоты H_2SO_4 . Отметьте запах образующегося продукта реакции. В раствор опустите универсальную индикаторную бумагу. Отметьте свои наблюдения. Укажите значение pH. Напишите уравнение реакции.

Во вторую пробирку с кристаллическим сульфитом натрия Na_2SO_3 прилейте 5 – 6 капель раствора серной кислоты H_2SO_4 . В раствор опустите универсальную индикаторную бумагу. Отметьте свои наблюдения. Укажите значение pH. Напишите уравнение реакции.

В третью пробирку поместите кристаллический хлорид натрия NaCl и прилейте 5 – 6 капель концентрированной серной кислоты H_2SO_4 . В раствор опустите универсальную индикаторную бумагу. Отметьте свои наблюдения. Укажите значение pH. Напишите уравнение реакции.

В четвертую пробирку поместите 1 – 2 мл раствора силиката натрия Na_2SiO_3 и прилейте 5 – 6 капель раствора соляной кислоты HCl . Отметьте свои наблюдения. Что выпадает в осадок? Напишите уравнение реакции.

Опыт 2. Взаимодействие кислот с металлами

В шесть пробирок положите по кусочку цинка, железа и меди. Добавьте в первые три пробирки раствора соляной кислоты HCl , в оставшиеся – раствора азотной кислоты HNO_3 . Отметьте свои наблюдения. Напишите уравнения реакций.

Опыт 3. Взаимодействие солей с основаниями

В первую пробирку налейте 2 – 3 капли раствора сульфата алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, во вторую – хлорида кобальта CoCl_2 . По каплям в обе пробирки прибавляйте раствор щелочи. Отметьте цвет образовавшихся осадков. Содержимое каждой пробирки разлейте в две и определите химический характер выпавших гидроксидов, приливая раствор гидроксида натрия NaOH в одну из них и раствор соляной кислоты HCl в другую в объеме, в два раза превышающем объем раствора в пробирке. Отметьте свои наблюдения. Напишите уравнения всех протекающих реакций.

Опыт 4. Взаимодействие солей с солями

В две пробирки с раствором нитрата свинца $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ добавьте: в одну – иодид калия KI , в другую – хлорид магния MgCl_2 . Отметьте свои наблюдения. Какие вещества выпали в осадок? Напишите уравнения химических реакций.

Опыт 5. Взаимодействие солей с металлами

В пробирки с растворами хлорида меди CuCl_2 , сульфата натрия Na_2SO_4 , нитрата свинца $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ положите по кусочку цинка и дайте постоять. Запишите свои наблюдения. Напишите уравнения реакций.

Опыт 6. Получение сульфидов и изучение их свойств

В 4 пробирки внести по 5 капель растворов солей: кальция CaCl_2 , кадмия CdSO_4 , марганца MnSO_4 и свинца $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. К каждому раствору добавьте по 2-3 капли раствора сульфида натрия Na_2S . Отметьте свои наблюдения, укажите цвет осадков. К осадкам прибавьте по 5 капель раствора азотной кислоты HNO_3 . Какие сульфиды не растворились в кислоте?

Опыт 7. Разложение нитрата меди

Поместите в пробирку несколько кристалликов нитрата меди $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Закрепите пробирку и осторожно нагревайте маленьким пламенем горелки. Наблюдайте изменение цвета взятой соли и выделение газов.

Опыт 8. Получение диоксида углерода и растворение его в воде

В пробирку положите 2-3 кусочка мрамора CaCO_3 и внести 2 мл раствора соляной кислоты HCl . Быстро закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опустите в приготовленную заранее пробирку с водой, в которую добавлен раствор лакмуса. Отметьте изменение окраски лакмуса.

Опыт 9. Разложение дихромата аммония

В фарфоровую чашечку поместите горкой кристаллический дихромат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. В вершину горки поместите каплю этилового спирта и подожгите её. Наблюдайте бурное разложение соли с выделением газа N_2 .

Опыт 10. Образование сложного эфира

В пробирку наливают по 0,5 мл изоамилового спирта и концентрированной уксусной кислоты, затем добавляют 2 капли концентрированной H_2SO_4 . Смесь осторожно подогревают и выливают в стакан с водой. Отметьте запах сложного эфира и растворимость его в воде.

Опыт 11. Сравнение силы различных карбоновых и минеральных кислот

На полоску универсальной индикаторной бумаги наносят по капле 0,1 М растворов муравьиной HCOOH , уксусной CH_3COOH , масляной $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$, стеариновой $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$, бензойной $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$, щавелевой $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ и соляной кислот HCl . По шкале определяют pH этих растворов. Расположите в ряд по увеличению силы кислот.

Опыт 12. Доказательство наличия вцинальных гидроксильных групп в моно- и дисахаридах

В пробирке смешивают 1 мл раствора глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ и 0,5 мл 10 % раствора гидроксида натрия NaOH . Затем по каплям добавляют раствор сульфата меди (II) (CuSO_4). Содержимое пробирки взбалтывают, при этом образующийся вначале бледно-голубой осадок растворяется и образуется прозрачный раствор синего цвета.

Аналогичные опыты проводят с растворами фруктозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ и сахарозы $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$. Полученные растворы сахаратов меди оставляют для следующего опыта. Опишите наблюдения.

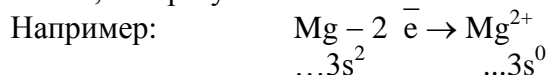
Опыт 13. Окисление моно- и дисахаридов

а) Реакция Троммера. К полученным в предыдущем опыте щелочным растворам сахаратов меди добавляют по 0,5 мл воды, встряхивают содержимое пробирок и осторожно нагревают верхнюю часть реакционной смеси, не доводя до кипения. Нижнюю часть оставляют для контроля. В нагретой части раствора появляется желтый осадок гидроксида меди (I), переходящий в красный осадок оксида меди (I).

б) Реакция Толленса. Две пробирки предварительно очищают кипячением с раствором щелочи. В одну пробирку помещают 1 мл раствора нитрата серебра (AgNO_3) и по каплям 10 % раствора аммиака (NH_4OH) до растворения образующегося осадка оксида серебра (I). Полученный раствор делят на две части и добавляют соответственно по 5 капель растворов глюкозы и фруктозы. Пробирки нагревают на водяной бане ($70\text{--}80^\circ\text{C}$) в течение 5 мин. Следует помнить, что во время нагревания пробирки нельзя встряхивать, иначе серебро выпадет в виде черного осадка.

Задание 1. Электронная структура атомов и ионов металлов

При окислении атомов металлов число электронов в электронной оболочке уменьшается, и образуются ионы с положительным зарядом.



Составьте уравнения реакций, которые прошли между железом, магнием и цинком с нитратом свинца. Заполните таблицу 1.

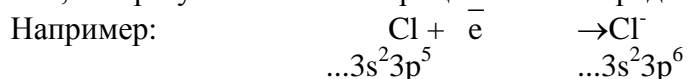
Приведите схему распределения в квантовых ячейках электронов, отвечающих сокращенным формулам атомов магния, железа, цинка, и свинца. Какими значениями квантовых чисел (n, l, m_l) характеризуются эти орбитали?

Таблица 1

До реакции		После реакции	
Химический знак атома или иона металла	Электронная формула атома или иона	Химический знак атома или иона металла	Электронная формула атома или иона
Fe	$\dots 3d^6 4s^2$		
Mg			
Zn			
Pb^{2+}			

Задание 2. Электронная структура атомов и ионов неметаллов

При восстановлении атомов неметаллов число электронов в электронной оболочке возрастает, и образуются ионы с отрицательным зарядом.



Опыт проводить под тягой! Составьте уравнения реакций, которые прошли между сульфидом натрия Na_2S и хлорной водой Cl_2 . Заполните таблицу 2.

Таблица 2

Химический знак атома или иона металла	Электронная формула атома или иона	Химический знак атома или иона металла	Электронная формула атома или иона
S^{2-}	$\dots 3s^2 3p^6$		
I			
Cl			

Приведите схему распределения в квантовых ячейках электронов, отвечающих сокращенным формулам атомов серы, иода и хлора. Какими значениями квантовых чисел (n, l, m_l) характеризуются эти орбитали?

Найдите в периодической системе Д.И. Менделеева элемент, электронная формула которого $\dots 4s^2 4p^4$. Какими значениями квантовых чисел (главного и орбитального) характеризуются внешние s-электроны в атоме этого элемента? На основании электронной

структуры атома и возможности его возбуждения охарактеризуйте валентные свойства найденного элемента.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ pH СРЕДЫ. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ

Цель: рассмотреть примеры диссоциации кислот, оснований и солей в водных растворах с точки зрения теории электролитической диссоциации. Научиться проводить определение pH среды с помощью набора индикаторов. Ознакомиться с понятием гидролиза солей. Научиться расписывать уравнения гидролиза солей.

