МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ОБРАЗОВАНИЕ
НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ РОССИИ

ТОЧКА РОСТА

РЕАЛИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТЕЙ ПО ХИМИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ ЦЕНТРА «ТОЧКА РОСТА»

МОСКВА 2021

П. И. Беспалов

М.В. Дорофеев

Реализация образовательных программ естественнонаучной и технологической направленностей по химии с использованием оборудования центра «Точка роста»

Методическое пособие

Москва, 2021

Содержание

Введение 4
Цель и задачи 4
Нормативная база 6
Краткое описание подходов к структурированию материалов 8
Описание материально-технической базы центра «Точка роста», используемого для реализации образовательных программ в рамках преподавания химии 10
Примерная рабочая программа по химии для 8—9 классов с использованием оборудования центра «Точка роста» 15
Планируемые результаты освоения учебного предмета «Химия» с описанием универсальных учебных действий, достигаемых обучающимися 15
Формы контроля 18
Тематическое планирование материала в 8 классе 30
Тематическое планирование учебного материала в 9 классе 33
Содержание и форма организации учебных занятий по химии в 8—9 классах с использованием материально-технического оснащения «Школьного кванториума» 38
Планы уроков 38
Урок 1. «Изучение строения пламени» 38
Урок 2. «Реакция нейтрализации» 43
Урок 3. «Теория электролитической диссоциации. Электролиты и неэлектролиты» 48
Урок 4. «Галогены» 53
Урок 5. «Сероводород, сульфиды» 59
Урок 6. «Оксид азота (IV)» 68
Урок 7. Кальций и его соединения 79
Лабораторные работы 85
8 класс 85
Практическая работа № 1. «Изучение строения пламени» 85
Лабораторный опыт №1. «До какой температуры можно нагреть вещество» 88
Лабораторный опыт № 2. «Измерение температуры кипения воды с помощью лабораторного термометра и датчика температуры» 89
Лабораторный опыт № 3. «Определение температуры плавления и кристаллизации металла» 91
Лабораторный опыт № 4. «Определение водопроводной и дистиллированной воды» 93
Демонстрационный эксперимент № 1. «Выделение и поглощение тепла — признак химической реакции» 95
Демонстрационный эксперимент № 2. «Разложение воды электрическим током» 96
Демонстрационный эксперимент № 3. «Закон сохранения массы веществ» 98
Демонстрационный эксперимент № 4. «Определение состава воздуха» 99
Практическая работа № 2. «Получение медного купороса» 100
Лабораторный опыт № 5. «Изучение зависимости растворимости вещества от температуры» 101
Лабораторный опыт № 6. «Наблюдение за ростом кристаллов» 103

Лабораторный опыт № 7. «Пересыщенный раствор» 105
Практическая работа № 3. «Определение концентрации веществ колориметрическим методом по калибровочному графику» 107
Лабораторный опыт № 8. «Разложение кристаллогидрата» 110
Практическая работа № 4. «Определение pH растворов кислот и щелочей» 112
Лабораторный опыт № 9. «Определение pH в разных средах» 114
Демонстрационный эксперимент № 5. «Основания. Тепловой эффект реакции гидроксида натрия с углекислым газом» 115
Лабораторный опыт № 10. «Основания. Реакция нейтрализации» 116
Демонстрационный эксперимент № 6. «Температура плавления веществ с разными типами кристаллических решёток» 118
Лабораторный опыт № 11. Определение кислотности почвы 119

9 класс 120

Демонстрационный эксперимент № 1. «Тепловой эффект растворения веществ в воде» 120
Практическая работа № 1. Электролиты и неэлектролиты 122
Лабораторный опыт № 1. «Влияние растворителя на диссоциацию» 123
Лабораторный опыт № 2. «Сильные и слабые электролиты» 124
Лабораторный опыт № 3. «Зависимость электропроводности растворов сильных электролитов от концентрации ионов» 125
Практическая работа № 2. «Определение концентрации соли по электропроводности раствора» 127
Лабораторный опыт № 4. «Реакции ионного обмена. Взаимодействие гидроксида бария с серной кислотой» 129
Практическая работа № 3. Определение хлорид-ионов в питьевой воде 130
Лабораторный опыт № 5. «Образование солей аммония» 134
Лабораторный опыт № 6. «Окислительно-восстановительные реакции. Изучение реакции взаимодействия сульфита натрия с пероксидом водорода» 135
Лабораторный опыт № 7. «Изменение pH в ходе окислительно-восстановительных реакций» 136
Лабораторный опыт № 8. «Сравнительная характеристика восстановительной способности металлов» 137
Демонстрационный опыт № 2. «Изучение влияния различных факторов на скорость реакции» 139
Демонстрационный опыт № 3. «Неметаллы. Галогены. Изучение физических и химических свойств хлора» 141
Демонстрационный опыт № 4. «Неметаллы. Изучение свойств сернистого газа и сернистой кислоты» 143
Лабораторный опыт № 9. «Основные свойства аммиака» 145
Лабораторный опыт № 10. «Определение аммиачной селитры и мочевины» 146
Практическая работа № 4. «Определение нитрат-ионов в питательных растворахс помощью ионоселективного электрода» 147
Лабораторный опыт № 11. «Железо. Окисление железа во влажном воздухе» 150

Перечень тем учебно-исследовательской и проектной деятельности школьников 152

Перечень доступных источников информации 153

Введение

В обучении химии большое значение имеет эксперимент. Анализируя результаты проведённых опытов, учащиеся убеждаются в том, что те или иные теоретические представления соответствуют или противоречат реальности. Только осуществляя химический эксперимент можно проверить достоверность прогнозов, сделанных на основании теории. В процессе экспериментальной работы учащиеся приобретают опыт познания реальности, являющийся важным этапом формирования у них убеждений, которые, в свою очередь, составляют основу научного мировоззрения. Реализация указанных целей возможна при оснащении школьного кабинета химии современными приборами и оборудованием. В рамках национального проекта «Образование» это стало возможным благодаря созданию в общеобразовательных организациях, расположенных в сельской местности и малых городах, центров образования естественно-научной и технологической направленностей «Точки роста». Внедрение этого оборудования позволит качественно изменить процесс обучения химии. Количественные эксперименты позволят получать достоверную информацию о протекании тех или иных химических процессах, о свойствах веществ. На основе полученных экспериментальных данных обучаемые смогут самостоятельно делать выводы, обобщать результаты, выявлять закономерности, что однозначно будет способствовать повышению мотивации обучения школьников.

Центры образования естественно-научной направленности «Точка роста» созданы с целью развития у обучающихся естественно-научной, математической, информационной грамотности, формирования критического и креативного мышления, совершенствования навыков естественно-научной направленности, а также для практической отработки учебного материала по учебным предметам «Физика», «Химия», «Биология».

Цель и задачи

- Реализация основных общеобразовательных программ по учебным предметам естественно-научной направленности, в том числе в рамках внеурочной деятельности обучающихся;
- разработка и реализация разноуровневых дополнительных общеобразовательных программ естественно-научной направленности, а также иных программ, в том числе в каникулярный период;
- вовлечение учащихся и педагогических работников в проектную деятельность;
- организация внеучебной деятельности в каникулярный период, разработка и реализация соответствующих образовательных программ, в том числе для лагерей, организованных образовательными организациями в каникулярный период;
- повышение профессионального мастерства педагогических работников центра, реализующих основные и дополнительные общеобразовательные программы;

Создание центра «Точка роста» предполагает развитие образовательной инфраструктуры общеобразовательной организации, в том числе оснащение общеобразовательной организации:

- оборудованием, средствами обучения и воспитания для изучения (в том числе экспериментального) предметов, курсов, дисциплин (модулей) естественно-научной направленности при реализации основных общеобразовательных программ и дополнительных общеобразовательных программ, в том числе для расширения содержания учебных предметов «Физика», «Химия», «Биология»;

- оборудованием, средствами обучения и воспитания для реализации программ дополнительного образования естественно-научной направленности;
- компьютерным и иным оборудованием.

Профильный комплект оборудования может быть выбран для общеобразовательных организаций, имеющих на момент создания центра «Точка роста» набор средств обучения и воспитания, покрывающий своими функциональными возможностями базовые потребности при изучении учебных предметов «Физика», «Химия» и «Биология».

Перечень, минимально необходимые функциональные и технические требования и минимальное количество оборудования, расходных материалов, средств обучения и воспитания для оснащения центров «Точка роста», определяются Региональным координатором с учётом Примерного перечня оборудования, расходных материалов, средств обучения и воспитания для создания и обеспечения функционирования центров образования естественно-научной направленности «Точка роста» в общеобразовательных организациях, расположенных в сельской местности и малых городах.

Профильный комплект оборудования обеспечивает эффективное достижение образовательных результатов обучающимися по программам естественно-научной направленности, возможность углублённого изучения отдельных предметов, в том числе для формирования изобретательского, креативного, критического мышления, развития функциональной грамотности у обучающихся, в том числе естественно-научной и математической.

Эксперимент является источником знаний и критерием их истинности в науке. Концепция современного образования подразумевает, что в учебном эксперименте ведущую роль должен занять самостоятельный исследовательский ученический эксперимент.

Современные экспериментальные исследования по химии уже трудно представить без использования не только аналоговых, но и цифровых измерительных приборов. В Федеральном Государственном Образовательном Стандарте (ФГОС) прописано, что одним из универсальных учебных действий, приобретаемых учащимися, должно стать умение «проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов».

Учебный эксперимент по химии, проводимый на традиционном оборудовании, без применения цифровых лабораторий, не может позволить в полной мере решить все задачи в современной школе. Это связано с рядом причин:

- традиционное школьное оборудование из-за ограничения технических возможностей не позволяет проводить многие количественные исследования;
- длительность проведения химических исследований не всегда согласуется с длительностью учебных занятий;
- возможность проведения многих исследований ограничивается требованиями техники безопасности и др.

Цифровая лаборатория полностью меняет методику и содержание экспериментальной деятельности и решает вышеперечисленные проблемы. Широкий спектр датчиков позволяет учащимся знакомиться с параметрами химического эксперимента не только на качественном, но и на количественном уровне. Цифровая лаборатория позволяет вести длительный эксперимент даже в отсутствие экспериментатора, а частота их измерений неподвластна человеческому восприятию.

В процессе формирования экспериментальных умений ученик обучается представлять информацию об исследовании в четырёх видах:

- в вербальном: описывать эксперимент, создавать словесную модель эксперимента, фиксировать внимание на измеряемых величинах, терминологии;
- в табличном: заполнять таблицы данных, лежащих в основе построения графиков (при этом у учащихся возникает первичное представление о масштабах величин);

- в графическом: строить графики по табличным данным, что даёт возможность перехода к выдвижению гипотез о характере зависимости между величинами (при этом учитель показывает преимущество в визуализации зависимостей между величинами, наглядность и многомерность); в виде математических уравнений: давать математическое описание взаимосвязи величин, математическое обобщение.

Переход от каждого этапа представления информации занимает довольно большой промежуток времени. В 7—8 классах этот процесс необходим, но в старших классах можно было бы это время потратить на решение более важных задач. В этом плане цифровые лаборатории существенно экономят время. Это время можно потратить согласно ФГОС на формирование исследовательских умений учащихся, которые выражаются в следующих действиях:

- определение проблемы;
- постановка исследовательской задачи;
- планирование решения задачи;
- построение моделей;
- выдвижение гипотез;
- экспериментальная проверка гипотез;
- анализ данных экспериментов или наблюдений;
- формулирование выводов.

Последние годы у учащихся наблюдается низкая мотивация изучения естественно-научных дисциплин и как следствие падение качества образования.

Поставляемые в школы современные средства обучения, в рамках проекта «Точка роста» содержат как уже хорошо известное оборудование, так и принципиально новое. Это цифровые лаборатории и датчиковые системы. В основу образовательной программы заложено применение цифровых лабораторий. Тематика предложенных экспериментов, количественных опытов соответствует структуре примерной образовательной программы по химии, содержанию Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) среднего (полного) общего образования.

Рассмотренные в пособии опыты прошли широкую апробацию. Многолетняя практика использования химических приборов, ЦЛ в школе показала, что современные технические средства обучения нового поколения позволяют добиться высокого уровня усвоения учебного материала, устойчивого роста познавательного интереса школьников, т.е. преодолеть те проблемы, о которых так много говорят, когда речь заходит о современном школьном химическом образовании.

Данное методическое пособие адресовано учителям химии, которые реализуют образовательные программы с использованием оборудования «Точка роста».

Нормативная база

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2020). — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174 (дата обращения: 28.09.2020)

2. Паспорт национального проекта «Образование» (утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16). — URL: https://login.consultant.ru link ?req=doc&base=LAW&n=319308&demo=1 (дата обращения: 10.03.2021)

3. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» (утверждена постановлением Правительства РФ от 26.12.2017 № 1642 (ред. от 22.02.2021) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования». — URL:
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286474/cf742885e783e08d9387d7364e34f26f87ec138f
(дата обращения: 10.03.2021)

4. Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании), (воспитатель, учитель)» (ред. от 16.06.2019 г.) (Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 октября 2013г. № 544н, с изменениями, внесёнными приказом Министерства труда и соцзащиты РФ от 25 декабря 2014 г. № 1115н и от 5 августа 2016 г. № 422н). — URL: //http://профстандартпедагога.рф (дата обращения: 10.03.2021)

5. Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» (Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018 г. № 298н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых»). — URL: //https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php? ELEMENT_ID=48583
(дата обращения: 10.03.2021)

6. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утверждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. № 1897) (ред.21.12.2020). — URL: https://fgos.ru
(дата обращения: 10.03.2021)

7. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утверждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413) (ред.11.12.2020). — URL: https://fgos.ru
(дата обращения: 10.03.2021)

8. Методические рекомендации по созданию и функционированию детских технопарков «Кванториум» на базе общеобразовательных организаций (утверждены распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12 января 2021 г. № Р-4). — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_374695
(дата обращения: 10.03.2021)

9. Методические рекомендации по созданию и функционированию центров цифрового образования «IT-куб» (утверждены распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12 января 2021 г. № Р-5). — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_374572
(дата обращения: 10.03.2021)

10. Методические рекомендации по созданию и функционированию в общеобразовательных организациях, расположенных в сельской местности и малых городах, центров образования естественно-научной и технологической направленностей («Точка роста») (утверждены распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12 января 2021 г. № Р-6). — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_374694/
(дата обращения: 10.03.2021)

Основные понятия и термины

Справочник

В методическом пособии используются следующие понятия и термины:

Точка роста — это федеральная сеть центров образования цифрового, естественно-научного, технического и гуманитарного профиля, организованная в рамках проекта «Современная школа».

Цифровая (компьютерная) лаборатория (ЦЛ), программно-аппаратный комплекс, датчиковая система — комплект учебного оборудования, включающий измерительный блок, интерфейс которого позволяет обеспечивать связь с персональным компьютером, и набор датчиков, регистрирующих значения различных физических величин.

АПХР — аппарат для проведения химических реакций с токсичными газами и парами, замкнутых на поглотитель.

Баня комбинированная предназначена для нагрева стеклянных и фарфоровых сосудов с реагентами до определённой температуры в зависимости от теплоносителя. В качестве теплоносителя выступает вода (водяная баня), речной песок (песочная баня), специальные жидкости (например, масляная баня).

Прибор для получения газов (прибор Кирюшкина) — простейший прибор для получения небольшого количества газов. Выпускается в демонстрационном и ученическом вариантах.

Сосуд Ландольта (пробирка двухколенная) — представляет собой две спаянные под определённым углом пробирки с одним горлом. Применяется для демонстрации закона сохранения массы веществ в химических реакциях.

Мешалка магнитная — устройство для перемешивания жидкостей, с помощью вращающегося в магнитном поле якоря.

Краткое описание подходов к структурированию материалов

В образовательной программе (ОП) представлены следующие разделы:

1. Методы изучения веществ и химических явлений. Экспериментальные основы химии.
2. Первоначальные химические понятия.
3. Растворы.
4. Основные классы неорганических соединений.
5. Теория электролитической диссоциации.
6. Химические реакции.
7. Химические элементы (свойства металлов, неметаллов и их соединений).

В основу выделения таких разделов заложен химический эксперимент, традиционная система изучения химии. Основной формой учебной деятельности является химический эксперимент, проводимый в виде лабораторных, практических работ и демонстраций. Демонстрационный эксперимент проводится в том случае, если он опасен для выполнения учащимися или имеющийся прибор представлен в единственном экземпляре.

Для изучения предмета «Химия» на этапе основного общего образования отводится 140 часов:

8 класс —70 часов;

9 класс —70 часов.

Данная образовательная программа обеспечивает усвоение учащимися важнейших химических законов, теорий и понятий; формирует представление о роли химии в окружающем мире и жизни человека. При этом основное внимание уделяется сущности химических реакций и методам их осуществления.

Одним из основных принципов построения программы является принцип доступности. Экспериментальные данные, полученные учащимися при выполнении количественных опытов, позволяют учащимся самостоятельно делать выводы, выявлять закономерности. Подходы, заложенные в содержание программы курса, создают необходимые условия для системного усвоения учащимися основ науки, для обеспечения развивающего и воспитывающего воздействия обучения на личность учащегося. Формируемые знания должны стать основой системы убеждений школьника, центральным ядром его научного мировоззрения.

Описание материально-технической базы центра «Точка роста», используемого для реализации образовательных программ в рамках преподавания химии

Материально-техническая база центра «Точка роста» включает в себя современные и классические приборы. Последние прошли многолетнюю апробацию в школе и получили признание у учителей химии. К ним относятся: прибор для демонстрации зависимости скорости реакции от различных факторов, аппарат для проведения химических реакций, прибор для опытов с электрическим током, прибор для изучения состава воздуха и многие другие. Учитывая практический опыт применения данного оборудования на уроках химии, мы дадим лишь краткое описание приборов. Основной акцент сделаем на описании цифровых лабораторий и их возможностях.

Справочник

Цифровая (компьютерная) лаборатория (ЦЛ), программно-аппаратный комплекс, датчиковая система — комплект учебного оборудования, включающий измерительный блок, интерфейс которого позволяет обеспечивать связь с персональным компьютером, и набор датчиков[1], регистрирующих значения различных физических величин.

Датчик температуры платиновый — простой и надёжный датчик, предназначен для измерения температуры в водных растворах и в газовых средах. Имеет различный диапазон измерений от −40 до +180 °С. Технические характеристики датчика указаны в инструкции по эксплуатации.

Рис. 1. Датчик оптической плотности: 1 — гнездо для кюветы; 2 — кювета для исследуемого вещества

Датчик температуры термопарный предназначен для измерения температур до 900 °С. Используется при выполнении работ, связанных с измерением температур пламени, плавления и разложения веществ.

Датчик оптической плотности (колориметр) — предназначен для измерения оптической плотности окрашенных растворов (*рис. 1*). Используется при изучении тем «Растворы», «Скорость химических реакций», определении концентрации окрашенных ионов или соединений.

В комплект входят датчики с различной длиной волн полупроводниковых источников света: 465 и 525 нм. Объём кюветы составляет 4 мл, длина оптического пути — 10 мм.

[1] Подробные характеристики датчиков, методики настройки и правила работы можно найти в книге «Использование цифровых лабораторий при обучении химии в средней школе». (М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. — 229 с.)

Датчик pH предназначен для измерения водородного показателя (pH). В настоящее время в школу поступают комбинированные датчики, совмещающие в себе стеклянный электрод с электродом сравнения, что делает работу по измерению водородного показателя более комфортной. Диапазон измерений pH от 0—14. Используется для измерения водородного показателя водных растворов в различных исследованиях объектов окружающей среды.

Датчик электропроводности предназначен для измерения удельной электропроводности жидкостей, в том числе и водных растворов веществ. Применяется при изучении теории электролитической диссоциации, характеристик водных растворов.

Датчик хлорид-ионов используется для количественного определения содержания ионов хлора в водных растворах, почве, продуктах питания. К датчику подключается ионоселективный электрод (ИСЭ) (рабочий электрод), потенциал которого зависит от концентрации определяемого иона, в данном случае от концентрации анионов Cl^-. Потенциал ИСЭ определяют относительно электрода сравнения, как правило, хлорсеребряного.

На рисунке 2 показана общая схема использования ИСЭ для количественного определения концентрации (активности[2]) различных ионов: Cl^-, NO_3^-, NH_4^+, Ca^{2+}. Основной компонент любого ИСЭ — мембрана, которая разделяет внутренний раствор с постоянной концентрацией определяемого иона и исследуемый раствор, а также служит средством электролитического контакта между ними. Мембрана обладает ионообменными свойствами, причём проницаемость её к ионам разного типа различна.

Рис. 2. Установка для определения концентрации (активности) хлорид-ионов в растворе. А: 1 — корпус датчика для определения Cl^--ионов; 2 — разъём Micro USB для подключения к компьютеру; 3 — разъём BNC для подключения рабочего электрода; 4 — разъём для подключения электрода сравнения. Б: 1 —ионоселективный электрод (рабочий электрод); 2 — электрод сравнения (хлорсеребряный электрод); 3 — магнитная мешалка; 4 — якорь магнитной мешалки

Запрещается трогать мембрану электрода пальцами и приводить её в соприкосновение с твёрдыми поверхностями. При хранении ИСЭ чувствительная часть датчика (мембрана) должна быть защищена специальным колпачком. Не допускается использовать электроды с полимерной мембраной в средах, содержащих летучие вещества или органические растворители. Не следует использовать ИСЭ в сильных окислителях. Длитель-

[2] Активность ионов a — эффективная (кажущаяся) концентрация с учётом различных взаимодействий между ионами в растворе. Показатель активности $pa = -\lg a$. Понятие было предложено в 1907 г. американским учёным Г. Льюисом как новая переменная, применение которой вместо концентрации позволяет использовать для описания свойств реальных растворов относительно простые уравнения, полученные для идеальных систем.

ное нахождение ИСЭ в растворах крепких кислот или щелочей приводит к резкому и необратимому сокращению срока службы электрода.

Справочник

Датчик нитрат-ионов предназначен для количественного определения нитратов в различных объектах окружающей среды: воде, овощах, фруктах, колбасных изделиях и т. д.

Микроскоп цифровой предназначен для изучения формы кристаллов и наблюдения за ростом кристаллов.

Аппарат для проведения химических реакций (АПХР) предназначен для получения и демонстрации свойств токсичных паров и газов. Эти вещества получаются в колбе-реакторе, и при нагревании (или без нагревания) газообразные вещества проходят через поглотительные ёмкости (насадки) с растворами реагентов, вступают с ними в реакцию (*рис. 3*). Избыток газа поглощается жидкими и твёрдыми реагентами, а также активированным углём. Аппарат чаще всего используют для получения и демонстрации свойств хлора, сероводорода.

Рис. 3. Аппарат для проведения химических реакций (АПХР): 1 — двугорлая колба-реактор; 2 — делительная воронка для работы с токсичными веществами, позволяет добавлять необходимое количество жидкого реагента в реакционную смесь, не допуская разгерметизации прибора; 3 — ёмкости (насадки) для жидких реагентов (поглотителей); 4 — колпаки; 5 — ёмкость (насадка) для сыпучих реагентов

При правильной эксплуатации прибора демонстрация становится удобной и безопасной. На проведение опытов тратится около 3—6 мин. Хорошая визуальность является преимуществом этого прибора. Так как при демонстрации одновременно проходят несколько реакций, важно правильно организовать наблюдения учащимися за протекающими процессами. Целесообразно записать на доске названия или формулы реагентов, находящихся в поглотительных склянках. По окончании опыта нужно сравнить исходные растворы веществ и результаты их превращений.

АПХР можно применять на разных этапах обучения — при изучении нового материала, повторении и закреплении, обобщении и систематизации знаний учащихся. В зависимости от профиля обучаемых, целей урока, уровня знания учащихся возможны различные варианты постановки эксперимента и выбора реагирующих веществ. Однако при изучении свойств веществ не следует ограничиваться только экспериментом с использованием АПХР. Многие дидактические цели могут быть достигнуты только демонстрацией опытов в традиционной форме.

Применение АПХР не ограничивается вышеописанным экспериментом. Прибор удобно применять при демонстрации свойств диоксида азота (IV), метиламина, брома, при фракционной перегонки нефти. В целях экономии времени его можно использовать при изучении свойств углекислого газа. АПХР подходит для получения безводной азотной кислоты, бромбензола, нитробензола и других соединений.

Справочник

Прибор для демонстрации зависимости скорости химических реакций от различных факторов используют при изучении темы «Скорость химической реакции» и теплового эффекта химических реакций. Прибор даёт возможность экспериментально исследовать влияние на скорость химических реакций следующих факторов: природы реагирующих веществ, концентрации реагирующих веществ, площади границы раздела фаз в гетерогенных системах (поверхности соприкосновения между реагирующими веществами), температуры, катализатора, ингибитора.

Рис. 4. Прибор для демонстрации зависимости скорости химических реакций от различных факторов: 1 — подставка; 2 — сосуды Ландольта; 3 — манометрические трубки

Прибор состоит из подставки, на которой закреплены две манометрические трубки, которые соединяются с сосудами Ландольта с помощью пластиковой трубки с пробками (*рис. 5*). Между манометрическими трубками на панели нанесена шкала для наблюдения уровня жидкости в трубках. Окрашенной жидкостью может быть раствор любого красителя в воде.

Справочник

Рис. 5. Пипетки дозаторы одноканальные переменного объёма: 1 — 110 мл; 2 — 100—1000 мкл; 3 — 10—100 мкл.

Пипетка-дозатор — приспособление, используемое в лаборатории для отмеривания определённого объёма жидкости. Пипетки выпускаются переменного и постоянного объёма. В комплекты оборудования для медицинских классов входят удобные пипетки-дозаторы одноканальные, позволяющие настроить необходимый объём отбираемой жидкости в трёх различных диапазонах (*рис. 6*). Использование современных технологий и цветовой кодировки диапазона дозирования даёт возможность качественно, точно, безопасно выполнять пипетирование. Пипетки имеют сменные пластиковые наконечники.

Справочник

Баня комбинированная предназначена для нагрева стеклянных и фарфоровых сосудов, когда требуется создать вокруг нагреваемого сосуда равномерное температурное поле, избежать использования открытого пламени и раскалённой электрической спирали (*рис. 7*). Корпус комбинированной бани сделан из алюминия. Жидкостная часть комбинированной бани закрывается кольцами различного диаметра.

Рис. 6. Баня комбинированная лабораторная. А — водяная баня. Б — песчаная баня

Для нагревания сосудов до 100 °С в качестве теплоносителя используют воду, когда требуется создать более высокую температуру применяют солевые растворы. Теплоносителем может быть глицерин. Он обеспечивает интервал температур от 60 до 180 °С. Выше этой температуры глицерин начинает разлагаться и дымить. Для нагревания до более высоких температур используют цилиндровое масло или силиконовое. Более безопасно использовать для наполнения бань сухой мелкозернистый песок. Однако песочные бани прогреваются неравномерно. В состав комплекта входит сито для просеивания речного песка.

Источником тепла для комбинированной бани являются электрические плитки с закрытой спиралью.

Справочник

Прибор для получения газов используется для получения небольших количеств газов: водорода, кислорода (из пероксида водорода), углекислого газа.

Рис. 7. Прибор для получения и собирания газов

Примерная рабочая программа по химии для 8—9 классов с использованием оборудования центра «Точка роста»

На базе центра «Точка роста» обеспечивается реализация образовательных программ естественно-научной и технологической направленностей, разработанных в соответствии с требованиями законодательства в сфере образования и с учётом рекомендаций Федерального оператора учебного предмета «Химия».

Образовательная программа позволяет интегрировать реализуемые подходы, структуру и содержание при организации обучения химии в 8—9 классах, выстроенном на базе любого из доступных учебно-методических комплексов (УМК).

Использование оборудования «Точка роста» при реализации данной ОП позволяет создать условия:

- для расширения содержания школьного химического образования;
- для повышения познавательной активности обучающихся в естественно-научной области;
- для развития личности ребёнка в процессе обучения химии, его способностей, формирования и удовлетворения социально значимых интересов и потребностей;
- для работы с одарёнными школьниками, организации их развития в различных областях образовательной, творческой деятельности.

Планируемые результаты освоения учебного предмета «Химия» с описанием универсальных учебных действий, достигаемых обучающимися

Личностные результаты

Обучающийся получит возможность для формирования следующих личностных УУД:

- определение мотивации изучения учебного материала;
- оценивание усваиваемого учебного материала, исходя из социальных и личностных ценностей;
- повышение своего образовательного уровня и уровня готовности к изучению основных исторических событий, связанных с развитием химии и общества;
- знание правил поведения в чрезвычайных ситуациях;
- оценивание социальной значимости профессий, связанных с химией;
- владение правилами безопасного обращения с химическими веществами и оборудованием, проявление экологической культуры.

Метапредметные результаты

Регулятивные

Обучающийся получит возможность для формирования следующих регулятивных УУД:

- целеполагание, включая постановку новых целей, преобразование практической задачи в познавательную, самостоятельный анализ условий достижения цели на основе учёта выделенных учителем ориентиров действия в новом учебном материале;
- планирование пути достижения целей;

- устанавление целевых приоритетов, выделение альтернативных способов достижения цели и выбор наиболее эффективного способа;
- умение самостоятельно контролировать своё время и управлять им;
- умение принимать решения в проблемной ситуации;
- постановка учебных задач, составление плана и последовательности действий;
- организация рабочего места при выполнении химического эксперимента;
- прогнозирование результатов обучения, оценивание усвоенного материала, оценка качества и уровня полученных знаний, коррекция плана и способа действия при необходимости.

Познавательные

Обучающийся получит возможность для формирования следующих познавательных УУД:

- поиск и выделение информации;
- анализ условий и требований задачи, выбор, сопоставление и обоснование способа решения задачи;
- выбор наиболее эффективных способов решения задачи в зависимости от конкретных условий;
- выдвижение и обоснование гипотезы, выбор способа её проверки;
- самостоятельное создание алгоритма деятельности при решении проблем творческого и поискового характера;
- умения характеризовать вещества по составу, строению и свойствам;
- описывание свойств: твёрдых, жидких, газообразных веществ, выделение их существенных признаков;
- изображение состава простейших веществ с помощью химических формул и сущности химических реакций с помощью химических уравнений;
- проведение наблюдений, описание признаков и условий течения химических реакций, выполнение химического эксперимента, выводы на основе анализа наблюдений за экспериментом, решение задач, получение химической информации из различных источников;
- умение организовывать исследование с целью проверки гипотез;
- умение делать умозаключения (индуктивное и по аналогии) и выводы;
- умение объективно оценивать информацию о веществах и химических процессах, критически относиться к псевдонаучной информации.

Коммуникативные

Обучающийся получит возможность для формирования следующих коммуникативных УУД:

- полное и точное выражение своих мыслей в соответствии с задачами и условиями коммуникации;
- адекватное использование речевых средств для участия в дискуссии и аргументации своей позиции, умение представлять конкретное содержание с сообщением его в письменной и устной форме, определение способов взаимодействия, сотрудничество в поиске и сборе информации;
- определение способов взаимодействия, сотрудничество в поиске и сборе информации, участие в диалоге, планирование общих способов работы, проявление уважительного отношения к другим учащимся;
- описание содержания выполняемых действий с целью ориентировки в предметно-практической деятельности;
- умения учитывать разные мнения и стремиться к координации различных позиций в сотрудничестве;

- формулировать собственное мнение и позицию, аргументировать и координировать её с позициями партнёров в сотрудничестве при выработке общего решения в совместной деятельности;
- осуществлять взаимный контроль и оказывать в сотрудничестве необходимую взаимопомощь;
- планировать общие способы работы; осуществлять контроль, коррекцию, оценку действий партнёра, уметь убеждать;
- использовать адекватные языковые средства для отображения своих чувств, мыслей, мотивов и потребностей; отображать в речи (описание, объяснение) содержание совершаемых действий, как в форме громкой социализированной речи, так и в форме внутренней речи;
- развивать коммуникативную компетенцию, используя средства устной и письменной коммуникации при работе с текстами учебника и дополнительной литературой, справочными таблицами, проявлять готовность к уважению иной точки зрения при обсуждении результатов выполненной работы.

Предметные результаты

Обучающийся научится:

- применять основные методы познания: наблюдение, измерение, эксперимент;
- описывать свойства твёрдых, жидких, газообразных веществ, выделяя их существенные признаки;
- раскрывать смысл закона сохранения массы веществ, атомно-молекулярной теории;
- различать химические и физические явления, называть признаки и условия протекания химических реакций;
- соблюдать правила безопасной работы при проведении опытов;
- пользоваться лабораторным оборудованием и посудой;
- получать, собирать газообразные вещества и распознавать их;
- характеризовать физические и химические свойства основных классов неорганических соединений, проводить опыты, подтверждающие химические свойства изученных классов неорганических веществ;
- раскрывать смысл понятия «раствор», вычислять массовую долю растворённого вещества в растворе, готовить растворы с определённой массовой долей растворённого вещества;
- характеризовать зависимость физических свойств веществ от типа кристаллической решётки, определять вид химической связи в неорганических соединениях;
- раскрывать основные положения теории электролитической диссоциации, составлять уравнения электролитической диссоциации кислот, щелочей, солей и реакций ионного обмена;
- раскрывать сущность окислительно-восстановительных реакций, определять окислитель и восстановитель, составлять уравнения окислительно-восстановительных реакций;
- называть факторы, влияющие на скорость химической реакции;
- характеризовать взаимосвязь между составом, строением и свойствами неметаллов и металлов;
- проводить опыты по получению и изучению химических свойств различных веществ;
- грамотно обращаться с веществами в повседневной жизни.

Обучающийся получит возможность научиться:

- выдвигать и проверять экспериментально гипотезы о химических свойствах веществ на основе их состава и строения, их способности вступать в химические реакции, о характере и продуктах различных химических реакций;
- характеризовать вещества по составу, строению и свойствам, устанавливать причинно-следственные связи между данными характеристиками вещества;
- составлять молекулярные и полные ионные уравнения по сокращённым ионным уравнениям;
- прогнозировать способность вещества проявлять окислительные или восстановительные свойства с учётом степеней окисления элементов, входящих в его состав;
- выдвигать и проверять экспериментально гипотезы о результатах воздействия различных факторов на изменение скорости химической реакции;
- использовать приобретённые знания для экологически грамотного поведения в окружающей среде;
- использовать приобретённые ключевые компетенции при выполнении проектов и решении учебно-исследовательских задач по изучению свойств, способов получения и распознавания веществ;
- объективно оценивать информацию о веществах и химических процессах;
- осознавать значение теоретических знаний по химии для практической деятельности человека;
- создавать модели и схемы для решения учебных и познавательных задач; понимать необходимость соблюдения предписаний, предлагаемых в инструкциях по использованию лекарств, средств бытовой химии и др.

Формы контроля

Контроль результатов обучения в соответствии с данной ОП проводится в форме письменных и экспериментальных работ, предполагается проведение промежуточной и итоговой аттестации.

Промежуточная аттестация

Для осуществления промежуточной аттестации используются контрольно-оценочные материалы, отбор содержания которых ориентирован на проверку уровня усвоения системы знаний и умений — инвариантного ядра содержания действующих образовательной программы по химии для общеобразовательных организаций. Задания промежуточной аттестации включают материал основных разделов курса химии.

Вариант работы по теме «Теория электролитической диссоциации»

1. К хорошо растворимым электролитам относятся:

1) гидроксид цинка
2) фосфат цинка
3) сульфид бария
4) карбонат бария

Ответ: ☐

2. Наибольшее число ионов образуется при растворении 1 моль вещества:

1) хлорида калия
2) хлорида бария
3) хлорида железа (III)
4) сульфата железа (III)

Ответ: ☐

3. Вставьте пропущенное слово.

Концентрированный раствор некоторого вещества не проводит электрический ток. При добавлении к концентрированному раствору двукратного объёма воды электропроводность раствора немного увеличилась. При дальнейшем добавлении воды электропроводность сначала увеличилась, а затем перестала изменяться. Вещество относится к _____ электролитам.

4. В 1 л воды растворены 1 моль хлорида калия и 1 моль иодида натрия. Из каких двух других солей можно приготовить раствор такого же состава? Выберите из перечня:

1) хлорид натрия;
2) нитрат калия;
3) иодид калия;
4) нитрат натрия;
5) сульфат натрия.

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: ☐

5. Установите соответствие между признаками реакций и исходными веществами: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ПРИЗНАК РЕАКЦИИ

А)

Б)

В)

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

1) Карбонат натрия и соляная кислота

2) Хлорид меди (II) и гидроксид калия

3) Сульфат железа (III) и гидроксид натрия

4) Карбонат натрия и хлорид кальция

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

6. Выберите два исходных вещества, взаимодействию которых соответствует сокращённое ионное уравнение реакции:

$$Fe^{2+} + 2OH^{-} = Fe(OH)_2$$

1) FeO
2) Fe
3) $FeCl_2$
4) KOH
5) H_2O
6) $FeCl_3$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: | | |

7. При применении цинка в качестве микроудобрения его вносят из расчёта 4 кг кристаллогидрата сульфата цинка $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ на гектар.

Сколько это составляет в пересчёте на ионы Zn^{2+}? Запишите число с точностью до целых.

Ответ: _____ г.

8. Что общего в растворах, имеющих кислотную среду? (Краткий ответ.)

Критерии оценивания работы по химии

Верное выполнение каждого из заданий 1—3, 8 оценивается 1 баллом.

За полный правильный ответ на каждое из заданий 4 —7 ставится 2 балла; если допущена одна ошибка, то ответ оценивается в 1 балл. Если допущены две и более ошибки или ответа нет, то выставляется 0 баллов.

Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	3	5	231
2	4	6	34*
3	Слабый	7	906
4	13*	8	Указано наличие ионов водорода

*Порядок следования цифр в ответе не имеет значения.

Итоговая аттестация

Для осуществления итоговой аттестации используются КИМы, содержание которых ориентировано на проверку уровня усвоения знаний и определяется системой требований к подготовке выпускников основной школы. Эта система инвариантна по отношению ко всем действующим ОП по химии для общеобразовательных организаций. Задания итоговой аттестации включают материал основных разделов курса химии.

Работа состоит из двух частей. Часть 1 содержит 19 заданий с кратким ответом, подразумевающих самостоятельное формулирование и запись ответа в виде числа или последовательности цифр.

Часть 2 содержит 5 заданий: 3 задания этой части подразумевают запись развёрнутого ответа, 2 задания этой части предполагают выполнение реального химического эксперимента и оформление его результатов.

Контрольно-оценочные материалы
Вариант письменной работы для итоговой аттестации
Часть 1

Ответами к заданиям 1—17 являются цифра или последовательность цифр (чисел). Ответы сначала укажите в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

1. Выберите два высказывания, в которых говорится о меди как химическом элементе.
1) Медь реагирует с хлором.
2) Медь при нагревании на воздухе окисляется.
3) Сплавы меди и золота используются для изготовления ювелирных украшений.
4) В состав бордосской жидкости входит медь.
5) В состав медной патины входит медь.
Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: | | |

2. На приведённом рисунке изображена модель атома химического элемента.

Запишите в таблицу величину заряда ядра (*X*) атома химического элемента, модель которого изображена на рисунке, и номер группы (*Y*), в которой этот элемент расположен в Периодической системе. (Для записи ответа используйте арабские цифры.)

Ответ:

X	*Y*

3. Расположите в порядке увеличения электроотрицательности химические элементы:
1) кислород; 2) кремний; 3) фосфор.
Запишите номера элементов в соответствующем порядке.

Ответ: | | |

4. Установите соответствие между формулой соединения и степенью окисления серы в этом соединении: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЕДИНЕНИЯ	СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ СЕРЫ
А) SO_2	1) −2
Б) CS_2	2) 0
В) H_2SO_4	3) +4
	4) +6

Ответ:

А	Б	В

5. Из предложенного перечня выберите два вещества с ионной связью:
1) LiCl;
2) OF_2;
3) SO_2;
4) CaF_2;
5) H_2O.
Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

6. Какие два утверждения верны для характеристики кремния и фосфора?
1) Электроны в атоме расположены на трёх электронных слоях.
2) Соответствующее простое вещество существует в виде четырёхатомных молекул.
3) Химический элемент относится к металлам.
4) Значение электроотрицательности меньше, чем у фосфора.
5) Химический элемент образует высшие оксиды с общей формулой $ЭO_2$.
Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

7. Из предложенного перечня веществ выберите осно́вный оксид и кислоту:
1) CaO;
2) $Mg(OH)_2$;
3) SO_2;
4) $NaClO_4$;
5) $HClO_4$.
Запишите в поле ответа сначала номер кислотного оксида, а затем номер основания.

Ответ:

8. Какие два из перечисленных веществ будут вступать в реакцию с оксидом цинка?
1) $Fe(OH)_2$;
2) HNO_3;
3) O_2;
4) KOH;
5) S.
Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

9. Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами(ом) их взаимодействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ(Ы) ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
А) $Na_2O + SO_3 \rightarrow$	1) $\rightarrow Na_2SO_4$
Б) $NaOH + H_2SO_4 \rightarrow$	2) $\rightarrow Na_2SO_3$
В) $Na + H_2SO_4$(разб.) $\rightarrow$	3) $\rightarrow Na_2SO_4 + H_2O$
	4) $\rightarrow Na_2SO_4 + H_2$
	5) $\rightarrow Na_2SO_3 + H_2O$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

10. Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с которыми это вещество может вступать в реакцию: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	РЕАГЕНТЫ
А) S	1) O_2, H_2SO_4 (конц.)
Б) ZnO	2) Fe, $BaCl_2$ (р-р)
В) $CuSO_4$	3) NaOH, H_2SO_4 (р-р)
	4) N_2, NaCl (р-р)

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

11. Из предложенного перечня выберите две пары веществ, между которыми протекает реакция замещения:

1) цинк и соляная кислота;
2) оксид углерода (VI) и оксид натрия;
3) оксид цинка и соляная кислота;
4) железо и хлорид меди (II);
5) натрий и водород.

