МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

РЕКОМЕНДОВАНО
Координационным советом
учебно-методических объединений
в системе общего образования
Самарской области
(протокол от 17 августа 2021 года № 44)

Самарский региональный центр для одаренных детей

ТОЧКА РОСТА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа естественнонаучной направленности «Цифровая лаборатория химического эксперимента»



Автор-составитель:
Яшкин Сергей Николаевич, д.х.н., учитель химии Самарского регионального центра для одарённых детей, доцент кафедры ФГБОУ ВО аналитической и физической химии «Самарский государственный технический университет»
Яшкина Екатерина Александровна, к.х.н., учитель химии Самарского регионального центра для одарённых детей

г. Самара, 2021

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Цифровая лаборатория химического эксперимента» является программой естественно-научной направленности, профиль – химия.

Актуальность программы

Интеллектуальное развитие является одной из важнейших задач школы. Поэтому уровень развития мышления обучающихся (наряду со знаниями фактического характера) является наиболее существенным показателем образования школьников.

Химия является системообразующей дисциплиной среди других естественнонаучных предметов, так как открытия в области химии лежат в основе развития технологий получения новых веществ и материалов. Основной упор в представленной программе сделан на расширение экспериментального химического кругозора, а также на развитие интеллектуальной активности обучающихся и теоретического мышления как компонента интеллектуальной активности обучающихся посредством выполнения химического опыта. Важно отметить, что основу предложенного лабораторного практикума составляют работы из комплекса так называемой «цифровой химической лаборатории». Это способствует тому, что лабораторные работы выполняются на качественно другом, более высоко технологичном уровне, способствуют решению нестандартных и в большей части исследовательских химических задач, в которых в достаточно большом объеме используется математический аппарат. Задания практикума включают элементы, которые требуют от обучающегося умение выдвигать гипотезы, определять проблемы, находить нетрадиционные способы решения задач. Основное внимание в программе уделяется не передаче суммы готовых знаний, а развитию самостоятельности обучающихся, умению работать с дополнительной литературой и установлению новых междисциплинарных связей.

Отличительные особенности программы

Программа «Цифровая лаборатория химического эксперимента» рассчитана на 16 занятий, разделенных на 5 разделов (модулей):

- Электропроводность растворов электролитов.
- Потенциометрия (pH-метрия).
- Гравиметрия.
- Фазовые равновесия.
- Спектрофотометрический химический анализ.

Каждый раздел обучения представлен как этап работы, связанный с решением экспериментальной задачи средствами лабораторного оборудования.

Содержание программы ориентирует обучающихся на постоянное взаимодействие друг с другом и преподавателем, решение практических

задач осуществляется с использованием методики обработки результатов экспериментальных данных. Также программа ориентирует обучающихся на поиск разных подходов к решению поставленной задачи, с использованием полученных знаний в рамках практической деятельности.

Программа дает возможность раскрыть изучаемый раздел с цифровой точки зрения, взглянуть на решение экспериментальной задачи под новым углом для достижения максимального результата.

Адресат программы

Программа «Цифровая лаборатория химического эксперимента» предназначена для детей от 14 до 16 лет.

В группы принимаются обучающиеся 8-9 классов. Группа может состоять из детей одного возраста или быть разновозрастной. Для изучения некоторых тем модулей 9 класса необходим краткий теоретический блок для группы 8 класса.

Для вхождения в образовательный процесс в рамках данной программы необходим профильный уровень знаний по математике, физике и информатике, т.к. для работы с цифровой лабораторией необходимо уметь графически интерпретировать информацию и верно варьировать в компьютерной среде программы параметры выбранной модели.

Так как программа разделена на модули и предполагает большое количество экспериментальной работы, предполагается формирование мини-групп (по 2 человека в каждой) для достижения максимального результата.

Объем и срок освоения программы

Срок освоения программы – 5 дней. На полное освоение программы требуется 16 часов по смехе: 4, 3, 3, 3 и 3 на каждый день.

Форма обучения – очная, работа в мини-группах.

Режим занятий, периодичность и продолжительность занятий

Продолжительность занятий исчисляется в академических часах – 40 минут, между занятиями установлены 10-минутные перемены.