Опыт 1. Электропроводность растворов

В сухие стаканчики поместите следующие растворы: соляная кислота HCl, уксусная кислота CH₃COOH, гидроксид натрия NaOH, гидроксид аммония NH₄OH. Опустите в стакан угольные электроды. Проводят ли данные соединения электрический ток? Во время опыта следите за накалом лампочки и по степени её накала сделайте вывод о силе исследуемых кислот и оснований.

Испытайте электропроводность раствора, полученного смешением уксусной кислоты и гидроксида аммония.

Опыт 2. Сравнение химической активности кислот

а) взаимодействие соляной и уксусной кислот с мрамором.

В одну пробирку внести раствор уксусной кислоты CH₃COOH, в другую – столько же раствора соляной кислоты HCl. Поместите в обе пробирки по одному кусочку мрамора CaCO₃.

Что наблюдается? В какой пробирке процесс идёт более энергично? Почему?

б) взаимодействие соляной и уксусной кислот с цинком.

В одну пробирку налейте раствор соляной кислоты HCl, в другую – столько же раствора уксусной кислоты CH₃COOH. В каждую пробирку поместите по кусочку цинка.

Что наблюдается? В какой пробирке процесс идёт более энергично? Объясните наблюдаемое различие в скоростях реакций.

Опыт 3. Смещение равновесия диссоциации слабых электролитов

а) влияние соли слабой кислоты на диссоциацию этой кислоты.

В две пробирки внесите раствор уксусной кислоты CH₃COOH. В каждую пробирку прибавьте каплю раствора метилового оранжевого. Что наблюдается? Одну пробирку оставьте в качестве контрольной, а в другую порошок ацетата натрия CH₃COONa. Сравните окраску полученного раствора с окраской раствора в контрольной пробирке. Сделайте вывод о смещении равновесия диссоциации кислоты при добавлении к ней ацетата натрия.

б) влияние соли слабого основания на диссоциацию этого основания.

В две пробирки внесите раствор аммиака NH₄OH. В каждую пробирку прибавьте каплю раствора фенолфталеина. Что наблюдается? Одну пробирку оставьте в качестве контрольной, а в другую порошок хлорида аммония NH₄Cl. Сравните окраску полученного раствора с окраской раствора в контрольной пробирке. Сделайте вывод о смещении равновесия диссоциации в растворе аммиака при добавлении к нему хлорида аммония.

Опыт 4. Приближенное определение рН в водных растворах при помощи индикаторов. Окраска некоторых индикаторов в различных средах

Каждый индикатор меняет окраску раствора в определенном, характерном для него интервале значения рН, который называется областью перехода индикатора. Форма индикатора, в котором он существует в растворах, имеющих рН меньше нижнего предела области перехода, называется его кислотной формой, а та форма, в которой существует индикатор, при значениях рН выше верхнего предела области перехода, называется его щелочной формой.

Определить окраску кислотной и щелочной форм наиболее часто применяемых четырех индикаторов: метилоранжа, метилового красного, лакмуса и фенолфталеина. Наблюдение провести в сильноокислой и сильнощелочной средах, чтобы в первом случае рН был заведомо ниже, а во втором – заведомо выше рН области перехода указанных индикаторов. Для этого в четыре пронумерованных пробирки внести по 10 капель раствора соляной кислоты; в другие четыре пробирки с теми же номерами – такой же объем раствора гидроксида натрия. Разместить пробирки в штативе таким образом, чтобы за пробиркой с кислотой следовала пробирка с тем же номером, содержащая щелочи. После этого в обе пробирки № 1 (с кислотой и со щелочью) добавить по одной капле индикатора метилового оранжевого, в пару пробирок № 2 – по одной капле индикатора метилового красного, в пробирки № 3 прибавить 5 капель лакмуса (при меньшем количестве лакмуса его окраска заметна менее четко), в последние две пробирки – по одной капле фенолфталеина.

Свои наблюдения по окраске кислотной и щелочной форм индикаторов записать по прилагаемой ниже форме, где уже проставлены интервалы рН областей перехода каждого индикатора и окраска его в этой области.

Наименование индикатора	рН области перехода	Окраска индикатора		
		кислотной формы	в области перехода	щелочной формы
Метиловый оранжевый	3.1 – 4.4		Оранжевая	
Метиловый красный	4.4 – 6.2		Оранжевая	
Лакмус	5.0 – 8.0		Фиолетовая	
Фенолфталеин	8.2 – 10.0		Розовая	

Опыт 5. Реакция среды в растворах различных солей

В семь пробирок до 1/3 их объема налить нейтральный раствор лакмуса. Одну пробирку оставить в качестве контрольной, а в остальные добавить по одному микрошпателью кристаллов следующих солей: в первую – ацетата натрия; во вторую – хлорида алюминия; в третью – карбоната натрия; в четвертую – карбоната аммония; в пятую – хлорида калия; в шестую – ацетата аммония. Растворы размешать.

По изменению окраски лакмуса сделать вывод о реакции среды в растворе каждой соли.

Полученные результаты свести в таблицу:

№ пробирки	Формула соли	Окраска лакмуса	Реакция среды	рН раствора (рН<7, рН = 7 или рН>7)

Какие из исследованных солей подвергаются гидролизу? Написать ионные и молекулярные уравнения реакций их гидролиза и указать вид гидролиза каждой соли (простой или ступенчатый).

Сделать общие выводы о реакции среды в растворах солей, образованных:

- а) сильным основанием и слабой кислотой;
- б) слабым основанием и сильной кислотой;
- в) слабым основанием и слабой кислотой;
- г) сильным основанием и сильной кислотой.

Опыт 6. Образование основных и кислых солей при гидролизе

а) Гидролиз ацетата алюминия

В пробирку внести 7-8 капель раствора хлорида алюминия и такой же объем раствора ацетата натрия. Укрепить пробирку в штативе и опустить в водяную баню, нагретую до кипения. Отметить образование осадка основной соли алюминия $Al(OH)_2CH_3COO$.

Написать молекулярное уравнение реакции образования ацетата алюминия и ионное уравнение его гидролиза. Продуктом какой степени гидролиза является образовавшийся осадок основной соли? При гидролизе каких солей могут получаться основные соли?

б) Гидролиз сульфата натрия

Налить в пробирку до 1/3 ее объема воды, внести туда 1-2 микрошпателя кристаллов сульфата натрия и размешать стеклянной палочкой. Две капли полученного раствора нанести на индикаторную бумагу и определить pH.

На присутствие каких ионов в растворе указывает найденное в начале pH? В результате какого процесса эти ионы появились? По отсутствию запаха сернистого газа убедиться в том, что сульфит натрия подвергается неполному гидролизу. Какая соль является продуктом гидролиза по первой степени? Написать молекулярное и ионное уравнения реакции гидролиза сульфита натрия. При гидролизе каких солей получают кислые соли?

Опыт 7. Случаи полного (необратимого) гидролиза солей

В две пробирки внести по 6-8 капель раствора хлорида алюминия. В одну пробирку добавить такой же объем раствора сульфида натрия, в другую – раствора карбоната натрия. Отметить выделение сероводорода в первой пробирке (по запаху) и пузырьков диоксида углерода во второй. В обоих случаях в осадок выпадает гидроксид алюминия.

Написать уравнения реакций, которые привели к образованию гидроксида алюминия. Почему не получилось сульфида и карбоната алюминия?

Опыт 8. Факторы, влияющие на степень гидролиза солей

а) Влияние силы кислоты и основания, образующих соль, на степень ее гидролиза.

В две пробирки до 2/3 их объема налить дистиллированной воды. В одну пробирку внести один микрошпатель, кристаллов сульфата натрия, в другую – столько же кристаллов карбоната натрия. В каждую пробирку добавить по одной капле фенолфталеина.

Написать ионные уравнения гидролиза сульфата натрия и карбоната натрия (по первой степени). В растворе какой соли окраска фенолфталеина более интенсивна? В каком растворе концентрация ионов OH^- более высокая? Степень гидролиза какой соли больше? Почему?

б) Влияние температуры на степень гидролиза соли.

Налить в пробирку 1/2 ее объема дистиллированной воды и внести в нее 2–3 микрошпателя ацетата натрия. Добавить в пробирку с раствором соли одну каплю фенолфталеина. Опустить пробирку в водяную баню нагретую до кипения. Охладить пробирку в холодной воде. Отметить изменение окраски индикатора.

Написать ионное уравнение гидролиза этой соли. Какой вывод об изменении концентрации OH^- -ионов в растворе можно сделать на основании изменения окраски фенолфталеина при нагревании? Происходит ли снова смещение равновесия гидролиза? Сделать вывод о влиянии температуры на степень гидролиза соли.