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

12. Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРИЗНАК РЕАКЦИИ
А) Na_2CO_3 и H_2SO_4	1) выпадение белого осадка
Б) K_2CO_3 и $CaCl_2$	2) выделение газа
В) $CuCl_2$ и KOH	3) выпадение голубого осадка
	4) выпадение бурого осадка

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

13. Выберите два вещества, при полной диссоциации 1 моль которых образуется 3 моль анионов:

1) нитрат калия;
2) гидроксид бария;
3) хлорид железа (III);
4) фосфат калия;
5) сульфат алюминия.

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

14. Выберите два исходных вещества, взаимодействию которых соответствует сокращённое ионное уравнение реакции:

$$Cu^{2+} + 2OH^{-} = Cu(OH)_2\downarrow$$

1) CuO
2) Cu
3) $CuCl_2$
4) KOH
5) H_2O
6) $Fe(OH)_3$

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ:

15. Установите соответствие между схемой процесса, происходящего в окислительно-восстановительной реакции, и названием этого процесса: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА ПРОЦЕССА
А) $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$
Б) $N^{-3} \rightarrow N^{0}$
В) $C^{+4} \rightarrow C^{+2}$

НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА
1) окисление
2) восстановление

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

16. Из перечисленных суждений о правилах работы с веществами в лаборатории и быту выберите верное(ые) суждение(я).

1) Зажжённую спиртовку нельзя переносить с одной парты на другую.
2) При попадании на кожу капель кислоты нужно забинтовать этот участок кожи.
3) При нагревании раствора пробирку с жидкостью держат под углом в 45° и направляют горлышко в сторону от людей.
4) Работу с концентрированными растворами щелочи следует проводить в резиновых перчатках.

Запишите в поле ответа номер(а) верного(ых) суждения(й).
Ответ: _____.

17. Установите соответствие между двумя веществами и реактивом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВА	РЕАКТИВ
А) KCl и $BaCl_2$	1) Na_2SO_4
Б) $CuSO_4$ и $CuCl_2$	2) NaOH
В) $Zn(NO_3)_2$	3) HCl
	4) $AgNO_3$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Ответом к заданиям 18, 19 является целое число или конечная десятичная дробь.

Задания 18 и 19 выполняются с использованием следующего текста.

18. Вычислите в процентах массовую долю азота в мочевине $CO(NH_2)_2$. Запишите число с точностью до целых.
Ответ: _____ %.

19. Раствор мочевины с массовой долей 0,1% используется в качестве внекорневой подкормки томатов. При подкормках на растения наносится 20 г азота на 100 $м^2$. Сколько граммов мочевины нужно затратить на земельный участок такой площадью?
Запишите число с точностью до целых.
Ответ: _____ г.

Часть 2

20. Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции, схема которой:

$$SO_2 + I_2 + H_2O \rightarrow HI + H_2SO_4$$

Определите окислитель и восстановитель.

21. Дана схема превращений:

$$CaCl_2 \rightarrow CaCO_3 \xrightarrow{t} X \rightarrow Ca(OH)_2$$

Напишите молекулярные уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения. Для первого превращения составьте сокращённое ионное уравнение реакции.

22. При добавлении к раствору гидроксида калия с массовой долей щелочи 10% избытка раствора нитрата меди (II) образовался осадок массой 9,8 г. Определите массу исходного раствора щелочи.

Практическая часть

Дан раствор сульфата магния, а также набор следующих реактивов: цинк; соляная кислота; растворы гидроксида натрия, хлорида бария и нитрата калия.

23. Используя только реактивы из приведённого перечня, запишите молекулярные уравнения двух реакций, которые характеризуют химические свойства сульфата магния, и укажите признаки их протекания (запах газа, цвет осадка или раствора).

24. Проведите химические реакции между сульфатом магния и выбранными веществами в соответствии с составленными уравнениями реакции, соблюдая правила техники безопасности, приведённые в инструкции к заданию. Проверьте, правильно ли указаны в ответе на задание 23 признаки протекания реакций. При необходимости дополните ответ или скорректируйте его.

Критерии оценки

Система оценивания работы по химии
Часть 1

Верное выполнение каждого из заданий 1—3, 5—8, 11, 13—16, 18, 19 оценивается 1 баллом.

За полный правильный ответ на каждое из заданий 4, 9, 10, 12 и 17 ставится 2 балла; если допущена одна ошибка, то ответ оценивается в 1 балл. Если допущены две и более ошибки или ответа нет, то выставляется 0 баллов.

Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	45*	11	14*
2	155	12	213
3	132	13	35*
4	314	14	34*
5	14*	15	112
6	14*	16	134*
7	15	17	123
8	24*	18	47
9	134	19	43
10	132		

*Порядок следования цифр в ответе не имеет значения.

Часть 2

Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

20. Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции, схема которой:

$$SO_2 + I_2 + H_2O \rightarrow HI + H_2SO_4$$

Определите окислитель и восстановитель.

Содержание ответа и указания по оцениванию	Баллы
Элементы ответа: 1) Составлен электронный баланс: $1 \mid S^{+4} - 2e \rightarrow S^{+6}$ $1 \mid I_2^0 + 2e \rightarrow 2I^-$ 2) Расставлены коэффициенты в уравнении реакции. $SO_2 + I_2 + 2H_2O = 2HI + H_2SO_4$ 3) Указано, что SO_2 (или сера в степени окисления +4) является восстановителем, а йод — окислителем.	
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	3
Правильно записаны два элемента ответа	2
Правильно записан один элемент ответа	1
Все элементы ответа записаны неверно или отсутствуют	0
Максимальный балл	3

21. Дана схема превращений:

$$CaCl_2 \rightarrow CaCO_3 \xrightarrow{t} X \rightarrow Ca(OH)_2$$

Напишите молекулярные уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить указанные превращения. Для первого превращения составьте сокращённое ионное уравнение реакции.

Содержание ответа и указания по оцениванию	Баллы
Элементы ответа: Написаны уравнения реакций, соответствующие схеме превращений: 1) $CaCl_2 + Na_2CO_3 = CaCO_3 + 2NaCl$ 2) $CaCO_3 \xrightarrow{t} CaO + CO_2$ 3) $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$ Составлено сокращённое ионное уравнение первого превращения: 4) $Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3$	
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	4
Правильно записаны три уравнения реакции	3
Правильно записаны два уравнения реакции	2
Правильно записано одно уравнение реакции	1
Все уравнения реакций записаны неверно или отсутствуют	0
Максимальный балл	4

22. При добавлении к раствору гидроксида калия с массовой долей щелочи 10% избытка раствора нитрата меди (II) образовался осадок массой 9,8 г. Определите массу исходного раствора щелочи.

Содержание ответа и указания по оцениванию	Баллы
Элементы ответа: 1) Составлено уравнение реакции: $2KOH + Cu(NO_3)_2 = Cu(OH)_2 + 2KNO_3$ 2) Рассчитано количество вещества гидроксида калия, затраченного в результате реакции: $n(Cu(OH)_2) = m(Cu(OH)_2) / M = 9{,}8 : 98 = 0{,}1$ моль по уравнению реакции $n(KOH) = n(Cu(OH)_2) \cdot 2 = 0{,}2$ моль 3) Определена масса раствора гидроксида калия: $m(KOH) = n(KOH) \cdot M(KOH) = 0{,}2 \cdot 56 = 11{,}2$ г $m\ р\text{-}ра = m(KOH) / \omega \cdot 100 = 11{,}2 : 10 \cdot 100 = 112$ г	
Ответ правильный и полный, включает все названные элементы	3
Правильно записаны два из названных выше элементов	2
Правильно записано одно из названных выше элементов	1
Максимальный балл	3

Практическая часть

Дан раствор хлорида железа (III), а также набор следующих реактивов: медь; соляная кислота; растворы гидроксида натрия, нитрата серебра и хлорида калия.

23. Используя только реактивы из приведённого перечня, запишите молекулярные уравнения двух реакций, которые характеризуют химические свойства хлорида железа (III), и укажите признаки их протекания (запах газа, цвет осадка или раствора).

Содержание ответа и указания по оцениванию	Баллы
Элементы ответа: Элементы ответа: Составлены уравнения двух реакций, характеризующие химические свойства хлорида железа (III), и указаны признаки их протекания: 1) $FeCl_3 + 3AgNO_3 = Fe(NO_3)_3 + 3AgCl\downarrow$ 2) выпадение белого творожистого осадка; 3) $FeCl_3 + 3NaOH = Fe(OH)_3\downarrow + 3NaCl$ 4) выпадение бурого осадка	
Ответ правильный и полный, включает все названные элементы	4
Правильно записаны три элемента ответа	3
Правильно записаны два элемента ответа	2
Правильно записано один элемент ответа	1
Все элементы записаны неверно или отсутствуют	0
Максимальный балл	4

24. Проведите химические реакции между раствором хлорида железа (III) и выбранными веществами в соответствии с составленными уравнениями реакции, соблюдая правила техники безопасности. Проверьте, правильно ли указаны в ответе на задание 23 признаки протекания реакций. При необходимости дополните ответ или скорректируйте его.

Содержание ответа и указания по оцениванию	Баллы
Химический эксперимент выполнен в соответствии с инструкцией к заданию 24: • отбор веществ проведён в соответствии с пунктами 3.1—3.5 инструкции; • смешивание веществ выполнено в соответствии с пунктами 3.6—3.8 инструкции	
Химический эксперимент выполнен в соответствии с правилами техники безопасности	2
Правила техники безопасности нарушены при отборе или смешивании веществ	1
Правила техники безопасности нарушены как при отборе, так и при смешивании веществ	0
Максимальный балл	2
При нарушении правил техники безопасности, которое может нанести ущерб здоровью самого экзаменуемого или других участников экзамена, эксперт обязан прекратить выполнение эксперимента обучающимся	

Максимальное число баллов за выполнение работы = 40.

Тематическое планирование

Тематическое планирование материала в 8 классе

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Планируемые результаты	Использование оборудования
1	Методы познания в химии. Экспериментальные основы химии	Практическая работа № 1 «Изучение строения пламени»	Знакомство с основными методами науки	1	Умение пользоваться нагревательными приборами	Датчик температуры (термопарный), спиртовка
2	Методы познания в химии. Экспериментальные основы химии	Лабораторный опыт № 1 «До какой температуры можно нагреть вещество?»	Знакомство с основными методами науки	1	Определять возможность проведения реакций и процессов, требующих нагревания	Датчик температуры (термопарный), спиртовка
3	Методы познания в химии. Экспериментальные основы химии	Лабораторный опыт № 2 «Измерение температуры кипения воды с помощью датчика температуры и термометра»	Дать представление о точности измерений цифровых датчиков и аналоговых приборов	1	Умение выбирать приборы для проведения измерений, требующих точности показаний.	Датчик температуры платиновый, термометр, электрическая плитка
4	Методы познания в химии. Экспериментальные основы химии	Лабораторный опыт № 3 «Определение температуры плавления и кристаллизации металла»	Сформировать представление о температуре плавления, обратимости плавления и кристаллизации	1	Знать процессы, протекающие при плавлении веществ и их кристаллизации	Датчик температуры (термопарный)
5	Первоначальные химические понятия. Чистые вещества и смеси	Лабораторный опыт № 4 «Определение водопроводной и дистиллированной воды»	Экспериментальное определение дистиллированной и водопроводной воды	1	Уметь отличать водопроводную воду от дистиллированной, знать, почему для проведения экспериментов используют дистиллированную воду	Датчик электропроводности, цифровой микроскоп
6	Первоначальные химические понятия. Физические и химические явления	Демонстрационный эксперимент № 1 «Выделение и поглощение тепла — признак химической реакции»	Изучение химических явлений	1	Уметь отличать физические процессы от химических реакций	Датчик температуры платиновый

Продолжение

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Планируемые результаты	Использование оборудования
7	Первоначальные химические понятия. Простые и сложные вещества	Демонстрационный эксперимент № 2. «Разложение воды электрическим током»	Изучение явлений при разложении сложных веществ	1	Знать, что при протекании реакций молекулы веществ разрушаются, а атомы сохраняются (для веществ с молекулярным строением)	Прибор для опытов с электрическим током
8	Первоначальные химические понятия. Закон сохранения массы веществ	Демонстрационный эксперимент № 3. «Закон сохранения массы веществ»	Экспериментальное доказательство действия закона	1	Знать формулировку закона и уметь применять его на практике, при решении расчётных задач	Весы электронные
9	Классы неорганических соединений. Состав воздуха	Демонстрационный эксперимент № 4. «Определение состава воздуха»	Экспериментально определить содержание кислорода в воздухе	1	Знать объёмную долю составных частей воздуха	Прибор для определения состава воздуха
10	Классы неорганических соединений. Свойства кислот.	Практическая работа № 2 «Получение медного купороса»	Синтез соли из кислоты и оксида металла	1	Уметь проводить простейшие синтезы неорганических веществ с использованием инструкции	Цифровой микроскоп
11	Растворы	Лабораторный опыт № 5 «Изучение зависимости растворимости вещества от температуры»	Исследовать зависимость растворимости от температуры	1	Иметь представление о разной зависимости растворимости веществ от температуры	Датчик температуры платиновый
12	Растворы	Лабораторный опыт № 6 «Наблюдение за ростом кристаллов»	Показать зависимость растворимости от температуры	1	Уметь использовать цифровой микроскоп для изучения формы кристаллов	Цифровой микроскоп
13	Растворы.	Лабораторный опыт № 7 «Пересыщенный раствор»	Сформировать понятия «разбавленный раствор», «насыщенный раствор», «пересыщенный раствор»	1	Иметь представление о различной насыщенности раствора растворяемым веществом	Датчик температуры платиновый

Продолжение

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Планируемые результаты	Использование оборудования
14	Растворы	Практическая работа № 3 «Определение концентрации веществ колориметрическим по калибровочному графику»	Сформировать представление о концентрации вещества и количественном анализе	1	Уметь определять концентрацию раствора, используя инструкцию	Датчик оптической плотности
15	Кристаллогидраты	Лабораторный опыт № 8 «Определение температуры разложения кристаллогидрата»	Сформировать понятие «Кристаллогидрат»	1	Знать способность кристаллогидратов разрушаться при нагревании	Датчик температуры платиновый
16	Классы неорганических соединений. Основания	Практическая работа № 4 «Определение pH растворов кислот и щелочей»	Сформировать представление о pH среды как характеристики кислотности раствора	1	Уметь определять pH растворов	Датчик pH
17	Классы неорганических соединений. Основания	Лабораторный опыт № 9 «Определение pH различных сред»	Сформировать представление о шкале pH	1	Применять умения по определению pH в практической деятельности	Датчик pH
18	Классы неорганических соединений. Химические свойства оснований	Лабораторный опыт № 10 «Реакция нейтрализации». Демонстрационный эксперимент № 5 «Основания. Тепловой эффект реакции гидроксида натрия с углекислым газом»	Экспериментально доказать химические свойства оснований	1	Понимать сущность процесса нейтрализации и применять процесс нейтрализации на практике	Датчик pH, дозатор объёма жидкости, бюретка, датчик температуры платиновый, датчик давления, магнитная мешалка
19	Свойства неорганических соединений	Лабораторный опыт № 11 «Определение кислотности почвы»	Использовать полученные знания для определения кислотности растворов	1	Уметь определять кислотность почв	Датчик pH

Продолжение

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Планируемые результаты	Использование оборудования
20	Химическая связь	Демонстрационный опыт № 6 «Температура плавления веществ с разными типами кристаллических решёток»	Показать зависимость физических свойств веществ от типа химической связи	1	Уметь определять тип кристаллических решёток по температуре плавления	Датчик температуры платиновый, датчик температуры термопарный

Тематическое планирование учебного материала в 9 классе

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Планируемые результаты	Использование оборудования
1	Теория электролитической диссоциации	Демонстрационный опыт № 1 «Тепловой эффект растворения веществ в воде»	Показать, что растворение веществ имеет ряд признаков химической реакции	1	Знать, что растворение — физико-химический процесс	Датчик температуры платиновый
2	Теория электролитической диссоциации	Практическая работа № 1 «Электролиты и неэлектролиты»	Введение понятий «электролит» и «неэлектролит»	1	Уметь экспериментально определять электролиты и неэлектролиты	Датчик электропроводности
3	Теория электролитической диссоциации	Лабораторный опыт № 1 «Влияние растворителя на диссоциацию»	Сформировать представление о влиянии растворителя на диссоциацию электролита	1	Знать, какое влияние оказывает вода на диссоциацию вещества	Датчик электропроводности
4	Теория электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты	Лабораторный опыт № 2 «Сильные и слабые электролиты»	Экспериментально ввести понятие «слабый электролит»	1	Уметь определять сильные и слабые электролиты с помощью датчика электропроводности	Датчик электропроводности

Продолжение

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Планируемые результаты	Использование оборудования
5	Теория электролитической диссоциации	Лабораторный опыт № 3 «Зависимость электропроводности растворов сильных электролитов от концентрации ионов»	Сформировать представление о зависимости электропроводности растворов от концентрации ионов	1	Знать зависимость электропроводности растворов от концентрации ионов	Датчик электропроводности
6	Теория электролитической диссоциации	Практическая работа № 2 «Определение концентрации соли по электропроводности раствора»	Закрепить представление о зависимости электропроводности растворов от концентрации ионов	1	Уметь экспериментально определять концентрацию соли в растворе с помощью датчика электропроводности	Датчик электропроводности
7	Теория электролитической диссоциации. Реакции ионного обмена	Лабораторный опыт № 4 «Взаимодействие гидроксида бария с серной кислотой»	Исследовать особенности протекания реакции нейтрализации	1	Применять знания о реакции нейтрализации в иных условиях	Датчик электропроводности, дозатор объёма жидкости, бюретка
8	Теория электролитической диссоциации	Лабораторный опыт № 5 «Образование солей аммония»	Экспериментально показать образование ионов при реакции аммиака с кислотами	1	Знать, что все растворимые в воде соли являются сильными электролитами	Датчик электропроводности
9	Химические реакции. Окислительно-востановительные реакции (ОВР)	Лабораторный опыт № 6 «Изучение реакции взаимодействия сульфита натрия с пероксидом водорода»	Изучение окислительно-восстановительных процессов, протекающих с выделением энергии	1	Иметь представление о тепловом эффекте окислительно-восстановительных реакций	Датчик температуры платиновый

Продолжение

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Планируемые результаты	Использование оборудования
10	Химические реакции. ОВР	Лабораторный опыт № 7 «Изменение pH в ходе окислительно-восстановительных реакций»	Доказать, что в процессе протекания ОВР возможно образование кислоты или щелочи	1	Иметь представления о различных продуктах окислительно-восстановительных реакций	Датчик pH
11	Химические реакции. ОВР	Лабораторный опыт № 8 «Сравнительная характеристика восстановительной способности металлов»	Количественно охарактеризовать восстановительную способность металлов	1	Знать, что металлы являются восстановителями с разной восстановительной способностью	Датчик напряжения
12	Химические реакции. Скорость химической реакции	Демонстрационные опыты № 2 «Изучение влияния различных факторов на скорость реакции»	Изучить зависимость скорости реакции от различных факторов	2	Знать зависимость скорости реакции от различных факторов — температуры, концентрации реагирующих веществ, катализатора, природы веществ, площади соприкосновения веществ	Прибор для иллюстрации зависимости скорости химической реакции от условий
13	Неметаллы. Галогены	Демонстрационный опыт № 3 «Изучение физических и химических свойств хлора»	Экспериментальное изучение физических и химических свойств хлора	1	Знать физические и химические свойства галогенов. Уметь записывать уравнения реакций галогенов с металлами, неметаллами, их различную окислительную способность	Аппарат для проведения химических процессов (АПХР)
14	Галогены	Практическая работа № 3 «Определение содержания хлорид-ионов в питьевой воде»	Определить содержание хлорид-ионов в исследуемых растворах	2	Уметь применять ионоселективные датчики	Датчик хлорид-ионов

Продолжение

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Планируемые результаты	Использование оборудования
15	Сероводород, сульфиды	Демонстрационный опыт: «Получение сероводорода и изучение его свойств». Лабораторный опыт: «Синтез сероводорода. Качественные реакции на сероводород и сульфиды»	Изучить лабораторные способы получения сероводорода, его свойства и свойства сульфидов	1	Знать лабораторные способы получения сероводорода, его физические и химические свойства. Уметь проводить качественные реакции на сероводород и соли сероводородной кислоты, составлять соответствующие уравнения химических реакций	Аппарат для проведения химических реакций (АПХР), прибор для получения газов или аппарат Киппа
16	Неметаллы. Оксиды серы. Сернистая кислота	Демонстрационный опыт № 4«Изучение свойств сернистого газа и сернистой кислоты»	Изучить свойства сернистого газа	1	Знать физические и химические свойства сернистого газа. Уметь записывать уравнения реакций газа с водой, со щелочами	Аппарат для проведения химических реакций (АПХР)
17	Неметаллы. Аммиак	Лабораторный опыт № 9 «Основные свойства аммиака»	Экспериментально доказать принадлежность раствора аммиака к слабым электролитам	1	Знать, что раствор аммиака в воде — слабый электролит. Уметь определять это свойство с помощью датчика электропроводности	Датчик электропроводности
18	Оксид азота (IV)	Демонстрационные опыты: «Получение оксида азота (IV) и изучение его свойств»; «Окисление оксида азота (II) до оксида азота (IV)»; «Взаимодействие оксида азота (IV) с водой и кислородом, получение азотной кислоты»	Изучить промышленные и лабораторные способы получения оксида азота (IV), его свойства, применение в производстве азотной кислоты	1	Знать промышленные и лабораторные способы получения оксида азота (IV), его физические и химические свойства. Уметь составлять соответствующие уравнения химических реакций. Уметь объяснять применение оксида азота (IV) в производстве азотной кислоты	Терморезисторный датчик температуры, датчик pH, датчик электропроводности, аппарат для проведения химических реакций (АПХР), магнитная мешалка

Продолжение

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Планируемые результаты	Использование оборудования
19	Азотная кислота и её соли	Практическая работа № 4 «Определение нитрат-ионов в питательном растворе»	Экспериментально определить содержание нитрат-ионов в растворах	2	Уметь использовать ионоселективные датчики для определения ионов	Датчик нитрат-ионов
20	Минеральные удобрения	Лабораторный опыт № 10 «Определение аммиачной селитры и мочевины»	Экспериментально различать мочевину и минеральные удобрения	1	Уметь экспериментально определять мочевину	Датчик электропроводности
21	Металлы. Кальций. Соединения кальция	Лабораторный опыт № 11 «Взаимодействие известковой воды с углекислым газом»	Экспериментально установить образование средней и кислой соли	1	Знать свойства соединений кальция и его значение в природе и жизни человека	Датчик электропроводности, магнитная мешалка, прибор для получения газов или аппарат Киппа
22	Металлы. Железо	Лабораторный опыт № 12 «Окисление железа во влажном воздухе»	Исследовать процесс элетрохимической коррозии железа в воздухе	1	Знать, что процесс коррозии металлов протекает в присутствии воды и кислорода. Знать факторы, ускоряющие процесс коррозии	Датчик давления

Содержание и форма организации учебных занятий по химии в 8—9 классах с использованием материально-технического оснащения «Школьного кванториума»

Планы уроков

8 класс

Урок 1. «Изучение строения пламени»
Практическая работа № 1

Важно

Химия — наука экспериментально-теоретическая. Основной метод обучения предмета — химический эксперимент. При изучении химии обучаемые выполняют лабораторные опыты, практические работы, решают экспериментальные задачи. Необходимым условием выполнения работ является применение нагревания. Поэтому с первых уроков химии необходимо сформировать у учащихся навыки работы с нагревательными приборами, в частности со спиртовкой.

Тип урока: практическая работа с элементами исследования.

Цель урока: создать условия для формирования у обучающихся познавательных универсальных учебных действий, умений проводить простейшие исследования, навыка составлять отчёт о работе и делать выводы.

Продолжительность урока: один академический час.

Планируемые результаты:

Предметные:

- применять основные методы познания: наблюдение, измерение, эксперимент;
- соблюдать правила безопасной работы при проведении нагревания;
- пользоваться спиртовкой, лабораторным оборудованием и посудой.

Метапредметные:

- познавательные: наблюдать и выполнять химические эксперименты, формулировать выводы на основе анализа наблюдений за экспериментом.
- регулятивные: составлять план последовательных действий при выполнении опытов, организовывать рабочее место при выполнении химического эксперимента.
- коммуникативные: эффективная работа в паре, в группе при решении учебных задач.

Личностные:

- соблюдать правила безопасного обращения с реактивами и оборудованием.

Оборудование, программное обеспечение и расходные материалы:

Компьютер с программным обеспечением *Releon Lite*, цифровой датчик температуры термопарный, штатив с зажимом; спиртовка, пробирка, сухое горючее; свеча.

Ход урока

Этап урока 1. Организационный
Предполагаемая продолжительность: 1—2 мин. Педагогическая деятельность учителя: проверяет готовность к уроку, организует работу класса на уроке, создаёт положительный эмоциональный настрой у обучающихся. Учебная деятельность обучающихся: эмоционально настраиваются на предстоящую учебную деятельность.

Этап урока 2. Актуализация знаний
Предполагаемая продолжительность: 5 мин. Педагогическая деятельность учителя: Учитель проводит фронтальную беседу; актуализирует знания о правилах работы в химической лаборатории, о приёмах работы со штативом и спиртовкой, с датчиком температуры; создаёт для обучающихся проблемную ситуацию; побуждает к высказыванию предложений о способе и средствах достижения поставленной цели. *Работа с терминами и понятиями.* Повторить и обобщить знания учащихся об устройстве и принципе работы лабораторного штатива и спиртовки, знакомство с датчиком температуры. *Описание проблемной ситуации.* Для приготовления чая две хозяйки поставили на газовую плиту чайники с одинаковым объёмом воды. Зажгли газовую горелку. У первой хозяйки чайник закипел на две минуты раньше, чем у второй. С чем это может быть связано? Отмечает, что правильный ответ на этот вопрос ученики получат в ходе выполнения практической работы. Учебная деятельность обучающихся: отвечают на вопросы, высказывают свои предположения; строят гипотезы; предлагают способы и средства решения учебной задачи

Этап урока 3. Выполнение практической работы
Предполагаемая продолжительность: 25 мин. Педагогическая деятельность учителя: знакомит учеников с методикой проведения практической работы, даёт задание, распределяет оборудование и раздаёт инструкции по работе. Учебная деятельность обучающихся: выполняют лабораторную работу; работая в парах(в группах) строго по инструкции, заносят результаты работы в тетради или в специальные бланки (см. материалы для копирования)

Этап урока 4. Контроль усвоения, обсуждение допущенных ошибок и их коррекция
Предполагаемая продолжительность: 7 мин. Педагогическая деятельность учителя: организует обсуждение результатов работы, коррекцию выводов по работе; на основе выводов решение проблемной ситуации; обсуждение ответов на контрольные вопросы. Учебная деятельность обучающихся: сравнивают полученные данные с результатами других учащихся или групп; при необходимости корректируют выводы и оформляют результаты практической работы в тетради или на специальных бланках; отвечают на контрольные вопросы

Этап урока 5. Информация о домашнем задании и рефлексия
Предполагаемая продолжительность: 6 мин. Педагогическая деятельность учителя: информирует о домашнем задании, даёт комментарий по его выполнению;

предлагает для заполнения анкету рефлексии к уроку и предлагает рассчитать «Индивидуальный индекс качества урока»;
подводит рефлексивную статистику урока по количеству учеников, у которых индекс качества выше значения 5;
демонстрирует запись проблемы и цели урока, спрашивает: «Как вы думаете, решена ли проблема, достигнута ли цель?» Если проблема не решена и цель не достигнута, даёт объяснение и предлагает в дополнение к домашнему заданию подумать над причинами такого результата.
Учебная деятельность обучающихся:
задают уточняющие вопросы о выполнении домашнего задания»;
рассчитывают «Индивидуальный индекс качества урока;
определяют степень соответствия поставленной цели и результатов деятельности; степень своего продвижения к цели;
высказывают оценочные суждения и соотносят результаты своей деятельности с целью урока.

Материалы для подготовки к уроку

Инструкция к практической работе «Изучение строения пламени».

- Запустите на регистраторе данных программное обеспечение *Releon Lite*.
- Подключите высокотемпературный датчик (термопару) к регистратору данных (компьютеру).
- Закрепите датчик в штативе так, чтобы его кончик касался фитиля спиртовки.
- Запустите измерение температуры клавишей «Пуск».
- Зажгите спиртовку. Когда показания стабилизируются, запишите значение температуры на схеме пламени (*рис. 8*).

Рис. 8. Точки измерения температуры пламени

- Перемещайте датчик температуры в следующие точки пламени в соответствии с указанной схемой. Для этого ослабляйте муфту и перемещайте её (вместе с лапкой и датчиком) в нужное место. Когда показания стабилизируются, снова заносите значение температуры в соответствующей точке на схему.
- Таким способом измерьте температуру во всех точках пламени, отмеченных на схеме.

Повторите действия со свечой и сухим горючим.

- *Обратите внимание!* При изучении строения пламени сухого горючего используется 1/4 часть таблетки. Кусочек горючего помещают на керамическую плитку.
- Внесите в пламя спиртовки на полминуты пробирку. Извлеките пробирку из пламени и рассмотрите её поверхность.
- Повторите опыт со свечой.

Контрольные вопросы:
1. Какого цвета налёт вы обнаружили на пробирке?
2. Что это за вещество?

ПОМОЩЬ УЧИТЕЛЮ

Материалы для копирования
Таблица результатов работы.

Результаты измерений и наблюдений за пламенем

№	Источник теплоты	Температура около фитиля (кусочка горючего)	Температура в средней части пламени	Температура в верхней части пламени	Что образовалось на поверхности пробирки?
1	Спиртовка				
2	Свеча				
3	Сухое горючее				—

Выводы:
В выводах указать, какой источник теплоты предпочтительно использовать в химической лаборатории и почему.

Анкета для расчёта индивидуального индекса качества урока

Выберите подходящие вам утверждения и подсчитайте сумму баллов			
№	Утверждение	0 баллов	1 балл
1	На уроке я работал	не активно	активно
2	Своей работой на уроке я	не доволен	доволен
3	За урок я	устал	не устал
4	Мое настроение	стало хуже	стало лучше
5	Материал урока мне был	не понятен	понятен
6		бесполезен	полезен
7		скучен	интересен
8		труден	не труден
9	Связь урока с другими науками	не заметна	заметна

Теоретическое пояснение

Горение — сложный процесс, сопровождающийся выделением энергии, как правило, в виде тепла и света. Различают гомогенное горение (например, при работе газовой горелки), и гетерогенное горение (например, горение спирта и сухого горючего). В рассмотренных примерах пламя имеет сходное строение. В нём можно выделить три части.

1) Внутренний конус тёмного цвета (в случае газовой горелки синего цвета) с низкой температурой ~ 300—500 °С. Здесь происходит испарение и разложение горючего вещества.

2) Средний восстановительный конус состоит из смеси воздуха и горящего газа. Здесь под влиянием более высокой температуры, 1500—1800 °С, продукты испарения и разложения горючих веществ активно реагируют с кислородом. Если часть углерода остаётся свободной, то его мельчайшие частицы раскаляются и придают пламени яркое свечение. Эта часть пламени богата угарным газом CO — сильным восстановителем, поэтому её называют восстановительной. Точка наиболее высокой температуры находится на острие восстановительного конуса.

3) Внешний окислительный конус образует невидимую оболочку, окружающую пламя. Здесь под влиянием значительного притока кислорода воздуха происходит полное окисление горючего вещества до CO_2 и H_2O (при горении сухого горючего на основе уротропина также образуется N_2). При этом остаётся избыток кислорода, который при высокой температуре обладает высокой окислительной активностью, поэтому внешняя часть пламени называется окислительной.

При использовании поддува воздуха можно увеличить температуру пламени.

Методические комментарии

При наличии времени можно нагреть пробирку в пламени сухого горючего. Оно даёт менее светящее пламя по сравнению с пламенем свечи. Но продукты горения сухого горючего различаются. Наряду с водяными парами, углекислым газом и сажей образуется азот.

Задания к уроку

Контрольные вопросы:

1. Какой источник пламени был использован?
2. Какая часть пламени самая горячая?
3. До какой максимальной температуры удаётся прогреть термопару?
4. Что горячее — центр пламени или края?
5. Почему спиртовка горит почти бесцветным пламенем, а свеча — светящим? Можно ли использовать свечи в лаборатории вместо спиртовок?
6. Какие продукты горения одинаковы у спиртовки и свечи?
7. *Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

При нагревании твёрдых веществ в пробирке необходимо:

1) взять пробирку в руки и нагревать ту часть, где лежит вещество;
2) закрепить пробирку в штативе и нагревать ту часть, где лежит вещество;
3) взять пробирку в руки, прогреть всю пробирку, а затем ту часть, где лежит вещество;
4) закрепить пробирку в штативе, прогреть всю пробирку, а затем ту часть, где лежит вещество.

Ответ: 4.

8. *Задание для развития функциональной грамотности*

В книге Майкла Фарадея «История свечи» автор описывает опыт, который он демонстрировал на своих лекциях. В пламя свечи он помещал изогнутую стеклянную трубку. Один конец трубки опускался недалеко от фитиля, второй выводился на несколько сантиметров от пламени. Через некоторое время к концу трубки подносили горящую лучину. Появлялось пламя, которое существовало отдельно от пламени свечи. Как можно объяснить это явление?

Ответ:

В этой части пламени происходит испарение парафина. Пары парафина на воздухе при поджигании загораются.

Урок 2. «Реакция нейтрализации»

Формирование у учащихся умений титрования является необходимым условием для проведения большинства исследовательских работ по химии.

Тип урока: изучение нового материала с элементами исследования (комбинированный урок).

Цель урока: создать условия для изучения и обобщения физических и химических свойств оснований, сформировать у обучающихся познавательные универсальные учебные действия.

Продолжительность урока: один академический час.

Планируемые результаты:

Предметные:

- характеризовать физические и химические свойства оснований, проводить опыты, подтверждающие химические свойства оснований;
- применять основные методы познания: наблюдение, измерение, эксперимент;
- пользоваться бюреткой и датчиком pH.

Метапредметные:

- познавательные: анализировать условия и требования задач, выбирать, сопоставлять и обосновывать способы решения задач; проводить наблюдения и описывать признаки и условия течения химических реакций, выполнять эксперименты, делать выводы на основе анализа наблюдений за экспериментом;
- регулятивные: ставить учебные задачи, составлять план последовательности действий; организовывать рабочее место при выполнении химического эксперимента;
- коммуникативные: полно и точно выражать свои мысли, аргументировать собственную точку зрения, вступать и поддерживать диалог; эффективно работать в паре или группе при решении учебных задач.

Личностные:

- оценивать уровень усваиваемого учебного материала, исходя из социальных и личностных ценностей;
- соблюдать правила безопасного обращения с химическими веществами и оборудованием, проявлять экологическую культуру.

Оборудование, программное обеспечение и расходные материалы

Компьютер; программное обеспечение *Releon Lite*; датчик pH; датчик температуры платиновый; датчик давления; стакан химический на 150 мл; бюретка на 25—50 мл; магнитная мешалка; резиновая груша; пипетка на 20 мл; штатив для электродов; штатив лабораторный; колба круглодонная; резиновая пробка с отверстиями для датчиков температуры и давления; аппарат Киппа или прибор Кирюшкина, заряженный реагентами для получения углекислого газа; дистиллированная вода; соляная кислота, 0,1М раствор; 0,1М раствор гидроксида натрия; 1%-ный раствор фенолфталеина; гидроксид натрия; соляная кислота (1:2); кусочки мрамора.

Ход урока

Этап урока 1. Организационный
Предполагаемая продолжительность: 1—2 мин. Педагогическая деятельность учителя: проверяет готовность к уроку, организует работу класса на уроке, создаёт положительный эмоциональный настрой у обучающихся. Учебная деятельность обучающихся: эмоционально настраиваются на предстоящую учебную деятельность

Этап урока 2. Актуализация и обобщение знаний
Предполагаемая продолжительность: 10 мин. Педагогическая деятельность учителя: проводит фронтальную беседу; актуализирует имеющиеся знания; создаёт для обучающихся проблемную ситуацию; побуждает к высказыванию предложений о способе и средствах достижения поставленной цели. *Работа с терминами и понятиями.* Повторить и обобщить знания учащихся о составе оснований, классификации, физических свойствах, отношении растворимых оснований к индикаторам, реакции обмена, кислотности раствора — pH раствора. Предлагает высказать мнения о том, как можно получить из оснований соли. При возникновении затруднений приводит примеры способов получения солей из кислот. Сообщает обучающимся, что реакция между основанием и кислотой относится к реакциям обмена. Просит записать уравнение реакции между гидроксидом натрия и соляной кислотой. Задаёт вопрос: как можно определить, что в результате протекания реакции щелочь полностью прореагировала с кислотой? Учебная деятельность обучающихся: отвечают на вопросы, высказывают свои предположения, предлагают и согласовывают с учителем тему и цель урока; предлагают способы и средства достижения цели. Высказывают свои предположения по способу получения солей. Используя аналогии, предлагают провести реакцию между основанием и кислотой. Записывают уравнение реакции между кислотой и основанием. Предполагают, что окончание реакции можно определить с помощью индикаторов и датчика pH

Этап урока 3. Применение знаний в новой ситуации
Предполагаемая продолжительность: 20 мин. Педагогическая деятельность учителя: 1. Сообщает учащимся, что реакция между кислотой и основанием называется реакцией нейтрализации. Предлагает провести реакцию нейтрализации в присутствии датчика pH и раствора индикатора — фенолфталеина. Напоминает ученикам правила обращения с кислотами и щелочами, а также работы с электроприборами, раздаёт оборудование и инструкцию по работе. Следит за выполнением работы. При необходимости оказывает помощь обучаемым. 2. Обсуждают результаты работы, совместно с учениками формулируют выводы. 3. Сообщает, что существует ещё один способ получения солей из растворимых в воде оснований — взаимодействие щелочей с кислотными оксидами. Демонстрирует опыт «Тепловой эффект реакции гидроксида натрия с углекислым газом». 4. Просит учащихся указать признаки реакции и записать уравнение реакции, занести результаты наблюдений в таблицу и сделать выводы. Учебная деятельность обучающихся: 1. Выполняют лабораторную работу, работая в парах; оформляют результаты измерений в тетрадях, занося данные в таблицу. 2. Обсуждают результаты работы, формулируют выводы. 3. Наблюдают за выполнением опыта.

4. Указывают признаки реакции: выделение теплоты, поглощение газа (уменьшение давления в сосуде), выделение паров воды. Записывают уравнение реакции, заполняют таблицу и формулируют выводы о признаках протекания данной реакции

Этап урока 4. Контроль усвоения, обсуждение допущенных ошибок и их коррекция

Предполагаемая продолжительность: 7 мин.
Педагогическая деятельность учителя:
организует обсуждение результатов опытов и совместно с учащимися формулирует выводы о химических свойствах оснований.
Предлагает ответить на контрольные вопросы и тесты.
Учебная деятельность обучающихся:
принимают участие в обсуждении результатов и формулировке общих выводов, заносят выводы в тетради. Отвечают на вопросы и тесты

Этап урока 5. Информация о домашнем задании и рефлексия

Предполагаемая продолжительность: 6—7 мин.
Педагогическая деятельность учителя:
информирует о домашнем задании, даёт комментарий по его выполнению;
предлагает заполнить анкету рефлексии к уроку и предлагает рассчитать «Индивидуальный индекс качества урока»;
подводит рефлексивную статистику урока по количеству учеников, у которых индекс качества выше значения 5;
Учебная деятельность обучающихся:
задают уточняющие вопросы о выполнении домашнего задания;
рассчитывают «Индивидуальный индекс качества урока»;
определяют степень соответствия поставленной цели и результатов деятельности; степень своего продвижения к цели;
высказывают оценочные суждения и соотносят результаты своей деятельности с целью урока

Материалы для подготовки к уроку

1. Инструкция к лабораторной работе «Реакция нейтрализации».

- При помощи резиновой груши наполните пипетку 0,1 М раствором гидроксида натрия.
- В стакан перелейте отмеренный объём раствора щелочи (10 мл).
- Добавьте в стакан 20 мл дистиллированной воды.
- Осторожно опустите в стакан магнитный якорь. Поместите стакан на рабочую поверхность магнитной мешалки. Включите мешалку и осторожно, чтобы не разбить электрод, опустите его в стакан с раствором щелочи (*рис. 9*).