Педагогическая целесообразность

Педагогическая целесообразность этой программы заключается в том, что она является целостной и непрерывной в течении всего процесса обучения и позволяет школьнику шаг за шагом раскрывать в себе творческие возможности и самореализоваться в современном мире. Проведение и обработка экспериментальных результатов каждой задачи формирует общую картину миропонимания и способствует развитию научного способа мышления.

Цель программы: формирование целостной картины изучаемых

природных явлений, освоение элементов исследовательской деятельности, ознакомление с методиками обработки экспериментальных результатов с использованием цифровой образовательной среды, подготовка обучающихся к участию в конференциях и фестивалях, олимпиадах естественно-научной направленности.

Задачи дополнительной общеразвивающей программы:

Образовательные:

- знакомство с принципом работы датчиков цифровой лаборатории по химии;
- формирование навыков составления алгоритмов обработки экспериментальных результатов в оболочке программы цифровой образовательной среды;
- формирование навыков работы с цифровыми датчиками и вспомогательным лабораторным оборудованием;
- умение анализировать экспериментальные данные и их представление в графическом или другом символьном виде;
- формирование навыков исследовательской деятельности по предметам естественно-математического цикла в процессе анализа и обработки экспериментальных данных для обоснования и аргументации рациональности деятельности в рамках проектной деятельности.

Развивающие:

- способствовать развитию творческих способностей каждого ребенка на основе личностно-ориентированного подхода;
- развить интерес к химии как экспериментальной науке;
- развитие творческого потенциала и самостоятельности в рамках мини-группы;
- развитие психофизических качеств, обучающихся: память, внимание, аналитические способности, концентрацию и т.д.

Воспитательные:

- формирование ответственного подхода к решению экспериментальных химических задач;
- формирование навыков коммуникации среди участников программы;
- формирование навыков командной работы.

Принципы отбора содержания

Образовательный процесс строится с учетом следующих принципов:

1. *Культуросообразности* и *природосообразности*. В программе учитываются возрастные и индивидуальные особенности детей.
2. *Системности*. Полученные знания, умения и навыки, обучающихся системно применяют на практике, создавая

проектную работу. Это позволяет использовать знания и умения в единстве, целостности, реализуя собственный замысел, что способствует самовыражению ребенка, развитию его творческого потенциала.

3. *Комплексности* и *последовательности*. Реализация этого принципа предполагает постепенное введение обучающихся в мир экспериментальной исследовательской химии.
4. *Наглядности*. Использование наглядности повышает внимание обучающихся средствами работы на цифровом лабораторном оборудовании, углубляет их интерес к изучаемому материалу, способствует развитию внимания, воображения, наблюдательности и мышления.

Основные формы и методы

В ходе реализации программы используются следующие **формы обучения**:

По охвату детей: групповые, коллективные.

По характеру учебной деятельности:

- беседы (вопросно-ответный метод активного взаимодействия педагога и обучающихся на занятиях, используется в теоретической части занятия);
- защита практической работы (используется на творческих отчетах, фестивалях, конкурсах, как итог проделанной работы);
- практические занятия (проводятся после изучения теоретических основ с целью сборки установок и отработки результатов экспериментальных исследований);
- наблюдение (применяется при изучении какого-либо объекта, предметов, природных явлений);

На занятиях создается атмосфера доброжелательности, доверия, что во многом помогает развитию творчества и инициативы ребенка. Выполнение экспериментальных заданий помогает ребенку в приобретении устойчивых навыков работы с различными цифровыми датчиками и лабораторным оборудованием. Участие детей в фестивалях, конкурсах, экспериментальных турах олимпиады разных уровней является основной формой контроля усвоения программы обучения и диагностики степени освоения практических навыков ребенка.

Методы обучения

В процессе реализации программы используются различные методы обучения.