в) Влияние разбавления раствора на степень гидролиза соли

В пробирку внести 2–3 капли раствора хлорида сурьмы (III) и постепенно по каплям прибавлять воду до выпадения белого осадка хлорида оксосурьмы $SbOCl$. Этот осадок образуется на второй степени гидролиза из $Sb(OH)_2Cl$ вследствие отщепления воды.

Написать ионные уравнения первой и второй степеней гидролиза хлорида сурьмы (III) и общее уравнение ее гидролиза до образования $Sb(OH)_2Cl$. Написать формулу для вычисления константы гидролиза, как влияет разбавление на степень гидролиза этой соли.

г) Влияние изменения концентрации водородных ионов на гидролиз соли

Внести в пробирку 8–10 капель дистиллированной воды и один микрошпатель кристаллов хлорида олова (II). Раствор перемешать стеклянной палочкой. Образующийся белый осадок представляет собой основную соль олова SnOHCl . В результате какого процесса получится эта соль?

Написать ионное уравнение соответствующей реакции. Концентрацию каких ионов в растворе следует увеличить, чтобы подавить гидролиз?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

Цель работы: научиться проводить окислительно-восстановительные реакции и осуществлять уравнивание по методу полуреакций.

Опыт 1. Влияние среды на протекание окислительно-восстановительных реакций

В три пробирки внесите раствор перманганата калия KMnO_4 . В одну пробирку добавьте раствор серной кислоты H_2SO_4 , во вторую – воды H_2O , в третью – раствор щёлочи NaOH . Во все пробирки поместите порошок сульфита натрия Na_2SO_3 . Отметьте изменение окраски раствора во всех трёх пробирках.

Опыт 2. Окислительные свойства атомов элементов в высшей степени окисления

В первую пробирку поместите сероводородную воду H_2S и прибавьте концентрированную серную кислоту H_2SO_4 . Помутнение раствора обусловлено образованием серы.

Во вторую пробирку также поместите сероводородную воду H_2S и прибавьте раствор соляной кислоты HCl . Выпадает ли осадок? Добавьте в эту пробирку раствор дихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Отметьте помутнение и изменение окраски раствора. Чем это обусловлено?

В третью пробирку внесите раствор сульфата марганца MnSO_4 , азотную кислоту HNO_3 и порошок висмутата натрия NaBiO_3 . Отметьте изменение окраски раствора. Чем это обусловлено?

Опыт 3. Окислительные и восстановительные свойства атомов элементов в промежуточных степенях окисления.

а) соединения серы (+4) в окислительно-восстановительных реакциях.

В одну пробирку внесите раствор дихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, во вторую – раствор сульфида натрия Na_2S . В обе пробирки добавьте раствор серной кислоты H_2SO_4 и порошок сульфита натрия Na_2SO_3 . Что наблюдается в обеих пробирках?

б) окислительные и восстановительные свойства соединений олова (+2).

Внесите в одну пробирку раствор хлорида железа (+3) FeCl_3 и раствор гексацианоферрата (+3) калия $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Отметьте окраску раствора. Добавьте к нему раствор хлорида олова (+2) SnCl_2 , происходит ли изменение окраски полученного раствора?

В другую пробирку внесите раствор хлорида олова (+2) SnCl_2 и кусочек цинка. Наблюдайте на поверхности цинка образование блестящих кристалликов олова.

Опыт 4. Реакция диспропорционирования (самоокисления-самовосстановления) брома

Внесите в пробирку бромную воду Br_2 и добавляйте к ней по каплям раствор щёлочи NaOH до обесцвечивания раствора. В результате реакции происходит образование солей бромоводородной HBr и бромноватистой кислот HBrO . Как изменяется степень окисления брома в реакции?

Опыт 5. Окислительные и восстановительные свойства пероксидов

а) взаимодействие пероксида бария с перманганатом калия.

В пробирку внесите раствор перманганата калия KMnO_4 и порошок пероксида бария BaO_2 . Как изменяется цвет раствора? Какой газ выделяется?

б) взаимодействие пероксодисульфата калия с сульфатом хрома (+3).

Внесите в пробирку раствор соли хрома (+3) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, раствор серной кислоты H_2SO_4 и раствор нитрата серебра AgNO_3 – в качестве катализатора. Нагрейте полученный раствор на маленьком пламени. В горячий раствор добавьте порошок пероксодисульфата калия $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ и снова нагрейте смесь до изменения окраски.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ЩЕЛОЧНЫЕ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Цель: Изучить свойства щелочных и щелочноземельных металлов.

Опыт 1. Взаимодействие натрия с водой

В выпарительную чашку налейте воды и капните одну-две капли фенолфталеина. Осторожно пинцетом достаньте кусочек натрия и скальпелем очистите его. Очищенный кусочек бросьте в воду.

Опыт 2. Восстановительные свойства пероксида натрия

Внести в пробирку 4-5 капель раствора перманганата калия, добавить 1 микрошпатель порошка пероксида натрия и все перемешать. Отметить выделение газа и появление бурого осадка.

Опыт 3. Окрашивание пламени солями щелочных металлов

Платиновую проволочку опустить в насыщенный раствор хлорида калия и внести в пламя горелки. Отметить цвет пламени. Опыт повторить с насыщенными растворами сульфата лития и хлорида натрия. Перед каждым опытом проволочку следует очищать, погружая ее в концентрированную HCl и прокаливая в пламени горелки.

Опыт 4. Взаимодействие кальция с водой

Налить в пробирку до 1/3 её объема дистиллированной воды и внести в неё пинцетом очень маленький кусочек металлического кальция. Добавить в раствор каплю фенолфталеина.

Опыт 5. Карбонаты щелочноземельных металлов

Получить осадки карбонатов кальция, стронция и бария взаимодействием растворов соответствующих солей с раствором соды. Испытать отношение полученных карбонатов к соляной кислоте. Кислоту добавлять осторожно по каплям.

Опыт 6. Сульфаты щелочноземельных металлов

В три пробирки внести по 2-3 капли растворов солей: в 1 - соли кальция, во 2 – стронция, в 3 – бария. В каждую пробирку добавить по 3-4 капли раствора сульфата натрия. Испытать действие соляной кислоты на полученные сульфаты.

Опыт 7. Оксалаты щелочноземельных металлов

Получить осадки оксалатов кальция, стронция, бария взаимодействием растворов соответствующих солей с таким же объемом раствора оксалата аммония. Испытать действие соляной кислоты на осадки оксалатов.

Опыт 8. Хроматы щелочноземельных металлов

В три пробирки внести отдельно по 3-4 капли растворов солей кальция, стронция, бария. В каждую из них добавить по 4-5 капель раствора хромата калия. Испытать действие уксусной кислоты на осадки хроматов. Вновь получить осадок хромата бария и испытать действие на него соляной кислоты.

Опыт 9. Пероксид бария

а) Окислительные свойства пероксида бария

В фарфоровый тигелек внести 3-4 микрошпателя пероксида бария и немного (на кончике микрошпателя) порошка диоксида марганца. Смесь тщательно размешать стеклянной палочкой, поставить тигель треугольник и нагреть до сплавления. Сплав охладить, отметить цвет образовавшегося манганата.

б) Восстановительные свойства пероксида бария

В пробирку внести 6-7 капель раствора нитрата серебра и немного порошка пероксида бария. Отметить выделение газа и появление осадка металлического серебра.

Опыт 10. Окрашивание пламени солями щелочноземельных металлов

Платиновую проволочку с петелькой на конце внести в концентрированную HCl, а затем прокалить в пламени горелки. При этом проволока очищается от загрязнений. Чистая проволочка не должна окрашивать пламя. Очищенную платиновую проволочку опустить в насыщенный раствор хлорида бария и снова внести в пламя горелки. Отметить цвет пламени. Опыт повторить с насыщенными растворами хлоридов стронция и кальция. Перед каждым опытом проволочку промыть концентрированной HCl и прокалить.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

ВЛИЯНИЕ СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА КОАГУЛЯЦИЮ РАСТИТЕЛЬНЫХ И ЖИВОТНЫХ БЕЛКОВ

Цель: изучить влияние солей тяжелых металлов на коагуляцию растительных и животных белков.

Порядок выполнения работы:

Приготовление растворов белков:

А. У куриного яйца отделить белок в мерный стаканчик, размешать его стеклянной палочкой в дистиллированной воде в соотношении 1:10. Затем профильтровать.

Б. Зерновой вызревший горох перемолоть в муку в кофемолке, развести в соотношении: 10 г гороховой муки на 50 мл 10%-ного раствора хлорида натрия или KCl. Профильтровать.