Рис. 9. Установка для кислотно-основного титрования:
1 — бюретка; 2 — штатив для закрепления датчика pH;
3 — датчик pH; 4 — якорь магнитной мешалки;
5 — магнитная мешалка

- Закрепите электрод в штативе. Якорь мешалки не должен касаться электрода.
- Начните запись измерений, дождитесь, пока показания электрода станут стабильными.
- Прибавьте к раствору 2—3 капли раствора фенолфталеина.
- Приливайте с одинаковой скоростью 0,1 М раствор хлороводорода в стакан с раствором щелочи.

Обратите внимание, что при приближении точки нейтрализации (когда будет прилито примерно 9,5 мл раствора кислоты) раствор кислоты добавляйте по каплям. В момент обесцвечивания окраски фенолфталеина достигается точка нейтрализации. pH раствора в этой точке равен 7.

- Прилейте ещё несколько мл раствора кислоты в стакан. Занесите полученные данные в таблицу. Сделайте выводы по результатам работы.

Выводы:

Указать, как можно определить точку эквивалентности (когда щелочь полностью вступила в реакцию с кислотой).

2. Инструкция к выполнению демонстрационного опыта «Тепловой эффект реакции гидроксида натрия с углекислым газом»:

- Круглодонную колбу заполните углекислым газом из аппарата Киппа или прибора Кирюшкина. Полноту заполнения проконтролируйте при помощи горящей лучины.
- В наполненную газом колбу быстро насыпьте порошок гидроксида натрия (на колбу ёмкостью 0,5 л следует взять около 10 г NaOH) и герметично закройте пробкой с датчиками температуры и давления.
- Начните измерения и наблюдайте, как в течение 2—3 минут изменяются значения температуры и давления (или объёма) в колбе-реакторе.

ПОМОЩЬ УЧИТЕЛЮ

Материалы для копирования

Таблица результатов работы

Результаты измерений/наблюдений лабораторной работы «Реакция нейтрализации»

Значение	Исходный раствор щелочи	Раствор в точке эквивалентности	Раствор после добавления избытка кислоты
Значение pH			
Цвет фенолфталеина			

Результаты наблюдений демонстрационного опыта «Тепловой эффект реакции гидроксида натрия с углекислым газом»

Результаты наблюдений

Показатели	Начальные показания	Конечные показания
Давление		
Температура		

Анкета для расчёта «Индивидуального индекса качества урока» (приведена в описании урока «Изучение строения пламени».

Теоретическое пояснение

1. К лабораторной работе «Реакция нейтрализации».

При добавлении к раствору щелочи раствора кислоты pH будет снижаться. При равномерном добавлении раствора можно добиться хорошего графического изображения кривой титрования сильного основания сильной кислотой. На графике будет виден скачок титрования, когда pH раствора за короткое время (при добавлении небольшого количества кислоты) изменяется значительно.

При наличии у цифровой лаборатории функции введения отдельных точек можно прибавлять в стакан порции соляной кислоты определённого объёма и определять pH полученного раствора.

2. К демонстрационному опыту «Тепловой эффект реакции гидроксида натрия с углекислым газом».

Данный опыт наглядно демонстрирует химические свойства щелочей и кислотных оксидов. Для его проведения рекомендуется брать колбу такого размера, чтобы датчик температуры, проходя через резиновую пробку, касался порошка гидроксида натрия. Для сокращения времени проведения опыта лучше использовать не гранулы гидроксида натрия, а порошок, т.е. необходимо предварительно растереть щелочь в ступке.

При проведении опыта на стенках колбы конденсируется вода, которая образуется согласно уравнению реакции:

$$2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O + Q$$

Методические комментарии

Для формирования умения проводить титрование рекомендуется провести опыт несколько раз. Первое титрование является прикидочным. Оно позволяет определить примерный объём кислоты, необходимой для достижения точки эквивалентности.

При втором титровании при приближении к точке эквивалентности раствор кислоты прибавляется по каплям, дожидаясь отклика датчика pH.

Обратите внимание! В демонстрационном опыте нельзя использовать плоскодонные и конические колбы!

Задания к уроку

1. *Задание на развитие функциональной грамотности*

Кислотность желудка — показатель, который характеризует содержание кислоты в желудочном соке. Желудочный сок, в составе которого есть соляная кислота, обязателен для процессов пищеварения. Нарушение обмена веществ, а также воздействие иных факторов может привести к повышенной кислотности желудочного сока. В этом случае врачи назначают антацидные препараты, например «Альмагель». В состав препарата входят гидроксид алюминия и гидроксид магния. Какую роль играют эти вещества в снижении кислотности желудочного сока?

Решение:

Гидроксид алюминия и гидроксид магния вступают в реакцию с соляной кислотой, происходит реакция нейтрализации. Гидроксид алюминия и гидроксид магния нейтрализуют соляную кислоту.

2. *Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

С какими из перечисленных ниже веществ реагирует раствор гидроксид калия:

1) фосфорная кислота;
2) гидроксид натрия;
3) сернистый газ;
4) гидроксид магния;
5) оксид меди (II).

Ответ: 1, 3.

2) Установите соответствие между исходными веществами и продуктами реакции.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ
А) $H_2SO_4 + KOH$	1) $NaNO_3 + H_2O$
Б) $NaOH + HNO_3$	2) $Na_2SO_3 + H_2O$
В) $NaOH + H_2SO_3$	3) $K_2SO_4 + H_2O$
	4) $Na_2S + H_2O$

Ответ: 3, 1, 2.

А	Б	В

3) Признаками протекания реакции между гидроксидом меди (II) и серной кислотой являются:

1) растворение осадка;
2) появление осадка;
3) образование бесцветного раствора;
4) образование окрашенного раствора;
5) выделение газа.

Ответ: 1, 4.

Контрольные вопросы:

1. Объясните, как и почему изменяется значение pH раствора при титровании сильного основания сильной кислотой.
2. Можно ли использовать вместо фенолфталеина раствор метилоранжа?
3. Перечислите классы веществ, с которыми реагируют нерастворимые в воде основания и щелочи. Приведите примеры. Назовите признаки реакций.

Темы проектных и исследовательских работ

1. Определение содержания аскорбиновой кислоты в лекарственных препаратах.
2. Определение кислотности фруктовых соков.
3. Определение кислотности кефира и других молочных продуктов.
4. Сравнительная характеристика кислотности яблочного и столового уксуса.
5. Определение содержания кислоты в лимоне.

9 класс

Урок 3. «Теория электролитической диссоциации. Электролиты и неэлектролиты»

Связана со знакомством обучаемых с методами научного (учебного) исследования. При выполнении работы учащиеся получают экспериментальные данные (фактический материал), которые возможно классифицировать. Затем проводят теоретический анализ, в результате которого обосновывается разделение веществ не только на основе экспериментальных фактов, но и на основании строения вещества. На последующих уроках учащиеся будут знакомиться с дальнейшими этапами исследования.

Тип урока: урок-исследование (экспериментальное изучение нового материала).

Цель урока: создать условия для определения принадлежности веществ, смесей веществ и растворов веществ к электролитам и неэлектролитам, сформировать у обучающихся познавательные универсальные учебные действия.

Продолжительность урока: один академический час.

Планируемые результаты:

Предметные:

- раскрыть положения теории электролитической диссоциации (распад веществ на ионы при растворении или расплавлении, катионы и анионы);
- характеризовать вещества по составу, строению и свойствам, устанавливать причинно-следственные связи между данными характеристиками вещества;
- соблюдать правила безопасной работы при проведении опытов, пользоваться лабораторным оборудованием и посудой.

Метапредметные:

- познавательные: создавать (совместно с учителем) алгоритм деятельности при решении проблем поискового характера; уметь организовывать исследование с целью проверки гипотез; уметь делать умозаключения и выводы;
- регулятивные: контролировать и оценивать результаты деятельности, вносить коррективы в их выполнение;
- коммуникативные: полно и точно выражать свои мысли, аргументировать собственную точку зрения, вступать и поддерживать диалог; эффективно работать в паре или группе при решении учебных задач.

Личностные:

- развивать практические умения, связанные с изучением основных положений теории электролитической диссоциации;
- проявлять познавательный интерес, направленный на изучение основных положений теории электролитической диссоциации.

Оборудование, программное обеспечение и расходные материалы

Компьютер, программное обеспечение *Releon Lite*, цифровой датчик электропроводности, стаканы на 50 мл; стеклянная палочка; промывалка; шпатель — 2 шт., дистиллированная вода; по 20 мл этилового спирта; 5%-ного раствора сахарозы; раствора спирта (1:1); 5%-ного раствора хлорида натрия; 5%-ного раствора хлороводорода; 5%-ного раствора гидроксида натрия, поваренная соль (твёрдая), сахар (твёрдый).

Ход урока

Этап урока 1. Организационный
Предполагаемая продолжительность: 1—2 мин. Педагогическая деятельность учителя: проверяет готовность к уроку, организует работу класса на уроке, создаёт положительный эмоциональный настрой у обучающихся. Учебная деятельность обучающихся: эмоционально настраиваются на предстоящую учебную деятельность

Этап урока 2. Актуализация и обобщение знаний
Предполагаемая продолжительность: 10 мин. Педагогическая деятельность учителя: проводит фронтальную беседу; актуализирует имеющиеся знания, помогает обобщению знаний о растворах; создаёт для обучающихся проблемную ситуацию; побуждает к высказыванию предложений о способе и средствах достижения поставленной цели. *Работа с терминами и понятиями.* Повторить и обобщить знания учащихся о растворах, растворяемом веществе и растворителе; о типах кристаллических решёток — молекулярной, ионной; видах химической связи — ионной, ковалентной полярной, ковалентной неполярной

Описание проблемной ситуации.
Общеизвестно, что растворы веществ в воде имеют более высокую температуру кипения и более низкую температуру замерзания по сравнению с чистой водой. Известно, что температура замерзания раствора зависит от концентрации растворённого вещества. Если в 1 кг воды растворить 1 моль вещества, например глюкозы, то температура замерзания этого раствора понизится на 1,86. То есть раствор будет замерзать при −1,86. Понижение температуры на такую же величину можно наблюдать при растворении 1 моль глицерина, 1 моль этилового спирта в 1 кг воды.
Однако если в 1 кг (литре) воды растворить 1 моль хлорида натрия, то температура замерзания раствора станет ниже −1,86. А температура замерзания раствора, состоящего из 1 кг воды и 1 моль хлорида бария, еще ниже температуры замерзания раствора хлорида натрия. Как объяснить эти явления?
Учебная деятельность обучающихся:
Отвечают на вопросы, высказывают свои предположения, предлагают и согласовывают с учителем тему и цель урока; обсуждают способы и средства достижения цели.
Предполагаемое объяснение проблемной ситуации.
Если раствор замерзает при более низкой температуре, то концентрация вещества повышается. Повышение концентрации вещества происходит за счёт образования новых частиц — ионов. При этом концентрация частиц в растворе повышается. Другие вещества не распадаются на ионы, концентрация вещества остается постоянной, поэтому температура замерзания этих растворов будет одинакова.
Способ решения.
Ионы — заряженные частицы. Раствор, содержащий ионы, будет проводить электрический ток. Растворы, содержащие молекулы, не электропроводны

Этап урока 3. Применение знаний в новой ситуации

Предполагаемая продолжительность: 17 мин.
Педагогическая деятельность учителя:
1. Учитель знакомит учеников с методикой проведения исследования, даёт задание, раздаёт оборудование и инструкцию по работе, обращает внимание на особенности работы с датчиком электропроводности.
2. После проведения экспериментальной части обсуждаются вопросы о типах кристаллических решёток и видах связи в электролитах и неэлектролитах.
3. Организует обсуждение вопроса, почему вещества с ионным типом связи (а также ковалентным полярным) проводят электрический ток.
4. Объясняет процесс образования ионов при растворе. Даёт определения терминов «катион» и «анион». Обращает внимание на образование ионов при расплавлении веществ с ионным типом связи.
5. Задаёт вопросы:
Какие ионы образуются при растворении хлорида натрия и хлорида бария в растворе?
Сколько моль катионов натрия и анионов хлора образуется при растворении в воде 1 моль хлорида натрия?
Возвращается к описанию проблемной ситуации, просит объяснить явления.
6. Предлагает выполнить задания.
Учебная деятельность обучающихся:
1. Ученики выполняют экспериментальную работу; заносят результаты измерений в таблицы.

2. Определяют тип кристаллических решёток и вид химической связи в электролитах и неэлектролитах. 3. В ходе обсуждения вопроса приходят к выводу, что электролиты проводят электрический ток за счёт заряженных частиц — ионов. 4. Изображают в тетрадях схему образования ионов, записывают определения. 5. Отвечают на вопросы учителя. Объясняют проблемную ситуацию. 6. Выполняют задания учителя

Этап урока 4. Контроль усвоения, обсуждение допущенных ошибок и их коррекция
Предполагаемая продолжительность: 10 мин. Педагогическая деятельность учителя: организует обсуждение результатов исследования, наводящими вопросами помогает выявить причинно-следственные связи между характером химической связи в веществе и принадлежности вещества к электролитам или неэлектролитам. Учебная деятельность обучающихся: делают выводы и оформляют лабораторное исследование в тетрадях

Этап урока 5. Информация о домашнем задании и рефлексия
Предполагаемая продолжительность: 6—7 мин. Педагогическая деятельность учителя: информирует о домашнем задании, даёт комментарий по его выполнению; предлагает анкету рефлексии к уроку и предлагает рассчитать «Индивидуальный индекс качества урока»; подводит рефлексивную статистику урока по количеству учеников, у которых индекс качества выше значения 5; демонстрирует запись проблемы и цели урока, спрашивает: «Как вы думаете, решена ли проблема, достигнута ли цель?» Если проблема не решена и цель не достигнута, предлагает объяснение и задаёт в дополнение к домашнему заданию подумать над причинами этого. Учебная деятельность обучающихся: задают уточняющие вопросы о выполнении домашнего задания; рассчитывают индивидуальный индекс качества урока; определяют степень соответствия поставленной цели и результатов деятельности; степень своего продвижения к цели; высказывают оценочные суждения и соотносят результаты своей деятельности с целью урока

Материалы для подготовки к уроку

Инструкция к лабораторному исследованию «Электролиты и неэлектролиты».

- Запустите на регистраторе данных программное обеспечение *Releon Lite*. Подключите датчик электропроводности из комплекта цифровой лаборатории *Releon* к регистратору данных.
- В стакан поместите поваренную соль и опустите в стакан датчик электропроводности. Проводит ли соль электрический ток?
- Аналогичные действия проведите с сахарозой.

- В стакан налейте 20 мл 5%-ного раствора сахарозы. Опустите в него датчик электропроводности, закреплённый в лапке штатива. Наблюдайте за изменением значения электропроводности. Когда показания датчика перестанут изменяться, запишите его значение в таблицу.
- *Обратите внимание!* Датчик тщательно промойте водой.
- Затем датчик опустите в следующий раствор. Аналогичные действия проделайте со всеми растворами.

ПОМОЩЬ УЧИТЕЛЮ

Материалы для копирования

Таблица результатов работы

Результаты измерений

№ опыта	Название вещества, раствора	Значение электропроводности, мкСм/см	Электролит или неэлектролит
1	Поваренная соль (тв.)		
2	Сахароза (тв.)		
3	Сахароза 5 %-ный раствор		

Анкета для расчёта индивидуального индекса качества урока приведена в описании урока «Изучение строения пламени».

Теоретическое пояснение

При растворении в воде ионных соединений полярные молекулы воды окружают («сольватируют») заряженные ионы, переводя их в раствор. Молекулярные соединения сольватируются, но не распадаются на ионы. В первом случае раствор проводит электрический ток, во втором нет.

Определить принадлежность вещества или раствора вещества к электролитам можно при помощи измерения электропроводности. Если электропроводность велика, то исследуемый объект — электролит. Если значение электропроводности меньше 20 мкСм/см, то это неэлектролит.

Методические комментарии

Число исследуемых на уроке веществ и растворов можно уменьшить. Можно исследовать как минимум неэлектролит, его раствор, раствор соли, кислоты и щелочи, а также твёрдые вещества. При невозможности организовать исследование веществ одновременно всеми учениками можно распределить работу по группам. Тогда полученные результаты учащиеся заносят в таблицу, изображённую на доске.

Можно использовать технологию смешанного обучения. В классе организуются несколько рабочих зон, в которых будут располагаться разные растворы и вещества. Группы учащихся поочерёдно выполняют исследования в одной зоне, затем переходят во вторую зону и т. д.

Задания к уроку

1. Задание на развитие функциональной грамотности

Вы часто замечали, что во время гололёда тротуары и дороги посыпают антигололёдным реагентом. В качестве реагента используют поваренную соль или хлористый кальций ($CaCl_2$). Какой реагент будет более эффективным для уничтожения льда, если было по-

трачено одинаковое количество вещества поваренной соли и хлористого кальция (стоимость реагентов не учитывается)? Ответ поясните.

Решение:

При попадании на лёд вещество постепенно растворяется. При растворении в воде 1 моль хлорида натрия даёт по 1 моль ионов натрия (Na^+) и хлора (Cl^-). При растворении 1 моль $CaCl_2$ образуется 1 моль ионов кальция и 2 моль ионов хлора. Раствор хлорида кальция будет замерзать при более низкой температуре (при условии одинаковой концентрации моль/кг воды) по сравнению с раствором хлорида натрия. А значит, и эффективность его будет выше.

2. *Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

1. К хорошо растворимым электролитам относится:

1) гидроксид бария;
2) фосфат магния;
3) сульфид меди(II);
4) карбонат кальция.

Ответ: 1.

2. Электрический ток проводит раствор:

1) этилового спирта;
2) глицерина;
3) глюкозы;
4) гидроксида кальция.

Ответ: 4.

3. Установите соответствие между веществом и образовавшимися ионами (с учётом коэффициентов).

ЭЛЕКТРОЛИТ	ИОНЫ
А) H_2SO_4	1) $Na^+ + SO_4^{2-}$
Б) Na_2SO_4	2) $Na^+ + OH^-$
В) NaOH	3) $2Na^+ + SO_4^{2-}$
	4) $2H^+ + SO_4^{2-}$
	5) $H^+ + SO_4^{2-}$

Ответ: 4, 3, 2.

А	Б	В

Темы проектных и исследовательских работ

1. Гидратная теория растворов Д. И. Менделеева.
2. Становление основных положений теории электролитической диссоциации С. Аррениуса и В. Оствальда.
3. Определение электропроводности растворов веществ в неводной среде.
4. Определение молярной массы неэлектролита криоскопическим методом.
5. Выявление зависимости электропроводности от концентраций ионов в растворе.

Урок 4. «Галогены»

Тема актуальна для учащихся, так как имеет большое значение для жизнедеятельности человека. Применение галогенов и их соединений огромно. Знание свойств этих веществ и их соединений обеспечит безопасное обращение с ними, расширит кругозор обучаемых.

Тип урока: обобщение и систематизация знаний с применением демонстрационного эксперимента.

Цель урока: создать условия для обобщения знаний о физических и химических свойствах галогенов, их применении и значении в жизни человека; формирования познавательных универсальных учебных действий, умения целенаправленно наблюдать за химическими процессами.

Продолжительность урока: один академический час.

Планируемые результаты:

Предметные:

- характеризовать физические и химические свойства неметаллов на примере галогенов;
- применять один из основных методов познания: наблюдение;
- описывать свойства галогенов в различных агрегатных состояниях, выделяя их существенные признаки.

Метапредметные:

- познавательные: проводить наблюдения и описывать признаки и условия течения химических реакций, делать выводы на основе анализа наблюдений за экспериментом, получать химическую информацию из различных источников;
- регулятивные: прогнозировать результат усвоения учебного материала, оценивать качество и уровень усвоения учебного материала;
- коммуникативные: полно и точно выражать свои мысли, аргументировать собственную точку зрения, вступать и поддерживать диалог; эффективно работать в паре или группе при решении учебных задач.

Личностные:

- оценивать уровень усвоения учебного материала, исходя из социальных и личностных ценностей;
- проявлять познавательный интерес, направленный на изучение учебного материала.

Оборудование, программное обеспечение и расходные материалы

АПХР; спиртовка или электрическая плитка; штатив; воронка; соляная кислота (конц.); дихромат калия или другие окислители (MnO_2, $KMnO_4$); раствор бромида калия 2%-ный; раствор иодида калия 2%-ный; раствор лакмуса или другого красителя (фуксина); раствор хлорида железа (II) свежеприготовленный; крахмальный клейстер; активированный уголь; 5%-ный раствор сульфита натрия; иод кристаллический, бром в ампуле, бромная вода, гексан; спирт этиловый; пробки для пробирок; пробирки; минералы, содержащие галогены (флюорит, каменная соль, сильвинит).

Ход урока

Этап урока 1. Организационный
Предполагаемая продолжительность: 1—2 мин. Педагогическая деятельность учителя: проверяет готовность к уроку, организует работу класса на уроке, создаёт положительный эмоциональный настрой у обучающихся. Учебная деятельность обучающихся: эмоционально настраиваются на предстоящую учебную деятельность

Этап урока 2. Актуализация и обобщение знаний
Предполагаемая продолжительность: 6 мин. Педагогическая деятельность учителя:

проводит фронтальную беседу; актуализирует имеющиеся знания, помогает обобщению знаний;
создаёт для обучающихся проблемную ситуацию; побуждает к высказыванию предложений о способе и средствах достижения поставленной цели.
Работа с терминами и понятиями.
Повторить и обобщить знания учащихся об особенностях строения неметаллов, разнообразных агрегатных состояниях веществ, многообразии цветовых оттенков веществ, их химической активности.
Постановка проблемного вопроса:
Когда говорят об активности металлов, то обращаются к ряду напряжений металлов. Он показывает, какой металл более активен и может вытеснить менее активный металл из раствора его соли. Можно ли применить данный подход при характеристике галогенов? Как практически это осуществить?
Учебная деятельность обучающихся:
отвечают на вопросы, высказывают свои предположения, предлагают и согласовывают с учителем тему и цель урока; обсуждают способы и средства достижения цели.
Предполагаемый ответ на вопрос.
Возможно, если использовать растворы солей, образованных галогенами.
Способ решения.
Провести химический эксперимент и экспериментально доказать возможность вытеснения менее активных галогенов более активными

Этап урока 3. Применение знаний в новой ситуации

Предполагаемая продолжительность: 25 мин.
Педагогическая деятельность учителя:
1. Учитель ведёт фронтальную беседу, в которой обсуждаются основные вопросы: положение галогенов в Периодической системе; изменение радиусов атомов галогенов, изменение их неметаллических свойств; сравнительная электроотрицательность галогенов, окислительные свойства, тип кристаллической решётки, агрегатное состояние галогенов.
2. Проводит демонстрацию физических свойств: брома и иода. Нагревание кристаллика иод в пробирке. Знакомство обучаемых с явлением *сублимации*. Растворимость иода в воде и спирте. Демонстрация бромной воды.
3. Предлагает решить экспериментальную задачу: разбавленные растворы иода и брома очень схожи. Как можно различить эти растворы?
Отмечает правильность определения иода с помощью крахмала и указывает на новый способ, основанный на разной растворимости галогенов в воде и неполярных растворителях.
Демонстрирует растворимость брома и иода в гексане. В пробирки с бромной и йодной водой наливает по 1 мл гексана. Закрывает пробирки пробкой и встряхивает. Раствор брома в гексане окрашивается в жёлто-коричневый цвет, иода — в фиолетовый цвет. Ученики должны сделать выводы.
4. Предлагает обучаемым дать характеристику химических свойств брома и иода: с какими классами веществ они реагируют, что образуется в результате протекания реакций. Проверяет правильность написания уравнений реакций.
5. Возвращается к проблемному вопросу. Отмечает, что химические свойства галогенов значительно шире. В этом можно убедиться, проделав ряд опытов. Обращает внимание на особенность проведения эксперимента: все опыты будут проводиться в одном приборе, который называется «Аппарат для проведения химических реакций».

Описывает конструкцию прибора. Отмечает, что из-за высокой активности хлора реакции протекают очень быстро, поэтому необходимо внимательно следить за протекающими процессами. Демонстрирует опыт согласно инструкции.
6. Просит занести результаты эксперимента в таблицу. Проверяет правильность написания наблюдений и уравнений реакций.
7. Предлагает учащимся выписать из учебника области применения галогенов и их соединений (при наличии времени).
Учебная деятельность обучающихся:
1. Отвечают на вопросы учителя, при необходимости корректируют ответы одноклассников.
2. Наблюдают за демонстрацией опыта, в рабочих тетрадях делают краткие записи.
3. Принимают участие в обсуждении способа решения экспериментальной задачи, предлагают свои способы. Наблюдают за демонстрацией опыта, убеждаются в правильном отборе способа решения задачи с применением крахмала. Записывают результаты эксперимента в тетради.
4. Записывают уравнения реакций галогенов с металлами и неметаллами. Один из обучаемых зачитывает свой вариант ответа.
5. Наблюдают за проведением эксперимента.
6. Заносят результаты наблюдений в таблицу.
7. Записывают в рабочую тетрадь соединения и их применение в различных областях деятельности человека

Этап урока 4. Контроль усвоения, обсуждение допущенных ошибок и их коррекция

Предполагаемая продолжительность: 6 мин.
Педагогическая деятельность учителя:
организует обсуждение результатов урока, наводящими вопросами помогает выявить причинно-следственные связи между строением галогенов и их химической активностью.
Учебная деятельность обучающихся:
делают выводы о химической активности галогенов

Этап урока 5. Информация о домашнем задании и рефлексия

Предполагаемая продолжительность: 6 мин.
Педагогическая деятельность учителя:
информирует о домашнем задании, даёт комментарий по его выполнению;
предлагает анкету рефлексии к уроку и предлагает рассчитать «Индивидуальный индекс качества урока»;
подводит рефлексивную статистику урока по количеству учеников, у которых индекс качества выше значения 5;
демонстрирует запись проблемного вопроса и цели урока, спрашивает: «Как вы думаете, решён ли проблемный вопрос, достигнута ли цель?»
Учебная деятельность обучающихся:
задают уточняющие вопросы о выполнении домашнего задания;
рассчитывают «Индивидуальный индекс качества урока»;
определяют степень соответствия поставленной цели и результатов деятельности; степень своего продвижения к цели;
высказывают оценочные суждения и соотносят результаты своей деятельности с целью урока.

Материалы для подготовки к уроку

Инструкция к демонстрационному опыту «Галогены».

- В колбу-реактор помещают 6—7 г дихромата калия, в воронку приливают концентрированную соляную кислоту объёмом 10 мл.
- Первый поглотительный сосуд заполняют раствором красителя, например лакмусом.
- Во второй сосуд наливают 5%-ный раствор бромида калия, в третий — 2%-ный раствор иодида калия и добавляют каплю очень разбавленного крахмального клейстера.
- В четвёртый поглотительный сосуд раствор хлорида железа (II), полученный растворением порошка железа в 10%-ной соляной кислоте.
- Пятый и шестой сосуды заполняют соответственно 5%-ным раствором щелочи и активированным углём.
- В колбу приливают соляную кислоту и нагревают смесь на электрической плитке или спиртовке. Обращают внимание на цвет выделяющегося хлора. Постепенно колба заполняется хлором и в поглотительных склянках происходит обесцвечивание раствора красителя, появление жёлтой окраски в растворе бромида калия — происходит выделение брома. Раствор иодида калия приобретает синюю окраску, а чуть зеленоватый раствор хлорида железа (II) становится жёлтым вследствие образования хлорида железа (III). *Обратите внимание!* После наблюдения целесообразно сравнить исходные растворы реагирующих веществ и растворы, получившиеся в результате реакции. На основе наблюдений ученики составляют уравнения реакций.

ПОМОЩЬ УЧИТЕЛЮ

Материалы для копирования

Таблица результатов наблюдений

Результаты наблюдений

	Реагирующие вещества			
	Раствор лакмуса	KBr	KI	$FeCl_2$
Цвет исходного раствора				
Цвет раствора после взаимодействия с хлором				
Уравнения реакций	—			

Анкета для расчёта «Индивидуального индекса качества урока» приведена в описании методологии пособия.

Теоретическое пояснение

Для получения хлора из соляной кислоты в лаборатории используют различные окислители — перманганат калия, диоксид марганца, дихромат калия. Реакция между соляной кислотой и перманганатом калия идёт при обычной температуре, при лёгком нагревании с соляной кислотой взаимодействует диоксид марганца. Более сильного нагревания требует реакция дихромата калия с соляной кислотой. Последняя реакция удобна тем, что без нагревания она не идёт и выделение хлора прекращается. Скорость протекания реакций с применением первых двух окислителей регулируется подачей соляной

Рис. 10. Аппарат для проведения химических реакций

кислоты. Получение хлора проводят в аппарате для проведения химических реакций (АПХР).

Применение прибора АПХР позволяет познакомить учащихся с физическими и химическими свойствами хлора — цветом, агрегатным состоянием, способностью обесцвечивать органические красители, вытеснять менее активные галогены из их солей, окислять некоторые неорганические соединения до более высоких степеней окисления. Уравнения протекающих реакций:

$$K_2Cr_2O_7 + 14HCl = 2KCl + 2CrCl_3 + 3Cl_2\uparrow + 7H_2O$$

$$2KBr + Cl_2 = 2KCl + Br_2$$

$$2KI + Cl_2 = 2KCl + I_2$$

$$2FeCl_2 + Cl_2 = 2FeCl_3$$

Методические комментарии

Рекомендуется оставить склянки с растворами лакмуса, бромида калия, иодида калия и хлорида железа (II) на демонстрационном столе для сравнения с результатами опытов.

Из-за отсутствия хлорида железа (II) в школьном кабинете его можно заменить свежеприготовленным раствором сульфата железа (II). Если кристаллогидрат сульфата железа (II) стал жёлтым, то раствор подкисляют серной кислотой и помещают в раствор кусочки или порошок восстановленного железа. Через некоторое время раствор изменит свою окраску.

Небольшое количество бромной воды можно получить, приливая к раствору бромида калия несколько капель препарата «Белизна», с последующим подкислением образовавшейся смеси серной кислотой.

Обратите внимание! В поглотительные склянки наливают такой объём жидкого реагента, чтобы перекрывал нижнее отверстие колпачка на 3—4 мм. В противном случае, при охлаждении прибора будет происходить засасывание жидкости. Она будет переливаться из одной поглотительной склянки в другую. Другой приём предотвращения засасывания жидкости — выравнивание атмосферного давления и давления внутри сосуда. Для этого откройте на несколько секунд пробку воронки для работы с вредными веществами.

Задания к уроку

1. *Задание на развитие функциональной грамотности*

С давних времён для отбеливания тканей использовали продукт взаимодействия хлора со щелочью — гипохлорит натрия. На чём основано применение этого вещества для отбеливания? В какой поглотительной склянке может образоваться данное вещество? Ответ поясните.

Решение:

Гипохлорит при нагревании и на свету легко разлагается с выделением кислорода, который отбеливает ткани. Вещество образуется в поглотительной склянке с раствором гидроксида натрия.

2. *Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

Запишите уравнение реакции взаимодействия оксида марганца (IV) с соляной кислотой. Укажите окислитель и восстановитель. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции с помощью метода электронного баланса.

Решение:

Электронный баланс:

1 $Mn^{+4} + 2e \rightarrow Mn^{+2}$

1 | $2Cl^{-} - 2e \rightarrow Cl_2^0$

Уравнение реакции с коэффициентами:

$$MnO_2 + 4HCl = MnCl_2 + Cl_2\uparrow + 2H_2O$$

MnO_2 или марганец в степени окисления (+4) является окислителем, соляная кислота (Cl^{-}) — восстановителем.

Контрольные вопросы:

Можно ли использовать для поглощения хлора активированный уголь?

Какие опыты показывают различную активность галогенов?

Темы проектных и исследовательских работ:

Применение галогенов и их соединений в медицине.

Определение содержания хлора в хлорированной воде.

Определение массовой доли хлорида натрия в колбасных изделиях.

Загрязнение хлоридами почвы в городских районах.

Влияние хлорид-ионов на рост и развитие растений.

Урок 5. «Сероводород, сульфиды»

Важно

По содержанию в земной коре сера относится к распространённым химическим элементам. На долю атомов серы приходится около 0,05% от массы земной коры. Сера встречается и в свободном состоянии (самородная сера), и в виде различных соединений, главным образом, сульфидов и сульфатов. Сера — элемент, без которого не может существовать жизнь, она входит в состав белковых макромолекул.

Важнейшими соединениями серы, в которых она проявляет отрицательную степень окисления, являются сероводород H_2S и сульфиды. Сероводород — бесцветный газ с резким, очень неприятным запахом тухлых яиц, точнее протухшие яйца пахнут сероводородом. Орган обоняния человека очень чувствителен к запаху сероводорода. Ощущается всего одна миллиардная грамма H_2S, содержащаяся в 1 л воздуха.

Сероводород встречается в природе в составе вулканических газов, содержится в природном и попутном нефтяном газах. Минеральная вода из некоторых источников содержит растворённый сероводород, например в Пятигорске, Мацесте. Сероводородная минеральная вода широко используется в лечебных целях. Её пьют, с ней принимают ванны.

Вместе с тем сероводород очень ядовит. Если вдыхать сероводород на протяжении некоторого времени даже в минимальных объёмах, то возможно получить тяжёлое отравление. Он образуется при гниении серосодержащих органических веществ из различных растительных и животных остатков. Этим объясняется характерный неприятный запах сточных вод, выгребных ям и свалок мусора.

Тип урока: комбинированный (урок изучения нового материала)

Класс: 9

Цель урока: создание условий для изучения лабораторных способов получения сероводорода, его физических и химических свойств, качественных реакций на сероводород и сульфиды, формирования познавательных универсальных действий.

Продолжительность урока: один академический час.

Планируемые результаты:

Предметные:

- применять основные методы познания: наблюдение, эксперимент;
- характеризовать физические и химические свойства сероводорода, знать и осуществлять на практике его получение в лабораторных условиях;
- проводить опыты, подтверждающие химические свойства сероводорода;
- проводить качественные реакции на сероводород и сульфиды;
- характеризовать взаимосвязь между составом, строением и свойствами важнейших соединений серы, в которых она проявляет отрицательную степень окисления;
- соблюдать правила безопасной работы при проведении опытов с токсичным газом сероводородом.

Метапредметные:

- познавательные: ориентироваться в текстах, анализировать, обрабатывать и интерпретировать информацию, использовать её для решения поставленных учебных задач;
- регулятивные: контролировать и оценивать результаты деятельности, вносить коррективы в их выполнение;
- коммуникативные: эффективно работать в паре при решении учебной задачи.

Личностные:

- развивать практические навыки по использованию учебного оборудования;
- проявлять познавательный интерес, направленный на изучение химических соединений серы и их применение в жизни человека.

Оборудование, программное обеспечение и расходные материалы

Аппарат для проведения химических реакций (АПХР), установленный в штативе; прибор для получения газов или аппарат Киппа, заряженный цинком и соляной кислотой (разбавлена водой в объёмном отношении 1:2); спиртовка, держатель для пробирок, пробирка с пробкой, шпатель, полоски фильтровальной бумаги (0,5 × 6 см), пропитанные раствором ацетата свинца и высушенные; универсальная индикаторная бумага, пинцет, промывалка с дистиллированной водой, активированный уголь; сульфид железа (II), сера, соляная кислота (1:2), иодная вода (0,1%-ный раствор I_2 в растворе KI), концентрированная серная кислота (98%), раствор серной кислоты (10%), раствор гидроксида натрия (10%), раствор лакмуса, коллекция минералов (сульфиды).

Ход урока

Этап урока 1. Организационный
Предполагаемая продолжительность: 1—2 мин. Педагогическая деятельность учителя: проверяет готовность к уроку, организует внимание класса к работе на уроке, создаёт положительный эмоциональный настрой у обучающихся. Учебная деятельность обучающихся: эмоционально настраиваются на предстоящую учебную деятельность

Этап урока 2. Мотивация к учебной деятельности, актуализация и обобщение имеющихся знаний
Предполагаемая продолжительность: 10 мин. Педагогическая деятельность учителя: предлагает учащимся прослушать серию суждений и на их основе определить тему урока и цель урока. На любом этапе высказывания суждений можно озвучить ответ.

О каком элементе идёт речь?
1. Неметалл, известный ещё древним египтянам.
2. Простое вещество, образованное данным элементом, играло большую роль в теоретических представлениях алхимиков, так как считалось наиболее совершенным выразителем одного из «основных начал» природы — горючести.
3. Находится в III периоде Периодической системы химических элементов Д.И. Менделеева.
4. В соединениях проявляет следующие степени окисления: –2, +4 и +6.
5. Встречается в природе и в виде простого вещества, и в виде соединений.
6. Основным объектом изучения на уроке является соединение данного элемента, о котором пишет А. С. Пушкин:

Тогда услышал я (о диво!) запах скверный,
Как будто тухлое разбилось яйцо,
Иль карантинный страж курил жаровней серной.
Я, нос себе зажав, отворотил лицо.

После определения элемента предлагает уточнить тему урока, акцентуализируя внимание обучающихся на соединениях серы, в которых она проявляет степень окисления –2. Затем предлагает охарактеризовать сероводород по предложенному плану (см. материалы для копирования), прогнозируя его физические и химические свойства.
Предлагает одному из учеников зачитать характеристику сероводорода для фронтального обсуждения в классе.
Учебная деятельность обучающихся:
высказывают свои предположения, согласовывают с учителем тему и цель урока, предлагают способы и средства достижения цели.
В парах выполняют задания по характеристике свойств сероводорода.
Участвуют во фронтальном обсуждении по плану «Характеристика сероводорода»

Этап урока 3. Применение знаний в новой ситуации

Предполагаемая продолжительность: 17 мин.
Педагогическая деятельность учителя:
1. Обсуждает с обучающимися способы получения сероводорода в лаборатории. Предлагает высказать суждения о содержании химического эксперимента, нацеленного на проверку высказанных предположений, на изучение физических и химических свойств сероводорода. Корректирует план эксперимента.
2. Демонстрирует получение сероводорода в АПХР, предлагает обучающимся осмыслить результаты наблюдений, ответив на вопросы и выполнив задания к демонстрационному опыту «Получение сероводорода и изучение его свойств» (см. материалы для копирования). Организует обсуждение ответов на вопросы к демонстрационному опыту.
3. Предлагает обучающимся спроектировать химический эксперимент, нацеленный на установление факта возможности прямого синтеза сероводорода из простых веществ. Организует обсуждение об экспериментальном доказательстве получения именно сероводорода. Подводит обучающихся к выводу о качественной реакции на сероводород.
4. Организует выполнение обучающимися лабораторного опыта «Синтез сероводорода. Качественные реакции на сероводород и сульфиды». Знакомит учеников с методикой проведения опыта, раздаёт задания, комментирует инструкцию по работе (см. материалы для копирования).

5. Организует самостоятельную работу обучающихся с коллекцией минералов — сульфидов, распространённых в природе. Вместе с учениками уточняет цель работы, включающей описание анализируемых минералов, их состава и применения.
Учебная деятельность обучающихся:
1. В процессе обсуждения узнают о способах получения сероводорода в лаборатории. Высказывают суждения о возможных физических и химических свойствах сероводорода. Планируют эксперимент, нацеленный на проверку высказанных суждений.
2. Отвечают на вопросы и выполняют задания к демонстрационному опыту «Получение сероводорода и изучение его свойств» (см. материалы для копирования). Обсуждают ответы на вопросы к демонстрационному опыту.
3. Проектируют химический эксперимент, нацеленный на установление факта возможности прямого синтеза сероводорода из простых веществ. Обсуждают экспериментальные доказательства получения именно сероводорода. Делают вывод о качественной реакции на сероводород.
4. Выполняют лабораторный опыт «Синтез сероводорода. Качественные реакции на сероводород и сульфиды». Оформляют в рабочей тетради краткий отчёт о проделанной работе (см. материалы для копирования).
5. В парах работают с коллекцией минералов — сульфидов, распространённых в природе. Описывают внешний вид анализируемых минералов, их состав и промышленное применение

Этап урока 4. Контроль усвоения, обсуждение допущенных ошибок и их коррекция

Предполагаемая продолжительность: 10 мин.
Педагогическая деятельность учителя:
организует обсуждение результатов исследования, проверяет правильность записанных уравнений реакций и сделанных выводов. Отмечает важность изучаемых соединений и процессов, как в жизнедеятельности человека, так и в промышленности.
Учебная деятельность обучающихся:
сравнивают результаты работы в паре с результатами, полученными другими учениками; при необходимости корректируют выводы и уравнения химических реакций

Этап урока 5. Информация о домашнем задании и рефлексия

Предполагаемая продолжительность: 6—7 мин.
Педагогическая деятельность учителя:
информирует о домашнем задании, даёт комментарий по его выполнению;
предлагает анкету рефлексии к уроку и предлагает рассчитать «Индивидуальный индекс качества урока»;
подводит рефлексивную статистику урока по количеству учеников, у которых индекс качества выше значения 5;
демонстрирует запись цели урока, спрашивает: «Как вы думаете достигнута ли цель?» Если проблема не решена и цель не достигнута, предлагает объяснение и предлагает в дополнение к домашнему заданию подумать над причинами этого.
Учебная деятельность обучающихся:
задают уточняющие вопросы о выполнении домашнего задания;
рассчитывают «Индивидуальный индекс качества урока»;

определяют степень соответствия поставленной цели и результатов деятельности; степень своего продвижения к цели; высказывают оценочные суждения и соотносят результаты своей деятельности с целью урока

Материалы для подготовки к уроку

Инструкция к лабораторному опыту «Синтез сероводорода.
Качественные реакции на сероводород и сульфиды»

- Необходимо экспериментально проверить, возможен ли синтез сероводорода из простых веществ.
- Поместите в пробирку немного кристаллической серы (на кончике шпателя). Немного нагрейте пробирку на спиртовке, чтобы сера расплавилась. Дождитесь, когда сера остынет и останется закреплённой на дне пробирки. Подготовьте полоску фильтровальной бумаги, пропитанную раствором ацетата свинца, и полоску универсальной индикаторной бумаги. Смочите индикаторные полоски водой из промывалки.
- Будьте осторожны при работе с бумагой, пропитанной раствором ацетата свинца! Помните! Все соединения свинца сильно ядовиты! Берите эту индикаторную бумагу только пинцетом! После работы не забудьте тщательно вымыть руки с мылом!
- Заполните пробирку, на дне которой закреплена сера, водородом из аппарата Киппа или из прибора для получения газов. Как нужно держать пробирку, заполняя её водородом методом вытеснения воздуха? Внимание! Перед работой с водородом необходимо его проверить на чистоту!
- Не переворачивая пробирку, введите в её отверстие влажные индикаторные полоски и закрепите их, закрыв пробирку пробкой. Аккуратно, несильно нагрейте пробирку, особенно ту часть, где находится сера. Прекратите нагревание, как только будут заметны первые признаки изменения цвета индикаторных полосок. Оформите краткий отчёт о проведённом исследовании.