1. Методы организации и осуществления учебно-познавательной деятельности:
   - *наглядные* (показ видеоматериалов и иллюстраций, показ работы с цифровым и лабораторным оборудованием);

- *практически-действенные* (технологии подключения цифрового оборудования к лабораторным установкам в процессе решения практических задач);
- *проблемно-поисковые* (анализ проблемной ситуации по способам измерения наблюдаемой экспериментальной величины);
- *методы самостоятельной работы и работы под руководством педагога* (сборка установок, обработка результатов, анализ и достоверность полученных данных);
- *информационные* (лекция; семинар; беседа; речевая инструкция по технике безопасности при работе с лабораторным оборудованием; устное изложение; объяснение нового материала и способов выполнения задания; объяснение последовательности действий и содержания; обсуждение; педагогическая оценка процесса деятельности и ее результата).

2. Методы контроля и самоконтроля за эффективностью учебно-познавательной деятельности:
   - устный контроль и самоконтроль (беседа, рассказ ученика, объяснение, устный опрос);
   - практический контроль и самоконтроль (анализ умения работать с лабораторным оборудованием);
   - наблюдения (анализ экспериментальных данных в процессе исследовательской деятельности).

Для создания комфортного психологического климата на занятиях применяются следующие педагогические приёмы: создание ситуации успеха, моральная поддержка, одобрение, похвала, поощрение, доверие, доброжелательно-требовательная манера.

В ходе реализации программы используются следующие **типы занятий**:

- комбинированное (совмещение теоретической и практической частей занятия; проверка знаний ранее изученного материала; изложение нового материала, закрепление новых знаний, формирование умений переноса и применения знаний в новой ситуации, на практике; отработка навыков и умений, необходимых при работе с экспериментальной установкой);
- теоретическое (сообщение и усвоение новых знаний при объяснении новой темы, изложение нового материала, основных понятий, определение терминов, совершенствование и закрепление знаний);
- контрольное (проводится в целях контроля и проверки знаний, умений и навыков обучающегося через защиту практической работы);
- практическое (является основным типом занятий, используемых

в программе, как правило, содержит формирование умений и навыков, их осмысление и закрепление на практике при выполнении экспериментальных заданий, инструктаж при выполнении практических работ, использование всех видов практик);

- вводное занятие (проводится в начале курса с целью знакомства с образовательной программой, составление индивидуальной траектории обучения; а также при введении в новую тему программы).

Планируемые результаты

По итогам обучения по программе ребенок демонстрирует следующие результаты:

- знает принципы работы на оборудовании цифровой лаборатории по химии;
- знает алгоритмы обработки экспериментальных результатов в цифровой образовательной среде;
- правила техники безопасности при работе с экспериментальными установками;
- умеет интегрировать различные блоки цифровой лаборатории для создания полноценной установки для выполнения физико-химического измерения;
- умеет анализировать, обрабатывать экспериментальные данные, проверять достоверность полученных результатов.

Механизм оценивания образовательных результатов

Уровень теоретических знаний.

- *Низкий уровень*. Обучающийся знает фрагментарно изученные физико-химические и химические процессы и закономерности. Изложение материала сбивчивое, требующее корректировки наводящими вопросами.
- *Средний уровень*. Обучающийся знает теоретические закономерности, но испытывает сложности для их обнаружения из экспериментальных данных и поэтому для полного раскрытия темы требуются дополнительные вопросы.
- *Высокий уровень*. Обучающийся знает теоретические закономерности наблюдаемых явлений, умеет их определить исходя из экспериментальных наблюдений и глубоко понимает процессы химических явлений. Может дать логически выдержанный ответ, демонстрирующий полное владение материалом.

Уровень практических навыков и умений. Владение технологиями работы в цифровой среде, анализ и достоверность полученных результатов:

- *Низкий уровень*. Требуется постоянная консультация педагога при программировании параметров в цифровой среде.
- *Средний уровень*. Требуется периодическое консультирование о том, какие методы используются при анализе результатов измерений, программирование параметров в цифровой среде.
- *Высокий уровень*. Самостоятельный выбор методов анализа и обработки экспериментальных результатов, свободное владение программным обеспечением цифровой образовательной среды.

Сопряжение цифровых датчиков с лабораторными установками:

- *Низкий уровень*. Не может собрать установку с датчиками без помощи педагога.
- *Средний уровень*. Может собрать установку с датчиками при подсказке педагога.
- *Высокий уровень*. Способен самостоятельно собрать установку с датчиками, проявляя творческие способности.