Приготавливают серию растворов сульфата меди, нитрата свинца, (хлорида кадмия, сульфата цинка) из исходного 0,5 М методом последовательных разбавлений: 0,1 М, 0,03 М, 0,01 М, 0,003 М, 0,001 М, 0,0003 М, 0,0001 М, 0,00003 М. Каждый студент вносит в 8 пробирок пипеткой по 1 мл животного белка, а в другие 8 – по 1 мл растительного белка. В каждую пробирку добавляют по 1 мл одного из указанных растворов испытуемой соли. Все пробирки помечают стеклоглафом. Затем по наклонной стенке осторожно вливают в пробирки по 1 мл этилового или пропилового спирта, осторожно покачивают пробирки, чтобы верхняя часть растворов перемешалась. На границе слоев растворов белка и спирта в некоторых пробирках образуется муть или осадок. Характер коагуляции рассматривают на темном фоне (кусочек черной бумаги, доска и др.). Результаты оформляют в виде таблицы. Определяют концентрацию раствора соли, при которой происходит коагуляция белка (при разном виде солей и при разном типе белков).

- Ответить на следующие вопросы. 1. На какой из вида белков (животный или растительный) сильнее всего действуют выбранные соли?
2. Какова предельно действующая концентрация выбранных солей?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

СЕРА

Цель: Изучить химические свойства серы и её соединений.

Опыт 1. Получение диоксида серы и его растворение в воде

Приготовить две пробирки: одну с раствором нейтрального лакмуса, другую – с дистиллированной водой. Пробирку наполнить на 1/3 ее объема кристаллами сульфата натрия, добавить 6-8 капель 4 н. раствора серной кислоты и быстро закрыть пробкой с отводной трубкой. Выделяющийся газ пропустить в пробирки с нейтральным лакмусом и с дистиллированной водой в течение 2-3 мин. Если выделение газа идет недостаточно энергично, пробирку осторожно подогреть. Полученный раствор SO_2 в воде сохранить для опыта 2.

На какие свойства водного раствора SO_2 указывает окраска лакмуса?

Написать уравнение реакций получения сернистого газа, его взаимодействия с водой, протекающего с образованием гидроксида и схему равновесия в полученном растворе. Как сместится это равновесие при добавлении щелочи?

Опыт 2. Окислительные и восстановительные свойства соединений серы

а) окислительные и восстановительные свойства SO_2

В две пробирки, из которых одна с сероводородной, другая с йодной водой (по 3-5 капель), добавить по несколько капель полученного в опыте 4 водородного раствора SO_2 . Отметить происходящие изменения в растворах.

Написать уравнение соответствующих реакций и указать, какие свойства проявляет диоксид серы в том и другом случае.

б) Восстановительные свойства SO_3^{2-} иона

Выполнение работы. В пробирку содержащую 5-6 капель раствора перманганата калия и 3-4 капли 2н. раствора соляной кислоты прибавит несколько кристалликов сульфата натрия. Отметить обесцвечивание раствора в связи с переходом иона MnO_4^- в ион Mn^{2+} (Данная реакция может служить реакцией открытия иона SO_3^{2-} в отсутствие других восстановителей). В какое соединение при этом перешел сульфит натрия? Учитывая, что сульфит бария растворим в азотной кислоте, а сульфат бария нерастворим, убедиться в переходе иона SO_3^{2-} в ион SO_4^{2-} , для чего в полученный раствор добавить 1-2 капли 2н. раствора азотной кислоты и столько же раствора хлорида бария. Какое соединение выпало в осадок? Отметить наблюдаемые явления и написать уравнения всех протекающих реакций.

Опыт 3. Дегидратирующие свойства серной кислоты

На листочке фильтрованной бумаги с помощью стеклянной палочки сделать надпись 2н. с раствором серной кислоты. Бумагу просушить, держа высоко над пламенем горелки. Отметить и объяснить почернение бумаги. Какое свойство проявляет концентрированная серная кислота в этом опыте?

Опыт 4. Взаимодействие серной кислоты с металлами

а) Взаимодействие разбавленной серной кислоты с металлами

В тигелек поместить 1-2 кусочка медной стружки и прилить 5-10 капель концентрированной серной кислоты (плотность $1,84 \text{ г/см}^3$). Тигель нагреть на асбестированной сетке небольшим пламенем горелки. Влажную синюю лакмусовую

бумажку поднести к выделяющемуся газу. Отметить изменение окраски лакмусовой бумажки. По запаху (осторожно!) определить, какой газ выделяется.

Содержимое тигеля выпарить, охладить и растворить, прибавив в тигель 8-10 капель дистиллированной воды. Перенести пипеткой некоторое количество раствора в чистую пробирку. Отметить окраску раствора. Для какого иона характерна эта окраска?

Описать наблюдаемые явления. Ответить на поставленные вопросы. Написать уравнение реакции и указать. Какой элемент в молекуле серной кислоты является окислителем?

в) Взаимодействие концентрированной серной кислоты с цинком

В тигелек поместить немного цинковой пыли и налить 5-10 капель концентрированной серной кислоты. Тигель нагреть небольшим пламенем горелки. К выделяющемуся газу над тигелем поднести фильтрованную бумагу, смоченную раствором ацетата или нитрата свинца. Объяснить появление темного пятна на этой бумаге.

Описать наблюдаемые явления. Написать уравнение реакций взаимодействия концентрированной серной кислоты с цинком с образованием: а) сернистого газа; б) серы; в) сероводорода.

Опыт 5. Различная растворимость сульфита и сульфата бария в кислоте

В двух пробирках получить обменной реакцией сульфит и сульфат бария, для чего взять по 3-4 капли растворов соответствующих солей. Наблюдать образование осадков в обеих пробирках. Сравнить растворимость сульфита и сульфата бария в кислоте, добавив в обе пробирки по 1-2 капли 2н. азотной кислот. Что наблюдается? Можно ли этой реакцией различить ионы SO_3^{2-} и SO_4^{2-} ?

Написать уравнение реакций получения сульфата и сульфита бария и растворения последнего в кислоте.

Опыт 6. Тиосульфат натрия и его свойства

а) Неустойчивость тиосульфата в кислой среде

Внести в пробирку 5-6 капель раствора тиосульфата натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ и 3-4 капли 2н. серной кислоты.

Отметить выпадение серы. По запаху определить, какой газ выделяется. Привести графическую формулу тиосульфата натрия. Написать уравнение реакции взаимодействия тиосульфата натрия с серной кислотой. Указать окислитель и восстановитель.

б) Восстановительные свойства тиосульфата натрия

В две пробирки внести отдельно по 5-6 капель бромной и иодной кислоты. В обе пробирки добавить по несколько капель тиосульфата натрия до обесцвечивания растворов.

Написать уравнения протекающих реакций, учитывая, что бром окисляет тиосульфат до сульфата, при этом в реакции участвует вода. (Выделяющаяся сера является продуктом побочной реакции.) Иод окисляет тиосульфат до тетраионата $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$. В какую степень окисления переходит при этом бром и иод?

Опыт 7. Окислительные свойства пероксодисульфатов

а) Окисление иодида калия

В пробирку с раствором иодида калия (3- 4 капли) прибавить столько же раствора пероксодисульфата аммония. Отметить изменение окраски раствора. Написать уравнение реакции.

б) Окисление сульфата хрома (III)

В пробирку с раствором сульфата хрома (III) (3-4 капли) и серной кислоты (2-3 капли), добавить 1-2 капли нитрата серебра в качестве катализатора, раствор нагреть на маленьком пламени горелки. В горячий раствор внести 2-3 кристаллика пероксодисульфата калия или аммония и снова нагреть смесь до изменения окраски.

Написать графическую формулу пероксодисульфата аммония, расставить коэффициенты в уравнении реакции, написав схему электронного баланса.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

АЗОТ

Цель: изучить физические и химические свойства соединений азота.

Опыт 1. Равновесие в водном растворе аммиака

Раствор аммиака разделить на 2 пробирки. В одну из них добавить 1 каплю фенолфталеина. Отметить окраску раствора. Добавить в раствор 3-4 микрошпателя хлорида аммония и размешать раствор. К раствору аммиака во второй пробирке добавить 5-6 капель раствора сульфата алюминия. Отметить исчезновение запаха аммиака.

Опыт 2. Восстановительные свойства аммиака

В три пробирки внести отдельно по 3-4 капли растворов: бромной воды, перманганата калия, дихромата калия. В каждую из пробирок добавить по 3-5 капель 25%-ного раствора аммиака. В каждом случае растворы слегка подогреть до изменения их окраски.

Опыт 3. Гидролиз солей аммония

В две пробирки внести по 2-3 микрошпателя кристаллов хлорида и ацетата аммония и добавить в каждую пробирку дистиллированной воды, перемешать стеклянной палочкой и определить значение pH с помощью универсальной индикаторной бумаги.

Опыт 4. Качественная реакция на NH_4^+ -ион

В пробирку внести 2-3 капли раствора соли аммония и добавить столько же 2н раствора едкого натра (или калия). Слегка нагреть пробирку и над ее отверстием подержать влажную лакмусовую бумажку. По запаху и по изменению цвета лакмусовой бумажки убедиться в выделении аммиака и образовании OH^- -иона.