ПОМОЩЬ УЧИТЕЛЮ

Материалы для копирования

Характеристика сероводорода

Название вещества	Сероводород
Химическая формула	
Молярная масса	
Вид химической связи в молекуле	
Агрегатное состояние при н.у.	
Наличие/отсутствие цвета, запаха	
Тяжелее/легче воздуха (расчёт относительной плотности по воздуху)	
Растворимость в воде	
Токсичность	
Степени окисления химических элементов в сероводороде	

Продолжение таблицы

Название вещества	Сероводород
Характеристика окислительно-восстановительных свойств сероводорода	
Характеристика сероводорода как электролита, его способность к диссоциации в водном растворе	
Кислотно-основные свойства сероводорода	

Вопросы и задания к демонстрационному опыту
«Получение сероводорода и изучение его свойств»

В аппарате для проведения химических реакций (АПХР) (см. рисунок ниже) получили сероводород. Какое вещество поместили в двугорлую колбу-реактор 1, что приливали в эту колбу из воронки 2? Составьте уравнение реакции, которая протекает между этими веществами в колбе-реакторе 1.

1. Выделяющийся газ пропускали через растворы в насадках I—IV. Опишите процессы, которые протекали в этих растворах, заполните таблицу.

№ насадки	Состав раствора в насадке	Наблюдаемые изменения	Уравнение реакции, протекающей в растворе	Что доказывает (характеризует) протекающая реакция
I	Лакмус			
II	Иодная вода			
III	Концентрированная серная кислота			
IV	Гидроксид натрия			

2. Самая верхняя насадка в приборе на рисунке обозначена цифрой. Она заполнена активированным углем. Каково назначение этой насадки?

Отчёт о лабораторном опыте

«Синтез сероводорода. Качественные реакции на сероводород и сульфиды»

1. Сформулируйте цель опыта. Какие наблюдения позволяют утверждать, что сероводород можно получить синтезом из простых веществ? Ответ проиллюстрируйте соответствующими уравнениями химических реакций.
2. Сделайте обобщающий вывод, ответив на вопросы: а) Как можно экспериментально доказать, что исследуемый газ является сероводородом? б) Как отличить сульфиды от других солей?

Анкета для расчёта индивидуального индекса качества урока приведена в описании методологии пособия.

Теоретическое пояснение

Демонстрационный опыт

«Получение сероводорода и изучение его свойств»

В колбу-реактор АПХР (на рисунке показана цифрой 1) заранее помещают 2—3 г сульфида железа (II). Разбавленную соляную кислоту можно налить в воронку непосред-

Рис. 11. Аппарат для проведения химических реакций (АПХР): 1 — двугорлая колба-реактор; 2 — делительная воронка для работы с токсичными веществами, позволяет добавлять необходимое количество жидкого реагента в реакционную смесь, не допуская разгерметизации прибора; 3 — ёмкости (насадки) для жидких реагентов (поглотителей); 4 — колпаки; 5 — ёмкость (насадка) для сыпучих реагентов

ственно перед опытом. Заранее в насадки наливают растворы следующих веществ: I — лакмус, II — иод, III — серная кислота (конц.), IV — гидроксид натрия. Сверху прибор закрывают насадкой с активированным углем (3). Прибор должен быть полностью собран и заряжен перед уроком.

Когда открывают кран воронки (2), соляная кислота попадает на сульфид железа (II) и начинается реакция, сопровождающаяся выделением сероводорода:

$$FeS + 2HCl = H_2S\uparrow + FeCl_2$$

Для ускорения реакции колбу-реактор (1) можно нагреть с помощью спиртовки или электроплитки. В случае нагревания спиртовкой под колбу необходимо поместить металлическую сетку. Взаимодействие сульфида железа (II) с соляной или с разбавленной серной кислотами — общепринятый лабораторный способ получения сероводорода.

При пропускании сероводорода через раствор лакмуса наблюдается постепенное изменение фиолетовой окраски на розовую. Сероводородная кислота очень слабая. Однако сероводород в растворе способен к диссоциации:

$$H_2S \rightleftarrows H^+ + HS^-$$

При пропускании H_2S через иодную воду наблюдается исчезновение бурой окраски иода и помутнение раствора за счет образования осадка серы:

$$H_2S + I_2 = 2HI + S\downarrow$$

Эта реакция характеризует восстановительные свойства сероводорода, обусловленные наличием атомов серы со степенью окисления –2.

При пропускании сероводорода через концентрированную серную кислоту наблюдается помутнение раствора за счёт образования осадка серы:

$$3H_2S + H_2SO_4 = 4H_2O + 4S\downarrow$$

Эта реакция также характеризует восстановительные свойства сероводорода.

При пропускании сероводорода через раствор гидроксида натрия внешние изменения не наблюдаются. Раствор щелочи необходим для поглощения сероводорода:

$$H_2S + 2NaOH = Na_2S + 2H_2O$$

Эта реакция характеризует кислотные свойства сероводорода.

Насадка (3) также служит для поглощения сероводорода, но не в результате химической реакции, а за счёт адсорбции на поверхности активированного угля. Насадка (3) необходима, так как при большой скорости выделения сероводород может не успеть вступить в реакцию с раствором гидроксида натрия.

Лабораторный опыт
«Синтез сероводорода. Качественные реакции на сероводород и сульфиды»

При обычных условиях сера с водородом не соединяется. Лишь при нагревании протекает обратимая реакция:

$$H_2 + S \rightleftarrows H_2S + Q,$$

равновесие которой до 300—350 °C смещено вправо, а при повышении температуры смещается влево. Однако из-за высокой чувствительности реакции сероводорода с катионами Pb^{2+} даже при слабом нагревании довольно быстро наблюдается почернение фильтровальной бумаги, пропитанной раствором ацетата свинца:

$$H_2S + Pb(CH_3COO)_2 = PbS\downarrow + 2CH_3COOH$$

Влажная универсальная индикаторная бумага меняет цвет с жёлто-зелёного на жёлто-оранжевый.

Появление чёрной окраски за счёт образования сульфида свинца (II) при взаимодействии сероводорода с растворимыми солями свинца — признак чувствительной качественной реакции на H_2S. Сероводород осаждает из растворов сульфиды различных металлов, отличающихся по окраске: белый ZnS, телесный MnS, жёлтые CdS и As_2S_3, оранжевый Sb_2S_3, коричневый Bi_2S_3, чёрные CuS, NiS, PbS, Ag_2S, HgS. Различие в окраске и растворимости сульфидов в разных средах используется для обнаружения и разделения катионов металлов.

Методические комментарии

В целях экономии времени для проведения лабораторного опыта необходимо заранее приготовить приборы для получения газов (или аппарат Киппа), заполнив их гранулами цинка. Разбавленную соляную кислоту можно налить в прибор непосредственно перед опытом.

Задания к уроку

1. Задания на развитие функциональной грамотности

1) Давно известно, что соединения, содержащие серу, в особенности сероводород, — основная причина потемнения серебра. Даже очень небольшое содержание (менее миллиардных долей) летучих производных серы в атмосфере повинно в появлении тёмного слоя сульфида серебра, да и элементарная сера довольно быстро реагирует с этим металлом[3].

Рис. 12. *Серебряные столовые приборы*

Попробуйте составить уравнение химической реакции, которой обусловлено образование патины чёрного цвета на поверхности серебра. Исходные вещества: серебро, сероводород и кислород воздуха. Составьте электронный баланс, определите окислитель и восстановитель.

Ответ:

$$4Ag + 2H_2S + O_2 = 2Ag_2S + 2H_2O$$

$$4 \left| \begin{array}{l} \overset{0}{Ag} - 1\bar{e} \longrightarrow \overset{+1}{Ag} \text{ процесс окисления} \\ \overset{0}{O_2} + 4\bar{e} \longrightarrow 2\overset{-2}{O} \text{ процесс восстановления} \end{array} \right.$$

Ag — восстановитель
O — окислитель

[3] Курамшин А. И. Тайна столового серебра // Химия и жизнь. — 2019. — № 5. — С. 19.

Рис. 13. Изгоняющий дьявола, ок. 1580. Авторство приписывается Джованни Баттиста делла Ровере

2) На многих старых картинах, написанных масляными красками, белые краски из осно́вного карбоната свинца $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ (свинцовые белила) темнеют под действием сероводорода, следовые количества которого всегда содержатся в воздухе. Потемнение происходит вследствие образования чёрного сульфида свинца. Для реставрации таких картин применяется пероксид водорода, превращающий чёрный сульфид свинца в белый сульфат. Обе эти соли нерастворимы и воде[4].

Общий вид картины до обработки раствором пероксида водорода.

Та же картина после применения пероксида водорода[5].

Предположите, какие реакции протекают:

а) при потемнении свинцовых белил под действием сероводорода;

б) во время реставрации таких картин с применением раствора пероксида водорода.

Ответ проиллюстрируйте уравнениями реакций.

Ответ:

а) $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2 + 3H_2S = 3PbS + 4H_2O + 2CO_2$

б) $PbS + 4H_2O_2 = PbSO_4 + 4H_2O$

2. *Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения по схеме:

$$S \rightarrow FeS \rightarrow H_2S \rightarrow CuS$$

Для третьего превращения составьте сокращённое ионное уравнение реакции.

Ответ:

1. $S + Fe = FeS$

2. $FeS + 2HCl = FeCl_2 + H_2S\uparrow$

3. $H_2S + CuSO_4 = CuS\downarrow + H_2SO_4$

$H_2S + Cu^{2+} = CuS + 2H^+$

[4] Браун Т., Лемей Г. Ю. Химия — в центре наук. В 2 ч. / Ч. 2. Пер. с англ. — М.: Мир, 1983. С. 304.

[5] McFarland M.R. The Whitening Effects of Peroxide Gels on Darkened Lead White Paint // The Book and Paper Group Annual, 1997, Vol. 16. P. 55-65.

2. Выберите вещества, с которыми реагирует сероводород:

1) сернистый газ;
2) углекислый газ;
3) соляная кислота;
4) гидроксид калия;
5) хлорид кальция.

Ответ: 1, 4.

3. Раствор вещества *X* вступает в реакцию с раствором сульфида натрия, в результате реакции образуется осадок чёрного цвета. Из перечисленного ниже списка укажите формулы, которые могут соответствовать веществу *X*.

1) $Cu(NO_3)_2$;
2) $Zn(OH)_2$;
3) $FeSO_4$;
4) KOH;
5) HBr.

Ответ: 1, 3.

Темы проектных и исследовательских работ

1. Сульфидная коррозия стали и способы защиты от неё.
2. Определение содержания сероводорода в воде из природных источников.
3. Применение сероводородной воды в медицине.
4. Химические реакции, протекающие в клетках некоторых групп серобактерий.
5. Природные сульфиды — руды цветных металлов, их промышленная переработка.

Урок 6. «Оксид азота (IV)»[6]

Важно

Оксид азота (IV), диоксид азота, NO_2 — газ красно-бурого цвета с резким удушливым запахом, сильно ядовит. В сжиженном состоянии — жидкость жёлтого цвета, при температуре ниже −11 °C замерзает в виде бесцветных кристаллов. При охлаждении димеризуется в бесцветный N_2O_4:

$$2NO_2 \rightleftharpoons N_2O_4 + Q$$

Диоксид азота — одно из самых распространённых и опасных веществ, загрязняющих атмосферу и имеющих антропогенное происхождение. Он является промежуточным продуктом окисления аммиака при производстве азотной кислоты. Выделяется при использовании концентрированной азотной кислоты: например, при нитровании целлюлозы, глицерина, при травлении меди и медных сплавов. NO_2 (точнее его димер N_2O_4) — окислитель ракетного горючего на основе производных гидразина (в Вооружённых силах РФ именуется «амил»). Может образоваться при сгорании различных продуктов и отходов предприятий химической промышленности. По мнению экологов, первым по объёму выбросов диоксида азота в атмосферу в больших городах является автотранспорт[6]. Из-за характерного цвета выбросы диоксида азота получили название «лисий хвост».

[6] He M.Z., Kinney P.L. et al. Short- and intermediate-term exposure to NO2 and mortality: a multi-county analysis in China // Environ. Pollut. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114165 (дата обращения 08.05.2021)

Человек ощущает запах и небольшое раздражение во рту при концентрации NO_2 всего 0,2 мг/м^3. При более высоких концентрациях и увеличении времени экспозиции наблюдаются тяжёлые отравления, вплоть до смертельных, быстро развивается бронхопневмония, отёк лёгких[7].

Вместе с тем, знания о важнейших соединениях азота, в частности об оксиде азота (IV), позволяют понимать процессы, происходящие в природе и в промышленности, управлять этими процессами, бережно относиться к окружающей среде и своему здоровью.

Тип урока: комбинированный (урок изучения нового материала).

Класс: 9

Цель урока: создание условий для изучения промышленных и лабораторных способов получения оксида азота (IV), его физических и химических свойств, роли в производстве азотной кислоты, формирования познавательных универсальных действий.

Продолжительность урока: один академический час.

Планируемые результаты:

Предметные:

- применять основные методы познания: наблюдение, эксперимент;
- характеризовать физические и химические свойства оксида азота (IV), знать способы его получения в промышленности и в лаборатории;
- уметь объяснять наблюдаемые изменения при получении оксида азота (IV), в лабораторных условиях моделировать промышленные процессы, лежащие в основе производства азотной кислоты; проводить опыты, подтверждающие химические свойства оксида азота (IV);
- характеризовать взаимосвязь между составом, строением и свойствами важнейших соединений азота, в которых он проявляет положительную степень окисления;
- соблюдать правила безопасной работы при проведении опытов с токсичным газом, диоксидом азота.
- *Метапредметные:*
- познавательные: ориентироваться в текстах, анализировать, обрабатывать и интерпретировать информацию, использовать её для решения поставленных учебных задач;
- регулятивные: контролировать и оценивать результаты деятельности, вносить коррективы в их выполнение;
- коммуникативные: эффективно работать в паре и при решении учебной задачи.

Личностные:

- развивать практические навыки по использованию учебного оборудования;
- проявлять познавательный интерес, направленный на изучение соединений азота и их применение в жизни человека.

Оборудование, программное обеспечение и расходные материалы

интерактивная доска либо компьютер и мультимедийный проектор, электронные таблицы, программное обеспечение *Releon Lite*, цифровой датчик электропроводности, датчик pH, терморезисторный датчик температуры; аппарат для проведения химических реакций (АПХР), установленный в штативе; магнитная мешалка, шприц, заполненный оксидом азота (IV), шприц, заполненный кислородом, пластиковая бутылка (1,5 л), заполненная оксидом азота (II), спиртовка, промывалка с дистиллированной водой, активиро-

[7] Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. В 3 т. Том III. Неорганические и элементорганические соединения / Под ред. проф. Н.В. Лазарева и проф. И. Д. Гадаскиной. — Л.: Химия, 1977. — С. 101—111.

ванный уголь; медь (кусочки проволоки или стружки), концентрированная азотная кислота (65%), раствор лакмуса, раствор иодида калия (или натрия) (5%-ный), раствор перманганата калия (0,01%), раствор гидроксида натрия (10%-ный).

Ход урока

Этап урока 1. Организационный
Предполагаемая продолжительность: 1—2 мин. Педагогическая деятельность учителя: проверяет готовность к уроку, организует внимание класса к работе на уроке, создаёт положительный эмоциональный настрой у обучающихся. Учебная деятельность обучающихся: эмоционально настраиваются на предстоящую учебную деятельность

Этап урока 2. Мотивация к учебной деятельности, актуализация и обобщение имеющихся знаний
Предполагаемая продолжительность: 7 мин. Педагогическая деятельность учителя: предлагает учащимся прослушать серию суждений и на их основе определить тему урока и цель урока. На любом этапе высказывания суждений можно озвучить ответ. О каком соединении азота идёт речь? 1. Соединение, в котором азот проявляет степень окисления +4. 2. Вещество, из-за которого концентрированная азотная кислота приобретает жёлто-бурую окраску при хранении. 3. Токсичное бинарное соединение азота, которое образуется практически каждый раз, когда приходится работать с очень крепкой азотной кислотой. 4. Газ, имеющий яркую красно-бурую окраску, из-за чего его выбросы называют «лисий хвост».   ***Рис. 15.*** Выброс диоксида азота, «лисий хвост», на предприятии «КуйбышевАзот», г. Тольятти, 11.07.2016

[8] Новости Самары https://progorodsamara.ru/news/view/185360 (дата обращения 08.05.2021)

После определения состава и названия соединения, которое предстоит изучить на уроке, предлагает уточнить тему урока, акцентуализируя внимание обучающихся на соединениях азота, в которых он проявляет положительные степени окисления. Затем предлагает охарактеризовать оксид азота (IV) по предложенному плану (см. материалы для копирования), прогнозируя его физические и химические свойства.
Предлагает одному из учеников зачитать характеристику оксида азота (IV) для фронтального обсуждения в классе.
Учебная деятельность обучающихся:
высказывают свои предположения, согласовывают с учителем тему и цель урока, предлагают способы и средства достижения цели.
В парах выполняют задания по характеристике свойств оксида азота (IV), участвуют во фронтальном обсуждении по плану «Характеристика оксида азота (IV)».

Этап урока 3. Применение знаний в новой ситуации

Предполагаемая продолжительность: 20 мин.
Педагогическая деятельность учителя:

1. Обсуждает с обучающимися способы получения оксида азота (IV) в промышленности и в лаборатории. Предлагает высказать суждения о содержании химического эксперимента, нацеленного на проверку высказанных предположений, на изучение физических и химических свойств диоксида азота. Корректирует план эксперимента.

2. Демонстрирует получение оксида азота (IV) в АПХР, предлагает обучающимся осмыслить результаты наблюдений, ответив на вопросы и выполнив задания к демонстрационному опыту «Получение оксида азота (IV) и изучение его свойств» (см. материалы для копирования). Организует обсуждение ответов на вопросы к демонстрационному опыту.

3. Предлагает обучающимся спроектировать химический эксперимент, моделирующий промышленный процесс получения оксида азота (IV) окислением оксида азота (II). Отмечает, что это один из процессов, который лежит в основе производства азотной кислоты.

4. Демонстрирует опыт «Окисление оксида азота (II) до оксида азота (IV)». Предлагает обучающимся ответить на вопросы и выполнить задания к данному демонстрационному опыту (см. материалы для копирования).

5. Предлагает обучающимся продолжить проектирование химического эксперимента, смоделировать процесс завершающей стадии производства азотной кислоты.

6. Демонстрирует опыт «Взаимодействие оксида азота (IV) с водой и кислородом, получение азотной кислоты». Предлагает обучающимся выполнить задания к данному демонстрационному опыту (см. материалы для копирования). Подводит обучающихся к выводу о полной трёхстадийной схеме промышленного производства азотной кислоты.

Учебная деятельность обучающихся:

1. В процессе фронтальной эвристической беседы узнают о способах получения оксида азота (IV) в промышленности и в лаборатории. Планируют химический эксперимент, нацеленный на изучение физических и химических свойств диоксида азота.
2. Наблюдают изменения во время демонстрации получения оксида азота (IV) в АПХР. Отвечают на вопросы и выполняют задания к демонстрационному опыту «Получение оксида азота (IV) и изучение его свойств» (см. материалы для копирования). Обсуждают ответы на вопросы к демонстрационному опыту.

3. Проектируют химический эксперимент, моделирующий промышленный процесс получения оксида азота (IV) окислением оксида азота (II).

4. Наблюдают демонстрацию окисления оксида азота (II) до оксида азота (IV). Отвечают на вопросы и выполняют задания к данному демонстрационному опыту (см. материалы для копирования).

5. Проектируют химический эксперимент, моделирующий процесс завершающей стадии производства азотной кислоты.

6. Наблюдают взаимодействие оксида азота (IV) с водой и кислородом, в результате которого образуется азотная кислота. Выполняют задания к данному демонстрационному опыту (см. материалы для копирования), формулируют выводы о процессах, лежащих в основе промышленного производства азотной кислоты

Этап урока 4. Контроль усвоения, обсуждение допущенных ошибок и их коррекция

Предполагаемая продолжительность: 10 мин.

Педагогическая деятельность учителя:

организует обсуждение результатов исследования, проверяет правильность записанных уравнений реакций и сделанных выводов. Отмечает важность изучаемых соединений и процессов, как в жизнедеятельности человека, так и в промышленности.

Учебная деятельность обучающихся:

сравнивают результаты работы в паре с результатами, полученными другими учениками; при необходимости корректируют выводы и уравнения химических реакций

Этап урока 5. Информация о домашнем задании и рефлексия

Предполагаемая продолжительность: 6—7 мин.

Педагогическая деятельность учителя:

информирует о домашнем задании, даёт комментарий по его выполнению;

предлагает анкету рефлексии к уроку и предлагает рассчитать «Индивидуальный индекс качества урока»;

подводит рефлексивную статистику урока по количеству учеников, у которых индекс качества выше значения 5;

демонстрирует запись цели урока, спрашивает: «Как вы думаете достигнута ли цель?». Если проблема не решена и цель не достигнута, предлагает объяснение, и задаёт в дополнение к домашнему заданию подумать над причинами этого.

Учебная деятельность обучающихся:

задают уточняющие вопросы о выполнении домашнего задания;

рассчитывают «Индивидуальный индекс качества урока»;

определяют степень соответствия поставленной цели и результатов деятельности; степень своего продвижения к цели;

высказывают оценочные суждения и соотносят результаты своей деятельности с целью урока

ПОМОЩЬ УЧИТЕЛЮ

Материалы для копирования

Характеристика оксида азота (IV)

Название вещества	Оксид азота (IV), диоксид азота
Химическая формула	
Молярная масса	
Вид химической связи в молекуле	
Агрегатное состояние при н.у.	
Наличие/отсутствие цвета, запаха	
Тяжелее/легче воздуха (расчёт относительной плотности по воздуху)	
Растворимость в воде	
Токсичность	
Степени окисления химических элементов в оксиде азота (IV)	
Характеристика окислительно-восстановительных свойств оксида азота (IV)	
Кислотно-основные свойства оксида азота (IV)	

Вопросы и задания к демонстрационному опыту
«Получение оксида азота (IV) и изучение его свойств»

В аппарате для проведения химических реакций (АПХР) (см. рисунок ниже) получили оксид азота (IV). Какое вещество поместили в двугорлую колбу-реактор 1, что приливали в эту колбу из воронки 2? Составьте уравнение реакции, которая протекает между этими веществами в колбе-реакторе 1. Укажите окислитель и восстановитель.

Рис. 16. Аппарат для проведения химических реакций (АПХР): 1 — двугорлая колба-реактор; 2 — делительная воронка для работы с токсичными веществами, позволяет добавлять необходимое количество жидкого реагента в реакционную смесь, не допуская разгерметизации прибора; 3 — ёмкости (насадки) для жидких реагентов (поглотителей); 4 — колпаки; 5 — ёмкость (насадка) для сыпучих реагентов

Выделяющийся газ пропускали через растворы в насадках I—IV.

1. Опишите процессы, которые протекали в этих растворах, заполните таблицу.

№ насадки	Состав раствора в насадке	Наблюдаемые изменения	Уравнение реакции, протекающей в растворе	Что доказывает (характеризует) протекающая реакция
I	Лакмус			
II	Иодид калия			
III	Перманганат калия			
IV	Гидроксид натрия			

2. Самая верхняя насадка в приборе (на рисунке обозначена цифрой 3) заполнена активированным углем. Каково назначение этой насадки?

Вопросы и задания к демонстрационному опыту
«Окисление оксида азота (II) до оксида азота (IV)»

1. Какой газ находится в пластиковой бутылке? Имеет ли он окраску?
2. Какие изменения произошли, когда открыли крышку? Какая реакция при этом протекает? Составьте уравнение этой реакции.
3. Что наблюдается после того, как в бутылку добавили воды, закрыли крышку и встряхнули? Почему бутылка немного «сжалась»? Ответ проиллюстрируйте соответствующим уравнением химической реакции.
4. Что будет наблюдаться, если снова открыть крышку, а затем добавить воды? Ответ поясните.

Задания к демонстрационному опыту «Взаимодействие оксида азота (IV) с водой и кислородом, получение азотной кислоты»

1. Заполните таблицу:

Регистрируемый параметр	Температура, °С	Показания датчика pH	Показания датчика электропроводности, мкСм/см
До пропускания газов			
После пропускания газов			

Объясните наблюдаемые изменения, приведите соответствующее уравнение химической реакции.

Анкета для расчёта «Индивидуального индекса качества урока» приведена в описании методологии пособия.

Теоретическое пояснение

Демонстрационный опыт
«Получение оксида азота (IV) и изучение его свойств»

В колбу-реактор АПХР (на рисунке 16 показана цифрой 1) заранее помещают 2—3 г кусочков медной проволоки или медных стружек. Концентрированную азотную кислоту можно налить в воронку непосредственно перед опытом. Заранее в насадки наливают растворы следующих веществ: I — лакмус, II — иодид калия (или натрия), III — перманганат калия, IV — гидроксид натрия. Сверху прибор закрывают насадкой с активированным углём (3). Прибор должен быть полностью собран и заряжен перед уроком.

Когда открывают кран воронки (2), азотная кислота попадает на медь и начинается реакция, сопровождающаяся выделением оксида азота (IV):

$$Cu + 4HNO_3 = Cu(NO_3)_2 + 2NO_2\uparrow + 2H_2O$$

Для ускорения реакции колбу-реактор (1) можно нагреть с помощью спиртовки или электроплитки. В случае нагревания спиртовкой под колбу необходимо поместить металлическую сетку. Взаимодействие меди с концентрированной азотной кислотой — один из лабораторных способов получения диоксида азота.

При пропускании оксида азота (IV) через раствор лакмуса наблюдается быстрое изменение фиолетовой окраски на красную. Оксид азота (IV) — кислотный оксид, при его взаимодействии с водой образуются две кислоты, азотная и азотистая:

$$2NO_2 + H_2O = HNO_3 + HNO_2$$

Азотистая кислота слабая и неустойчивая, легко разлагается:

$$2HNO_2 = NO + NO_2 + H_2O$$

При пропускании NO_2 через раствор иодида калия наблюдается появление бурой окраски иода, который выпадает в осадок в виде кристаллов тёмно-серого цвета при избытке диоксида азота:

$$2NO_2 + 2KI = KNO_2 + I_2\downarrow$$

Эта реакция характеризует окислительные свойства диоксида азота.

При пропускании оксида азота (IV) через раствор перманганата калия наблюдается полное обесцвечивание раствора:

$$5NO_2 + KMnO_4 + H_2O = Mn(NO_3)_2 + KNO_3 + 2HNO_3$$

Эта реакция характеризует восстановительные свойства диоксида азота. Таким образом, оксид азота (IV) проявляет двойственные окислительно-восстановительные свойства, обусловленные наличием атомов азота $\overset{+4}{N}$.

При пропускании NO_2 через раствор гидроксида натрия внешние изменения не наблюдаются. Раствор щелочи необходим для поглощения токсичного оксида азота (IV):

$$2NO_2 + 2NaOH = NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O$$

Эта реакция характеризует кислотные свойства диоксида азота. В растворе щелочи оксид азота (IV) диспропорционирует с образованием двух солей: нитрита (в котором степень окисления азота +3) и нитрата (в котором степень окисления азота +5).

Насадка (3) также служит для поглощения нитрозных газов за счёт адсорбции на поверхности активированного угля. Насадка (3) необходима, так как при большой скорости выделения NO_2 может не успеть поглотиться раствором гидроксида натрия. Нитрозные газы, помимо NO_2, могут содержать ещё оксид азота (II), который образуется при взаимодействии оксида азота (IV) с водой:

$$3NO_2 + H_2O = 2HNO_3 + NO$$

Оксид азота (II) — несолеобразующий, безразличный оксид, не поглощается раствором щелочи, но адсорбируется активированным углем.

Демонстрационный опыт
«Окисление оксида азота (II) до оксида азота (IV)»

До урока необходимо заполнить пластиковую бутылку (бесцветную прозрачную бутылку из полиэтилентерефталата (ПЭТ), из-под напитков) объёмом 1,5 л оксидом азота (II) методом вытеснения воды. 1. Монооксид азота удобно получать взаимодействием металлической меди с разбавленной азотной кислотой (~30%):

$$3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO\uparrow + 4H_2O$$

К обрезкам медной проволоки или стружкам медленно приливают HNO_3 (пл. 1,10 — 1,15 г/см^3). Не следует допускать разогревания смеси во избежание образования других оксидов азота или элементарного азота. Сначала в реакционном сосуде появляются бурые пары диоксида азота, образующиеся при окислении NO кислородом воздуха. Для очистки от NO_2 и брызг HNO_3 оксид азота (II) можно пропустить через промывную склянку с 5%-ным раствором NaOH и собирать над водой.

Опыт проводится под тягой! Во время демонстрации учитель показывает, что бутылка наполнена бесцветным газом, оксидом азота (II). Затем открывают крышку, тотчас над горлышком бутылки появляется «облачко» красно-бурого цвета за счёт окисления монооксида азота кислородом воздуха:

$$2NO + O_2 = 2NO_2$$

Бутылку можно слегка сдавить, а затем отпустить, чтобы воздух попал внутрь. Тогда образование диоксида азота будет наблюдаться внутри бутылки.

Затем в бутылку наливают небольшое количество воды, закрывают крышкой и интенсивно встряхивают. Бурая окраска NO_2 исчезает за счёт его взаимодействия с водой:

$$3NO_{2\,(г)} + H_2O_{\,(ж)} = 2HNO_{3\,(р\text{-}р)} + NO_{\,(г)}$$

Из уравнения видно, что в реакцию вступает 3 объёма газа, а образуется только один, т.е. объём газов в бутылке уменьшается, бутылка немного «сжимается». Если снова открыть крышку, стенки бутылки расправятся, внутрь засосёт воздух, оксид азота (II) окислится до оксида азота (IV), снова появится бурая окраска. При добавлении воды будет снова наблюдаться обесцвечивание за счёт поглощения NO_2 водой.

Учитель подводит школьников к выводу, что для превращения всего оксида азота (IV) в азотную кислоту необходимо в реакционную смесь ввести окислитель — кислород.

Демонстрационный опыт
«Взаимодействие оксида азота (IV) с водой и кислородом,
получение азотной кислоты»

Опыт проводится под тягой! В химический стакан наливают около 50 мл дистиллированной воды, устанавливают на магнитную мешалку. Затем в воду погружают терморезисторный датчик температуры, датчик pH и датчик электропроводности, которые закрепляют в штативе так, чтобы они не касались якоря магнитной мешалки. Показания датчиков нужно вывести на экран, чтобы видели все ученики в классе. Включают магнитную мешалку и запускают измерения всех трёх датчиков. Когда показания датчиков стабилизируются, обучающиеся записывают их в тетрадь, в соответствующие графы таблицы.

Затем в воду одновременно с помощью двух шприцов пропускают диоксид азота и кислород. Регистрируют изменения измеряемых параметров. Температура раствора увеличивается, что свидетельствует о протекании экзотермической реакции. Для того чтобы изменение температуры было значительным, следует растворить не менее 100 мл диокси-

да азота, pH раствора резко уменьшается, что свидетельствует об образовании сильной кислоты. Электропроводность раствора резко уменьшается, что характеризует образование сильного электролита.

Учитель обращает внимание учеников на то, что над водой в стакане отсутствует красно-бурая окраска, т.е. в условиях достаточного количества кислорода диоксид азота поглощается полностью, при этом протекает обратимая экзотермическая реакция:

$$4NO_2 + O_2 + 2H_2O \rightleftarrows 4HNO_3 + Q$$

Методические комментарии

В целях экономии времени для проведения демонстрационных опытов необходимо всё приготовить заранее. В колбу-реактор АПХР положить медную проволоку (или стружки), заполнив насадки соответствующими растворами. Концентрированную азотную кислоту можно налить в прибор непосредственно перед опытом. Важно отметить, что второй и третий демонстрационные опыты с NO_2 следует проводить только при наличии в учебном кабинете хорошей вытяжки.

Задания к уроку

1. *Задания на развитие функциональной грамотности*

1) Что такое красная азотная кислота?[9]

Термин «дымящая красная азотная кислота» использовался вплоть до 40-ых годов XX века. Это раствор диоксида азота в азотной кислоте. Он может быть получен как насыщением концентрированной азотной кислоты диоксидом азота, так и при разложении азотной кислоты.

При взаимодействии компонентов смеси, содержащей нитрат натрия и серную кислоту, сначала при 100—110° С протекает реакция согласно уравнению:

Из смеси выделяется и перегоняется чистая азотная кислота. Если повысить температуру до 150—170° С, то бóльшая часть азотной кислоты начинает разлагаться с выделением диоксида азота и кислорода:

Диоксид азота, растворяясь в первых порциях отгоняемой азотной кислоты, и сообщает ей красно-оранжевый цвет. Никакого другого красителя здесь нет.

2) Составьте уравнения химических реакций, которые протекают:

а) при 100—110 °С между твёрдым нитратом натрия и концентрированной серной кислотой;

б) при нагревании до 150—170 °С безводной азотной кислоты.

Ответ:

а) $NaNO_3 + H_2SO_4 = HNO_3\uparrow + NaHSO_4$

или

$2NaNO_3 + H_2SO_4 = 2HNO_3\uparrow + Na_2SO_4$

б) $4HNO_3 = 2H_2O + 4NO_2 + O_2$

3). Динамика загрязнения атмосферного воздуха в Москве[10]:

[9] По материалам кн.: Стенин Б.Д., Аликберова Л.Ю. Книга по химии для домашнего чтения. — М.: Химия, 1994. — С. 226.

[10] Динамика загрязнения атмосферного воздуха в Москве // Правительство Москвы. Департамент природопользования и охраны окружающей среды. — http://www.dpioos.ru/eco/ru/air_dinamic (дата обращения 11.05.2021)

ПДКсс[11] — предельно допустимая концентрация, среднесуточная — для NO_2 составляет 0,1 мг/м^3.

а) Рассчитайте массу диоксида азота в 1 м^3 воздуха в центральной части Москвы.

б) Оцените среднее количество молекул NO_2, которое за один раз вдыхает москвич, проживающий в центральной части города. Объём вдоха примите равным 0,5 л.

Ответ:

а) $m_{NO_2} = 0{,}1 \cdot 1{,}1 = 0{,}11$ мг

б) $N_{NO_2} = \dfrac{m_{NO_2}}{M_{NO_2}} \cdot N_A = \dfrac{V_{вдоха} \cdot C_{NO_2}}{M_{NO_2}} \cdot N_A$

$$N_{NO_2} = \frac{0{,}5\ л \cdot 0{,}11 \cdot 10^{-6}\ г\ /\ л}{46\ г\ /\ моль} \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23}\ моль^{-1} = 7{,}2 \cdot 10^{14}\ молекул$$

720 триллионов молекул за один вдох!

Рис. 17. Карта загрязнения воздуха диоксидом азота в Москве и ближайшем Подмосковье[12]

[11] С 2004 года наметилась тенденция медленного, но устойчивого прироста загрязнения диоксидом азота (3—5 % в год). При этом рост содержания диоксида азота отмечен и на жилых территориях города (1.1 ПДКсс для центральной части города и 0.8 ПДКсс для периферийных жилых территорий). Это связано с тем, что оксиды азота наиболее сложно «подавляются» среди других загрязняющих веществ при использовании нейтрализаторов на автотранспортных средствах.

[12] В Москве в полтора раза упало содержание диоксида азота в воздухе // РИА Новости, 20.04.2020. — https://ria.ru/20200420/1570278347.html (дата обращения 11.05.2021)

2. *Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

1) Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения по схеме:

$NH_3 \rightarrow NO \rightarrow NO_2 \rightarrow HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$

Для четвёртого превращения составьте сокращённое ионное уравнение реакции.

Ответ:

1. $4NH_3 + 5O_2 \xrightarrow{Pt} 4NO + 6H_2O$
2. $2NO + O_2 = 2NO_2$
3. $4NO_2 + O_2 + 2H_2O = 4HNO_3$
4. $HNO_3 + NH_3 = NH_4NO_3$
5. $H^+ + NH_3 = NH_4^+$

2) Выберите вещества, с которыми реагирует оксид азота (IV):

1) сернистый газ;
2) углекислый газ;
3) гидроксид калия;
4) азот;
5) кислород.

Ответ: 1, 3, 5.

3) Используя метод электронного баланса, расставьте коэффициенты в уравнении реакции, схема которой:

$$Tc + HNO_3 \rightarrow HTcO_4 + NO_2 + H_2O$$

Определите окислитель и восстановитель.
Ответ:
$Tc + 7HNO_3 \rightarrow HTcO_4 + 7NO_2 + 3H_2O$

$$7 \left| \begin{array}{l} \overset{+5}{N} + 1\bar{e} \longrightarrow \overset{+4}{N} \\ \overset{0}{Tc} - 7\bar{e} \longrightarrow \overset{+7}{Tc} \end{array} \right.$$

Tc — восстановитель;
HNO_3 — окислитель за счет N^{+5}.

Темы возможных проектных и исследовательских работ

1. Коррозия стали под действием нитрозных газов и способы защиты от неё.
2. Определение содержания диоксида азота в воздухе.
3. Биологическая роль оксида азота (II).
4. Роль нитрифицирующих бактерий в круговороте азота.
5. Поиск направлений снижения выбросов нитрозных газов в атмосферу.

Урок 7. Кальций и его соединения

Кальций и его соединения широко распространены в природе и играют важную роль в жизни человека и общества. Знания о соединениях кальция позволяют понимать явле-

ния, происходящие в окружающем мире, а в некоторых случаях и управлять химическими процессами.

Тип урока: комбинированный (урок изучения нового материала)

Цель урока: создать условия для изучения физических и химических свойств кальция и его соединений, применения соединений, формирования познавательных универсальных действий.

Продолжительность урока: один академический час.

Планируемые результаты:

Предметные:

- применять основные методы познания: наблюдение, измерение, эксперимент;
- характеризовать физические и химические свойства кальция и его соединений, проводить опыты, подтверждающие химические свойства гидроксида кальция;
- характеризовать взаимосвязь между составом, строением и свойствами металлов;
- соблюдать правила безопасной работы при проведении опытов.

Метапредметные:

- познавательные: анализировать, обрабатывать и интерпретировать информацию, использовать её для решения поставленных учебных задач;
- регулятивные: контролировать и оценивать результаты учебной деятельности, вносить коррективы в их выполнение;
- коммуникативные: эффективно работать в паре, в группе при решении учебных задач.

Личностные:

- развивать практические навыки по использованию учебного оборудования;
- сформировать познавательный интерес, направленный на изучение химических соединений кальция и их применение в жизни человека.

Оборудование, программное обеспечение и расходные материалы

Компьютер, программное обеспечение *Releon Lite*, цифровые датчики электропроводности, датчик pH; стакан химический (50 мл); стакан химический (150 мл); фарфоровая чашка; прибор для получения газов, заряженный мрамором и соляной кислотой; штатив с зажимом, шпатель; пинцет; дистиллированная вода; известковая вода; соляная кислота (1:2); мрамор (кусочки); раствор фенолфталеина, коллекция минералов.

Ход урока

Этап урока 1. Организационный
Предполагаемая продолжительность: 1—2 мин. Педагогическая деятельность учителя: проверяет готовность к уроку, организует работу класса на уроке, создаёт положительный эмоциональный настрой у обучающихся. Учебная деятельность обучающихся: эмоционально настраиваются на предстоящую учебную деятельность

Этап урока 2. Актуализация и обобщение знаний
Предполагаемая продолжительность: 10 мин. Педагогическая деятельность учителя: предлагает учащимся прослушать серию суждений и на их основе определить тему урока и цель урока. На любом этапе высказывания суждений можно озвучить ответ. О каком элементе идёт речь?

1. Металл.
2. В соединениях проявляет только валентность II .
3. Находится в IV периоде Периодической системы химических элементов.
4. Очень активный металл, на воздухе быстро окисляется.
5. Встречается в природе только в виде соединений.
6. Входит в состав мела (мрамора, яичной скорлупы, извести и т. д.).