Опыт 5. Восстановительные и окислительные свойства нитритов

В три пробирки внести по 3-4 капли: в 1 – иодида калия, 2- перманганата калия, 3 – дихромата калия. Во все пробирки добавить по 2-4 капли 2н раствора серной кислоты и 4-5 капель раствора нитрита калия. Отметить изменение окраски растворов. Указать, в каком случае нитрит калия является окислителем, в каком восстановителем.

Опыт 6. Окислительные свойства азотной кислоты

Внести в пробирку 3-4 капли концентрированной азотной кислоты (плотность $1,4 \text{ г/см}^3$) и маленький кусочек медной стружки. В другую пробирку внести 2 капли раствора азотной кислоты (плотность $1,12 \text{ г/см}^3$) и 2 капли воды. Полученный раствор размешать стеклянной палочкой, после чего внести в него также кусочек медной стружки. Пробирку с разбавленной азотной кислотой слегка подогреть. Обе пробирки держать на белом фоне. Отметить различие течения реакций в обоих случаях.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

УГЛЕВОДОРОДЫ

Цель: познакомиться с лабораторными способами получения некоторых представителей гомологических рядов предельных, непредельных и ароматических углеводородов и изучить их свойства. Сравнить их реакционную способность.

Опыт 1. Получение метана (реакция Дюма) и изучение его свойств

В ступке тщательно растирают обезвоженный ацетат натрия с натронной известью (массовое соотношение 1:2). Смесь помещают в пробирку (высота слоя 8–10 мм), закрывают пробкой с газоотводной трубкой и закрепляют в пробиркодержателе. В штатив ставят две пробирки. В одну пробирку наливают 2–3 мл раствора перманганата калия и 1–2 капли раствора карбоната натрия, в другую – 2 мл бромной воды.

В пробиркодержателе закрепляют пробирку с содержимым и равномерно нагревают всю пробирку, а затем ту часть, где находится основное количество смеси. Конец газоотводной трубки поочередно вводят в предварительно подготовленные растворы перманганата калия и бромной воды. Пропускание газа проводят в течение 20–30 с. Растворы не изменяют своей окраски, что свидетельствует о том, что метан при комнатной температуре не окисляется и не способен вступать в реакции присоединения.

Газоотводную трубку переворачивают вверх и поджигают газ. Метан горит несветящимся голубоватым пламенем. При внесении фарфоровой чашки в пламя сажа на ней не образуется.

После охлаждения пробирки к ее содержимому добавляют 1–2 капли концентрированной соляной кислоты. Наблюдают характерное «вскипание» – качественная реакция на карбонаты – в данном случае побочный продукт получения метана из ацетата натрия.

Напишите уравнения получения метана и его горения. Почему метан горит без образования сажи?

Опыт 2. Получение этилена и его химические свойства

В сухую пробирку помещают две стеклянные лопатки сухого песка, наливают 1 мл этанола и осторожно 2 мл концентрированной серной кислоты, закрывают пробкой с газоотводной трубкой. Этанол при смешивании с серной кислотой образует этилсерную кислоту:

Смесь осторожно нагревают, не допуская сильных толчков реакционной смеси.

Так же, как в опыте 1, изучают взаимодействие этилена с растворами бромной воды и перманганата калия (реакция Вагнера). Выделяющийся этилен моментально обесцвечивает бромную воду, а фиолетовый раствор перманганата калия почти мгновенно исчезает и появляется бурый осадок оксида марганца.

После всех реакций газоотводную трубку переворачивают вверх и поджигают этилен. Он горит светящимся желтоватым пламенем. При внесении в пламя фарфоровой чашки на ней образуется черное пятно. Это объясняется неполным окислением этилена при горении на воздухе, вследствие большего процентного содержания углерода в молекуле.

Запишите все реакции и расставьте коэффициенты в последних двух уравнениях реакций, составьте уравнение полного сгорания этилена. Рассчитайте массовые доли углерода и водорода в этилене.

Опыт 3. Получение ацетилена и изучение его свойств

В пробирку помещают небольшой кусочек карбида кальция CaC_2 и приливают 1 мл воды. Пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой и выделяющийся ацетилен пропускают через заранее приготовленные растворы: бромной воды, перманганата калия в

присутствии карбоната натрия, аммиачных растворов хлорида меди (I) и гидроксида диамминсеребра (I). Для приготовления последнего в пробирку вносят 2 капли раствора нитрата серебра и несколько капель 5 %-ного раствора аммиака (до исчезновения вначале образующегося белого осадка оксида серебра (I)).

При пропускании ацетиленового газа через насыщенную бромную воду наблюдают постепенное ее обесцвечивание.

При окислении ацетиленового газа перманганатом калия фиолетовая окраска исчезает и появляется осадок оксида марганца (IV) бурого цвета.

Терминальные ацетиленовые углеводороды способны обменивать свои кислые протоны на металлы с образованием солей – желтовато-серого осадка ацетиленида серебра и окрашивание в красный цвет раствора с дальнейшим выпадением красно-бурого осадка ацетиленида меди (I).

Остатки ацетиленида серебра утилизируют в 10 %-ной соляной кислоте.

Так же, как и в предыдущих опытах, изучают горение ацетиленового газа на воздухе. Он горит коптящим пламенем.

После проведения опыта в пробирку, в которой получали ацетилен, добавляют каплю фенолфталеина. Появляется малиновое окрашивание – качественная реакция на присутствие щелочей – в данном случае побочный продукт получения ацетиленового газа из карбида кальция.

Объясните, почему ацетиленовый газ взаимодействует с бромом значительно медленнее, чем этилен? Напишите уравнение получения ацетиленового газа и расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, составьте уравнение полного сгорания ацетиленового газа.

Опыт 4. Отношение жидких алканов и алкенов к окислителям

В две пробирки наливают по 1 мл гексана и стирола. В каждую пробирку добавляют по 1 мл раствора карбоната натрия, а затем по каплям при встряхивании 0,5 мл раствора перманганата калия. Содержимое пробирок тщательно взбалтывают в течение 1–2 мин.

Отметьте наблюдаемые изменения. Напишите соответствующие уравнения реакций.

Опыт 5. Нитрование бензола и толуола

В плоскодонной колбочке (или стакане) осторожно при охлаждении в ледяной бане смешивают 2 мл концентрированной азотной кислоты с 3 мл концентрированной серной кислоты (опыт проводят в вытяжном шкафу!). Охлажденную смесь делят на две пробирки и постепенно отдельными каплями добавляют по 1 мл в одну бензол, в другую – толуол, постоянно встряхивая. При этом следят, чтобы температура реакционной смеси не превышала 50–55 °С (водяная баня). После добавления арена смесь встряхивают еще 3–5 мин и выливают в стаканчик с 20 мл воды. Нитросоединения оседают в виде тяжелых маслянистых капель и имеют характерный запах горького миндаля. (Нитросоединения ядовиты, поэтому после опыта их необходимо слить в специальные склянки).

Отметьте цвет, запах и растворимость в воде полученных продуктов. Напишите уравнения соответствующих реакций. Какую роль играет серная кислота?

Опыт 6. Нитрование нафталина

В пробирку с 0,5 г нафталина добавляют 2 мл концентрированной азотной кислоты. Смесь размешивают стеклянной палочкой и нагревают 5 мин на кипящей водяной бане. Далее горячий раствор выливают в стакан с 50 мл холодной воды. При охлаждении 1-нитронафталин кристаллизуется.

Напишите уравнение реакции. Отметьте цвет полученного продукта.

Опыт 7. 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 тетрахлорметане. Пробирки осторожно нагревают в пламени спиртовки до слабого кипения.

К отверстию пробирок подносят смоченную водой лакмусовую бумагу. Изменение цвета индикатора также свидетельствует о протекании реакции.

После охлаждения в пробирки с бензолом и толуолом добавляют несколько крупинок порошка восстановленного железа и снова осторожно подогревают смеси 2–3 мин. Выделяющиеся пары проверяют влажной лакмусовой бумагой. Затем содержимое пробирок выливают в пробирки с 2 мл воды.

Напишите уравнения бромирования аренов в присутствии железа и без него. Есть ли различия в этих реакциях? Опишите наблюдаемые явления. Какой цвет приобрел индикатор. Почему? Растворяются ли галогенпроизводные аренов в воде?

Опыт 8. Окисление гомологов бензола

В две пробирки наливают по 0,5 мл толуола и п-ксилола. В каждую пробирку добавляют равное количество раствора перманганата калия, подкисленного каплей раствора серной кислоты. Содержимое пробирок встряхивают в течение 1–2 мин. При необходимости нагревают на водяной бане.

Составьте уравнения окисления гомологов бензола. Отметьте изменение окраски раствора перманганата калия в результате окисления?

Опыт 9. Щелочной гидролиз галогенпроизводных углеводородов

В две пробирки вносят по 0,5 мл хлорбензола и бензилхлорида. В каждую пробирку добавляют по 2 мл раствора NaOH, содержимое пробирок интенсивно встряхивают. Реакционную смесь осторожно нагревают, не доводя до интенсивного кипения, так как галогенпроизводные могут испариться.

Гидролизат охлаждают, подкисляют раствором HNO_3 и добавляют 1–2 капли раствора нитрата серебра.

Напишите уравнения соответствующих реакций. Почему для определения галогена не используют непосредственно действие нитрата серебра? Укажите тип реакции.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

СПИРТЫ, ФЕНОЛЫ

Цель: изучить некоторые физические и химические свойства предельных одноатомных спиртов и фенолов. Оценить взаимное влияние гидроксильной группы и бензольного ядра. Отметить качественные реакции на спирты и фенолы.

Опыт 1. Взаимодействие спиртов с активными металлами и свойства этилата натрия

В пробирку с 1 мл абсолютного этилового спирта помещают небольшой кусочек металлического натрия, очищенный от оксидов и высушенный фильтровальной бумагой. (Если разогревание приводит к вскипанию спирта, то смесь охлаждают в стакане с холодной водой). Пробирку закрывают пробкой со стеклянной газоотводной трубкой. Реакция идет с бурным выделением водорода.

Через минуту после начала реакции 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. В присутствии воды происходит гидролиз этилата натрия.

Почему для проведения опыта необходимо использовать абсолютный спирт? Почему взаимодействие с натрием идет более спокойно, чем с водой? Что показывает и доказывает индикатор?

Опыт 2. Получение диэтилового эфира

В сухую пробирку вносят по 0,5 мл этанола и концентрированной H_2SO_4 . Смесь осторожно подогревают до начинающегося кипения (образования бурого раствора) и к горячей смеси очень осторожно приливают еще 0,5 мл этанола.

Отметьте запах полученного эфира. Укажите тип реакции. Почему реакцию проводят при незначительном нагревании? Имеет ли влияние на состав продуктов реакции соотношение этанола и серной кислоты?

Опыт 3. Образование сложного эфира

В пробирку наливают по 0,5 мл изоамилового спирта и концентрированной уксусной кислоты, затем добавляют 2 капли концентрированной H_2SO_4 . Смесь осторожно подогревают и выливают в стакан с водой.

Напишите уравнение реакции, назовите продукты. Укажите тип реакции. Отметьте запах сложного эфира и растворимость его в воде.

Опыт 4. Реакции окисления этанола

а) Окисление оксидом меди (II). В окислительной части пламени спиртовки сильно прокалывают медную проволоку, имеющую на конце петлю. Затем опускают ее в пробирку с 1 мл этанола. Процесс повторяют несколько раз.

б) Окисление хромовой смесью. В пробирку наливают 2–3 капли раствора H_2SO_4 , 0,5 мл раствора дихромата калия и добавляют по каплям при встряхивании столько же этанола. Цвет смеси изменяется от оранжево-красного до зеленого.

в) Окисление перманганатом калия. В сухую пробирку, закрепленную вертикально в штативе, пипеткой, не смачивая стенки, вносят 1 мл концентрированной H_2SO_4 . По стенке пробирки добавляют 1 мл этанола таким образом, чтобы образовались два слоя. Затем насыпают несколько кристалликов перманганата калия, которые будут размещаться на границе раздела фаз. Через 1–2 мин начинает протекать реакция, сопровождающаяся появлением ярких вспышек.

Что происходит с медной проволокой при прокаливании и после взаимодействия со спиртом? С чем связано изменение цвета окислителей? Отметьте характерный запах образующегося вещества (какого?).

Опыт 5. Взаимодействие многоатомных спиртов с гидроксидом меди (II)

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. Синий осадок при этом растворяется и появляется васильково-синее окрашивание раствора вследствие образования комплексного соединения – глицерата меди.

Какие свойства глицерина проявляются в опыте?

Опыт 6. Растворимость фенолов в воде, образование и разложение фенолятов

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: резорцином и β -нафтолом.

Укажите состав верхнего и нижнего слоя при расслоении. Объясните наблюдаемые явления при добавлении растворов щелочи к фенолам и соляной кислоты к фенолятам. Напишите уравнения реакций.

Опыт 7. Бромирование фенола

В пробирку помещают несколько кристаллов фенола и 2 мл воды и добавляют к эмульсии несколько капель бромной воды при постоянном встряхивании до образования белого осадка. К отверстию пробирки подносят влажную лакмусовую бумагу.

При добавлении избытка бромной воды осадок становится желтым.

Какое вещество образуется в виде дыма? Что показывает индикатор? Назовите продукт, который образуется при действии избытка бромной воды на 2,4,6-трибромфенол?

Опыт 8. Нитрование фенола

Готовят нитрующий реагент, смешивая 0,5 мл концентрированной азотной кислоты с таким же объемом воды. В другой пробирке растворяют несколько кристаллов фенола в 0,5 мл воды. Разбавленную азотную кислоту по каплям при встряхивании и охлаждении в ледяной бане приливают к раствору фенола.

Составьте уравнение реакции нитрования фенола. Почему возможно разделение изомеров нитрофенолов? Чем это объясняется?

Опыт 9. Реакции фенолов с хлоридом железа (III)

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

В пробирке с фенолом появляется сине-фиолетовая окраска, с пирокатехином – зеленая, с резорцином – фиолетовая, с гидрохиноном – зеленая, переходящая в желтую (вследствие окисления в п-хинон)

Отметьте окраску полученных растворов и осадков.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ И ИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ

Цель: изучить некоторые физические и химические свойства одно- и многоосновных карбоновых кислот и их некоторых функциональных производных.

Опыт 1. Сравнение силы различных карбоновых и минеральных кислот

На полоску универсальной индикаторной бумаги наносят по капле 0,1 М растворов муравьиной, уксусной, масляной, стеариновой, бензойной, щавелевой и соляной кислот. По шкале определяют рН этих растворов.

Расположите в ряд по увеличению силы кислот.

Опыт 2. Некоторые свойства уксусной кислоты

Уксусную кислоту разбавляют 3 мл дистиллированной воды и раствор разливают поровну в четыре пробирки.

В первую пробирку помещают немного порошка карбоната натрия. К отверстию пробирки подносят горящую лучину.

Во вторую добавляют немного (0,1 г) магниевой стружки. Выделяющийся газ осторожно поджигают горячей лучиной (опыт проводится в защитных очках или за шторкой тяги!).

В третью вносят 0,1 г оксида меди (II). Затем осторожно нагревают на пламени спиртовки. Отмечают изменение цвета раствора.

В четвертую вносят 1 каплю лакмуса и нейтрализуют кислоту раствором гидроксида натрия. Добавляют 2–3 капли раствора хлорида железа (III). Наблюдают появление желто-красного окрашивания раствора.

Затем раствор нагревают до кипения. Происходит гидролиз соли образованной катионом слабого основания (Fe^{3+}) и анионом слабой кислоты (CH_3COO^-). В осадок выпадает основная соль ацетата железа (III).

Аналогичная реакция протекает с муравьиной и пропионовой кислотами.

Напишите соответствующие уравнения реакций и отметьте наблюдения. Сделайте вывод о кислотных свойствах уксусной и угольной кислот. Будет ли уксусная кислота взаимодействовать с Na_2SO_4 и NaCl ?

Опыт 3. Отношение карбоновых кислот к окислителю

В пробирку помещают немного формиата натрия, добавляют 0,5 мл 10 %-ного раствора серной кислоты и 1 мл 5 % раствора перманганата калия. Содержимое пробирки нагревают на пламени спиртовки и испытывают выделяющийся газ известковой (или баритовой) водой.

Аналогичные опыты проводят с уксусной, бензойной и щавелевой кислотами.

Есть ли разница в отношении предложенных кислот к окислителю? Составьте уравнения осуществимых реакций и опишите наблюдения.

Опыт 4. Выделение свободных жирных кислот из мыла и изучение их свойств

В четыре пробирки наливают по 0,5 мл насыщенного раствора мыла.

В первую пробирку добавляют 2 капли 10 %-ного раствора серной кислоты, полученную смесь нагревают в пламени спиртовки почти до кипения. Расплавившиеся жирные кислоты всплывают в виде слоя, который затвердевает при охлаждении.

К полученной смеси приливают 2–3 капли бромной воды и встряхивают пробирку.

Во вторую и третью пробирки добавляют соответственно по 2–3 капли раствора хлорида кальция и ацетата свинца. Выпадают белые осадки нерастворимых в воде солей высших жирных кислот (кальциевое и свинцовое мыла). К осадкам приливают по 0,5 мл 10 %-ной соляной кислоты. При этом осадки растворяются.