После определения элемента и темы урока предлагает дать характеристику кальция на основе его положения в Периодической системе (см. материалы для копирования).

Предлагает одному из учеников зачитать характеристику кальция.

Учебная деятельность обучающихся:

высказывают свои предположения; согласовывают с учителем тему и цель урока; предлагают способы и средства достижения цели.

Выполняют задания по характеристике кальция.

Проверяют ответы по характеристике кальция

Этап урока 3. Объяснение нового материала. Применение знаний в новой ситуации

Предполагаемая продолжительность: 17 мин.
Педагогическая деятельность учителя:

1. Объясняет учащимся новый материал с демонстрацией физических свойств кальция, особенностями его хранения в связи с его высокой активностью. Отмечая активность кальция, предлагает ученикам спрогнозировать способ получения кальция. Демонстрирует взаимодействие кальция с водой и последующим определением характера среды раствора гидроксида кальция с помощью датчика pH и фенолфталеина.
2. Проводит эксперимент «Взаимодействие оксида кальция с водой» с последующим определением характера среды.
3. К образующемуся раствору гидроксида кальция вместе с осадком приливает соляную кислоту. Отмечает, что ион Ca^{2+} бесцветен. Вносит в полученный раствор нихромовую петлю. Затем помещает петлю в пламя спиртовки. При внесении в пламя растворимых солей кальция пламя окрашивается в кирпично-красный цвет.
4. Учащиеся в тетрадях записывают уравнения протекающих процессов, отмечают признаки реакций.
5. Предлагает учащимся выполнить лабораторный опыт «Взаимодействие известковой воды с углекислым газом», знакомит учеников с методиками проведения опыта, раздаёт задание и оборудование и дает инструкцию по работе.
6. Выполняют лабораторную работу; работая в парах (в группах) по инструкции, оформляют результаты измерений и расчёты в тетради или на специальных бланках (см. материалы для копирования). Делают выводы по работе.
7. Знакомит учащихся с соединениями кальция, распространёнными в природе (с демонстрациями минералов и их составом), и применением соединений кальция, отмечает роль кальция в организме человека и животных.

Учебная деятельность обучающихся:

записывают название минералов и их состав, области применения соединений кальция

Этап урока 4. Контроль усвоения, обсуждение допущенных ошибок и их коррекция
Предполагаемая продолжительность: 10 мин. Педагогическая деятельность учителя: организует обсуждение результатов исследования, проверяет правильность записанных уравнений реакций и сделанных выводов. Отмечает важность протекающих процессов в жизнедеятельности человека. Учебная деятельность обучающихся: сравнивают результаты работы в паре (в группе) с данными, полученными другими учениками; при необходимости корректируют выводы и уравнения химических реакций

Этап урока 5. Информация о домашнем задании и рефлексия
Предполагаемая продолжительность: 6—7 мин. Педагогическая деятельность учителя: информирует о домашнем задании, даёт комментарий по его выполнению; предлагает анкету рефлексии к уроку и расчёт «Индивидуальный индекс качества урока»; подводит рефлексивную статистику урока по количеству учеников, у которых индекс качества выше значения 5; демонстрирует запись цели урока, спрашивает: «Как вы думаете достигнута ли цель?» Если проблема не решена и цель не достигнута, предлагает объяснение и задаёт в дополнение к домашнему заданию подумать над причинами этого. Учебная деятельность обучающихся: задают уточняющие вопросы о выполнении домашнего задания; рассчитывают «Индивидуальный индекс качества урока»; определяют степень соответствия поставленной цели и результатов деятельности; степень своего продвижения к цели; высказывают оценочные суждения и соотносят результаты своей деятельности с целью урока

Материал для подготовки к уроку

Инструкция к лабораторному опыту «Взаимодействие известковой воды с углекислым газом».

- Запустите на регистраторе данных программное обеспечение *Releon Lite*.
- Подключите датчик электропроводности.
- В стакан налейте 20 мл раствора известковой воды, опустите в него датчик электропроводности, закреплённый в лапке штатива.
- Наблюдайте за изменением значения электропроводности. Когда показания электропроводности перестанут изменяться, запишите значение в таблицу.
- В течение нескольких минут пропускайте через известковую воду углекислый газ, используя прибор для получения газов. Обратите внимание на скорость пропускания углекислого газа. Она не должна быть очень большой. Регулировать подачу газа можно с помощью крана. Наблюдайте за изменением в растворе и изменениями значения электропроводности.
- Пропускайте углекислый газ до получения прозрачного раствора. Налейте в пробирку 2 мл полученного прозрачного раствора и нагрейте на пламени спиртовки. Что наблюдаете? Какой газ выделяется? Каков состав осадка?

- Заполните таблицу результатов опыта и сделайте выводы. В выводах отразите процессы, протекающие в растворе (в виде химических уравнений) и изменения значений электропроводности.
- Налейте в пробирку 2 мл полученного прозрачного раствора и нагрейте на пламени спиртовки. Что наблюдаете? Какой газ выделяется? Каков состав осадка?

Контрольные вопросы:

1. Почему изменяется значение электропроводности известковой воды при пропускании через неё углекислого газа? Запишите уравнения химических реакций, протекающих при этом.

ПОМОЩЬ УЧИТЕЛЮ

Материал для копирования

Характеристика кальция

Характеристика	Кальций
Порядковый номер	
Относительная атомная масса	
Заряд ядра	
Общее число электронов	
Число электронов на внешнем электронном слое	
Степени окисления	
Формула высшего оксида и его характер (осно́вный, кислотный)	
Формула гидроксида и его характер	

Таблица результатов работы

№ опыта	Исследуемый раствор	Электропроводность, мкСм/см
1	Известковая вода	
2	Раствор с осадком*	
3	Раствор после растворения осадка	

*Необходимо записать наименьшее значение электропроводности.

Анкета для расчёта «Индивидуального индекса качества урока» (см. работу «Изучение строения пламени»).

Теоретическое пояснение

Если в раствор гидроксида кальция пропускать углекислый газ, то образуется нерастворимый карбонат кальция:

$$Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O$$

Электропроводность раствора по мере выпадения карбоната кальция будет снижаться. Когда все ионы кальция перейдут в осадок, электропроводность раствора будет минимальной. При дальнейшем пропускании углекислого газа будет происходить растворение карбоната кальция и электропроводность раствора будет увеличиваться.

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 = Ca(HCO_3)_2$$

Методические комментарии

В целях экономии времени для проведения лабораторного опыта необходимо заранее приготовить приборы для получения газов, заполнив их кусочками мрамора. Раствор соляной кислоты наливают в прибор непосредственно перед опытом.

Раствор гидрокарбоната кальция после кипячения можно исследовать на электропроводность. Однако вследствие летучести хлороводорода, электропроводность может быть высокой. А это противоречит химическим процессам.

Задания к уроку

1. *Задания на развитие функциональной грамотности*

1) Химические процессы, исследованные в лабораторной работе, происходят в природе. Образование сталактитов связано с выделением карбоната кальция из раствора гидрокарбоната кальция. Как этот процесс провести в лаборатории?

Рис. 18. Образование сталактитов в пещерах

Ответ:

Нагреть раствор гидрокарбоната кальция до кипения. При этом он разложится с выделением карбоната кальция, углекислого газа и воды.

2) При стирке руками хозяйка увидела множество пузырей. Они переливались разными цветами и их было очень много. Сформулируйте вывод о том, в какой воде стирает хозяйка: мягкой или жёсткой. Какие признаки подтверждают ваш вывод?

Рис.19. *Стирка белья*

Ответ:

Хозяйка стирает бельё в мягкой воде. Мыло пенится и даёт пузыри только в мягкой воде.

2. *Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

1) Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения по схеме:

$$Ca \xrightarrow{1} CaO \xrightarrow{2} Ca(OH)_2 \xrightarrow{3} Ca(NO_3)_2$$

Для третьего превращения составьте сокращённое уравнение реакции.

Ответ:

1. $2Ca + O_2 = 2CaO$
2. $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$
3. $Ca(OH)_2 + 2HNO_3 = Ca(NO_3)_2 + 2H_2O$
4. $H^+ + OH^- = H_2O$

2) С какими веществами будет реагировать гашёная известь:

1) сернистым газом
2) угарным газом
3) соляной кислотой
4) едким натром

Ответ:1, 3.

3) Какие два из перечисленных веществ будут вступать в реакцию с оксидом кальция?

1. $Cu(OH)_2$
2. HNO_3
3. O_2
4. $Ba(OH)_2$
5. CO_2

Ответ: 2, 5.

Темы проектных и исследовательских работ

1. Жёсткость воды и способы её устранения.
2. Определение жёсткости водопроводной воды.
3. Применение соединений кальция в медицине.
4. Кальций в природе. Миграция кальция в окружающем мире.
5. Кальций в жизни человека.

Лабораторные работы

8 класс

Практическая работа № 1.

«Изучение строения пламени»

Теоретическая часть

Горение — сложный процесс, сопровождающийся выделением энергии, как правило, в виде тепла и света. Различают гомогенное горение (например, при работе газовой горелки), и гетерогенное горение (например, горение спирта и сухого горючего). В рассмотренных примерах пламя имеет сходное строение. В нём можно выделить три части.

1) Внутренний конус темного цвета (в случае газовой горелки синего цвета) с низкой температурой ~ 300—500 °С. Здесь происходит испарение и разложение горючего вещества.

2) Средний восстановительный конус состоит из смеси воздуха и горящего газа. Здесь под влиянием более высокой температуры (1500—1800 °С) продукты испарения и разло-

жения горючих веществ активно реагируют с кислородом. Если часть углерода остаётся свободной, то его мельчайшие частицы раскаляются и придают пламени яркое свечение. Эта часть пламени богата угарным газом CO — сильным восстановителем, поэтому её называют восстановительной. Точка наиболее высокой температуры находится на острие восстановительного конуса.

3) Внешний окислительный конус образует невидимую оболочку, окружающую пламя. Здесь под влиянием значительного притока кислорода воздуха происходит полное окисление горючего вещества до CO_2 и H_2O (при горении сухого горючего на основе уротропина также образуется N_2). При этом остаётся избыток кислорода, который при высокой температуре обладает высокой окислительной активностью, поэтому внешняя часть пламени называется окислительной.

Используя поддув воздуха, можно увеличить температуру пламени.

Практическая часть

Цель опыта: изучить строение пламени, определить температуру в разных его зонах при использовании различных источников тепла.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик температуры термопарный.

Дополнительное оборудование: штатив с зажимом; держатель для пробирок; спиртовка.

Материалы и реактивы: спирт этиловый; сухое горючее; свеча.

Техника безопасности:

1. Работа связана с открытым пламенем — берегитесь ожога.
2. Термопара после извлечения из пламени остывает не сразу — берегитесь ожога.
3. В спиртовке содержится горючая жидкость.

Инструкция к выполнению:

1. Подключите высокотемпературный датчик (термопару) к регистратору данных (компьютеру). Закрепите датчик в штативе так, чтобы его кончик касался фитиля спиртовки.

2. Зажгите спиртовку. Когда показания стабилизируются, запишите значение температуры на схеме пламени (*рис. 1*).

Рис. 1. Точки измерения температуры пламени

3. Перемещайте датчик температуры в следующую точку пламени в соответствии со схемой. Для этого ослабляйте муфту и перемещайте её (вместе с лапкой и датчиком) в нужное место. Когда показания стабилизируются, снова заносите значение температуры в соответствующей точке на схему.

4. Так измерьте температуру во всех точках пламени, отмеченных на схеме.

5. Повторите действия со свечой и сухим горючим.

6. *Обратите внимание!* При изучении строения пламени сухого горючего используется 1/4 часть таблетки. Кусочек горючего помещают на керамическую плитку.

7. Внесите в пламя спиртовки на полминуты пробирку. Извлеките пробирку из пламени и рассмотрите её поверхность.

8. Повторите опыт со свечой. Какого цвета образовался налёт? Что это за вещество?

Результаты измерений/наблюдений

№	Источник теплоты	Температура около фитиля (кусочка горючего)	Температура в средней части пламени	Температура в верхней части пламени	Что образовалось на поверхности пробирки
1	Спиртовка				
2	Свеча				
3	Сухое горючее				

Выводы:

В выводах указать, какой источник теплоты предпочтительно использовать в химической лаборатории и почему.

Контрольные вопросы:

1. Какой источник пламени был использован?
2. Какая часть пламени самая горячая?
3. До какой максимальной температуры удаётся прогреть термопару?
4. Что горячее — центр пламени или края?
5. Почему спиртовка горит почти бесцветным пламенем, а свеча — светящим? Можно ли использовать свечи в лаборатории вместо спиртовок?
6. Какие продукты горения одинаковы у спиртовки и свечи?
7. *Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

При нагревании твёрдых веществ в пробирке необходимо:

1) взять пробирку в руки и нагревать ту часть, где лежит вещество;
2) закрепить пробирку в штативе и нагревать ту часть, где лежит вещество;
3) взять пробирку в руки, прогреть всю пробирку, а затем ту часть, где лежит вещество;
4) закрепить пробирку в штативе, прогреть всю пробирку, а затем ту часть, где лежит вещество.

Правильный ответ: 4.

8. *Задание для развития функциональной грамотности*

В книге Майкла Фарадея «История свечи» автор описывает опыт, который он демонстрировал на своих лекциях. В пламя свечи он помещал изогнутую стеклянную трубку. Один конец трубки опускался недалеко от фитиля, второй выводился на несколько сантиметров от пламени. Через некоторое время к концу трубки подносили горящую лучину. Появлялось пламя, которое существовало отдельно от пламени свечи. Как можно объяснить это явление?

Ответ:

В этой части пламени происходит испарение парафина. Пары парафина на воздухе, при поджигании, загораются.

Рис. 2. Опыт с пламенем свечи

Дополнительная информация

Фарадей М. История свечи: Пер. с англ./Под ред. Б. В. Новожилова. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. — 128 с.: ил. — (Библиотечка «Квант»).

Лабораторный опыт №1.
«До какой температуры можно нагреть вещество»

Теоретическая часть

При нагревании вещества в нём устанавливается тепловой баланс: скорость подвода тепла в какой-то момент становится равной скорости его рассеивания. Поскольку скорость подвода и скорость рассеивания зависят от разности температур между объектом и средой, то в состоянии теплового равновесия у вещества устанавливается определённая температура. Она заведомо ниже, чем температура пламени, за счёт рассеивания тепла.

Рис. 3. Прибор для определения температуры плавления: *1* — термопарный датчик; *2* — песок; *3* — спиртовка

Практическая часть

Цель работы: продемонстрировать возможности спиртовки для нагревания веществ.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик высокотемпературный термопарный.

Дополнительное оборудование: штатив с зажимом; спиртовка.

Материалы и реактивы: спирт этиловый, речной песок.

Техника безопасности:

1. Работа связана с открытым пламенем — берегитесь ожога!
2. Термопара после извлечения из пламени остывает не сразу — берегитесь ожога.
3. В спиртовке содержится горючая жидкость.
4. Работать в очках.

Инструкция к выполнению:

1. В пробирку насыпьте песок на 2—3 см по высоте. Закрепите пробирку в лапке штатива, а термопарный датчик так, чтобы его кончик доходил почти до дна пробирки, но не касался ни дна, ни стенок (*рис. 3*). Отметьте температуру песка.
2. Зажгите спиртовку и поставьте её под пробирку с песком.
3. Наблюдайте за изменением температуры, занося результаты измерений в таблицу.
4. Через некоторое время после начала нагревания температура стабилизируется. После этого остановите нагревание. *Обратите внимание!* Ставить нагретую пробирку в пластиковый штатив нельзя. Нужно дождаться его охлаждения в лапке штатива.

Результаты измерений/наблюдений

№	Температура песка без нагревания	Температура песка через 2 мин	Температура песка через 4 мин	Температура песка через 5—6 мин
1				

Выводы:

В выводах указать, до какой максимальной температуры можно нагреть вещество в пробирке.

Контрольные вопросы:

1. До какой температуры удалось нагреть вещество?
2. Можно ли в пробирке расплавить:

а) олово ($t_{пл}$ = 232 °C);

б) цинк ($t_{пл}$ = 419 °С);
в) алюминий ($t_{пл}$ = 660 °С);
г) медь ($t_{пл}$ = 1083 °С).

3. Почему температура, до которой удаётся нагреть вещество, ниже температуры пламени?

Дополнительная информация

Леенсон И. А. 100 вопросов и ответов по химии: Материалы для школьных рефератов, факультативных занятий и семинаров: учеб. пособие. — М.: «Издательство АСТ»: «Издательство Астрель», 2002. 347 с.

Лабораторный опыт № 2. «Измерение температуры кипения воды с помощью лабораторного термометра и датчика температуры»

Теоретическая часть

Данная работа позволяет школьникам экспериментально установить зависимость температуры кипения жидкости (в данном случае воды) от атмосферного давления, т.е. полнее реализовать межпредметные связи химии и физики.

Величины температуры кипения воды при различном давлении представлены в таблице 1.

Таблица 1. Температуры кипения воды при различном давлении[13]

P, кПа*	*t*, °С	*P*, кПа	*t*, °С	*P*, кПа	*t*, °С
5,0	32,88	91,5	97,17	101,325	100,00
10,0	45,82	92,0	97,32	101,5	100,05
15,0	53,98	92,5	97,47	102,0	100,19
20,0	60,07	93,0	97,62	102,5	100,32
25,0	64,98	93,5	97,76	103,0	100,46
30,0	69,11	94,0	97,91	103,5	100,60
35,0	72,70	94,5	98,06	104,0	100,73
40,0	75,88	95,0	98,21	104,5	100,87
45,0	78,74	95,5	98,35	105,0	101,00
50,0	81,34	96,0	98,50	105,5	101,14
55,0	83,73	96,5	98,64	106,0	101,27
60,0	85,95	97,0	98,78	106,5	101,40
65,0	88,02	97,5	98,93	107,0	101,54
70,0	89,96	98,0	99,07	107,5	101,67
75,0	91,78	98,5	99,21	108,0	101,80
80,0	93,51	99,0	99,35	108,5	101,93
85,0	95,15	99,5	99,49	109,0	102,06
90,0	96,71	100,0	99,63	109,5	102,19
90,5	96,87	100,5	99,77	110,0	102,32
91,0	97,02	101,0	99,91	115,0	103,59

[13] Волков А. И., Жарский И. М. Большой химический справочник. — Мн.: Современная школа, 2005. — С. 416.

* 1кПа = 1000 Па = 0,00986923 атм = 7,50062 мм. рт. ст.

Практическая часть

Цель работы: продемонстрировать учащимся разницу между жидкостью и газом; физическое свойство вещества: температуру кипения; ввести цифровой измеритель температуры в сравнении с аналоговым; дать представление о точности и погрешности прибора.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик температуры платиновый.

Дополнительное оборудование: стакан химический (50 мл), термометр лабораторный; спиртовка; штатив лабораторный с кольцом и сеткой; манометр (можно использовать данные, полученные из Интернета).

Материалы и реактивы: спирт этиловый или сухое горючее; дистиллированная вода.

Техника безопасности:

1. Работать в очках.
2. Требуется соблюдать меры безопасности при нагревании пробирок, при работе со спиртовкой или сухим горючим.

Инструкция к выполнению:

1. Налейте в стакан около 25 мл дистиллированной воды.
2. Закрепите стакан в штативе.
3. Опустите в воду термометр и датчик температуры, аккуратно закрепите их в лапке штатива. Не допускайте соприкосновения приборов между собой, стенками и дном стакана.
4. Начните регистрацию измерений.
5. Нагрейте воду до кипения.
6. Когда показания приборов станут постоянными, занесите данные в таблицу.

Результаты измерений/наблюдений

Измерительный прибор	**Давление атмосферное *P*, кПа**	**Температура кипения воды, °C**		**Относительная ошибка опыта, %**
		Экспериментальная	Справочная	
Термометр				
Датчик температуры				

Выводы:

Сделайте вывод о точности измерения приборов.

Контрольные вопросы

1. Задания для развития функциональной грамотности

При нулевой высоте над уровнем моря температура кипения воды 100 °C. Но с каждым подъёмом на 500 м температура кипения воды снижается на 2—3 °C. На высоте 1000 м вода закипит при температуре 96,7 °C. На уровне 2000 м ей для закипания нужны лишь 93,3 °C. Почему так происходит?

Дополнительная информация

1. Стрельникова Л. Н. Из чего всё сделано? Рассказы о веществе. — М.: Яуза-пресс, 2011.

2. Леенсон И.А. 100 вопросов и ответов по химии: Материалы для школьных рефератов, факультативных занятий и семинаров: учеб. пособие. М.: «Издательство АСТ»: «Издательство Астрель», 2002. — С. 347.

Лабораторный опыт № 3.
«Определение температуры плавления и кристаллизации металла»

Теоретическая часть

Кристаллические вещества переходят из твёрдой фазы в жидкую только при определённой температуре, которая называется *температурой плавления*. На рисунке 4 показан типичный вид кривой нагревания кристаллического вещества.

Рис. 4. Кривая нагревания кристаллического вещества
(зависимость температуры *T* от времени равномерного нагревания τ)

В твёрдом состоянии вещество, поглощая тепловую энергию извне, нагревается (участок *A*—*B* на рисунке 5). При достижении температуры плавления (точка *B*) вещество начинает переходить в жидкую фазу, температура не изменяется (участок *B*—*C*). После того, как всё кристаллическое вещество полностью расплавится, температура снова начинает расти (участок *C*—*D*).

Рис. 5. Кривая охлаждения расплавленного вещества до температуры кристаллизации

Переход вещества из жидкой фазы в твёрдую происходит при *температуре кристаллизации*. Если расплавленное вещество, нагретое до температуры, превышающей $T_{пл}$, постепенно охлаждать (*рис. 4*), участок (*E*—*F*), то при отсутствии центров кристаллизации

наблюдается некоторое переохлаждение (точка *F* ниже $T_{пл}$). Затем, когда начинается процесс кристаллизации (экзотермический), за счёт выделяющейся энергии происходит нагрев вещества (участок *F—G*). Кристаллизация замедляется, и при $T = T_{пл}$ наступает равновесие (участок *G—H*) между выделяемой веществом теплотой и её излучением в окружающую среду. После полной кристаллизации (точка *H*) образовавшаяся твёрдая фаза начинает остывать (участок *H—I*). Важно отметить, что температура плавления вещества равна температуре его кристаллизации.

Данный лабораторный опыт можно провести в форме решения экспериментальной задачи, предложить учащимся идентифицировать выданный металл по температуре плавления (таблица 2).

Таблица 2

Температуры плавления некоторых легкоплавких металлов

Металл	Температура плавления, °С
Олово	232
Свинец	327,5

Рис. 6. Прибор для определения температуры плавления: 1 — термопарный датчик; 2 — гранулы исследуемого металла; 3 — спиртовка

Практическая часть

Цель работы: определить и сравнить температуру плавления и кристаллизации металла.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик температуры термопарный.

Дополнительное оборудование: штатив с зажимом; спиртовка; пробирка.

Материалы и реактивы: спирт этиловый или сухое горючее; 5—10 г олова или свинца в гранулах.

Техника безопасности:

1. Работа связана с открытым пламенем — берегитесь ожога!

2. Пробирка с нагретым металлом остывает не сразу — берегитесь ожога!

3. Пробирка в ходе опыта может треснуть, и тогда расплавленный металл разольётся по столу. Не ставьте установку на край стола!

Инструкция к выполнению:

1. В пробирку поместите гранулы металла (олово или свинец) на 2—2,5 см по высоте. Закрепите пробирку в лапке штатива. Закрепите термопарный датчик так, чтобы его кончик доходил почти до дна пробирки, но не касался ни его, ни стенок (*рис. 6*).

2. Зажгите спиртовку поставьте её под пробирку с металлом. Наблюдайте за изменением температуры. Через некоторое время после начала нагревания металл начнет плавиться. Когда он расплавится, нагревание прекратите. Снова наблюдайте за изменением температуры. *Обратите внимание,* что в какой-то момент металл будет застывать, а температура стабилизируется, изменившись за 2—3 минуты не более чем на 2—3 градуса. Это и будет температура кристаллизации. Запишите полученное значение в таблицу.

3. Когда металл полностью закристаллизуется, снова поставьте под пробирку спиртовку. Температура будет расти. *Обратите внимание,* что в какой-то момент металл будет плавиться, при этом температура стабилизируется. Это и будет температурой плавления. Запишите её в таблицу.

4. Когда металл расплавится, повторите цикл нагревания/охлаждения ещё два раза. Каждый раз записывайте температуру плавления и кристаллизации. По окончании расплавьте металл и извлеките из него термопару.

Результаты измерений/наблюдений

Запишите название металла и его химический символ.

Заполните таблицу.

	Измерение 1	**Измерение 2**	**Измерение 3**	**Средняя**
Температура кристаллизации, °C				
Температура плавления, °C				

Выводы:

Указать среднюю температуру плавления металла, найденную экспериментальным путём.

Контрольные вопросы:

1. Какой металл вы использовали для эксперимента?
2. Как соотносятся друг с другом температуры плавления и кристаллизации?
3. Найдите в справочнике температуру плавления исследуемого металла и сравните её с экспериментально полученным значением.

Лабораторный опыт № 4. «Определение водопроводной и дистиллированной воды»

Теоретическая часть

Водопроводная вода содержит растворённые соли, которые влияют на её свойства. В частности, примеси солей обусловливают электропроводность водопроводной воды. Дистиллированная вода не содержит солей, а значит, будет обладать меньшей электропроводностью. Таким образом, с помощью датчика электропроводности можно отличить дистиллированную воду от водопроводной.

Кроме физических методов анализа, можно использовать химические методы для определения воды. При действии различных реагентов соли в водопроводной воде дают специфические реакции, например помутнение. Появление мути в воде обусловлено образованием нерастворимого в воде осадка. В дистиллированной воде нет солей. Поэтому помутнение не наблюдается.

При выпаривании водопроводной воды также можно наблюдать выделение солей.

Практическая часть

Цель работы: сформировать у школьников представление, что свойства чистого и загрязнённого вещества различаются, и осознание того, что для опытов нужно использовать дистиллированную воду. Сформировать навык определения объекта по его свойствам на основе обучающей выборки. При этом принцип работы датчика электропроводности понимать необязательно — достаточно увидеть различие показаний.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик электропроводности, цифровой микроскоп.

Дополнительное оборудование: химический стакан; спиртовка пробирки; штатив для пробирок; предметное стекло; пипетка; тигельные щипцы.

Материалы и реактивы: спирт этиловый или сухое горючее; 1%-ный раствор нитрата серебра; 1%-ный раствор хлорида бария.

Техника безопасности:

1. Растворы нитрата серебра и хлорида бария требуют осторожного обращения.
2. При попадании на кожу рук смыть капли под струёй воды.

Инструкция к выполнению:

1. Определение вод с помощью датчика электропроводности.

В химический стакан налейте дистиллированную воду, погрузите в неё датчик электропроводности. Запишите значение в таблицу. Вылейте дистиллированную воду, налейте водопроводную и запишите значение электропроводности.

Результаты измерений / наблюдений

Вода	Значение электропроводности
Дистиллированная	
Водопроводная	

2. Определение вод с помощью химических реактивов.

В одну пробирку налейте дистиллированную воду, в другую — водопроводную. В обе добавьте по 2—3 капли раствора нитрата серебра. Запишите наблюдения в таблицу.

Обратите внимание на структуру осадка. То же самое проделайте с раствором хлорида бария.

Результаты измерений / наблюдений

Реактив	Дистиллированная вода	Водопроводная вода
Нитрат серебра		
Хлорид бария		

3. Определение вод с помощью выпаривания.

На предметное стекло нанесите на некотором расстоянии по одной капле дистиллированной и водопроводной воды. Зажмите стекло в тигельных щипцах. Осторожно нагрейте стекло, держа его высоко от пламени спиртовки.

Обратите внимание! Нельзя нагревать стекло в пламени. Под воздействием высокой температуры стекло лопнет.

Закончите нагревание стекла, когда вода полностью испариться. Что остаётся на стекле? Рассмотрите остаток на стекле с помощью микроскопа.

4. Экспериментальная задача:

1) В двух пронумерованных пробирках находится минеральная вода и водопроводная вода. Как различить содержимое пробирок?

2) Составьте план определения вод и реализуйте его.

Выводы:

Указать, как можно различить дистиллированную воду и водопроводную.

Контрольные вопросы:

В химической лаборатории требуется приготовить раствор хлорида бария. Какую воду необходимо взять и почему?

Задание для подготовки к ГИА, ВПР

В какой из перечисленных ниже групп находятся только смеси?

1) Азот, кислород, дистиллированная вода
2) Воздух, водопроводная вода, молоко
3) Нефть, золото, углекислый газ
4) Почва, медь, сера

3. *Задание для развития функциональной грамотности*

Расположите пробы воды в порядке возрастания их солёности.

А) Водопроводная вода

Б) Дождевая вода

В) Морская вода

Г) Вода озера Баскунчак (или Мёртвого моря)

Запишите в таблицу получившуюся последовательность букв.

А	Б	В	Г

Дополнительная информация

1. Эртимо Л. Вода: книга о самом важном веществе в мире: пер. с фин. — М. : КомпасГид, 2019. — 153 с.

2. Петрянов И. В. Самое необыкновенное вещество в мире. М.: Педагогика, 1976. — 96 с.

Демонстрационный эксперимент № 1. «Выделение и поглощение тепла — признак химической реакции»

Теоретическая часть

Работа проводится при изучении темы «Признаки химических реакций». Выделение и поглощение теплоты, изменение окраски растворов или веществ, выделение газа являются основными признаками химических реакций. Также имеет смысл повторить работу при введении понятия «тепловой эффект реакции».

Практическая часть

Цель работы: продемонстрировать выделение и поглощение тепла при химических реакциях. Связать показания датчика температуры с осязательными ощущениями.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик температуры платиновый.

Дополнительное оборудование: два химических стакана (50 мл), промывалка с дистиллированной водой, стакан для слива отработанных растворов.

Материалы и реактивы: алюминиевая проволока или гранулы, 20%-ный раствор гидроксида натрия NaOH, 10%-ный раствор уксусной кислоты CH_3COOH, гидрокарбонат натрия $NaHCO_3$.

Техника безопасности:

1. Работать в очках.
2. Требуется соблюдение мер безопасности при работе с гидроксидом натрия и нагревательными приборами.

Инструкция к выполнению

1. В химический стакан налейте раствор щелочи NaOH. Измерьте его температуру.

Поместите гранулы или проволоку алюминия так, чтобы над ними оставался слой жидкости.

Когда начнётся реакция, обратите внимание школьников на выделение газа и увеличение температуры. Желательно (если реакция идёт не слишком бурно) пройти по классу и дать школьникам потрогать стакан, чтобы убедиться, что его содержимое разогрелось. Отметьте максимальную температуру раствора. Полученный результат занесите в таблицу.

2. Промойте датчик температуры водой. В стакан налейте уксусную кислоту на ~ $1/3$ по высоте. Измерьте её температуру.

Небольшими порциями насыпьте гидрокарбонат натрия, помешивая датчиком температуры. Обратите внимание школьников на выделение газа — признак химической реакции. Посмотрите, как изменяется температура. Отметьте минимальную температуру раствора.

Полученный результат ученики заносят в таблицу.

Результаты измерений /наблюдений

Реагирующие вещества	Начальная температура раствора	Максимальная / минимальная температура раствора	Выделение или поглощение теплоты
Раствор щелочи и алюминий			
Раствор уксусной кислоты и сода			

Выводы:

Указать признаки химических реакций.

Контрольные вопросы:

1. Приведите примеры реакций, протекающих с выделением теплоты.

2. Для получения негашёной извести мел прокаливают при высокой температуре. К какому типу можно отнести эту реакцию?

3. *Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

Только химические явления перечислены в группе:

1) Горение свечи, выпадение дождевых капель, кипение воды

2) Скисание яблочного сока, скисание молока, растворение мела в уксусе

3) Таяние снега, плавление свинца, протухание куриного яйца

4) Образование тумана, горение бенгальской свечи, горение природного газа

Дополнительная информация

Леенсон И. А. Химические реакции: Тепловой эффект, равновесие, скорость. — М.: ООО «Издательство Астрель, 2002. — С. 192 .

Демонстрационный эксперимент № 2. «Разложение воды электрическим током»

Теоретическая часть

Перед началом работы следует обсудить со школьниками вопрос: простым или сложным веществом является вода. После выдвижения учащимися различных гипотез учитель просит предложить варианты их экспериментальной проверки.

Обычно данный опыт рекомендуют проводить в приборе Гофмана, устройство которого является достаточно сложным для восьмиклассников. Удобнее его проводить в приборе для опытов с электрическим током, используя в качестве электролита 10%-ный раствор гидроксида натрия и стальные (лучше никелевые) электроды. Во избежание вспенивания раствора при демонстрации к электролиту следует добавить этиловый спирт (на 4 объёма раствора электролита 1 объём 95%-ного раствора спирта).

Практическая часть

Цель работы: сформировать представления у учащихся об анализе сложных веществ и изменении молекул сложных веществ в ходе химических реакций.

Дополнительное оборудование: прибор для опытов с электрическим током; источник постоянного тока: пробирки — 2 шт., пронумерованные; лучинка; спиртовка; пробки — 2 шт, пинцет.

Материалы и реактивы: спирт этиловый, 10%-ный раствор щелочи.

Техника безопасности:

Работать в очках. Требуются специальные меры безопасности при работе с гидроксидом натрия.

Инструкция к выполнению:

1. Заполните электролитическую ванну и демонстрационные пробирки раствором электролита заранее, до урока.

2. Продемонстрируйте прибор учащимся, объясните его устройство и включите постоянный электрический ток.

3. Наблюдается выделение газов на электродах прибора. Обратите внимание учащихся на то, что один из газов выделяется интенсивней и занимает в два раза больший объём по сравнению со вторым газом.

4. Обсудите наблюдаемые признаки химической реакции, сделайте предположения о том, в каких пробирках находятся кислород и водород. Электролиз прекратите, когда в пробирках набирётся около 6 мл водорода и 3 мл кислорода.

5. *Обратите внимание* на различные объёмы собранных газов. Пробирки плотно закройте пробками под слоем электролита. Тлеющей лучиной определите наличие кислорода в пробирке, горящей лучиной подожгите водород. Предложите учащимся занести результаты наблюдений в таблицу.

Результаты наблюдений

Номер пробирки	Объём газа	Название газа
1		
2		

Выводы:

Отразить, что происходит с молекулами сложных веществ в ходе химической реакции.

Контрольные вопросы:

1. Можно ли по внешнему виду отличить газ водород от газа кислорода?

2. Какие частицы сохраняются в ходе протекания реакции разложения воды, а какие разрушаются?

3. Как доказать, что в составе сахара содержатся атомы углерода?

4. *Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

При собирании газов используют приборы, представленные на рисунке. С помощью каких из указанных приборов можно собирать водород? Обоснуйте свой ответ, исходя из свойств данного газа.

Рис. 7. Приборы для собирания газов

Дополнительная информация

Гроссе Э., Вайсмантель Х. Химия для любознательных. Основы химии и занимательные опыты. ГДР. 1974. — пер. с нем. — Л.: Химия, 1979. — 392 с.

Демонстрационный эксперимент № 3. «Закон сохранения массы веществ»

Теоретическая часть

При изучении данной темы целесообразно создать проблемную ситуацию, для разрешения которой учащиеся выдвигают гипотезы, требующие экспериментальной проверки. При обсуждении предложенных вариантов проверки выдвинутых гипотез восьмиклассники предлагают различные варианты конструкции приборов, т.е. проявляют творческую активность, в ходе которой происходит переосмысление приобретаемых знаний.

На уроке учащиеся узнают о работах М. В. Ломоносова и А. Лавуазье, посвящённых открытию закона сохранения массы веществ, формулируют закон, приходят к выводу, что масса веществ в ходе реакции должна оставаться постоянной. Добившись понимания данного тезиса, учитель демонстрирует эксперимент.

Практическая часть

Цель работы: экспериментально доказать закон сохранения массы веществ.

Дополнительное оборудование: весы технохимические или электронные; свеча; колба плоскодонная 250 мл; ложка для сжигания веществ.

Материалы и реактивы: свеча.

Техника безопасности: выполнять требования при работе с открытым пламенем.

Инструкция к выполнению:

На рычажных или электронных весах уравновешивается свеча, а затем учитель зажигает её. Учащиеся наблюдают, что в течение ~1 мин равновесие весов нарушается, чашка с горящей свечой поднимается вверх. Учащимся задаются вопросы: «Как можно объяснить наблюдаемый факт? Как этот факт согласуется с законом сохранения массы веществ?» Обсуждение данных вопросов приводит учащихся к мысли о том, что эксперимент проведён некорректно, следует изменить конструкцию прибора.

Учитель заранее должен подготовить колбу достаточно большого объёма с хорошо подогнанной пробкой, в которую вставлена ложечка. В ложечке закрепляется свеча. Весь прибор в сборе заранее уравновешивается на весах (*рис. 8*). Когда учащиеся приходят к выводу, что опыт следует проводить в закрытом приборе, учитель достаёт весы с колбой, зажигает свечу, закреплённую в ложечке, вносит в колбу и плотно закрывает. Учащиеся видят, что равновесие весов не нарушается в ходе всего эксперимента.

Рис. 8. Прибор для демонстрации закона сохранения массы веществ

Выводы:

В выводах необходимо отразить тезис, что масса веществ при протекании химической реакции сохраняется.

Контрольные вопросы:

Задания для развития функциональной грамотности

1. При горении дров остаётся зола. Масса золы меньше массы взятых для сжигания дров. Как можно объяснить этот факт?

2. Для приготовления мясного бульона повар взял кусок мяса массой 1 кг. После варки кусок мяса стал весить 800 г. Почему масса изменилась?

Дополнительная информация

Энциклопедия для детей. Т. 17. Химия / Гл. ред. В. А. Володин, вед. науч. ред. И. Леенсон. — М.: Аванта+, 2003. — С. 640.

Демонстрационный эксперимент № 4. «Определение состава воздуха»

Теоретическая часть

Перед проведением эксперимента учащимся необходимо объяснить устройство прибора, что означают деления. Также необходимо убедиться, что пробка прибора герметично закрывает сосуд.

Практическая часть

Цель работы: экспериментально определить объёмную долю кислорода в воздухе.

Дополнительное оборудование: прибор для определения состава воздуха, штатив, спиртовка, стеклянная палочка, лучина, стакан с водой.

Материалы и реактивы: красный фосфор.

Техника безопасности:

С осторожностью обращаться с горящим фосфором.

Инструкция к выполнению:

1. Кристаллизатор наполовину заполните водой. На поверхность воды поместите фарфоровую чашку с 1—1,5 г сухого красного фосфора.

2. *Обратите внимание* на необходимое условие эксперимента — влажный фосфор использовать нельзя! Фосфора должно быть взято больше, чем требуется для связывания всего кислорода, находящегося в сосуде.

3. Откройте пробку прибора и поместите колокол в кристаллизатор с водой. Погрузите колокол в воду настолько, чтобы уровень воды совпадал с нижним делением колокола. При этом нижний край колокола не должен доходить до дна кристаллизатора. Для этого колокол закрепите в штативе или поместите на дно кристаллизатора две стеклянные палочки.

4. Сильно разогрев конец стеклянной палочки, опустите её в колокол и подожгите фосфор. Как только фосфор загорелся, быстро извлеките палочку и закройте колокол пробкой. Колокол заполняется густым белым дымом, состоящим из частичек фосфорного ангидрида.

5. При горении фосфора объём воздуха внутри колокола вначале от нагревания немного увеличивается, а уровень воды в колоколе понижается. По мере расходования кислорода пламя постепенно гаснет. Белый фосфорный ангидрид растворяется в воде. Сосуд охлаждается, газ в колоколе постепенно уменьшается в объёме. Уровень воды в колоколе повышается. В кристаллизатор долейте воды в таком объеме, чтобы внутри и снаружи колокола уровни были одинаковы и совпадали со вторым делением колокола.

6. Откройте прибор и при помощи горящей лучины убедитесь в том, что оставшийся в колоколе газ не поддерживает горения.

Результаты наблюдений

Число делений в приборе, заполненных воздухом (до проведения реакции)	Число делений в приборе, заполненных газами (после проведения реакции)	Какой газ прореагировал?

Выводы:

В выводах указать содержание кислорода в воздухе (в %).

Контрольные вопросы:

1. Какой газ расходуется при сжигании фосфора в воздухе?
2. Какой объём кислорода в воздухе? Сколько это составляет в процентах?
3. Почему для проведения эксперимента берут избыток фосфора?
4. Какой газ остался в колоколе после сгорания фосфора?
5. *Задания для подготовки к ГИА, ВПР*

Укажите, в какую группу входят вещества, загрязняющие воздух:

1) водяной пар, углекислый газ
2) сернистый газ, оксиды азота
3) кислород, азот
4) гелий, кислород

Практическая работа № 2 «Получение медного купороса»

Теоретическая часть

При проведении этой работы можно использовать традиционную методику, описанную в учебниках. И лишь на этапе выпаривания раствора сульфата меди (II) провести её по предлагаемой методике.

Данный вариант проведения традиционной практической работы связан с образованием кристаллов $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, выделяющихся из насыщенного раствора, и наблюдением их под микроскопом[14]. Такой подход позволяет сэкономить время, так как для опыта берут меньшее количество кислоты, не проводят фильтрование и выпаривание. Не следует добиваться полного растворения оксида меди (II), который отделяется от маточного раствора отстаиванием. Жидкость сливают в другую пробирку или гнездо пластины для проведения капельных реакций. Из насыщенного раствора выпадают мелкие кристаллы медного купороса. По форме кристаллов продукт реакции идентифицируется гораздо надёжнее, чем просто по цвету раствора.

Практическая часть

Цель работы: показать школьникам реакцию оксида с кислотой с чёткой идентификацией одного из продуктов реакции.

Дополнительное оборудование: цифровой микроскоп; предметное стекло; две пробирки; пластина с гнёздами для проведения капельных реакций (белого цвета); держатель для пробирки; пипетка; спиртовка.

[14] Чертков И. Н., Жуков П. Н. Химический эксперимент с малыми количествами реактивов. — М.: Просвещение, 1989. — С. 62—69.

Материалы и реактивы: оксид меди (II), полученный разложением основного карбоната меди, 20 %-ный раствор серной кислоты.

Техника безопасности:

1. Работать в очках.

2. Соблюдать меры безопасности при нагревании пробирок, работе со спиртовкой или сухим горючим, работе с кислотами.

Инструкция к выполнению:

1. В пробирку поместите ~100 мг оксида меди (II) (неполную ложечку-дозатор) и прилейте ~1 мл раствора серной кислоты.

2. Содержимое пробирки нагрейте, не доводя до кипения. *Обратите внимание* на то, что кипятить смесь не рекомендуется. Дождитесь, пока большая часть оксида меди растворится.

3. Дайте смеси отстояться 1 минуту, после чего поместите каплю раствора на предметное стекло и наблюдайте за ростом кристаллов с помощью микроскопа.

4. В рабочих тетрадях зарисуйте форму кристаллов медного купороса.

5. Остаток горячего раствора слейте с избытка оксида меди (II) в другую пробирку. Через некоторое время наблюдайте выделение кристаллов кристаллогидрата сульфата меди (II).

Результаты наблюдений

№	Что делали	Что наблюдали	Уравнение реакции
1			
2			

Выводы:

В выводах нужно отразить химическое свойство кислот — взаимодействие с основными оксидами, а также возможность определять вещества по форме кристаллов.

Контрольные вопросы:

1. Какую окраску приобретает раствор при растворении CuO в серной кислоте?
2. Чем обусловлена данная окраска?
3. Какое вещество выделяется из раствора после реакции?

Лабораторный опыт № 5. «Изучение зависимости растворимости вещества от температуры»

Теоретическая часть

Всякий раствор состоит из растворённого вещества и растворителя. Растворимость большинства твёрдых веществ в воде при повышении температуры увеличивается. Однако некоторые вещества не подчиняются этому правилу. Есть группа веществ, растворимость которых при изменении температуры мало изменяется, а есть и такие, растворимость которых с повышением температуры падает.

В качестве объектов исследования целесообразно взять хлориды калия и натрия, а также гидроксид кальция. Зависимость растворимости данных веществ от температуры представлена в таблице 3.

Таблица 3

Растворимость безводных веществ в 100 г воды при данной температуре, в граммах[15]

Температура, °C	KCl	NaCl	$Ca(OH)_2$
20	34,0	36,0	0,165
40	40,0	36,6	0,141
60	45,5	37,3	0,116
80	51,1	38,4	0,094

Для проведения опыта лучше брать мелкоизмельчённые кристаллы хлоридов калия и натрия. Насыщенный раствор гидроксида кальция готовится за несколько дней до проведения опыта. Для этого в большую склянку насыпают сухой гидроксид кальция слоем 1 см и заливают дистиллированной водой почти до пробки. Изредка взбалтывают смесь. По мере расходования насыщенного раствора в склянку доливают воду.

Практическая часть

Цель работы: определить растворимость веществ при различной температуре.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик температуры платиновый.

Дополнительное оборудование: 2 стакана на 150 мл; пробирка; вата; шпатель; стеклянная палочка с резиновым кольцом; спиртовка или электрическая плитка; промывалка.

Материалы и реактивы: дистиллированная вода; кристаллические хлориды калия и натрия; известковая вода.

Техника безопасности:

При проведении данного эксперимента используется нагревательный прибор — берегись ожога!

Инструкция к выполнению:

Опыт 1

1. В первый стакан налейте около 30 мл дистиллированной воды. Используя температурный датчик, определите температуру воды в стакане. Зафиксируйте то значение температуры, которое устанавливается после стабилизации показаний прибора.

2. Небольшими порциями добавляйте в воду кристаллический хлорид калия и перемешивайте раствор стеклянной палочкой. Когда соль перестанет растворяться в воде, вы получите насыщенный раствор хлорида калия при данной температуре. На дне стакана должно оставаться немного нерастворённой соли.

3. Нагрейте полученный раствор до 50 .

4. Что происходит с кристаллами соли, оставшимися от предыдущего прибавления соли? Вновь прибавьте порцию соли.

Опыт 2

Во второй стакан налейте 30 мл воды и приготовьте насыщенный раствор хлорида натрия при комнатной температуре. Нагрейте раствор, повысив его температуру примерно на 20 °C. Если кристаллы, находящиеся на дне стакана растворились, добавьте ещё немного хлорида натрия. Тщательно перемешивайте раствор.

Растворились ли кристаллы соли?

Опыт 3

1. В пробирку налейте примерно 3 мл насыщенного раствора гидроксида кальция (известковой воды) и опустите в неё датчик температуры. Чтобы раствор не поглощал

[15] Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. — М.: Химия, 1971. — С. 71 — 89.

углекислый газ из воздуха, закройте пробирку рыхлым ватным тампоном. Осторожно нагрейте раствор, повысив его температуру примерно на 10 °С.

2. Что происходит с раствором? Доведите раствор до кипения. Как изменяется мутность раствора?

3. Охладите раствор. Что происходит с образовавшимся осадком (как изменяется интенсивность помутнения раствора)?

4. Сделайте вывод о влиянии температуры на растворимость гидроксида кальция в воде.

Результаты наблюдений/измерений

Вещество	**Влияние температуры на растворимость (растворимость повышается, понижается, остаётся постоянной)**
Хлорид калия	
Хлорид натрия	
Гидроксид кальция	

Выводы:

Указать влияние температуры на растворимость различных веществ в воде.

Контрольные вопросы:

1. Дополните предложения, вставив вместо пробела название соответствующего вещества.

1) На растворимость в воде _____ (укажите название вещества) температура не оказывает значительного влияния.

2) С повышением температуры растворимость в воде_____ (укажите название вещества) увеличивается.

3) С понижением температуры растворимость в воде _____ (укажите название вещества) увеличивается.

4) Сравните полученные выводы со справочными данными.

2. *Задания для развития функциональной грамотности*

В заливе Кара-Богаз-Гол Каспийского моря находятся богатейшие запасы минерала мирабилита — кристаллогидрата сульфата натрия.

Каждый год в конце ноября, когда температура воды падает до 6 °С, мирабилит начинает выделяться в виде бесцветных кристаллов, оседающих на дно залива и на его берегах. Объясните причины выпадения кристаллов соли.

Дополнительная информация

Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. — М.: Химия, 1971. — 390 с.

Лабораторный опыт № 6
«Наблюдение за ростом кристаллов»

Теоретическая часть

Растворимость большинства солей зависит от температуры. При охлаждении раствора, насыщенного при высокой температуре, из него выпадают кристаллы соли. В зависимости от состава, вещество может выделяться в виде безводной соли или кристаллогидрата. Так, например, при охлаждении насыщенного раствора сульфата

цинка выделяется кристаллогидрат $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$. Другое название этого кристаллогидрата — цинковый купорос. Форма кристаллов этого вещества отличается от кристаллов медного купороса.

Практическая часть

Цель работы — сформировать у школьников представление о зависимости растворимости от температуры и о кристаллизации вещества из раствора. Сформировать навык работы с цифровым микроскопом.

Дополнительное оборудование: цифровой микроскоп; предметное стекло; пробирка; держатель для пробирки; пипетка; спиртовка.

Материалы и реактивы: сульфат цинка $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$.

Техника безопасности:

1. Работать в защитных очках. Требуются соблюдение мер безопасности при использовании спиртовки, сухого горючего.

2. Избегать попадания концентрированного раствора сульфата цинка на кожу и одежду.

Инструкция к выполнению:

1. В пробирку налейте воду (на 1—2 см по высоте).

2. Медленно при перемешивании добавляйте сульфат цинка до тех пор, пока он не перестанет растворяться.

3. Пробирку с раствором сульфата цинка нагрейте до полного растворения кристаллов сульфата цинка.

4. Также аккуратно нагрейте предметное стекло, пронося его несколько раз через пламя.

5. Когда сульфат цинка растворится, нанесите каплю раствора на тёплое предметное стекло и поместите стекло под микроскоп.

6. При охлаждении раствора из него выделяются красивые кристаллы кристаллогидрата сульфата цинка — цинкового купороса.

7. Зарисуйте кристаллы вещества в рабочих тетрадях.

Результаты наблюдений

№	Что делали	Что наблюдали
1		
...		

Выводы:

Отразить, как зависит растворимость вещества в воде от температуры.

Контрольные вопросы:

1. Как зависит растворимость сульфата цинка от температуры?

2. Какое вещество выделяется из раствора после реакции?

3. Сравните форму кристаллов медного купороса и цинкового купороса. Различаются ли они по форме кристаллов?

4. *Задания для развития функциональной грамотности*

Объясните, какие этапы эксперимента изображены на рисунке 9. Какая связь существует между этими изображениями и фотографией, приведённой рядом?

Рис. 9. Процесс кристаллизации

Лабораторный опыт № 7. «Пересыщенный раствор»

Теоретическая часть

Растворимость вещества ограничена. Насыщенным по веществу **А** называют такой раствор, при добавлении к которому новой порции вещества **А** оно не растворяется. Если при добавлении вещества **А** оно растворяется, то такой раствор называется ненасыщенным. Если же при добавлении к раствору вещества **А** выпадают дополнительные кристаллы этого вещества, то такой раствор называется *пересыщенным*.

Рис. 10. Пример пересыщенного раствора. Мёртвое море

Пересыщенный раствор можно приготовить несколькими способами:

1) изменить температуру насыщенного раствора;

2) удалить у насыщенного раствора часть растворителя.

Пересыщенные растворы нестабильны, и при внесении затравки (кристаллика вещества или просто небольшого угловатого тела) из них выпадает растворённое вещество. Раствор превращается в насыщенный.

Практическая часть

Цель работы: сформировать представление о тепловом эффекте процесса растворения и кристаллизации, а также понятие «пересыщенный раствор».

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик температуры платиновый.

Дополнительное оборудование: химический стакан (100—150 мл) с холодной водой, пробирка, пробирка мерная, штатив с лапкой, спиртовка.

Материалы и реактивы: спирт этиловый, кристаллический тиосульфат натрия ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$).

Техника безопасности: соблюдать правила обращения с открытым пламенем.

Инструкция к выполнению:

1. В пробирку насыпьте 5 г тиосульфата натрия.
2. Измерьте температуру соли и воды с помощью датчика.
3. Прилейте 2 мл воды к соли. Опустите датчик температуры в полученную смесь. Перемешивайте смесь до тех пор, пока температура не стабилизируется.
4. После того как температура перестала изменяться, извлеките датчик из раствора.
5. Закрепите пробирку в лапке штатива и осторожно нагревайте пробирку до полного растворения соли, перемешивая раствор датчиком температуры. После этого прекратите нагревание и оставьте датчик в растворе.
6. Дождитесь охлаждения раствора до комнатной температуры (можно подставить под пробирку стакан с холодной водой).
7. *Обратите внимание!* Пересыщенные растворы могут быть стабильными очень долгое время. Но от внешнего воздействия (перемешивания, попадания пыли или кристалла соли) раствор быстро закристаллизовывается.
8. Если раствор не закристаллизуется, извлеките из него датчик и прикоснитесь им к кристалликам тиосульфата натрия так, чтобы 1—2 кристалла прилипли к датчику. Погрузите датчик с прилипшим кристаллом в раствор. Что происходит с содержимым пробирки и как изменяется его температура? Что наблюдается? Как меняется температура раствора?
9. Зафиксируйте наибольшее показание датчика. Занесите данные в таблицу.

Результаты измерений/наблюдений

Номер измерения	**Исследуемая система/Измеренные температуры**	**Температура, °C**
1	Чистая вода до начала опыта	
2	Раствор тиосульфата натрия в воде (до нагревания)	
3	Охлаждённый пересыщенный раствор $Na_2S_2O_3$	
4	Раствор тиосульфата после кристаллизации	

Выводы:

Отразить, какие процессы (экзотермические или эндотермические) протекают при растворении и кристаллизации соли.

Контрольные вопросы:

1. Какой процесс (эндотермический или экзотермический) преобладает при растворении кристаллогидрата тиосульфата натрия в воде?
2. Какой процесс (эндотермический или экзотермический) преобладает при кристаллизации тиосульфата натрия из раствора?

3. На сколько градусов удалось переохладить насыщенный раствор тиосульфата натрия, чтобы он стал пересыщенным?

4. *Задание для развития функциональной грамотности*

В быту иногда в качестве согревающего средства используют «химическую грелку». Чаще всего это герметичный прозрачный пакет с жидкостью. Чтобы активировать грелку нужно перегнуть пластину-пускатель, которая находится внутри пакета. Содержимое пакета заполняется кристаллами.

Для восстановления грелки её кладут в кипящую воду до полного растворения кристаллов. После охлаждения грелка готова к работе. На каком этапе работы грелки выделяется тепло?

Дополнительная информация

Дерпгольц В. Ф. Мир воды. — Л.: Недра, 1979. — 254 с.

Практическая работа № 3. «Определение концентрации веществ колориметрическим методом по калибровочному графику»

Теоретическая часть

Если вещество окрашено, то оно поглощает видимый свет с некоторыми длинами волн. Длина волны, при которой поглощение максимально, соответствует обычно цвету, дополнительному к окраске раствора (т. е. поглощённый и прошедший свет вместе дают белый). Дополнительные цвета можно определить по кругу Гёте.

Рис. 11. Круг Гёте. Цвета, находящиеся друг напротив друга являются дополнительными

Интенсивность поглощения света с данной длиной волны характеризуется оптической плотностью. Она пропорциональна концентрации растворённого вещества, т. е. зависимость оптической плотности D от концентрации вещества C представляет собой прямую вида $D = A \cdot C$. Чтобы найти угловой коэффициент этой прямой A и отрезок B, эту прямую строят, измеряя оптическую плотность растворов известной концентрации. Точки наносят на график и приближают к прямой. Так получается градуировочный график. Концентрацию неизвестного вещества находят либо графически, либо аналитически (зная D и A находят C).

Рис. 12. Градуировочный график — зависимость оптической плотности вещества от его концентрации

Чтобы найти неизвестную концентрацию C_x по оптической плотности D_x, строят прямую 1 до её пересечения с графиком, после чего из точки пересечения опускают перпендикуляр на ось концентраций. Место пересечения перпендикуляра с осью и соответствует концентрации.

Практическая часть

Цель работы: сформировать представление о концентрации вещества и количественном определении концентрации вещества калориметрическим методом.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик оптической плотности.

Дополнительное оборудование: пять пробирок или мерных колб (100 мл), при использовании кювет большого объёма; две пипетки (10 мл); химический стакан; груша резиновая; промывалка с дистиллированной водой.

Материалы и реактивы: растворы сульфата меди (II) $CuSO_4$ 50 г/л (в расчёте на безводное вещество) или перманганата калия $KMnO_4$ 50 мг/л, пробы с неизвестной концентрацией соответствующих веществ.

Техника безопасности:

1. Перманганат калия при попадании на кожу и одежду оставляет коричневые пятна. Их можно смыть 2%-ным раствором щавелевой или аскорбиновой кислоты, после чего промыть соответствующий участок водой.

2. Подготовка реактивов. Приготовление раствора сульфата меди (II) $CuSO_4$ 50 г/л. Возьмите 7,8 г кристаллогидрата сульфата меди $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, и растворите в 70 мл воды. Добавьте 0,2—0,3 мл концентрированной серной кислоты (или соответствующий объём разбавленной) для предотвращения гидролиза и доведите объём раствора до 100 мл. Из-за того, что кристаллогидрат способен выветриваться, концентрация может отличаться от номинальной, поэтому пробы следует готовить школьникам из того же раствора, из которого они готовят серию стандартных растворов.

3. Приготовление раствора перманганата калия $KMnO_4$ 50 мг/л. Возьмите навеску 5 мг $KMnO_4$ и растворите в воде. Доведите объём раствора до 100 мл. Раствор обязательно готовьте на холодной дистиллированной воде, в стеклянной посуде. Избегайте контакта с пластмассами! Раствор следует готовить не ранее, чем накануне. Неиспользованный раствор утилизируйте, так как со временем он разлагается, образуя коричневый налет на стенках сосудов.

Инструкция к выполнению:

Приготовление стандартных растворов

1. Сначала приготовьте серию стандартных растворов, т. е. растворов известной концентрации (таблица 4 и 5). Их готовят, разбавляя запасный раствор.

2. Если используются кюветы на 4 мл, то стандартные растворы готовят в сухих пробирках. Для этого в пробирку наливают определённый объём запасного раствора и добавляют к нему воду так, чтобы суммарный объём был 10 мл.

3. Если используют кюветы на 100 мл, то следует готовить стандартные растворы в мерных колбах (100 мл). Для этого налейте определённый объём запасного раствора, перенесите его в мерную колбу и доведите дистиллированной водой до метки необходимого объёма.

Таблица 4

Приготовление стандартных растворов $CuSO_4$[16]

Концентрация, г/л	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**
Объём раствора 50 г/л, мл	0	2	4	6	8	10
Объём воды, мл	10	8	6	4	2	0

[16] Рекомендуем, чтобы школьники рассчитали эти значения самостоятельно.

Таблица 5

Приготовление стандартных растворов $KMnO_4$ из запасного раствора 50 мг/л

Концентрация, мг/л	**0**	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**
Объём раствора 50 г/л, мл	0	2	4	6	8	10
Объём воды, мл	10	8	6	4	2	0

Выбор длины волны

Выберите длину волны для измерения оптической плотности.

Длину волны света можно подобрать по окраске раствора или найти экспериментально.

По окраске раствора определяют дополнительный к ней цвет. Свет с соответствующей длиной волны поглощается максимально (нм).

Так, если раствор имеет жёлтый цвет, то оптическую плотность нужно измерять при длине волны синего света (435—480 нм).

Таблица 6

Цвета и соответствующие им длины волн[17]

Цвет раствора	**Дополнительный цвет (поглощается)**	**Длины волн поглощаемого света**
Красный	Сине-зелёный	490—500
Оранжевый	Зелёно-синий	480—490
Жёлтый	Синий	435—480
Жёлто-зелёный	Фиолетовый	400—435
Зелёный	Красный или фиолетовый	730—760 или 400—435
Сине-зелёный	Красный	605—730
Зеленовато-синий	Оранжевый	595—605
Синий	Жёлтый	580—595
Фиолетовый	Жёлто-зелёный	560—580
Пурпурный	Зеленый	500—560

Чтобы подобрать длину волны экспериментально, нужно выяснить, при какой длине волны оптическая плотность максимальна. Для этого заполните кювету датчика наиболее разбавленным раствором и определите оптическую плотность при разных длинах волн (не забывая каждый раз обнулять прибор). Результаты запишите в отчёт. Выберите ту длину волны, при которой оптическая плотность максимальна.

Построение калибровочного графика

Постройте калибровочный график. Залейте в кювету дистиллированную воду и настройте по нему датчик. Оптическая плотность дистиллированной воды должна быть равна 0.

Снимите кювету, вылейте из неё воду, а затем налейте раствор с наименьшей концентрацией определяемого вещества. Определите оптическую плотность раствора и полу-

[17] Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. — М., Химия, 1989. — С. 364, с изменениями.

ченную величину перенесите в отчёт (п. 2). Сполосните кювету и залейте её вторым раствором. Аналогичные измерения повторите для всех оставшихся растворов.

На основании проведенных измерений постройте график зависимости оптической плотности раствора от концентрации растворённого вещества. Он должен представлять собой прямую линию. Если какая-то точка выпадает, то для неё следует снова приготовить раствор и повторить измерение оптической плотности.

Определение концентрации растворённого вещества в пробе

Сполосните кювету и залейте в неё пробу с неизвестной концентрацией растворённого вещества. Измерьте оптическую плотность данного раствора и по графику определите, какой концентрации соответствует полученное значение. Отметьте данную точку на калибровочном графике. В отчёте укажите концентрацию вещества в контрольной пробе.

Отчёт. Подберите длину волны для определения оптической плотности. Заполните таблицу.

Цвет				
Длина волны, нм				
Оптическая плотность				

Заполните таблицу. Определите оптическую плотность стандартных растворов.

Концентрация	**0**			
Оптическая плотность	0			

Выводы:

В выводах указать, как можно определить концентрацию вещества в растворе с помощью колориметрического метода.

Контрольные вопросы:

1. Какие методы определения концентрации вещества в растворе вам известны?
2. Можно ли определить концентрацию вещества в растворе, если оно бесцветно и при растворении образует бесцветный раствор?
3. *Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

Какой способ нельзя использовать для определения концентрации раствора?

1) С использованием определения оптической плотности окрашенного раствора.
2) Определение плотности раствора с помощью ареометра.
3) Выпаривание раствора определённой массы, с последующим взвешиванием безводного вещества.
4) Центрифугирование раствора.

Дополнительная информация

Васильев В.П., Морозова Р.П., Кочергина Л. А. Практикум по аналитической химии: Учеб. пособие для вузов. — М.: Химия, 2000. — 328 с.

Лабораторный опыт № 8. «Разложение кристаллогидрата»

Теоретическая часть

Кристаллогидрат — вещество, в кристаллическую решётку которого входит кристаллизационная вода. При нагревании кристаллогидрат разрушается, причём вещество рас-

творяется в выделившейся воде. Внешне это выглядит как плавление, но отличается тем, что если продолжить нагревание, вода испарится, а безводная соль останется в твёрдом виде.

Если полученный раствор охлаждать, то теоретически кристаллогидрат кристаллизуется при той же температуре, что и плавился. Однако часто кристаллизации не происходит, а образуется пересыщенный раствор безводной соли в кристаллизационной воде, который ведёт себя точно так же, как и любой другой пересыщенный раствор. Чтобы закристаллизовать кристаллогидрат, в такой раствор нужно внести затравку кристаллогидрата.

Практическая часть

Цель работы: сформировать у школьника понятие «кристаллогидрат» и представление о процессе его разложения (в том числе о температуре разложения).

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик температуры платиновый.

Дополнительное оборудование: пробирка, штатив с лапкой и муфтой, спиртовка.

Материалы и реактивы: спирт этиловый, несколько кристаллогидратов ($Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$, $CaCl_2 \cdot 6H_2O$, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, $CH_3COONa \cdot 3H_2O$ и др.).

Техника безопасности:

Выполнение мер безопасности при нагревании пробирок и пользовании спиртовками.

Инструкция к выполнению:

1. Внесите в пробирку 5 г кристаллогидрата.
2. Закрепите пробирку в лапке штатива вертикально и осторожно нагревайте пробирку, перемешивая содержимое датчиком температуры. *Обратите внимание* на плато на кривой зависимости температуры от времени — оно как раз соответствует температуре плавления кристаллогидрата.
3. Когда кристаллогидрат расплавится, прекратите нагревание, оставив датчик в расплаве. Дождитесь охлаждения раствора до комнатной температуры (можно поставить под пробирку стакан с холодной водой).
4. Теперь проведите обратный процесс (кристаллизацию). Для этого извлеките датчик и прикоснитесь им к кристалликам кристаллогидрата так, чтобы 1—2 кристалла прилипли к датчику. Погрузите датчик с прилипшим кристаллом в раствор и энергично перемешивайте раствор датчиком. Что происходит с содержимым пробирки и как меняется его температура? Плато на кривой зависимости температуры от времени соответствует кристаллизации кристаллогидрата.

Результаты измерений/наблюдений

Кристаллогидрат	**Температура плавления**	**Температура кристаллизации**	**На сколько удалось переохладить расплав**

Выводы:

Отразить индивидуальность температур разложения у каждого кристаллогидрата.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию «кристаллогидрат».
2. Все ли кристаллогидраты «плавятся» при нагревании?
3. Вычислите массовую долю безводной соли в выданном вам кристаллогидрате.
4. *Задание для развития функциональной грамотности*

Газы также способны образовывать гидраты. Например, метан образует очень неустойчивый гидрат состава $4CH_4 \cdot 23H_2O$. Гидрат внешне напоминает снег, он может гореть, легко распадается на воду и газ при повышении температуры. При добыче и транспортировке природного газа гидраты могут закупоривать трубы. Предложите способ, предотвращающий образование твёрдых гидратов в трубах.

Дополнительная информация

Кристаллы. Кристаллогидраты: Методические указания к лабораторным работам/ Н. Ш. Мифтахова, Т. Н. Петрова, И. Ф. Рахматуллина. Казан. гос. технол. ун-т. — Казань, 2006. — 24 с.

Практическая работа № 4. «Определение pH растворов кислот и щелочей»

Теоретическая часть

Так как восьмиклассники на уроках математики ещё не изучали логарифмы, то приходится отказаться от введения понятия «логарифм». Это можно сделать в 11 классе, после того как ученики изучат данный материал.

На первом этапе восьмиклассникам следует объяснить, что величина pH характеризует, насколько среда раствора кислая или щелочная. В чистой воде и в нейтральных растворах значение pH равно 7. В растворах кислот pH меньше 7. Если pH находится в интервале 5—7, то среда раствора считается слабокислотной, если pH меньше 5, то сильнокислотной: чем сильнее кислота, тем ниже значение pH.

В растворах со щелочной средой показатель pH больше 7. Раствор считается слабощелочным при pH от 7 до 9 и сильнощелочным при pH больше 9.

Значения водородного показателя (pH) водных растворов распространённых веществ обычно находятся в интервале от 1 до 13. Приближённо оценить pH растворов можно с помощью кислотно-основных индикаторов. Для более точного измерения водородного показателя используют приборы — pH-метры.

Практическая часть

Цель работы: сформировать представление о pH как о характеристике кислотности среды. Ввести ассоциативную связь между цифровым значением pH и соответствующим аналоговым сигналом: цветом индикатора.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик pH.

Дополнительное оборудование: штатив с зажимом, пять химических стаканов (25 мл), пробирки, промывалка с дистиллированной водой.

Материалы и реактивы: 0,1М растворы HCl, HNO_3, NaOH, $Ca(OH)_2$ (насыщенный раствор), растворы индикаторов: лакмуса, метилового оранжевого, фенолфталеина; универсальная индикаторная бумага; фильтровальная бумага.

Техника безопасности:

1. Работать в очках.
2. Соблюдать меры безопасности при работе со щелочами и разбавленными кислотами.

Чувствительный элемент датчика pH — стеклянный шарик в его нижней части. Он очень хрупкий, поэтому не следует касаться им любых твёрдых поверхностей или ронять. Датчик желательно закреплять в штативе.

Инструкция к выполнению:

1. Закрепите датчик pH в лапке штатива. В первый стакан налейте соляную кислоту. Погрузите электрод в раствор, не менее чем на 3 см. Когда показания прибора стабилизируются, запишите значение pH в таблицу результатов измерений.

2. Разделите раствор кислоты по трём пробиркам и добавьте к ним по 1—2 капли индикатора. Запишите наблюдения.

3. Нанесите стеклянной палочкой каплю раствора на универсальную индикаторную бумагу. Запишите наблюдения.

4. Палочку протрите фильтровальной бумагой.

5. Тщательно ополосните датчик pH из промывалки над стаканчиком для слива. Повторите тот же эксперимент с другими растворами (сначала — с NaOH, далее — с $Ca(OH)_2$, потом — с кислотами, потом — с водопроводной водой).

6. Возьмите пробу с неизвестным раствором и выясните, какая в ней среда. Для этого испытайте её, как сочтёте нужным, запишите, что наблюдали и что из этого следует.

Результаты измерений/наблюдений

Исследуемый раствор	**HCl**	**HNO_3**	**Водопроводная вода**	**NaOH**	**$Ca(OH)_2$**
Среда	Кислотная		Нейтральная	Основная	
Значение pH по датчику					
Цвет лакмуса					
Цвет метилового оранжевого					
Цвет фенолфталеина					
Цвет универсального индикатора					

Выводы:

Указать, как можно определить среду раствора.

Контрольные вопросы:

1. Что общего в формулах веществ, дающих кислотную среду?
2. Что общего в формулах веществ, дающих основную среду?
3. *Задание для развития функциональной грамотности*

pH кожи и волос здорового человека составляет примерно 5 (смотри шкалу). Для мытья волос Таня использует нейтральный шампунь с pH в пределах 6—8.

Рис. 13. Шкала pH среды

Какую жидкость может использовать Таня в качестве ополаскивателя волос после мытья головы, если она хочет поддержать естественный pH волос?

1) Дистиллированную воду.

2) Дождевую воду.

3) Слабый раствор пищевой соды.

4) Слабый раствор лимонного сока.

Лабораторный опыт № 9. «Определение pH в разных средах»

Теоретическая часть

В чистой воде и в нейтральных растворах значение pH равно 7,0. Если из-за малых примесей (в первую очередь растворённого углекислого газа и аммиака) в дистиллированной воде в лаборатории pH может колебаться от 6,0 до 8,0, то среду с этим диапазоном pH считают нейтральной. Чем меньше pH, тем среда кислее. pH концентрированных кислот примерно равен −1. Чем pH больше, тем среда осно́внее. В концентрированных растворах щелочей pH около 14,0. В кислотах 0,1 моль/л pH ≈ 1,0, в щелочах той же концентрации pH ≈ 13,0.

Практическая часть

Цель работы: сформировать представление о шкале pH.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик pH.

Дополнительное оборудование: штатив с зажимом; пять химических стаканов (25 мл); промывалка.

Материалы и реактивы: универсальная индикаторная бумага, 0,1М растворы хлороводорода HCl и гидроксида натрия NaOH, водопроводная вода, соки, минеральная вода, растворы стиральных порошков, экстракты чая и кофе.

Техника безопасности:

1. Работать в очках.

2. Специальные меры безопасности при работе со щелочами и разбавленными кислотами.

3. Чувствительный элемент датчика pH — стеклянный шарик в его нижней части. Он очень хрупкий, поэтому не следует касаться им любых твёрдых поверхностей или ронять.

Инструкция к выполнению:

1. Закрепите датчик pH в лапке штатива.

2. В стакан налейте соляную кислоту.

3. Погрузите электрод в раствор, не менее чем на 3 см. Когда показания прибора стабилизируются, запишите значение pH в отчёт.

4. Поместите в этот раствор кусочек универсальной индикаторной бумаги и оцените значение pH по его окраске. Сравните показания датчика pH и индикаторной бумаги.

5. Тщательно ополосните стакан и датчик pH дистиллированной водой из промывалки и погрузите его в раствор гидроксида натрия NaOH. Запишите значение pH в результаты измерений. Поместите в раствор кусочек индикаторной бумаги и оцените значение pH по его окраске. Сравните показания.

6. Проведите измерения pH остальных растворов.

Результаты измерений/наблюдений

Исследуемый раствор	Значение pH по датчику	Значение pH по универсальному индикатору

Выводы:

Отразить возможности определения кислотности среды с помощью индикатора и датчика pH.

Контрольные вопросы:

1. В каком из исследуемых растворов самая высокая концентрация кислоты?
2. Какие растворы, применяемые в быту, имеют щелочную реакцию среды?
3. В каких растворах близкое значение водородного показателя?
4. *Задания для развития функциональной грамотности*

1) Метеослужба города зафиксировала выпадение дождевых осадков с pH = 2,5. Какую окраску примут известные вам индикаторы в такой дождевой воде?

2) Ученик решил исследовать раствор стирального порошка с помощью лакмуса. Однако выбранный индикатор незначительно изменил свою окраску. Как иначе проверить, какая среда в исследуемом растворе?

3) Как будет изменяться значение pH насыщенного водного раствора углекислого газа при нагревании? Почему?

4) Хозяйки давно приметили и используют свойство свекольного отвара. Чтобы борщ был ярко-красным, в него перед окончанием варки добавляют немного пищевой кислоты — уксусной или лимонной. Цвет меняется буквально на глазах. Объясните это явление.

Демонстрационный эксперимент № 5. «Основания. Тепловой эффект реакции гидроксида натрия с углекислым газом»

Теоретическая часть

Данный опыт наглядно демонстрирует химические свойства щелочей и кислотных оксидов. Для его проведения рекомендуется брать колбу такого размера, чтобы датчик температуры, проходя через резиновую пробку, касался порошка гидроксида натрия. Для сокращения времени проведения опыта лучше использовать не гранулы гидроксида натрия, а порошок, т.е. необходимо предварительно растереть щелочь в ступке.

При проведении опыта на стенках колбы конденсируется вода, которая образуется согласно уравнению реакции:

$$2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O + Q$$

Практическая часть

Цель работы: наглядно показать химические свойства щелочей и кислотных оксидов.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик температуры платиновый, датчик давления.

Дополнительное оборудование: колба круглодонная; резиновая пробка с отверстиями для датчиков температуры и давления; аппарат Киппа или прибор Кирюшкина, заряженный реагентами для получения углекислого газа.

Материалы и реактивы: гидроксид натрия, соляная кислота (1:2), кусочки мрамора.

Техника безопасности:

1. Не допускайте попадания щелочи на кожу и одежду.
2. При измельчении гидроксида натрия наденьте защитные перчатки и проводите опыт в вытяжном шкафу.

Обратите внимание! В данном опыте нельзя использовать плоскодонные и конические колбы!

Инструкция к выполнению:

1. Круглодонную колбу заполните углекислым газом из аппарата Кипа или прибора Кирюшкина.
2. Полноту заполнения проконтролируйте при помощи горящей лучины. В наполненную газом колбу быстро насыпьте порошок гидроксида натрия (на колбу ёмкостью 0,5 л следует взять около 10 г NaOH) и герметично закройте пробкой с датчиками.
3. Начните измерения и наблюдайте, как в течение 2—3 минут изменяются значения температуры и давления (или объёма) в колбе-реакторе.

Результаты наблюдений

	Начальные показания	**Конечные показания**
Давление		
Температура		

Выводы:

Указать, какие признаки указывают на протекание реакции.

Контрольные вопросы:

1. Какая реакция протекает в колбе? Составьте её уравнение реакции.
2. Что можно сказать о теплом эффекте данной реакции? Какие измерения позволяют вам сделать такой вывод?
3. Как изменяется давление (или объём) газа в процессе реакции? Предложите объяснение наблюдаемому явлению.

Лабораторный опыт № 10. «Основания. Реакция нейтрализации»

Теоретическая часть

При приливании к раствору щелочи раствора кислоты pH будет снижаться. При равномерном приливании раствора можно добиться хорошего графического изображения кривой титрования сильного основания сильной кислотой. На графике виден скачок титрования, когда pH раствора за короткое время (при добавлении небольшого количества кислоты) изменяется значительно.

При наличии у цифровой лаборатории функции введения отдельных точек можно прибавлять в стакан порции соляной кислоты определённого объёма и вычислять pH полученного раствора.

Практическая часть

Цель работы: изучить изменения pH при нейтрализации раствора сильного основания сильной кислотой.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик pH.

Дополнительное оборудование: стакан химический на 150 мл; бюретка на 25—50 мл; магнитная мешалка; резиновая груша; пипетка на 20 мл; штатив для электродов; штатив лабораторный.

Материалы и реактивы: дистиллированная вода; соляная кислота, 0,1М раствор; 0,1М раствора гидроксида натрия; 1%-ный раствор фенолфталеина.

Техника безопасности:

1. Растворы сильной кислоты и щелочи — едкие вещества. При работе с ними необходимо соблюдать осторожность.

2. Особенно следует беречь глаза!

Инструкция к выполнению

1. При помощи резиновой груши наполните пипетку 0,1 М раствором гидроксида натрия.

2. В стакан перелейте отмеренный объём раствора щелочи (10 мл). Прилейте в стакан 20 мл дистиллированной воды. Осторожно опустите в стакан магнитный якорь.

3. Поместите стакан на рабочую поверхность магнитной мешалки. Включите мешалку и осторожно, чтобы не разбить электрод, опустите его в стакан с раствором щелочи (*рис. 14*).

4. Закрепите электрод в штативе. Якорь мешалки не должен касаться электрода. Начните запись измерений, дождитесь, пока показания электрода станут стабильными. Прибавьте к раствору 2—3 капли раствора фенолфталеина.

5. Приливайте с одинаковой скоростью 0,1 М раствор хлороводорода в стакан с раствором щелочи.

Рис. 14. Установка для кислотно-основного титрования: 1 — бюретка; 2 — штатив для закрепления датчика pH; 3 — датчик pH; 4 — якорь магнитной мешалки; 5 — магнитная мешалка

6. *Обратите внимание,* что при приближении точки нейтрализации (когда будет прилито примерно 9,5 мл раствора кислоты) раствор кислоты добавляйте по каплям.

7. В момент обесцвечивания окраски фенолфталеина достигается точка нейтрализации. pH раствора в этой точке равен 7.

8. Прилейте еще несколько миллилитров раствора кислоты в стакан.

Результаты измерений/наблюдений

	Исходный раствор щелочи	**Раствор в точке эквивалентности**	**Раствор после добавления избытка кислоты**
Значение pH			
Цвет фенолфталеина			

Выводы:

Указать, как можно определить точку эквивалентности (когда щелочь полностью вступила в реакцию с кислотой).

Контрольные вопросы:

1. Объясните, как и почему изменяется значение pH раствора при титровании сильного основания сильной кислотой.

2. Можно ли использовать вместо фенолфталеина раствор метилоранжа?

3. Перечислите классы веществ, с которыми реагируют нерастворимые в воде основания и щелочи. Приведите примеры. Назовите признаки реакций.

Дополнительная информация

Сусленникова В.М, Киселева Е. К. Руководство по приготовлению титрованных растворов. — Л.: Химия, 1967. — 139 с.

Демонстрационный эксперимент № 6. «Температура плавления веществ с разными типами кристаллических решёток»

Теоретическая часть

Вещества с разными типами кристаллических решёток различаются по физическим и химическим свойствам. Если в узлах воображаемой решётки находятся молекулы, такая решётка называется *молекулярной*. Связи между молекулами слабые, поэтому молекулярные соединения легко плавятся и кипят, растворяются в разных растворителях. Примеры веществ с молекулярной решёткой: вода H_2O, иод I_2, углекислый газ CO_2 и др. Можно утверждать, что если вещество при комнатной температуре газ или жидкость, то в твёрдом состоянии оно имеет молекулярную кристаллическую решётку.

Атомы могут соединяться друг с другом ковалентными связями, но при этом не образовывать отдельных молекул. Первый атом связан со вторым, второй — с третьим и т.д. В результате весь кристалл оказывается построенным из атомов, связанных друг с другом прочными ковалентными связями. Такая решётка называется атомной. Такую решётку образует алмаз, графит, оксид кремния (IV) SiO_2 и др. Температура плавления таких веществ высока. Они очень устойчивы, практически ни в чём не растворяются и с трудом вступают в химические реакции.

Если вещество образует ионные связи, то в узлах кристаллической решётки находятся ионы. Между ними действуют электростатические (кулоновские) силы, т. е. они притягиваются друг к другу как заряженные частицы. Такая кристаллическая решётка называется ионной, её образуют соли, например: хлорид натрия NaCl, фторид калия KF, щелочи, например: гидроксид натрия NaOH, гидроксид калия KOH и др.

Заряженные частицы в воображаемых узлах ионной кристаллической решётки практически неподвижны. Поэтому твёрдые ионные кристаллы не проводят электрический ток. Однако в расплаве сами ионы становятся подвижными, и расплав приобретает электропроводность. Большинство ионных соединений растворимо в воде. Температуры плавления и кипения веществ с ионной кристаллической решеткой достаточно высоки.

В ходе настоящего опыта предполагается измерение температур плавления молекулярного соединения — воды (0 °C) и ионного — гидроксида натрия (323 °C). Зная свойства вещества, можно с достаточной точностью предположить наличие той или иной кристаллической решётки.

Практическая часть

Цель работы: сравнить температуры плавления веществ с молекулярной и ионной кристаллическими решётками.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик температуры платиновый; датчик температуры термопарный.

Дополнительное оборудование: стакан с водой и кусочками льда; пробирка демонстрационная; спиртовка.

Материалы и реактивы: гидроксид натрия кристаллический.

Техника безопасности:

1. Соблюдайте правила работы со щелочами. Щелочь для плавления должна быть сухой.

2. При демонстрации наденьте защитные очки.

3. Высокотемпературный датчик после извлечения из расплавленной щелочи опустите на несколько минут в воду и затем промойте водой.

Инструкция к выполнению:

1. В воду со льдом, находящуюся в стакане, поместите низкотемпературный датчик. Отметьте, что температура смеси льда и воды со временем остаётся постоянной, хотя объём льда уменьшается.

2. В пробирку поместите кусочки гидроксида натрия и осторожно нагрейте в пламени спиртовки. Когда начнётся плавление щелочи, опустите в расплав высокотемпературный датчик. Отметьте значение температуры, при которой большая часть щелочи расплавится.