В четвертую пробирку приливают 1 мл раствора сульфата меди (II). Раствор с голубовато-зеленым осадком (медное мыло) нагревают до начинающегося кипения. Осадок расплавляется и всплывает в виде изумрудно-зеленого кольца. Если кольцо не образуется, то следует добавить еще несколько капель раствора сульфата меди (II), а затем снова нагреть смесь.

Какие кислоты входят в состав жиров? Напишите соответствующие уравнения реакций с конкретными кислотами. Назовите образующиеся соли. Отметьте растворимость солей жирных кислот и их цвет.

Опыт 5. Гидролиз этилацетата

В две пробирки наливают по 2 мл этилацетата. В первую пробирку добавляют 1 мл 20 % раствора серной кислоты, во вторую – 1 мл 30 % раствора гидроксида натрия. Пробирки закрывают пробками с обратными холодильниками, их содержимое энергично встряхивают и нагревают на водяной бане при температуре 70–75 °С в течение 10 мин. После окончания опыта сравнивают, насколько уменьшилось количество этилацетата в каждой пробирке.

После расслоения жидкости смесь охлаждают и отделяют затвердевший кусочек мыла. Его используют для следующих опытов.

Составьте уравнение гидролиза этилацетата. Сделайте вывод о скорости гидролиза сложного эфира в зависимости от pH среды.

Опыт 6. Эмульгирующее действие мыла

В пробирку вносят 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.

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

Опыт 7. 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 появляются капельки жира) с образованием обильной пены при встряхивании.

После этого к полученной густой жидкости добавляют 3–4 мл насыщенного раствора хлорида натрия для выделения (высаливания) карбоновых кислот. После расслоения жидкости смесь охлаждают и отделяют затвердевший кусочек мыла.

Составьте уравнение гидролиза жира. Как доказать, что образуется мыло? Почему используется спиртовой раствор щелочи? Какой вид мыла образуется?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11

АМИНЫ, УГЛЕВОДЫ, БЕЛКИ, КАРБОНИЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Цель: доказать строение альдоз и кетоз – провести качественные реакции. Изучить кислотный гидролиз ди- и полисахаридов. Познакомиться с основными химическими свойствами аминокислот. Изучить качественные реакции на белок.

Опыт 1. Цветные реакции на моносахариды

а) Реакция Селиванова на кетогексозы. Эта реакция позволяет различить альдозы от кетозы. В пробирку помещают крупинку сухого резорцина, 2 капли концентрированной соляной кислоты и 1 мл раствора фруктозы. Смесь нагревают на горячей водяной бане (80 °С). Постепенно появляется оранжевое окрашивание, цвет которого при стоянии изменяется на розово-красное.

Образующийся 5-гидроксиметилфурфурол вступает в реакцию конденсации с резорцином, в результате чего и образуется окрашенный в розово-красный цвет продукт.

Альдозы также дают эту реакцию, которая протекает медленнее и при более высокой температуре (длительное кипячение).

б) Реакция на пентозы с анилином. В сухую пробирку помещают несколько крупинок арабинозы (или ксилозы), добавляют 1 мл раствора соляной кислоты (1:1) и 1 мл свежеперегнанного анилина. Реакционную смесь нагревают до кипения на пламени спиртовки. Через некоторое время отмечают появление интенсивного розово-красного окрашивания раствора.

Что образуется при взаимодействии реактива Селиванова с фруктозой? Почему при длительном кипячении возможна слабая положительная реакция с глюкозой? Опишите наблюдения и составьте соответствующие уравнения реакций.

Опыт 2. Доказательство наличия вицинальных гидроксильных групп в моно- и дисахаридах

В пробирке смешивают 1 мл раствора глюкозы и 0,5 мл 10 %-ного раствора гидроксида натрия. Затем по каплям добавляют раствор сульфата меди (II). Содержимое пробирки взбалтывают, при этом образующийся вначале бледно-голубой осадок гидроксида меди (II) растворяется и образуется прозрачный раствор синего цвета.

Аналогичные опыты проводят с растворами фруктозы и сахарозы.

Полученные растворы сахаратов меди оставляют для следующего опыта. Опишите наблюдения.

Опыт 3. Окисление моно- и дисахаридов

а) Реакция Троммера. К полученным в предыдущем опыте щелочным растворам сахаратов меди добавляют по 0,5 мл воды, встряхивают содержимое пробирок и осторожно нагревают верхнюю часть реакционной смеси, не доводя до кипения. Нижнюю часть оставляют для контроля. В нагретой части раствора появляется желтый осадок гидроксида меди (I), переходящий в красный осадок оксида меди (I).

При нагревании необходимо помнить, что при избытке гидроксида меди (II) происходит его разложение до оксида меди (II) черного цвета, а при недостатке – осмоляются сахара. Обе реакции маскируют цвет осадков.

б) Реакция с реактивом Фелинга. В две пробирки наливают по 1 мл растворов глюкозы и фруктозы. В каждую из них добавляют по 1 мл реактива Фелинга. Содержимое пробирок тщательно встряхивают и нагревают верхнюю часть раствора до начинающегося кипения. В обоих случаях в верхней части жидкости появляется желтый осадок гидроксида меди (I), переходящий в красно-оранжевый осадок оксида меди (I). Цвет нижней части не изменяется.

Аналогично проводят опыт с сахарозой.

Использовать реактив Фелинга наиболее удобно, чем гидроксид меди (II), так как он более устойчив при нагревании не маскирует цвета осадков. Кроме этого реактив Фелинга реагирует с альдозами и кетозами быстрее.

в) Реакция Толленса. Две пробирки предварительно очищают кипячением с раствором щелочи. В одну пробирку помещают 1 мл раствора нитрата серебра и по каплям 10 %-ного раствора аммиака до растворения образующегося осадка оксида серебра (I). Полученный раствор делят на две части и добавляют соответственно по 5 капель растворов глюкозы и фруктозы. Пробирки нагревают на водяной бане (70–80 °С) в течение 5 мин. Следует помнить, что во время нагревания пробирки нельзя встряхивать, иначе серебро выпадет в виде черного осадка. Аналогично опыт проводят с сахарозой.

Каким реактивом удобнее пользоваться для качественного и количественного определения моно- и дисахаридов? Почему? В каких случаях реакция не дала качественного изменения? Почему?

Опыт 4. Гидролиз (инверсия) 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 с, не допуская выброса раствора из пробирки. Для доказательства гидролитического расщепления сахарозы содержимое пробирки делят на две части.

Первую часть раствора нейтрализуют по каплям 10 %-ным раствором гидроксида натрия (контроль по универсальной индикаторной бумаге) и добавляют равный объем реактива Фелинга. Верхнюю часть жидкости осторожно нагревают до начинающегося кипения.

Ко второй части гидролизата добавляют крупинку резорцина и 2 капли концентрированной соляной кислоты. Жидкость осторожно нагревают до начала кипения (80 °С).

Укажите полный состав продуктов гидролиза сахарозы.

Опыт 5. Кислотный гидролиз крахмала

В пробирку наливают 2 мл крахмального клейстера и добавляют 2 мл 10 %-ного раствора серной кислоты. Смесь нагревают до кипения над небольшим пламенем спиртовки и через равные промежутки времени (2 мин) пипеткой отбирают пробы раствора (по 0,5 мл) в 5–6 пробирок. В охлажденные пробы добавляют по 1–2 капли раствора иода в иодиде

калия (реактив Люголя). Вначале отмечают интенсивное синее окрашивание (крахмал), затем фиолетовой (амилодекстрины), далее – от красно-бурой (эритродекстрины) до оранжево-желтой. И наконец, нагревание раствора прекращают, когда проба раствора с иодом становится слабо-желтой (не изменяет цвета).

После охлаждения остаток гидролизата нейтрализуют 10 % раствором гидроксида натрия (контроль по универсальной индикаторной бумаге) и проводят качественную реакцию на глюкозу с реактивом Фелинга (см. опыт 3б).

Что образуется при добавлении иода к крахмалу? Напишите схему гидролиза крахмала? Отметьте окраску раствора иода в процессе гидролиза, какому продукту она соответствует?

Опыт 6. Гидролиз целлюлозы

В фарфоровую ступку помещают небольшой кусочек ваты (или фильтровальной бумаги), приливают 1 мл концентрированной серной кислоты и растирают вату (бумагу) пестиком до получения густой кашицы. Если необходимо, добавляют еще несколько капель кислоты. В ступку осторожно, по каплям прибавляют 4–5 мл воды, растворяют в ней кашицу и выливают раствор в стаканчик. Полученный раствор кипятят около 10 мин.

Гидролизат нейтрализуют 10% раствором гидроксида натрия (контроль по универсальной индикаторной бумаге) и проверяют на присутствие восстанавливаемых сахаров – реакция с реактивом Фелинга (см. опыт 3Б).

Составьте схему гидролиза целлюлозы и объясните результаты опыта.

Опыт 7. Цветные реакции α -аминокислот

а) Реакция с хлоридом железа (III). К 1 мл 1% раствора глицина добавляют 2 капли раствора хлорида железа (III). Приливают несколько капель раствора соляной кислоты.

б) Реакция с карбонатом меди (II). В сухую пробирку вносят на кончике шпателя карбонат меди (II) и 2 мл 1 % раствора глицина. Реакционную смесь нагревают на пламени спиртовки до образования синей окраски раствора.

Часть раствора переливают в другую пробирку и добавляют к нему 2 капли 10 % раствора гидроксида натрия.

Оставшуюся часть жидкости охлаждают в стакане с ледяной водой. Для ускорения процесса кристаллизации комплексной меди соли стенку пробирки протирают стеклянной палочкой.

в) Реакция с нингидрином. Реакция с нингидрином очень чувствительна, поэтому ее применяют для качественного и количественного анализа α -аминокислот.

В две пробирки помещают по 2 мл 1%-ных растворов глицина и аланина. В каждую добавляют по 2 капли раствора нингидрина. Содержимое пробирок встряхивают и нагревают на горячей водяной бане. Через некоторое время появляется сине-фиолетовая окраска.

Опишите наблюдаемые явления. Что происходит при добавлении соляной кислоты (опыт а)? Выпадает ли осадок гидроксида меди (II) при добавлении гидроксида натрия (опыт б)? Приведите объяснения. Чем отличаются реакции аминокислот с нингидрином?

Опыт 8. 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.

Какие изменения происходят в структуре белка при нагревании? Почему свернувшийся белок не растворяется в воде? Что происходит с белком при добавлении формальдегида? Какое действие формальдегида иллюстрирует опыт? Как данная реакция находит применение в быту? Что наблюдаете при добавлении к белку спирта и кислоты?

Опыт 9. Осаждение белка солями некоторых металлов

В две пробирки помещают по 1 мл раствора яичного белка. В первую пробирку добавляют 1 каплю раствора сульфата меди (II), во вторую – 1 каплю раствора ацетата свинца.

Составьте схемы реакций, лежащих в основе процесса осаждения белка солями тяжелых металлов.

Опыт 10. Биуретовая реакция на белки

В пробирку помещают 1 мл раствора яичного белка, 1 мл раствора 10 %-ного гидроксида натрия и 1–2 капли раствора сульфата меди (II).

Напишите схему реакции биурета. Содержание какого структурного фрагмента в молекуле белка необходимо для положительной биуретовой реакции? Какой пептид преобладает в яичном белке?

Опыт 11. Ксантопротеиновая реакция

В пробирку вносят 1 мл раствора белка и 0,5 мл концентрированной азотной кислоты. Смесь осторожно нагревают. После охлаждения добавляют к реакционной смеси по каплям концентрированный раствор аммиака.

На примере соответствующего остатка аминокислоты напишите схему реакции его взаимодействия с азотной кислотой. Чем объясняется изменение окраски (какой?) после добавления раствора аммиака?

Опыт 12. Реакция на серу

В пробирку помещают комочек белой шерстяной пряжи, 0,5 мл 40%-ного раствора гидроксида натрия, 3–4 капли раствора ацетата свинца и нагревают содержимое пробирки в пламени спиртовки.

Опишите наблюдаемое явление. Напишите схему реакции на примере соответствующего остатка аминокислоты.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА

Цель: изучение механизма возникновения глобальных экологических проблем с помощью моделирования этих процессов.

Порядок выполнения работы:

1. Насыпьте на дно 2-х стеклянных сосудов почву, на дно 2-х других песок слоем 2 – 3 см.
2. Увлажните песок и почву водой из пульверизатора.
3. Установите в грунт термометр на картонной подставке шариком вверх.
4. Накройте по одному сосуду с почвой и песком прозрачными крышками.
5. Установите лампы в 20 –30 см над сосудами таким образом, чтобы свет падал на шарик термометра.
6. Определите значение комнатной температуры.
7. Включите лампы и фиксируйте значение температуры по термометрам в каждом сосуде через каждую минуту в течение 20 минут.
8. Результаты эксперимента занесите в таблицу.
9. Постройте 4 графика в координатах «время – температура».
10. Сделайте вывод на основании полученных результатов

Таблица

Время, мин.	Температура, °С			
	почва (чернозем)		песок	
	без крышки	с крышкой	без крышки	с крышкой
1				
2				
3				
⋮				
20				

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13

КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ СТОЧНЫХ ВОД

Цель: Провести качественный анализ сточных вод.

Опыт 1. Поместите в пробирку 1-2 мл исследуемого раствора, столько же HCl и по каплям добавляйте раствор роданида аммония. Появление кроваво-красного окрашивания является признаком присутствия в пробе ионов Fe^{3+} .

Опыт 2. К 1-2 мл пробы сточной воды добавьте 1 мл 2 М раствора HCl и по каплям прибавляйте раствор $K_4[Fe(CN)_6]$. Образование темно-синего осадка свидетельствует о присутствии ионов Fe^{3+} .

Опыт 3. К 1-2 мл исследуемой сточной воды добавьте равный объем соляной кислоты и по каплям прибавляйте раствор $K_3[Fe(CN)_6]$. Образование синего осадка турбулентной сини является доказательством присутствия ионов Fe^{2+} .

Опыт 4. На фильтровальную бумагу последовательно нанесите каплю анализируемого раствора и раствора NH_4SCN . После этого бумагу аккуратно подсушите над плиткой или над пламенем спиртовки. При наличии ионов Co^{2+} пятно по мере высыхания окрашивается в синий цвет. При таком способе проведения реакции другие катионы не мешают обнаружению Co^{2+} .

Опыт 5. К 1-2 мл исследуемого раствора, подкисленного азотной кислотой, прибавьте несколько капель изоамилового спирта, 1-2 мл H_2O_2 и раствор взболтайте. Окрашивание всплывающего наверх слоя органического растворителя в ярко-синий цвет свидетельствует о присутствии в растворе ионов шестивалентного хрома.

Опыт 6. Налейте в пробирку 1-2 мл испытуемого раствора, столько же H_2SO_4 и 2-3 мл раствора $KMnO_4$. Нагрейте реакционную смесь. Чтобы иметь уверенность в том, что перманганата калия хватило на окисление всех присутствующих в растворе восстановителей, в том числе и на окисление Cr^{3+} , его нужно добавлять до тех пор, пока раствор (по окончании нагревания) не будет окрашен в малиново-фиолетовый цвет. Добившись появления малиново-фиолетового окрашивания раствора, осадок отфильтруйте, а раствор испытайте (после охлаждения) на присутствие ионов хрома (VI) реакцией образования надхромовой кислоты (см. предыдущий опыт).

Опыт 7. Поместите в пробирку 1-2 мл исследуемого раствора, несколько капель 1М раствора H_2SO_4 и 2-3 кристаллика $Na_2S_2O_3$. Полученную смесь нагрейте почти до кипения. Образование черного осадка свидетельствует о наличии в растворе ионов Cu^{2+} .

Опыт 8. К нескольким каплям испытуемого раствора добавьте такой же объем раствора KMnO_4 , 2-3 капли концентрированной H_2SO_4 и нагрейте (под тягой!). Посинение влажной йодкрахмальной бумаги, поднесенной к выходу из пробирки, свидетельствует о наличии хлорид-ионов в анализируемом растворе. Раствор KMnO_4 в ходе реакции обесцвечивается, а при избытке окислителя образуется коричнево-бурый диоксид марганца.

Опыт 9. К 2-3 каплям испытуемого раствора, подкисленного уксусной кислотой, добавьте 2-3 капли 0,01н раствора KMnO_4 и 1-2 капли нитрата бария, а через некоторое время 1-2 капли H_2O_2 . Образование окрашенного красно-фиолетового осадка, не обесцвечивающегося при добавлении H_2O_2 , свидетельствует о присутствии в испытуемом растворе сульфат-ионов.

Опыт 10. В пробирку или на часовое стекло поместите 1-2 кристаллика FeSO_4 , добавьте 1- 2 капли испытуемого раствора, а затем каплю концентрированной H_2SO_4 . Образование вокруг кристаллов бурого кольца свидетельствует о присутствии нитрат-ионов. Результаты опыта по качественному анализу сточной воды занесите в таблицу.

Таблица

Определяемый ион	Уравнение реакции	Условия проведения реакции	Ожидаемый эффект	Наблюдения	Вывод

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) и наблюдения:

Опыт 2: и т.д.

Выводы:

Подпись преподавателя: _____

Дата сдачи отчета: _____