Результаты измерений/наблюдений

№ опыта	Исследуемое вещество	Формула вещества	Тип решетки	Температура плавления, °С
1	Вода			
2	Гидроксид натрия			

Выводы:

Отразить зависимость физических свойств веществ от типа кристаллических решёток.

Контрольные вопросы:

1. Как можно объяснить, что вода и гидроксид натрия существенно разтличаются по температурам плавления?

2. Какие частицы находятся в воображаемых узлах кристаллической решётки льда, гидроксида натрия?

Лабораторный опыт № 11. Определение кислотности почвы

Теоретическая часть

Определение кислотности почв относится к числу наиболее распространённых анализов в растениеводстве. Существует множество методов анализа кислотности почв. Наиболее простейший метод — определение pH солевой вытяжки. В качестве солевой вытяжки используют 1М раствор хлорида калия.

По степени кислотности, определяемой в солевой вытяжке, почвы делятся на разные типы.

Тип почвы	Значения pH
Очень сильно кислые	Менее 4
Сильно кислые	4,1—4,5
Средне кислые	4,6—5,0
Слабо кислые	5,1—5,5
Близкие к нейтральным	5,6—6,0
Нейтральные	Более 6

Растения проявляют различную чувствительность к кислой и щелочной среде. Депрессия ростовых процессов наблюдается при pH ниже 5 и выше 8. Оптимальное значение pH

для выращивания ржи, люпина, картофеля, гречихи — 5,5, а для гороха, кукурузы, пшеницы — 6,0 —7,0.

Повышенная кислотность или щелочность почвы нарушает физиологическое равновесие в почвенном растворе, ухудшает питание растений. Повышение концентрации ионов водорода снижает поступление в растения калия, кальция, магния, фосфора.

Практическая часть

Цель работы: изменение pH почвы.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик pH.

Дополнительное оборудование: мерная колба — 250 мл; цилиндр мерный — 100 мл.

Материалы и реактивы: раствор хлорида калия — 1М.

Техника безопасности: соблюдать правила работы с электрическими приборами.

Инструкция к выполнению:

Образец почвы в воздушно-сухом состоянии измельчают (при необходимости просеивают через сито). Взвешивают пробу почвы массой 30 г и помещают в коническую колбу. С помощью мерного цилиндра отмеряют 75 мл 1М раствора хлорида калия и приливают в колбу. Почву с раствором перемешивают в течение 1 минуты. В полученную суспензию опускают датчик pH и через минуту записывают значение pH.

Полученные данные заносят в таблицу и определяют тип почвы.

Результаты измерений/наблюдений

Проба почвы	Значение pH	Тип почвы
Проба №1		
Проба № ...		

Выводы:

Указать тип почвы, взятой для анализа.

Контрольные вопросы:

1. Какие вещества можно использовать, чтобы снизить кислотность почвы?
2. Какие вещества необходимо внести в почву, чтобы повысить её кислотность?

Дополнительная информация

Практикум по агрохимии: учеб. пособие.- 2-е изд. перераб. и доп./Под ред. академика РАСХН В. Г. Минеева. — М.: Изд-во МГУ, 2001. — 689 с.

9 класс

Демонстрационный эксперимент № 1. «Тепловой эффект растворения веществ в воде»

Теоретическая часть

Растворение веществ представляет собой сложное физико-химическое явление, зависящее от природы растворённого вещества и растворителя, от температуры и концентрации образующегося раствора.

При растворении кристаллических веществ в воде происходят три основных процесса.

1. Разрушение кристаллической решётки растворяемого вещества — эндотермический процесс.
2. Гидратация, т.е. взаимодействие частиц (ионов или молекул) растворяемого вещества с молекулами воды — экзотермический процесс.
3. Перенос гидратированных частиц от границы кристалл—раствор в общий объём раствора, этот процесс не сопровождается ни выделением, ни поглощением теплоты.

В зависимости от того, тепловой эффект какого из двух процессов (разрушение кристалла или гидратация частиц) преобладает, общий тепловой эффект растворения может быть величиной положительной или отрицательной.

Практическая часть

Цель работы: определить тепловой эффект растворения серной кислоты, гидроксида натрия и нитрата аммония.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик температуры платиновый.

Дополнительное оборудование: стакан на 150 мл — 3 шт.; стеклянная палочка; промывалка; мерная пробирка; шпатель — 2 шт.

Материалы и реактивы: серная кислота (конц.); гидроксид натрия кристаллический; нитрат аммония.

Техника безопасности:

1. Серная кислота и гидроксид натрия являются агрессивными веществами. Необходимо остерегаться их попадания на кожу и одежду.
2. Беречь глаза!
3. Необходимо помнить правило разведения кислот.
4. На рабочем месте должны быть нейтрализующие средства: 2%-ные растворы гидрокарбоната натрия и уксусной кислоты.

Инструкция к выполнению:

1. В первый стакан налейте 50 мл воды.
2. С помощью датчика определите её температуру.
3. Отмерьте 10 мл концентрированной серной кислоты и медленно, при перемешивании раствора стеклянной палочкой вливайте серную кислоту. *Обратите внимание* на порядок смешивания воды и серной кислоты! Следите за изменением температуры при растворении кислоты. Наиболее высокое показание температуры занесите в таблицу. Датчик тщательно промойте водой.
4. Во второй стакан поместите около 8 г твёрдого порошка гидроксида натрия и влейте 50 мл воды. Опустите датчик температуры и перемешайте раствор. Отметьте самое высокое значение температуры. Тщательно промойте датчик водой.
5. В третий стакан насыпьте 15 г мелкокристаллического нитрата аммония и прилейте 50 мл воды. Опустите датчик температуры и быстро перемешайте раствор. Наиболее низкое значение температуры занесите в таблицу.

Результаты измерений/наблюдений

Исследуемая система	**Дистиллированная вода**	**Вода + H_2SO_4**	**Вода + NaOH**	**Вода + NH_4NO_3**
Температура, °C				

Выводы:

Отразить, какой тепловой эффект преобладает при растворении в воде серной кислоты, нитрата аммония, гидроксида натрия.

Контрольные вопросы:

1. Объясните, почему при растворении одних веществ в воде выделяется теплота, других — поглощается.
2. Предположите тепловой эффект процесса растворения в воде гидроксида калия.

Практическая работа № 1. Электролиты и неэлектролиты

Теоретическая часть

При растворении в воде ионных соединений полярные молекулы воды окружают (сольватируют) заряженные ионы, переводя их в раствор. Молекулярные соединения сольватируются, но не распадаются на ионы. В первом случае раствор проводит электрический ток, во втором нет.

Определить принадлежность вещества или раствора вещества к электролитам можно при помощи измерения электропроводности. Если электропроводность велика, то исследуемый объект — электролит. Если значение электропроводности меньше 20 мкСм/см, то это неэлектролит.

Практическая часть

Цель работы: определить принадлежность веществ, смесей веществ и растворов веществ к электролитам и неэлектролитам.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик электропроводности.

Дополнительное оборудование: стаканы на 50 мл; штатив с зажимом; промывалка.

Материалы и реактивы: дистиллированная вода; по 20 мл этилового спирта, бензина, керосина; 5%-ного раствора сахарозы, раствора спирта (1:1), 5%-ного раствора хлорида натрия; 5%-ного раствора хлороводорода; 5%-ного раствора гидроксида натрия, поваренная соль (твёрдая), сахар (твёрдый).

Техника безопасности:

При работе с горючими жидкостями (спирт, бензин, керосин) вблизи не должно быть открытого огня.

Инструкция к выполнению:

1. В стакан поместите поваренную соль и опустите в стакан датчик электропроводности. Проводит ли соль электрический ток?
2. Аналогичные действия проведите с сахарозой.
3. В стакан налейте 20 мл исследуемого раствора.
4. Опустите в него датчик электропроводности, закреплённый в лапке штатива. Наблюдайте за изменением значения электропроводности. Когда показания датчика перестанут изменяться, запишите его значение в таблицу.
5. *Обратите внимание!* Датчик после каждого опыта тщательно промывается водой.
6. Затем датчик опустите в следующий раствор. Аналогичные действия проделайте со всеми растворами.

Результаты измерений

№ опыта	Название вещества, раствора	Значение электропроводности, мкСм/см	Электролит или неэлектролит
1			
2			

Контрольные вопросы:

1. Обращают внимание, что ни дистиллированная вода, ни твёрдая соль не проводят электрического тока. Тем не менее раствор соли в воде проводит электрический ток. Это значит, что в растворе откуда-то появляются подвижные заряды. Под это наблюдение вводят определение электролита и механизм электролитической диссоциации.

2. Всегда ли водные растворы веществ проводят электрический ток? Не всегда, т. е. некоторые вещества не дают ионов при растворении. Это — вещества с молекулярной кристаллической решёткой.

3. *Задания для подготовки к ГИА, ВПР*

А) К хорошо растворимым электролитам относятся:

1) гидроксид бария;
2) фосфат магния;
3) сульфид меди(II);
4) карбонат кальция.

Б) Электрический ток проводит:

1) раствор этилового спирта;
2) раствор глицерина;
3) раствор глюкозы;
4) раствор гидроксида кальция.

Дополнительная информация

Неорганическая химия: В 3 т./ Под ред. Ю. Д. Третьякова. Т. 1: Физико-химические основы неорганической химии: Учебник для студ. высш. учеб. заведений/М. Е. Тамм, Ю. Д. Третьяков. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 240 с.

Лабораторный опыт № 1. «Влияние растворителя на диссоциацию»

Теоретическая часть

Во многих хлоридах переходных металлов связи имеют в значительной мере ковалентный характер. Малополярные растворители (спирт или ацетон) сольватируют молекулы целиком. При добавлении воды она сольватирует ионы, вызывая электролитическую диссоциацию. Цвет раствора при этом изменяется, а электропроводность резко возрастает.

Практическая часть

Цель работы: сформировать представление о роли растворителя в электролитической диссоциации.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик электропроводности.

Дополнительное оборудование: два высоких химических стакана (50 мл); стеклянная палочка.

Материалы и реактивы: $CuCl_2$ безводный (имеет коричневый цвет. Получают, нагревая кристаллогидрат в чашке для выпаривания. Хранят в плотно закрытом сосуде); ацетон или спирт.

Техника безопасности:

1. Спирт и ацетон — горючие вещества. Не использовать открытое пламя. Специальные меры безопасности при работе с горючими жидкостями. Избегать попадания солей меди на кожу и одежду, так как они ядовиты.
2. При попадании смыть холодной водой без мыла.

Инструкция к выполнению:

1. В химический стакан насыпьте ~0,5 г безводного хлорида меди (II) $CuCl_2$ и налейте ~25 мл спирта или ацетона.
2. Растворите вещество, перемешивая содержимое стакана стеклянной палочкой. Если растворить соль полностью не удаётся, аккуратно слейте полученный раствор в другой стакан.

3. Погрузите в раствор щуп датчика электропроводности и измерьте электропроводность.

4. *Обратите внимание* на цвет раствора. Прилейте к раствору 25 мл воды. Перемешайте, обратите внимание на изменение окраски.

5. Измерьте электропроводность полученного раствора.

Результаты измерений/наблюдений

Вещество	Электропроводность в спирте (ацетоне)	Электропроводность после добавления воды
Хлорид меди (II)		

Выводы:

Отразить влияние растворителя на электропроводность соли.

Контрольные вопросы:

1. О чём свидетельствует рост электропроводности соли при добавлении воды?
2. Почему изменяется цвет раствора?
3. Как влияет природа растворителя на электролитическую диссоциацию?

Лабораторный опыт № 2. «Сильные и слабые электролиты»

Теоретическая часть

Электролитами называются вещества, распадающиеся на ионы вследствие электролитической диссоциации. Растворы электролитов являются проводниками второго рода, так как проводят электрический ток за счёт ионов. По способности к электролитической диссоциации электролиты условно разделяют на сильные и слабые. Сильные электролиты практически полностью диссоциированы на ионы в разбавленных растворах. К ним относятся многие неорганические соли, некоторые кислоты и щелочи. Слабые электролиты лишь частично диссоциированы на ионы, которые находятся в динамическом равновесии с недиссоциированными молекулами. К слабым электролитам относятся многие органические кислоты и основания.

Практическая часть

Цель работы: определить, являются ли выданные вещества сильными или слабыми электролитами на основании измерения электропроводности их растворов.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик электропроводности.

Дополнительное оборудование: три химических стакана (25—50 мл), промывалка с дистиллированной водой.

Материалы и реактивы: 10 %-ные растворы соляной, азотной и уксусной кислот (желательно в капельницах); фильтровальная бумага.

Техника безопасности:

Соблюдайте меры безопасности при работе с кислотами и щелочами.

Инструкция к выполнению:

1. В три стакана налейте по 25—50 мл дистиллированной воды.
2. В первый стакан добавьте 1 каплю уксусной кислоты, во второй — соляной, в третий — азотной.
3. Измерьте электропроводность каждого раствора, вытирая щуп фильтровальной бумагой после каждого измерения.

Результаты измерений

№ пробы	Значение электропроводности, мкСм/см	Название выданного вещества
1		
2		
3		

Выводы:

Отразите принадлежность веществ к сильным и слабым электролитам.

Контрольные вопросы:

1. Почему раствор соляной кислоты лучше проводит электрический ток по сравнению с раствором уксусной кислоты?
2. К каким электролитам относится раствор азотной кислоты?
3. *Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

Формулы только слабых электролитов представлены в ряду:

1) $Ca(OH)_2$, H_2S, H_2SO_4
2) H_2CO_3, $NH_3 \cdot H_2O$, H_2S
3) KOH, KNO_3, HCl
4) $ZnSO_4$, $MgCl_2$, HBr

Дополнительная информация

Неорганическая химия: В 3 т./Под ред. Ю. Д. Третьякова. Т. 1: Физико-химические основы неорганической химии: Учебник для студ. высш. учеб. заведений/М. Е. Тамм, Ю. Д. Третьяков. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 240 с.

Лабораторный опыт № 3. «Зависимость электропроводности растворов сильных электролитов от концентрации ионов»

Теоретическая часть

Электрической проводимостью (электропроводностью) называют способность вещества проводить электрический ток. В качестве количественной меры способности раствора электролита проводить электрический ток используют обычно удельную электропроводность к (каппа):

$$k = \frac{l}{RS},$$

где R — электрическое сопротивление проводника (Ом), длина которого l (м) и площадь поперечного сечения S (м^2). Таким образом, единица измерения удельной электропроводности — $\frac{1}{\text{Ом} \cdot \text{м}}$ однако, в химии используют величину $\frac{\text{См}}{\text{см}}$ (сименс на сантиметр).

При диссоциации электролита происходит увеличение числа заряженных частиц в растворе, что приводит к возрастанию электропроводности. Причём чем больше концентрация ионов, тем выше электропроводность. Учитывая диссоциацию солей:

$MeCl \rightarrow Me^+ + Cl^-$ образуются две частицы;

$MeCl_2 \rightarrow Me^{2+} + 2Cl^-$ образуются три частицы;

$MeCl_3 \rightarrow Me^{3+} + 3Cl^-$ образуются четыре частицы;

можно ожидать, что увеличение концентрации ионов в 1М растворах приведёт к увеличению электропроводности.

Вместе с тем следует заметить, что электропроводность электролита зависит не только от концентрации ионов в нём, но и от их природы (подвижности). Растворы должны быть сильно разбавленными, чтобы исключить влияние различных сил межионного взаимодействия. Свойства сильно разбавленного раствора определяются концентрацией растворённого вещества.

Практическая часть

Цель работы: сформировать представление о зависимости электропроводности раствора от концентрации ионов.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик электропроводности.

Дополнительное оборудование: бюретка или дозатор, мерный цилиндр (100 мл), магнитная мешалка, промывалка с дистиллированной водой; три химических стакана (100 мл), штатив химический с лапкой и двумя муфтами, фильтровальная бумага.

Материалы и реактивы: 1М раствора хлорида натрия; 1М раствора хлорида кальция; 1М раствора хлорида алюминия.

Техника безопасности:

Соблюдать общие правила работы с электрическими приборами.

Инструкция к выполнению:

1. В химический стакан мерным цилиндром отмерьте 100 мл дистиллированной воды, поставьте на магнитную мешалку, погрузите в воду датчик. Измерьте значение электропроводности дистиллированной воды.
2. Осторожно добавьте 1 каплю раствора хлорида натрия, концентрация которого 1 моль/л (1М). Когда показания прибора стабилизируются, запишите их в таблице.
3. Продолжайте добавлять электролит по каплям, фиксируя значения электропроводности после каждого добавления.
4. Извлеките электрод из раствора, промойте дистиллированной водой, оботрите фильтровальной бумагой.
5. Повторите аналогичные исследования со вторым и третьим выданным раствором электролита.

Результаты измерений

Электролит	**Число капель 1 М раствора**					
	1	2	3	4	5	6
	Электропроводность раствора, мкСм/см					
NaCl						
$CaCl_2$						
$AlCl_3$						

Выводы:

Отразить зависимость электропроводности раствора от концентрации раствора.

Контрольные вопросы:

1. От чего зависит электропроводность раствора электролита?
2. Постройте графики зависимости значений электропроводности растворов от числа капель исследуемых электролитов.
3. Напишите уравнения диссоциации исследуемых электролитов. Определите, какое количество ионов образуется при диссоциации 1 моль каждого электролита.

4. Каково общее число моль ионов, образующихся при полной диссоциации 1 моль нитрата цинка?

5. *Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

В водном растворе наибольшее число сульфат-ионов образуются при диссоциации 1 моль

1) K_2S
2) $CuSO_4$
3) $Cr_2(SO_4)_2$
4) Na_2SO_3

Обсуждение результатов

1. Обсуждают, почему при одной и той же концентрации электролита электропроводность выше, причём почти в целое число раз. Приводят уравнения электролитической диссоциации реагентов.
2. Можно ли определить концентрацию электролита по его электропроводности?
3. Почему графики имеют разные углы наклона? Чем это можно объяснить?
4. Предположите, каким будет наклон графика для 1М раствора сульфата алюминия.
5. Какое значение электропроводности можно ожидать при добавлении 10 капель 1М раствора хлорида натрия к 100 мл дистиллированной воды.
6. Наибольшее значение электропроводности можно ожидать, если добавить 7 капель 1М раствора: а) хлорида калия; б) хлорида аммония; в) хлорида магния; г) фосфата натрия.

Практическая работа № 2. «Определение концентрации соли по электропроводности раствора»

Теоретическая часть

Методы определения концентрации электролитов в растворе, основанные на измерении электропроводности, называют *кондуктометрией* (от англ, *conductivity* — электропроводность и греч. *metreo* — измеряю). Для анализа обычно строят калибровочный график зависимости электропроводности раствора от концентрации электролита.

Практическая часть

Цель работы: а) построить график зависимости электропроводности раствора хлорида натрия от его массовой доли в растворе; б) по значению электропроводности определить массовую долю хлорида натрия в пробе раствора.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик электропроводности.

Дополнительное оборудование: 7 чистых и сухих пробирок; мерный цилиндр на 50 мл; стеклянная палочка; промывалка; стакан на 400 мл (для слива); фильтровальная бумага.

Материалы и реактивы: дистиллированная вода; 250 мл раствора хлорида натрия с массовой концентрацией 1 г/л.

Техника безопасности:

Соблюдайте меры безопасности при работе с электрическими приборами.

Инструкция к выполнению:

1. В штативе расставьте семь пробирок. В них следует налить растворы с разной концентрацией хлорида натрия (см. таблицу ниже). В первую пробирку налейте дистиллированную воду, в шестую — выданный раствор хлорида натрия с концентраций 1 г/л.
2. В мерный цилиндр налейте 10 мл раствора хлорида натрия 1 г/л и долейте дистиллированной воды до 50 мл. Перемешайте содержимое цилиндра стеклянной палочкой.

Получился раствор с концентрацией NaCl 0,2 г/л. Перелейте небольшой объём полученного раствора во вторую пробирку, оставшуюся часть вылейте в стакан для слива. Цилиндр ополосните дистиллированной водой.

3. Аналогично приготовьте растворы 0,4, 0,6 и 0,8 г/л и разлейте их по соответствующим пробиркам (см. таблицу).

4. В пробирки, начиная с первой, по очереди погружайте электрод датчика электропроводности. Когда показания прибора стабилизируются, запишите их в таблице. Электрод извлеките из раствора, оботрите фильтровальной бумагой и перенесите в следующую пробирку.

5. По полученным результатам постройте график. Ось электропроводности разметьте так, чтобы на засечках были круглые значения. Нижняя засечка на оси должна соответствовать нулю, верхняя — превышать максимальное измеренное значение.

Рис. 15. Лист для построения графика

6. В седьмую пробирку налейте выданную пробу. Измерьте её электропроводность, нанесите на график и определите концентрацию соли в растворе.

Результаты измерений

№ пробирки	1	2	3	4	5	6	7
Концентрация соли, г/л	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	
Объём раствора NaCl 1 г/л	—	10	20	30	40	—	—
Объём воды, мл	—	40	30	20	10	—	—
Электропроводность, мкСм/см							

Выводы:

Отразить возможность определения концентрации вещества в растворе по электропроводности.

Контрольные вопросы:

1. Можно ли использовать данный метод для определения концентрации раствора слабого электролита?

2. Какие способы определения концентрации вещества в растворе вам известны?

Лабораторный опыт № 4. «Реакции ионного обмена. Взаимодействие гидроксида бария с серной кислотой»

Теоретическая часть

Растворы гидроксида бария и серной кислоты являются сильными электролитами. При их взаимодействии образуется осадок сульфата бария и вода:

$$Ba^{2+} + 2OH^- + 2H^+ + 2OH^- = BaSO_4\downarrow + 2H_2O$$

Поэтому при титровании раствора гидроксида бария раствором серной кислоты происходит уменьшение электропроводности исходного раствора. В точке эквивалентности электропроводность раствора будет близкой к нулю.

При дальнейшем добавлении раствора серной кислоты в растворе вновь появляется электролит (серная кислота) и электропроводность снова растёт.

Практическая часть

Цель работы: сформировать представление об ионной и молекулярной формах реакций ионного обмена. Продолжить формирование представлений о реакциях ионного обмена на микроскопическом уровне.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик электропроводности (диапазон до 10 мкСм/см).

Дополнительное оборудование: бюретка, химический стакан (150 мл), штатив с зажимом, промывалка, магнитная мешалка.

Материалы и реактивы: дистиллированная вода; 10 мл 0,1М раствора серной кислоты; 50 мл 0,01М раствора гидроксида бария.

Техника безопасности:

Соблюдайте правила работы с электрическими приборами и специальные меры безопасности с растворами кислот и растворами щелочей.

Инструкция к выполнению:

1. В стакан налейте 50 мл раствора гидроксида бария. Поместите химический стакан на магнитную мешалку и закрепите над ним бюретку, заполненную раствором серной кислоты.
2. Опустите в стакан датчик электропроводности, закреплённый в лапке штатива. Включите магнитную мешалку.
3. Из бюретки добавляйте в химический стакан серную кислоту порциями по 0,2—0,5 мл.
4. Наблюдайте за изменением значения электропроводности.
5. Данные измерений занесите в таблицу и постройте зависимость электропроводности раствора от объёма добавленного раствора серной кислоты.
6. После перелома на кривой зависимости электропроводности от объёма реагента добавьте ещё 1—2 мл серной кислоты. *Обратите внимание* на изменение электропроводности раствора.

Результаты измерений/наблюдений

V(р-ра) серной кислоты (мл)	**0,2**	**0,4**	**0,6**	**0,8**	**1**	**1,2**	**1.4**	**1,6**	
Электропроводность									

Выводы:

Объяснить ход полученной кривой титрования.

Контрольные вопросы:

1. Какие внешние признаки указали на то, что между гидроксидом бария и серной кислотой происходит химическое взаимодействие? Запишите уравнение реакции в молекулярном и ионном виде.

2. На какие два участка можно разделить полученную кривую титрования? Чему соответствует граница между участками?

3. *Задание для развития функциональной грамотности*

На двух рисунках представлены кривые титрования (зависимость pH от объёма добавленного титранта)

Рис. 16—17. Графики титрования растворов

На каком рисунке отражена кривая титрования раствора кислоты раствором щелочи?

Контрольные вопросы:

1. Как с помощью датчика электропроводности определить окончание данной реакции нейтрализации? Можно ли воспользоваться данным критерием при проведении любой реакции нейтрализации?

2. Рассчитайте точную концентрацию гидроксида бария, если точная концентрация серной кислоты 0,1 моль/л.

Практическая работа № 3. Определение хлорид-ионов в питьевой воде

Теоретическая часть

Хлориды относятся к главным ионам, содержание которых в речных и озёрных водах колеблется от долей миллиграмма до граммов в литре; в морских и подземных водах концентрации хлоридов выше — до перенасыщенных растворов и рассолов.

Основными источниками поступления хлоридов в водные объекты являются соленосные отложения, магматические породы, в состав которых входят хлорсодержащие минералы (хлорапатит и др.), вулканические выбросы, засоленные почвы, из которых они вымываются атмосферными осадками. Большие количества хлоридов попадают в воду с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами.

Хлориды обладают высокой миграционной способностью, что обусловлено хорошей растворимостью их в воде, слабо выраженной способностью к сорбции взвесями и донными отложениями и практическим отсутствием накопления водными организмами.

Повышенные концентрации хлоридов ухудшают вкусовые качества воды, делая её непригодной для питьевого водоснабжения, а также уменьшают или же полностью исключают возможность использования для технических, хозяйственных целей и орошения

сельскохозяйственных территорий. Для водных объектов рыбохозяйственного назначения предельно допустимая концентрация (ПДК) хлоридов 300 мг/л; для объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения ПДК равна 350 мг/л.

Хлориды относятся к устойчивым компонентам водной среды; пробы воды, предназначенные для определения хлоридов, не консервируют.

В основу определения положено измерение потенциала электрода, селективного к ионам хлора. Величина потенциала зависит от содержания хлоридов в пробе воды. Методика позволяет определить содержание хлорид-ионов в диапазоне от 11 до 3500 мг/л.

Определению хлоридов не мешают ионы железа (III) в концентрации до 10 мг/дм^3, ионы кальция в концентрации до 200 мг/дм^3.

Определению мешает присутствие на поверхности мембраны нерастворимых солей или прочих комплексных соединений серебра. Восстановление поверхности мембраны производится путём полировки замшей или фетром.

Пробы воды, взятые для анализа из различных источников, помещают в полиэтиленовую посуду, не консервируют, хранят в холодильнике.

Практическая часть

Цель работы: определить соответствие питьевой воды требованиям ГОСТа по содержанию хлорид-ионов.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик хлорид-ионов.

Дополнительное оборудование: магнитная мешалка; весы аналитические; весы технические; шкаф сушильный общелабораторного назначения; колба мерная 100 см^3 — 6 шт; колба мерная 250 см^3 — 1 шт.; пипетка градуированная 10 см^3 — 1шт.; пипетка градуированная 20 см^3 — 1шт.; цилиндр мерный 25 см^3 – 2 шт.; стакан химический 50 см^3 – 8 шт.; стакан химический 100 см^3 – 1шт.

Материалы и реактивы: фоновый электролит (5,05 г KNO_3 (х.ч.) растворяют в дистиллированной воде в мерной колбе вместимостью 100 см^3 и доводят объем раствора до метки на колбе); хлорид калия (х.ч.); вода дистиллированная.

Техника безопасности: соблюдайте правила работы с электрическими приборами.

Инструкция к выполнению:

Приготовление калибровочных растворов

Калибровочные растворы готовят из стандартного образца хлорид-ионов или хлорида калия.

1. Раствор хлорида калия $1{,}00 \cdot 10^{-1}$ моль/л.

Раствор готовят из стандартного образца хлорид-ионов в соответствии с инструкцией по его применению, или 1,863 г KCl, предварительно высушенного до постоянной массы при температуре 105 °C, переносят в мерную колбу вместимостью 250 см^3, растворяют и доводят дистиллированной водой до метки на колбе.

2. Раствор хлорида калия $1{,}00 \cdot 10^{-2}$ моль/л (2,0 pCl).

Отбирают 10 см^3 раствора KCl $1{,}00 \cdot 10^{-1}$ моль/л в мерную колбу вместимостью 100 см^3 и доводят дистиллированной водой до метки на колбе.

3. Раствор хлорида калия $2{,}00 \cdot 10^{-3}$ моль/л (2,7 pCl).

Отбирают 20 см^3 раствора KCl $1{,}00 \cdot 10^{-2}$ моль/л в мерную колбу вместимостью 100 см^3 и доводят дистиллированной водой до метки на колбе.

4. Раствор хлорида калия $1{,}00 \cdot 10^{-3}$ моль/л (3,0 pCl).

Отбирают 10 см^3 раствора KCl $1{,}00 \cdot 10^{-2}$ моль/л в мерную колбу вместимостью 100 см^3 и доводят дистиллированной водой до метки на колбе.

5. Раствор хлорида калия $6{,}00 \cdot 10^{-4}$ моль/л (3,2 pCl).

Отбирают 6,0 см^3 раствора KCl $1{,}00 \cdot 10^{-2}$ моль/л в мерную колбу вместимостью 100 см^3, доводят дистиллированной водой до метки на колбе.

6. Раствор хлорида калия $3{,}00 \cdot 10^{-4}$ моль/л (3,5 pCl).

Отбирают 3,0 см^3 KCl $1{,}00 \cdot 10^{-2}$ моль/л в мерную колбу вместимостью 100 см^3 и доводят дистиллированной водой до метки на колбе.

Калибровочные растворы хлорида калия $1{,}00 \cdot 10^{-1}$—$1{,}00 \cdot 10^{-2}$ моль/л хранят не более 1 месяца, $1{,}00 \cdot 10^{-3}$—$3{,}00 \cdot 10^{-4}$ моль/л готовят непосредственно перед использованием.

Калибровка датчика хлорид-ионов

Датчик хлорид-ионов вымачивают в дистиллированной воде в течение 10 минут. Перед измерением датчик опять промывают дистиллированной водой, подключают к регистратору данных и запускают программу калибровки.

В стаканы вместимостью 50 см^3 вносят по 15 см^3 растворов хлорида калия с концентрацией $3{,}00 \cdot 10^{-4}$; $6{,}00 \cdot 10^{-4}$; $1{,}00 \cdot 10^{-3}$; $2{,}00 \cdot 10^{-3}$; $1{,}00 \cdot 10^{-2}$ моль/л и добавляют в каждый стакан по 15 см^3 фонового электролита. Стаканы устанавливают на магнитную мешалку, погружают в раствор электроды и проводят измерение потенциала от меньшей концентрации ионов хлора ($3{,}00 \cdot 10^{-4}$ моль/л) к большей ($1{,}00 \cdot 10^{-2}$ моль/л). Глубина погружения электродов и скорость перемешивания должны быть одинаковыми во всех измерениях. Показания прибора вносят в программу после установления постоянного значения. Время его установления зависит от концентрации хлорид-ионов в градуировочных растворах и составляет от нескольких секунд до минут.

Калибровку датчика проводят перед каждой серией определений.

Выполнение исследования

15 см^3 анализируемой пробы воды переносят в стакан вместимостью 50 см^3 и приливают 15 см^3 фонового электролита. Стакан устанавливают на магнитную мешалку, погружают в раствор электрод, ожидают установления постоянного значения pCl и записывают показания прибора. После окончания измерения потенциала в анализируемой пробе электроды отмывают дистиллированной водой. Отмывка электродов происходит достаточно быстро при трёхкратной замене воды. После этого приступают к измерению pCl следующей пробы.

Температура анализируемой пробы должна быть одинакова с температурой растворов при установлении калибровки.

Вычисление результатов измерений

Массовую концентрацию хлоридов C_x, мг/л рассчитывают по следующим соотношениям:

$$pCl = -\lg[Cl^-];\ C_{Cl} = 10^{-pCl}\ \text{моль/дм}^3;$$

$$C_x = 10^{-pCl} \cdot 35{,}45 \cdot 10^3\ \text{мг/дм}^3\ (1)$$

или находят из таблицы №1; для значений pCl в диапазоне 1—2 увеличивают табличные значения в 10 раз. Например, pCl равный 2,32 соответствует 169,7 мг/дм^3, pCl, равный 1,32, — 1697 мг/дм^3.

Таблица 1

Пересчёт значений pCl в концентрацию ионов хлора

pCl	C, мг/л	pCl	C, мг/л	pCl	C, мг/л	pCl	C, мг/л
2,00	354,5	2,38	147,8	2,76	61,6	3,14	25,7
2,01	346,4	2,39	144,4	2,77	60,2	3,15	25,1
2,02	338,5	2,40	141,1	2,78	58,8	3,16	24,5
2,03	330,8	2,41	137,9	2,79	57,5	3,17	24,0

Продолжение

pCl	C, мг/л	pCl	C, мг/л	pCl	C, мг/л	pCl	C, мг/л
2,04	323,3	2,42	134,8	2,80	56,2	3,18	23,4
2,05	315,9	2,43	131,7	2,81	54,9	3,19	22,9
2,06	308,8	2,44	128,7	2,82	53,7	3,20	22,4
2,07	301,7	2,45	125,8	2,83	52,4	3,21	21,8
2,08	294,9	2,46	122,9	2,84	51,2	3,22	21,4
2,09	288,1	2,47	120,1	2,85	50,1	3,23	20,9
2,10	281,6	2,48	117,4	2,86	48,9	3,24	20,4
2,11	275,2	2,49	114,7	2,87	47,8	3,25	19,9
2,12	268,9	2,50	112,1	2,88	46,7	3,26	19,5
2,13	262,8	2,51	109,6	2,89	45,7	3,27	19,0
2,14	256,8	2,52	107,0	2,90	44,6	3,28	18,6
2,15	251,0	2,53	104,6	2,91	43,6	3,29	18,2
2,16	245,3	2,54	102,2	2,92	42,6	3,30	17,8
2,17	239,7	2,55	99,9	2,93	41,6	3,31	17,4
2,18	234,2	2,56	97,6	2,94	40,7	3,32	17,0
2,19	228,9	2,57	95,4	2,95	39,8	3,33	16,6
2,20	223,7	2,58	93,2	2,96	38,9	3,34	16,2
2,21	218,6	2,59	91,1	2,97	38,0	3,35	15,8
2,22	213,6	2,60	89,0	2,98	37,1	3,36	15,5
2,23	208,7	2,61	87,0	2,99	36,3	3,37	15,1
2,24	204,0	2,62	85,0	3,00	35,4	3,38	14,8
2,25	199,4	2,63	83,1	3,01	34,6	3,39	14,4
2,26	194,8	2,64	81,2	3,02	33,8	3,40	14,1
2,27	190,4	2,65	79,4	3,03	33,1	3,41	13,8
2,28	186,0	2,66	77,6	3,04	32,3	3,42	13,5
2,29	181,8	2,67	75,8	3,05	31,6	3,43	13,2
2,30	177,7	2,68	74,1	3,06	30,9	3,44	12,9
2,31	173,6	2,69	72,4	3,07	30,2	3,45	12,6
2,32	169,7	2,70	70,7	3,08	29,5	3,46	12,3
2,33	165,8	2,71	69,1	3,09	28,8	3,47	12,0
2,34	162,0	2,72	67,5	3,10	28,2	3,48	11,7
2,35	158,3	2,73	66,0	3,11	27,5	3,49	11,5
2,36	154,7	2,74	64,5	3,12	26,9	3,50	11,2
2,37	151,2	2,75	63,0	3,13	26,3		

Результаты измерений:

Содержание хлорид-ионов в питьевой воде _____.

Выводы:

Сделайте заключение о соответствии или несоответствии образцов питьевой воды ГОСТу.

Контрольные вопросы:

1. Какой качественной реакцией можно определить присутствие хлорид-ионов в воде?
2. Почему для определения хлорид-ионов в воде исследуемую воду нужно подкислять азотной кислотой?

Лабораторный опыт № 5. «Образование солей аммония»

Теоретическая часть

Аммиак и уксусная кислота — слабые электролиты. Их растворы почти не проводят электрический ток. Однако при реакции между ними образуется сильный электролит:

$$CH_3COOH + NH_3 = CH_3COO^- + NH_4^+$$

Поэтому после смешения двух растворов этих веществ электропроводность резко возрастает.

Практическая часть

Цель работы: экспериментально показать образование ионов при реакции аммиака с кислотами.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик электропроводности.

Дополнительное оборудование: стаканы на 50 мл — 2 шт.; промывалка с дистиллированной водой; стакан для слива.

Материалы и реактивы: фильтровальная бумага; растворы NH_3 и CH_3COOH 0,05 моль/л.

Техника безопасности:

Соблюдайте специальные правила работы с растворами кислот и правила работы с едко- и сильнопахнущими веществами.

Инструкция к выполнению:

1. В один стакан налейте 20—25 мл 0,05М раствора NH_3, в другой — столько же раствора CH_3COOH той же концентрации.
2. Измерьте их электропроводность (не забывая ополаскивать датчики каждый раз, когда их переносите из одного раствора в другой).
3. Теперь смешайте эти растворы и измерьте электропроводность продукта реакции.
4. Сравните её с электропроводностью реагентов. Данные занесите в таблицу.

Результаты измерений

Электропроводность растворов		
Уксусная кислота	**Аммиак**	**После смешивания исходных растворов**

Выводы:

Отразить принадлежность исходных веществ и продукта реакции к сильным или слабым электролитом.

Контрольные вопросы:

1. Почему растворы реагентов почти не проводят электрический ток?
2. О чём говорит резкое увеличение электропроводности продуктов по сравнению с реагентами? Запишите ионную форму уравнения реакции (уксусная кислота имеет формулу CH_3COOH, а ацетат-ион — CH_3COO^-).
3. *Задание для развития функциональной грамотности*

Дистиллированная вода не проводит электрический ток. Но если оставить дистиллированную воду в открытом сосуде в лаборатории химии, то электропроводность воды будет увеличиваться. Как это можно объяснить?

Лабораторный опыт № 6. «Окислительно-восстановительные реакции. Изучение реакции взаимодействия сульфита натрия с пероксидом водорода»

Теоретическая часть

Примером экзотермической реакции, протекающей в растворе, может служить окислительно-восстановительная реакция между сульфитом натрия и пероксидом водорода. Продуктами этой реакции являются сульфат натрия и вода. Особенностью протекания реакции является отсутствие внешних признаков реакции, за исключением выделения теплоты и изменением pH.

Практическая часть

Цель работы: изучить окислительно-восстановительные реакции, протекающие в растворе с выделением энергии и изменением pH.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик температуры платиновый и датчик pH.

Дополнительное оборудование: стакан 50 мл — 3 шт.; шпатель; стеклянная палочка.

Материалы и реактивы: пероксид водорода 3%-ный насыщенный раствор сульфита натрия свежеприготовленный.

Техника безопасности:

Соблюдайте меры безопасности при работе с электрическими приборами.

Инструкция к проведению:

1. Приготовьте насыщенный раствор сульфита натрия. В стаканчик налейте 10 мл воды, в которой растворите твёрдый сульфит натрия массой примерно 2—3 г. Когда сульфит натрия перестаёт растворяться, слейте содержимое первого стакана во второй стакан, стремясь к тому, чтобы в него не попали кристаллы сульфита натрия.
2. С помощью датчика измерьте температуру раствора, а при помощи стеклянного электрода — pH раствора. Когда значения pH стабилизируются, зафиксируйте данные.
3. Датчик pH извлеките из раствора и промойте дистиллированной водой.
4. В стакан налейте 10 мл раствора пероксида водорода. Измерьте pH раствора.
5. Когда значения pH стабилизируются, прилейте в стакан раствор сульфита натрия. Содержимое стакана сильно разогревается. Изменение температуры и pH зафиксируйте с помощью датчиков. *Обратите внимание* на отсутствие внешних признаков реакции!

Результаты измерений/наблюдений

Параметры	Раствор сульфита натрия	Раствор пероксида водорода	Раствор после смешивания
Температура			
pH			

Выводы:

Указать признаки протекания химической реакции.

Контрольные вопросы:

1. *Задания для подготовки к ГИА, ВПР*

1) Запишите молекулярное уравнение реакции взаимодействия сульфита натрия с пероксидом водорода. Какое вещество в реакции выполняет роль окислителя, а какое является восстановителем? Расставьте коэффициенты в уравнении реакции, используя метод электронного баланса.

2) Признаком протекания реакции между сульфитом натрия и пероксидом водорода является:

а) изменение цвета раствора

б) выделение теплоты

в) выпадение осадка

г) выделение газа

2. Как доказать, что продуктом реакции является сульфат натрия?

Лабораторный опыт № 7. «Изменение pH в ходе окислительно-восстановительных реакций»

Теоретическая часть

Окислительно-восстановительные реакции, протекающие в водных растворах, часто сопровождаются изменением водородного показателя, так как среди продуктов может быть как кислота, так и щелочь:

$$2KMnO_4 + 3Na_2SO_3 + H_2O = 2MnO_2\downarrow + 3Na_2SO_4 + 2\mathbf{KOH}$$

$$2KMnO_4 + 3MnSO_4 + 2H_2O = 5MnO_2\downarrow + K_2SO_4 + 2\mathbf{H_2SO_4}$$

Практическая часть

Цель работы: показать, что при окислительно-восстановительных реакциях возможно образование кислоты или щелочи.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик pH.

Дополнительное оборудование: 4 химических стакана на 50 мл; штатив с лапкой и муфтой, промывалка с дистиллированной водой; кристаллизатор.

Материалы и реактивы: 40 мл 0,1 М раствора перманганата калия; 30 мл 0,1М раствора сульфита натрия; 30 мл 0,1М раствора сульфата марганца (II).

Техника безопасности:

Соблюдать меры безопасности при работе с электрическими приборами.

Инструкция к выполнению:

1. Для проведения первой реакции налейте в один стакан раствор сульфита натрия, во второй — раствор перманганата калия.

2. Погрузите датчик pH в раствор сульфита натрия. Когда показания стабилизируются, запишите значение pH.

3. Тщательно промойте датчик, особенно его чувствительный элемент, дистиллированной водой и погрузите в раствор второго реагента — перманганата калия.

4. Запишите значение pH после стабилизации показаний прибора.

5. Не вынимая датчика из раствора, добавьте в стакан раствор сульфита натрия. Наблюдайте изменение значений pH. После того как величина pH перестанет изменяться, запишите её значение.

6. Тщательно промойте датчик.

7. Аналогично повторите измерения с растворами сульфата марганца (II) и перманганата калия.

Результаты измерений/наблюдений

№ опыта	Раствор 1-го реагента		Раствор 2-го реагента		pH после смешивания	Наблюдения
	Формула	pH	Формула	pH		
1	$KMnO_4$		Na_2SO_3			
2	$KMnO_4$		$MnSO_4$			

Выводы:

Указать все признаки протекания химических реакций.

Контрольные вопросы:

1. *Задания для подготовки к ГИА, ВПР*

1) Какие признаки протекания химических реакций вы наблюдали?

Рис. 18. Признаки химических реакций

2) Укажите номера пробирок, в которых протекали реакции между:

а) сульфитом натрия и перманганатом калия;

б) сульфатом марганца(II) и перманганатом калия.

2. Запишите уравнения реакций, если:

а) $KMnO_4$ восстанавливается до MnO_2;

б) Na_2SO_3 окисляется до Na_2SO_4.

3. Какое вещество в реакциях выполняет роль окислителя, а какие являются восстановителями?

4. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций, используя метод электронного баланса.

Дополнительная информация

Хомченко Г. П. ,Севастьянова К. И. Окислительно-восстановительные реакции. — М.: Просвещение, 1989. — 141 с.

Лабораторный опыт № 8. «Сравнительная характеристика восстановительной способности металлов»

Теоретическая часть

Химические свойства металлов обусловлены главным образом их способностью отдавать электроны, при этом атомы металлов превращаются в катионы:

$$Me - n\bar{e} \rightleftarrows Me^{n+},$$

т. е. металлы в химических реакциях проявляют восстановительные свойства. Однако восстановительные свойства металлов различаются.

Если взять две пластинки, например, из цинка и меди и опустить их в раствор электролита, то получится простейший гальванический элемент. Между металлическими электродами возникнет разность потенциалов, которую можно измерить с помощью вольтметра. Чем больше разница в активности металлов, тем выше значение разности потенциалов. Цинк активнее меди, поэтому он легче окисляется, отдавая электроны и превращаясь в катионы Zn^{2+}: $Zn - 2\bar{e} \rightleftarrows Zn^{2+}$, которые переходят в раствор. Электрод, на котором происходит окисление, называется анодом, в гальваническом элементе он заряжен отрицательно. На медном катоде происходит процесс восстановления, например:

$$2H_2O + 2\bar{e} \rightleftarrows H_2 + 2OH^-$$

В данном элементе медная пластинка заряжена положительно.

Сравнение электродных потенциалов гальванических пар, состоящих из различных металлов, позволяет составить последовательность с учётом уменьшения их активности. Такую последовательность называют *электрохимическим рядом напряжений металлов*.

Практическая часть

Цель работы: сравнить активность выданных металлов на основании измерения потенциалов гальванических пар.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик напряжения (до 2,5 В).

Дополнительное оборудование: химический стакан на 100 мл.

Материалы и реактивы: цинковая, свинцовая, медная, железная (стальная), алюминиевая пластинки (вместо пластинок можно использовать фольгу или проволоку); 1М раствор хлорида натрия.

Техника безопасности:

Соединения свинца и других тяжёлых металлов — высокотоксичные вещества, при работе с данными металлами необходимо соблюдать осторожность, после работы следует тщательно вымыть руки с мылом.

Инструкция к выполнению:

1. Подключите клеммы датчика напряжения к медной и цинковой пластинкам.
2. Опустите пластинки в стакан с раствором хлорида натрия так, чтобы пластинки не касались друг друга. Начните регистрацию данных. Когда показания датчика стабилизируются, запишите значение разности потенциалов в тетрадь.
3. Поменяйте полярность подключения клемм датчика к пластинкам. Как изменились показания регистратора данных? Почему?
4. Аккуратно извлеките пластины из раствора, отсоедините их от датчика, а затем аналогично исследуйте следующую пару металлов.
5. Результаты занесите в таблицу.

Результаты измерений

№ опыта	Исследуемые металлы	Разность потенциалов, мВ	В каком направлении перемещаются электроны во внешней цепи?	Вывод об относительной активности исследуемых металлов
1				
2				

Выводы:

Указать самый активный металл и металл с наименьшей активностью.

Контрольные вопросы:

1. Между какими металлами наблюдается максимальная разность потенциалов?
2. Какой из исследуемых металлов самый активный, а какой — наименее активный?
3. На основании данных таблицы расположите исследуемые металлы в ряд по убыванию активности, сравните полученные результаты с электрохимическим рядом напряжений металлов.
4. *Задание для развития функциональной грамотности.*

На медных и бронзовых изделиях часто появляется зеленовато-коричневый налёт, именуемый «патина». Патина (итал. *patina*) представляет собой появляющийся со временем слой оксидно-карбонатной плёнки на поверхности меди и её сплавов. Сформулируйте гипотезу, объясняющую с химической точки зрения причину появления патины.

Демонстрационный опыт № 2. «Изучение влияния различных факторов на скорость реакции»

Теоретическая часть

Существуют разные модификации прибора для изучения химических реакций. В одной конструкции роль реактора выполняет обычная пробирка, в другой, более современной, — сосуд Ландольта.

Однако техника демонстрации эксперимента остаётся одинаковой. Меняется лишь порядок смешивания реагирующих веществ. Сначала в пробирку-реактор заливается раствор кислоты, а в него помещается твёрдое вещество (цинк, мрамор).

Рис. 19. Прибор для определения скорости химических реакций

Практическая часть

Цель работы: изучить влияние различных факторов на скорость химической реакции.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик температуры платиновый.

Дополнительное оборудование: прибор для изучения скорости химических реакций; электрическая плитка; стакан химический на 250 мл; шпатель; кристаллизатор для промывания сосудов Ландольта; пробирки ПХ-21 (3 шт.).

Материалы и реактивы: соляная кислота (4%-ный); соляная кислота (10%-ный); кусочки мрамора; порошок мрамора; уксусная кислота (6%-ный); цинк; пероксид водорода (3%-ный); диоксид марганца (IV).

Техника безопасности:

Соблюдать правила работы с кислотами и нагревательными электрическими приборами.

Инструкция к выполнению:

Опыт 1

Влияние природы реагирующих веществ на скорость химической реакции

В одно колено сосуда Ландольта налейте 3 мл 1 М раствор уксусной кислоты (~6%-ный раствор), в другое колено поместите 2—3 гранулы цинка. Во второй сосуд Ландольта налейте 3 мл 1 М соляной кислоты (~4%-ный), в другое колено — 2—3 гранулы цинка. Присоедините сосуды Ландольта к манометрическим трубкам.

Обратите внимание! Одновременно перелейте кислоты в сосудах Ландольта к гранулам цинка. Сравните уровни жидкости в манометрических трубках.

Учащиеся делают вывод о разной скорости химических реакций.

Опыт 2

Влияние концентрации реагирующих веществ на скорость химической реакции

В одно колено сосуда Ландольта налейте 3 мл 4%-ной соляной кислоты, в другое колено поместите 2—3 гранулы цинка. Во второй сосуд Ландольта налейте 3 мл 10%-ной соляной кислоты, в другое колено — 2—3 гранулы цинка. Присоедините сосуды Ландольта к манометрическим трубкам.

Обратите внимание! Одновременно перелейте кислоты в сосудах Ландольта к гранулам цинка. Сравните уровни жидкости в манометрических трубках.

Учащиеся делают вывод о разной скорости химических реакций.

Опыт 3

Влияние температуры реагирующих веществ на скорость химической реакции

В одно колено сосуда Ландольта налейте 3 мл 10 % соляной кислоты, в другое колено поместите 2—3 гранулы цинка. Во второй сосуд Ландольта налейте 3 мл 10%-ной соляной кислоты, нагретой на водяной бане до 50 °С, в другое колено — 2—3 гранулы цинка. Присоедините сосуды Ландольта к манометрическим трубкам.

Обратите внимание! Одновременно перелейте кислоты в сосудах Ландольта к гранулам цинка. Сравните уровни жидкости в манометрических трубках.

Учащиеся делают вывод о разной скорости химических реакций.

Опыт № 4

Влияние поверхности соприкосновения реагирующих веществ на скорость химической реакции

В одно колено сосуда Ландольта налейте 3 мл 4%-ной соляной кислоты, в другое колено поместите 1 г мрамора, взятого в виде кусочка. Во второй сосуд Ландольта налейте 3 мл 4%-ной соляной кислоты, в другое колено — 1 г порошка мрамора. Присоедините сосуды Ландольта к манометрическим трубкам.

Обратите внимание! Одновременно перелейте кислоты в сосудах Ландольта к мрамору цинка. Сравните уровни жидкости в манометрических трубках.

Учащиеся делают вывод о разной скорости химических реакций.

Опыт 5

Влияние катализатора на скорость химической реакции

В стакан с водой, нагретой до 50 °С, поместите 2 демонстрационные пробирки с 2 мл 3% -ного раствора пероксида водорода. Выдерживают пробирки в воде около 2 мин. Извлеките пробирки из водяной бани и продемонстрируйте учащимся результат — на стенках пробирки появились пузырьки газа кислорода. В одну из пробирок внесите на кончике шпателя диоксид марганца (IV). Наблюдают энергичное выделение кислорода.

Контрольные вопросы:

1. От каких факторов зависит скорость химической реакции?
2. Почему разложение пероксида водорода в присутствии диоксида марганца (IV) сначала идёт очень быстро, а затем замедляется?
3. *Задания для развития функциональной грамотности*

В три одинаковые пробирки ученики налили по 5 мл раствора соляной кислоты одинаковой концентрации. В первую пробирку положили стружки железа, во вторую — стружки цинка, в третью — стружки неизвестного светлого ярко блестящего металла. Наиболее интенсивно выделение газа наблюдали в третьей пробирке с неизвест-

ным металлом. Во второй пробирке с цинком интенсивность выделения газа была меньше, чем в третьей. В первой пробирке с железом интенсивность выделения газа была наименьшей.

а) Действие какого фактора, влияющего на скорость реакции, наблюдали учащиеся?

б) Какой металл мог находиться в третьей пробирке? Запишите название металла.

4. На графике представлена зависимость концентрации исходных веществ и продуктов реакции от времени протекания реакции:

Рис. 20. График зависимости концентрации исходных веществ и продуктов реакции от времени протекания реакции

Определите, какая кривая описывает изменение концентрации исходных веществ, а какая — продуктов реакции.

Дополнительная информация

Леенсон И. А. Химические реакции: Тепловой эффект, равновесие, скорость. — М.: ООО «Издательство Астрель, 2002. — 192 с.

Демонстрационный опыт № 3. «Неметаллы. Галогены. Изучение физических и химических свойств хлора»

Теоретическая часть

Для получения хлора из соляной кислоты в лаборатории используют различные окислители — перманганат калия, диоксид марганца, дихромат калия. Реакция между соляной кислотой и перманганатом калия идёт при обычной температуре, при лёгком нагревании с соляной кислотой взаимодействует диоксид марганца. Более сильного нагревания требует реакция дихромата калия с соляной кислотой. Последняя реакция удобна тем, что без нагревания она не идёт и выделение хлора прекращается. Скорость протекания реакций с применением первых двух окислителей регулируется подачей соляной кислоты. Получение хлора проводят в аппарате для проведения химических реакций (АПХР).

Применение прибора АПХР позволяет познакомить учащихся с физическими и химическими свойствами хлора — цветом, агрегатным состоянием, способностью обесцвечивать органические красители, вытеснять менее активные галогены из их солей, окислять некоторые неорганические соединения до более высоких степеней окисления. Уравнения протекающих реакций:

Рис. 21. Аппарат для проведения химических реакций

$$K_2Cr_2O_7 + 14HCl = 2KCl + 2CrCl_3 + 3Cl_2\uparrow + 7H_2O$$
$$2KBr + Cl_2 = 2KCl + Br_2$$
$$2KI + Cl_2 = 2KCl + I_2$$
$$2FeCl_2 + Cl_2 = 2FeCl_3$$

Практическая часть

Цель работы: изучение физических и химических свойств хлора.

Дополнительное оборудование: АПХР; спиртовка или электрическая плитка; штатив; воронка.

Материалы и реактивы: соляная кислота (конц.), дихромат калия, раствор бромида калия (2%), раствор иодида калия (2%), раствор лакмуса или другого красителя (фуксина), раствор хлорида железа (II), крахмальный клейстер; активированный уголь; 5%-ный раствор сульфита натрия.

Техника безопасности:

Соблюдайте меры безопасности при работе с концентрированными кислотами и ядовитыми газами.

Обратите внимание! Демонтаж прибора осуществляют под тягой. Для этого через делительную воронку в колбу наливают около 100 мл 5%-ного раствора сульфита натрия. Через час снимают поглотительные склянки, их содержимое сливают в банку для отработанных растворов. В эту же банку сливают содержимое колбы. Промывают сосуды водой и высушивают.

Инструкция к выполнению:

1. В колбу-реактор поместите 6—7 г дихромата калия, в воронку прилейте концентрированную соляную кислоту объёмом 10 мл.
2. Первый поглотительный сосуд заполните раствором красителя, например лакмусом.
3. Во второй сосуд налейте 5%-ный раствор бромида калия, в третий — 2%-ный раствор иодида калия и добавьте каплю очень разбавленного крахмального клейстера. В четвёртый поглотительный сосуд раствор хлорида железа (II), полученный растворением порошка железа в 10% соляной кислоте. Пятый и шестой сосуды заполните соответственно 5%-ным раствором щелочи и активированным углём.
4. В колбу прилейте соляную кислоту и нагрейте смесь на электрической плитке.
5. *Обратите внимание* на цвет выделяющегося хлора. Постепенно колба заполняется хлором и в поглотительных склянках происходит обесцвечивание раствора красителя, появление жёлтой окраски в растворе бромида калия — происходит выделение брома. Раствор иодида калия приобретает синюю окраску, а чуть зеленоватый раствор хлорида железа (II) становиться жёлтым, вследствие образования хлорида железа (III).
6. *Обратите внимание!* После наблюдения целесообразно сравнить исходные растворы реагирующих веществ и результаты реакции. На основе наблюдений ученики составляют уравнения реакций.

Результаты наблюдений

	Реагирующие вещества			
	Раствор лакмуса	KBr	KI	$FeCl_2$
Цвет исходного раствора				
Цвет раствора после взаимодействия с хлором				
Уравнения реакций				

Выводы:

Указать физические и химические свойства хлора, его активность.

Контрольные вопросы:

1. Можно ли использовать для поглощения хлора активированный уголь?
2. Какие опыты показывают различную активность галогенов?
3. *Задание на развитие функциональной грамотности*

С давних времён для отбеливания тканей использовали продукт взаимодействия хлора со щелочью — гипохлорит натрия. На чём основано применение этого вещества для отбеливания? В какой поглотительной склянке может образоваться данное вещество?

4. *Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

Запишите уравнение реакции взаимодействия дихромата калия с соляной кислотой. Укажите окислитель и восстановитель. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции с помощью метода электронного баланса.

Дополнительная информация

Гроссе Э., Вайсмантель Х. Химия для любознательных. Основы химии и занимательные опыты. ГДР. 1974.- Пер. с нем. — Л.: Химия, 1979. — 392 с.

Назарова Т.С., Грабецкий А.А., Лаврова В. Н. Химический эксперимент в школе. — М.: Просвещение, 1987. — 240 с.

Демонстрационный опыт № 4. «Неметаллы. Изучение свойств сернистого газа и сернистой кислоты»

Теоретическая часть

Сернистый газ в лаборатории можно получить при взаимодействии сильных кислот с сульфитом натрия или калия. Удобно проводить опыт в приборе АПХР. На проведение опыта затрачивается немного времени, что позволяет большую часть урока посвятить обсуждению результатов эксперимента, записи наблюдений и уравнений реакций.

Практическая часть

Цель работы: изучить свойства сернистого газа и сернистой кислоты.

Дополнительное оборудование: АПХР; спиртовка или электрическая плитка.

Материалы и реактивы: сульфит натрия; серная кислота (конц.); раствор лакмуса; 1%-ный раствор гидроксида натрия; раствор фенолфталеина; 5%-ный раствор карбоната натрия, разбавленный раствор иода (жёлтого цвета); 10%-ный раствор гидроксида натрия; активированный уголь.

Техника безопасности:

1. Соблюдать меры безопасности при работе с концентрированными кислотами и ядовитыми газами.

2. Демонтаж прибора осуществляют под тягой. Для этого через делительную воронку в колбу наливают около 100 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия. Через час снимают поглотительные склянки, их содержимое сливают в банку для отработанных растворов. В эту же банку сливают содержимое колбы. Промывают сосуды водой и высушивают.

Инструкция к выполнению:

1. В колбу-реактор поместите 10 г твёрдого сульфита натрия. Налейте в делительную воронку концентрированной серной кислоты (примерно 10 мл) и вставьте воронку в боковое горло колбы.

2. Первый поглотительный сосуд заполните раствором фиолетового лакмуса.

3. Второй поглотительный сосуд заполните 1%-ным раствором гидроксида натрия с добавлением капли раствора фенолфталеина.

4. В третий сосуд налейте 5%-ный раствор карбоната натрия, в четвёртый — слабый раствор иода или бромную воду.

5. В два последних поглотительных сосуда поместите 10%-ный раствор гидроксида натрия и активированный уголь для поглощения избытка сернистого газа.

6. Прилейте из делительной воронки в колбу серную кислоту и осторожно нагрейте колбу. Необходимо, чтобы ток сернистого газа не был слишком сильным.

7. *Обратите внимание* на отсутствие цвета газа. Учащиеся наблюдают за изменениями, происходящими в поглотительных склянках. Раствор лакмуса становиться красным — образуется сернистая кислота:

$$H_2O + SO_2 = H_2SO_3$$

8. Малиновая окраска фенолфталеина в растворе щелочи постепенно исчезает, образуется кислая соль:

$$NaOH + SO_2 = NaHSO_3$$

9. На стенках третьего поглотительного сосуда образуются пузырьки газа. Сернистая кислота вытесняет более слабую угольную кислоту:

$$Na_2CO_3 + SO_2 = Na_2SO_3 + CO_2\uparrow$$

10. Окраска иодной воды обесцвечивается. Иод окисляет сернистый газ до серной кислоты:

$$I_2 + 2H_2O + SO_2 = H_2SO_4 + 2HI$$

Результаты наблюдений

	Реагирующие вещества			
	Раствор лакмуса	NaOH + фенолфталеин	Na_2CO_3	$I_2 + H_2O$
Цвет исходного раствора				
Цвет раствора после взаимодействия с сернистым газом				
Уравнения реакций				

Выводы:

Указать свойства сернистого газа (физические и химические).

Контрольные вопросы:

1. Перечислите физические свойства сернистого газа (цвет, плотность, растворимость в воде).

2. К каким оксидам относится сернистый газ?

3. Какой продукт реакции образуется при растворении сернистого газа в воде? Как это можно доказать экспериментально?

4. Сравните силу угольной и сернистой кислоты. На основание каких наблюдений вы сделали такой вывод?

5. *Задания для подготовки к ГИА, ВПР*

1) При собирании газов используют приборы, представленные на рисунке. С помощью какого из указанных приборов целесообразно собирать сернистый газ? Обоснуйте свой ответ, исходя из свойств данного газа.

Рис. 22. Приборы для собирания газов

2) Запишите уравнение реакции взаимодействия сернистого газа с раствором иода. Укажите окислитель и восстановитель. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции с помощью метода электронного баланса.

Дополнительная информация

Назарова Т.С., Грабецкий А.А., Лаврова В. Н. Химический эксперимент в школе. — М.: Просвещение, 1987. — 240 с.

Лабораторный опыт № 9. «Основные свойства аммиака»

Теоретическая часть

Молекула аммиака имеет неподелённую пару электронов, которая может выступать как донор, образуя донорно-акцепторную связь. В частности, такую связь она может образовать с ионом H^+, который молекула аммиака может оттягивать у воды:

$$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$$

В результате водный раствор аммиака имеет основную среду. В эту реакцию вступает лишь небольшая часть молекул аммиака — примерно четыре из тысячи в 1М раствора. Поэтому аммиак — слабое основание.

Практическая часть

Цель работы: экспериментально доказать, что аммиак — слабое основание.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчики электропроводности и pH.

Дополнительное оборудование: два химических стакана (25 мл); промывалка с дистиллированной водой; стакан для слива.

Материалы и реактивы: 1М растворы NH_3 и NaOH, фильтровальная бумага.

Техника безопасности:

Соблюдайте специальные правила работы со щелочами и их растворами и правила работы с едко- и сильнопахнущими веществами.

Инструкция к выполнению:

6. В один стакан налейте 20—25 мл 1М раствора аммиака, в другой — столько же 1М раствора гидроксида натрия.

6. Измерьте их электропроводность и pH (не забывая ополаскивать датчики каждый раз, когда их переносите из одного раствора в другой).

7. Данные занесите в таблицу.

Результаты измерений

Растворы	pH раствора	Электропроводность раствора
Аммиак		
Гидроксид натрия		

Выводы:

Отразить возможность определения силы электролита путём измерения pH раствора и электропроводности.

Контрольные вопросы:

1. Что можно сказать о кислотно-осно́вных свойствах аммиака на основе значения pH в его растворе?

2. Сравните силу растворов NaOH и NH_3 как электролитов, основываясь на значении pH в их растворах.

3. *Задания для подготовки к ГИА, ВПР*

Растворы трёх веществ (1%) проверили на электропроводность и получили следующие результаты:

Рис. 23. Приборы для измерения электропроводности веществ

Какие вещества испытывали на электропроводность?

1) сульфат натрия, хлорид калия, азотная кислота
2) этиловый спирт, керосин, глюкоза
3) карбонат калия, аммиак, глицерин
4) серная кислота, гидроксид натрия, сульфид калия

Лабораторный опыт № 10. «Определение аммиачной селитры и мочевины»

Теоретическая часть

Данную работу можно провести при изучении минеральных удобрений. Преобладающая часть минеральных удобрений являются солями. Среди промышленно выпускаемых удобрений особое место занимает органическое удобрение — мочевина. Это диамид угольной кислоты. Растворы мочевины не проводят электрического тока в отличие от минеральных солей. Мочевина в качестве удобрения выпускается в гранулированном виде, как и аммиачная селитра. Внешняя схожесть не позволяет визуально определить вид удобрения. Самый простой способ различить эти вещества — проверить растворы удобрений на электропроводность.

Практическая часть

Цель работы: идентифицировать мочевину и аммиачную селитру.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик электропроводности.

Дополнительное оборудование: стакан на 50 мл — 2 шт.; стеклянная палочка — 2 шт.; шпатель — 2 шт.; промывалка с дистиллированной водой.

Материалы и реактивы: мочевина; аммиачная селитра; дистиллированная вода.

Техника безопасности: соблюдать правила работы с электрическими приборами.

Инструкция к выполнению:

1. В стакан при помощи шпателя поместите несколько гранул образца минерального удобрения. Прилейте примерно 30 мл воды и при помешивании полностью растворите удобрение. В полученный раствор опустите датчик электропроводности. Запишите значение электропроводности в таблицу.

2. Промойте датчик дистиллированной водой и протрите фильтровальной бумагой. *Обратите внимание* на то, что даже незначительное попадание одного раствора в другой может исказить результаты анализа.

3. Точно также измерьте электропроводность раствора второго удобрения.

Результаты измерений/наблюдений

Проба удобрения	**Значение электропроводности**	**Название удобрения или его формула**
Проба № 1		
Проба № 2		

Выводы:

Указать, как можно отличить мочевину от других минеральных удобрений.

Контрольные вопросы:

1. Можно ли отличить сульфат аммония от сульфата калия, измеряя электропроводность их растворов?

2. Какой способ идентификации сульфата калия и сульфата аммония вы можете предложить?

Практическая работа № 4. «Определение нитрат-ионов в питательных растворах с помощью ионоселективного электрода»

Теоретическая часть

Ионоселективные электроды (ИСЭ) — это специальные электрохимические электроды, равновесный потенциал которых в растворе электролита, содержащего определённые ионы, зависит от концентрации этих ионов, т. е. это электрохимические электроды, сигнал которых напрямую зависит от содержания измеряемых ионов в растворе.

Благодаря данному свойству, ионоселективные электроды активно используются для определения концентрации и активности различных ионов, содержащихся в растворах, а также для анализа и контроля процессов, которые протекают с изменением ионного состава исходного раствора.

Ионоселективные электроды в первую очередь являются устройством, применяемым для анализа природных вод, для контроля загрязнений окружающей среды, осадков, морской воды, льда, при анализе почв.

Также ИСЭ применяются для проведения медико-биологических исследований и анализов для определения ионного состава различных биологических сред, а также внутриклеточной активности ионов.

Чаще всего, основным элементом ионоселективного электрода является мембрана, проницаемая (в идеале) только для определённого иона. Таким образом, между растворами электролитов, которые мембрана и разделяет, возникает стабильная разность потенциалов, которая складывается из диффузного потенциала, появляющегося внутри мембраны, и двух межфазных скачков потенциалов. Измерить концентрацию ионов в исследуемом растворе можно, определив электродвижущую силу гальванического элемента.

Положительными моментами использования ионоселективных электродов являются:

1) ионоселективные электроды не воздействуют на исследуемый раствор;

2) ионоселективные электроды и их анализаторы, как правило, портативны;

3) возможность применения ионоселективных электродов как для прямого анализа, так и в качестве индикатора в титрометрии.

Вместе с тем применению ионоселективных датчиков для анализа растворов мешают многие ионы, которые сопутствуют в анализируемых водах, вытяжках. По мнению разработчика цифровых лабораторий Д. М. Жилина, добиться достоверных результатов при использовании датчиков, например для анализа природных вод, не представляется возможным.

Поэтому мы рекомендуем для отработки умений проводить исследования с нитрат-датчиком на модельных растворах, в которых отсутствуют другие ионы.

В качестве таких модельных растворов могут быть растворы нитрата калия с определённой концентрацией. Они могут использоваться в качестве растворов для подкормки комнатных растений.

Практическая часть

Цель работы: ознакомить учащихся с методикой определения концентраций веществ (ионов) с помощью ионоселективных датчиков и определение нитрат — ионов в питательном растворе.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик нитрат-ионов.

Дополнительное оборудование: магнитная мешалка; весы аналитические; весы технические; шкаф сушильный общелабораторного назначения; бюкс; колба мерная 1000 см^3 — 1 шт.; пипетка 5 см^3 — 1шт.; пипетка 10 см^3 — 1шт.; пипетка 15 см^3 — 1 шт.; колба мерная 100 см^3 — 6 шт.; пипетка градуированная 10 см^3 — 1 шт.; пипетка градуированная 20 см^3 —1 шт.; цилиндр мерный 25 см^3 — 2 шт.; стакан химический 50 см^3 — 8 шт.; стакан химический 100 см^3 — 1 шт.;

Материалы и реактивы: нитрат калия.

Техника безопасности: соблюдать правила работы с электрическими приборами.

Инструкция к выполнению:

1. Приготовление калибровочных растворов нитрата калия

Вначале готовят 1 М раствор нитрата калия, для этого 10,11 г азотнокислого калия, высушенного при температуре 100—105 °С до постоянной массы, взвешивают с точностью до второго десятичного знака, помещают в мерную колбу вместимостью 1000 см^3, растворяют в дистиллированной воде и доводят объём до метки дистиллированной водой.

Раствор сравнения, содержащий 0,1 моль/дм^3 нитрат-ионов, готовят из 1 М раствора натрата калия. Для этого в колбу вместимостью 100 см^3 отбирают пипеткой 10 см^3 раствора с концентрацией 1 моль/дм^3, доводят раствор до метки дистиллированной водой и перемешивают.

Раствор сравнения, содержащий 0,01 моль/дм^3 нитрат-ионов, готовят из 0,1 моль/дм^3 раствора нитрата калия. Для этого в колбу вместимостью 100 см^3 отбирают пипеткой 10 см^3 раствора с концентрацией 0,1 моль/дм^3, доводят раствор до метки дистиллированной водой и перемешивают.

Раствор сравнения, содержащий 0,005 моль/дм^3, готовят из 0,1 моль/дм^3 раствора нитрата калия. Для этого в колбу вместимостью на 100 см^3 отбирают 5 см^3 раствора с концентрацией 0,1 моль/дм^3, доводят раствор до метки дистиллированной водой и перемешивают.

Раствор сравнения, содержащий 0,001 моль/дм^3, готовят из 0,01 моль/дм^3 раствора нитрата калия. Для этого в колбу вместимостью 100 см^3 отбирают пипеткой 10 см^3 раствора с концентрацией 0,01 моль/дм^3, доводят раствор до метки дистиллированной водой и перемешивают.

Раствор сравнения, содержащий 0,0001 моль/дм^3, готовят из 0,001 моль/дм^3 раствора нитрата калия. Для этого в колбу вместимостью 100 см^3 отбирают пипеткой 10 см^3 с концентрацией раствора 0,001 моль/дм^3, доводят раствор до метки дистиллированной водой и перемешивают.

Растворы сравнения, приготовленные указанным выше способом, используют для градуировки прибора, проверки электродов, построения градуировочного графика.

2. Подготовка ионоселективного нитрат-электрода

В промежутках между исследованиями ионоселективный электрод погружают в дистиллированную воду. Если перерывы в работе составляют сутки или более, его предварительно замачивают на сутки в растворе нитрата калия с концентрацией 0,1 моль/дм^3.

3. Калибровка электрода

Подготовленный к работе нитрат-электрод промывают дистиллированной водой, затем раствором нитрата калия с концентрацией 0,0001 моль/дм^3. После этого в чистый стакан наливают раствор нитрата калия той же концентрации, погружают в раствор электрод, якорь магнитной мешалки, включают магнитную мешалку в сеть и регулируют скорость перемешивания раствора. Затем включают режим калибровки, вводят значение в память прибора.

Таким же образом последовательно измеряют значения растворов нитрата калия с концентрацией 0,005, 0,001, 0,01, 0,1 и 1 моль/дм^3. Перед каждым измерением выдерживают электроды в исследуемом растворе не менее 2—3 мин.

4. Определение содержания нитрат-ионов в анализируемом растворе

В стакан с испытуемым раствором погружают электрод и якорь магнитной мешалки так, чтобы якорь не касался электродов. Включают магнитную мешалку в сеть и регулируют скорость перемешивания. Включают клавишу измерений и через 2—3 мин определяют точное значение ЭДС раствора. Проводят не менее трёх параллельных определений, каждый раз записывая значения ЭДС анализируемого раствора. После окончания работы включают прибор, магнитную мешалку и промывают электроды дистиллированной водой.

5. Обработка результатов измерений

Содержание нитрат-ионов в испытуемом растворе рассчитывают по формуле:

$$X = 10^{-pNO3},$$

$$pNO_3 = -\lg[NO_3^-];\ C(NO_3^-) = 10^{-pNO3}\ \text{моль/л};$$

$$C_x = 10^{-pNO3} \cdot 62 \cdot 10^3\ \text{мг/л}$$

Результаты измерений/наблюдений

№ измерения	Концентрация нитрат-ионов	Среднее значение концентрации нитрат -ионов
1		
2		
3		

Выводы:

В выводах указать среднее значение концентрации нитрат-ионов в анализируемом растворе.

Контрольные вопросы:

1. С помощью каких веществ можно доказать наличие нитрат-ионов в растворе?

Лабораторный опыт № 11. «Железо. Окисление железа во влажном воздухе»

Теоретическая часть

Разрушение металлов и сплавов в результате протекания на их поверхности электрохимических реакций называется электрохимической коррозией. При электрохимической коррозии на поверхности железа протекают одновременно два процесса: окисление металла — анодный процесс

$$Fe - 2\bar{e} = Fe^{2+}$$

и восстановление окислителя — катодный процесс

$$O_2 + 2H_2O + 4\bar{e} = 4OH$$

В воде ионы железа Fe^{2+} взаимодействуют с гидроксид-ионами, образуя нерастворимый гидроксид железа (II):

$$Fe^{2+} + 2OH^- = Fe(OH)_2$$

Кислород воздуха окисляет часть гидроксида железа $Fe(OH)_2$ и получается метагидроксид железа FeO(OH):

$$4Fe(OH)_2 + O_2 = 4FeO(OH) + 2H_2O$$

Смесь метагидроксида железа FeO(OH) с гидроксидом железа(II) образуют так называемую ржавчину — бурый рыхлый порошок. Как видно из уравнений реакций, коррозия протекает в присутствии кислорода.

При контакте железа с менее активным металлом создаётся гальваническая пара, в которой более активный металл (Fe) начинает интенсивно окисляться. Скорость реакций растёт, увеличивается и скорость потребления кислорода.

Практическая часть

Цель работы: исследовать процесс электрохимической коррозии железа на воздухе.

Перечень датчиков цифровой лаборатории: датчик давления.

Дополнительное оборудование: колба плоскодонная объёмом 500 мл — 2 шт.; пробка резиновая с отверстием для датчика.

Материалы и реактивы: порошок восстановленного железа; порошок меди.

Техника безопасности:

Соблюдение мер безопасности при работе с электрическими приборами.

Инструкция к выполнению:

В плоскодонную колбу прилейте 3—4 мл воды и встряхиванием смочите стенки колбы водой.

Закройте колбу пробкой с газоотводной трубкой и присоедините прибор к датчику давления.

Настройте датчик.

Откройте колбу, всыпьте в неё 5—6 г порошка железа и быстро закройте колбу пробкой. Еще раз встряхните колбу, чтобы порошок равномерно распределился по стенкам колбы. Следите за изменениями давления в течение 4—5 мин.

Повторите эксперимент, взяв вместо чистого порошка железа смесь порошков меди и железа.

Как изменилась скорость реакции окисления? Как изменилось давление за 4—5 мин?

Результаты измерений/наблюдений

№ опыта	Состав твёрдой фазы	Давление газа, кПа		
		К началу опыта	Через 5 минут	Δ
1	Железо			
2	Железо + медь			

Выводы:

Отразить причины изменения давления в колбе, влияние меди на скорость происходящих процессов.

Контрольные вопросы:

1. Как изменяется количество вещества газа во время эксперимента? Почему? Какой газ поглощается?

2. Будут ли происходить изменения количества газа, если порошок железа насыпать в сухую колбу?

3. Как наличие меди влияет на скорость окисления железа? Ответ обоснуйте.

4. Запишите уравнение реакции окисления железа кислородом воздуха в присутствии воды.

5. *Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

Выберите два высказывания, в которых говорится о железе как химическом элементе.

1) Железо реагирует с хлором.

2) Железо быстро ржавеет во влажном воздухе.

3) Пирит является сырьём для получения железа.

4) Гемоглобин, содержащий железо, переносит кислород.

5) В состав ржавчины входит железо.

6. *Задание для развития функциональной грамотности*

Молодая хозяйка повесила сушить бельё на железную проволоку, натянутую вместо бельевого шнура между стойками. Когда бельё высохло, хозяйка обнаружила на чистом белье жёлто-коричневые полосы. Как объяснить появление бурых пятен на белье? Как хозяйке избавиться от этих пятен?

ПОМОЩЬ УЧИТЕЛЮ

Перечень тем учебно-исследовательской и проектной деятельности школьников

Программой предусмотрено выполнение обучаемыми исследовательских и проектных работ. В качестве примера приведены некоторые темы работ.

1. Изучение щелочности различных сортов мыла и моющих средств.
2. Индикаторные свойства различных растений и цветов (с определением pH растворов).
3. Определение качества хлебопекарной муки и хлеба.
4. Определение качества кисломолочных продуктов.
5. Определение зависимости изменения pH цельного и пастеризованного молока от сроков хранения.
6. Изучение эффективности различных солевых грелок.
7. Конструирование «химических грелок», основанных на химических реакциях.
8. Синтез «малахита» в различных условиях.
9. Изучение коррозии железа в различных условиях.
10. Влияние света и кислорода на скорость разложения раствора иодида калия.
11. Определение качества водопроводной воды.
12. Жёсткость воды. Способы определения жёсткости воды.
13. Бумажная хроматография. Хроматографическое разделение веществ.
14. Хрустальное стекло. Можно ли использовать для хранения пищи?

Перечень доступных источников информации

В разделе представлен список книг и ссылок на сайты, в которых более подробно освещены различные аспекты рассматриваемых вопросов. Их можно рекомендовать как учителю, так и обучаемым, проявившим интерес к изучаемой теме.

1. Васильев В.П., Морозова Р.П., Кочергина Л. А. Практикум по аналитической химии: Учеб. пособие для вузов. — М.: Химия, 2000. — 328 с.

2. Гроссе Э., Вайсмантель Х. Химия для любознательных. Основы химии и занимательные опыты. ГДР. 1974. Пер. с нем. — Л.: Химия, 1979. — 392 с.

3. Дерпгольц В. Ф. Мир воды. — Л.: Недра, 1979. — 254 с.

4. Жилин Д. М. Общая химия. Практикум L-микро. Руководство для студентов. — М.: МГИУ, 2006. — 322с.

5. Использование цифровых лабораторий при обучении химии в средней школе/ Беспалов П. И. Дорофеев М.В., Жилин Д.М., Зимина А.И., Оржековский П.А. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — 229 с.

6. Кристаллы. Кристаллогидраты: Методические указания к лабораторным работам. Мифтахова Н. Ш., Петрова Т. Н., Рахматуллина И. Ф. — Казань: Казан. гос. технол. ун-т., 2006. — 24 с.

7. Леенсон И.А. 100 вопросов и ответов по химии: Материалы для школьных рефератов, факультативных занятий и семинаров: Учебное пособие. — М.: «Издательство АСТ»: «Издательство Астрель», 2002. — 347 с.

8. Леенсон И. А. Химические реакции: Тепловой эффект, равновесие, скорость. — М.: ООО «Издательство Астрель, 2002. — 192 с.

9. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. — М.: Химия, 1971. — С. 71—89.

10. Назарова Т.С., Грабецкий А.А., Лаврова В. Н. Химический эксперимент в школе. — М.: Просвещение, 1987. —240 с.

11. Неорганическая химия: В 3 т./ Под ред. Ю. Д. Третьякова. Т. 1: Физико-химические основы неорганической химии: Учебник для студ. высш. учеб. заведений/М. Е. Тамм, Ю. Д. Третьяков. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. —240 с.

12. Петрянов И. В. Самое необыкновенное вещество в мире. — М.: Педагогика, 1976. — 96 с.

13. Стрельникова Л. Н. Из чего всё сделано? Рассказы о веществе. — М.: Яуза-пресс. 2011. — 208 с.

14. Сусленникова В.М, Киселева Е. К. Руководство по приготовлению титрованных растворов. — Л.: Химия, 1967. — 139 с.

15. Фарадей М. История свечи: Пер. с англ./Под ред. Б. В. Новожилова. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы,1980. — 128 с., ил. — (Библиотечка «Квант»)

16. Хомченко Г. П. ,Севастьянова К. И. Окислительно-восстановительные реакции. — М.: Просвещение, 1989. — 141 с.

17. Энциклопедия для детей. Т. 17. Химия / Глав. ред.В. А. Володин, вед. науч. ред. И. Леенсон. — М.: Аванта +, 2003. — 640 с.

18. Эртимо Л. Вода: книга о самом важном веществе в мире: пер. с фин. —М.: КомпасГид, 2019. — 153 с.

19. Чертков И.Н., Жуков П. Н. Химический эксперимент с малыми количествами реактивов. М.: Просвещение, 1989. — 191 с.

20. Сайт МГУ. Программа курса химии для учащихся 8—9 классов общеобразовательной школы.

http://www.chem.msu.su/rus/books/2001-2010/eremin-chemprog.

21. Сайт ФИПИ. Открытый банк заданий для формирования естественно-научной грамотности.
https://fipi.ru/otkrytyy-bank-zadaniy-dlya-otsenki-yestestvennonauchnoy-gramotnosti
22. Сайт Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.
http://school-collection.edu.ru/catalog.
23. Сайт Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов.
http://fcior.edu.ru/

Беспалов Павел Иванович
Дорофеев Михаил Викторович

Реализация образовательных программ естественнонаучной и технологической направленностей по химии с использованием оборудования центра «Точка роста»

Центр естественно-научного и математического образования
Руководитель Центра *З. Г. Гапонюк*
Ответственный за выпуск *Е. В. Синдрякова*
Редактор *О. С. Малышева*
Художественное оформление *Т. В. Глушкова*
Технический редактор
Компьютерная вёрстка *О. В. Сиротиной*
Корректор *О. Н. Леонова*