Формы подведения итогов реализации программы

Отслеживание результатов образовательного процесса осуществляется по результатам защиты практических работ.

При подведении итогов освоения программы используются:

- опрос;
- наблюдение;
- анализ, самоанализ,
- собеседование;
- выполнение творческих заданий;
- участие детей в экспериментальных турах олимпиад, конкурсах и фестивалях различного уровня.

Материально-техническое обеспечение:

1. Беспроводной мультидатчик по химии с 4-мя встроенными датчиками:
   - датчик pH с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 14 pH;
   - датчик высокой температуры (термопарный) с диапазоном измерения не уже чем от -100 до +900С;
   - датчик электропроводимости с диапазонами измерения не уже чем от 0 до 200 мкСм; от 0 до 2000 мкСм; от 0 до 20000 мкСм;
   - датчик температуры платиновый с диапазоном измерения не уже чем от -30 до +120С;
2. Дополнительный датчик оптической плотности 525 нм.
3. *Аксессуары*:
   - кабель USB соединительный;

- зарядное устройство с кабелем miniUSB;
- USB Адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy;
- краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории;
- набор лабораторной оснастки;

4. *Вспомогательное оборудование*:
   - весы лабораторные электронные 200 г;
   - спиртовка;
5. *Химическая посуда*:

лабораторная, воронка коническая, палочка стеклянная, пробирка ПХ- 14 (10 штук), стакан высокий с носиком ВН-50 с меткой (2 штуки), цилиндр измерительный 2-50-2 (стеклянный, с притертой крышкой), штатив для пробирок на 10 гнёзд, зажим пробирочный, шпатель-ложечка (3 штуки), набор флаконов для хранения растворов и реактивов (объем флакона 100 мл - 5 комплектов по 6 штук, объем флакона 30 мл - 10 комплектов по 6 штук), цилиндр измерительный с носиком 1-500 (2 штуки), стакан высокий 500 мл (3 штуки), набор ершей для мытья посуды (ерш для мытья пробирок - 3 штуки, ерш для мытья колб - 3 штуки), халат белый х/б (2 штуки), перчатки резиновые химические стойкие (2 штуки), очки защитные, фильтры бумажные (100 штук), горючее для спиртовок (0,33 л).

6. *Реактивы*:
   - алюминий;
   - железо;
   - соляная кислота;
   - индикаторы (метилоранж, фенолфталеин);
   - водный раствор аммиака;
   - водный раствор пероксида водорода;
   - нитрат серебра и другие реактивы (в общей сложности - 44 различных веществ, используемых для составления комплектов реактивов при проведении экзаменационных экспериментов по курсу школьной химии);
7. Программное обеспечение, методические рекомендации и видеоролики.

Организация рабочего пространства обучающегося осуществляется с использованием здоровьесберегающих технологий. В ходе занятия в обязательном порядке проводится физкультпаузы, направленные на снятие общего и локального мышечного напряжения от компьютера с цифровой лаборатории. В содержание физкультурных минуток включаются упражнения на снятие зрительного и слухового напряжения, напряжения

мышц туловища и мелких мышц кистей, на восстановление умственной работоспособности.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Программа 5 дней обучения (16 часов)

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

Раздел	**Тема**	**Кол-во часов**			**Форма подведения итогов**
		теория	**практика**	**всего**	
Электропроводность растворов электролитов	1.Вводное занятие. Электролитическая диссоциация. Состояние ионов в растворах. Виды проводников электричества. Техника безопасности	1	0	1	Опрос
	2. Определение удельной электропроводности разбавленных растворов кислоты, щелочи и соли	0,5	1,5	2	Опрос, наблюдение, собеседование, дополнительное творческое задание, анализ достоверности результатов
	3. Определение константы диссоциации слабого электролита	0,5	0,5	1	
Потенциометрия (pH-метрия)	1. Понятие о стеклянном электроде (особенности химии стекла). Измерения pH со стеклянным электродом	0,5	1,5	2	Опрос, наблюдение, собеседование, дополнительное творческое задание, анализ достоверности результатов
	2. Определение pH-показателя раствора неизвестного вещества	0,5	0,5	1	
Гравиметрия	1. Правила взвешивания и приготовления навески. Измерение изменения массы реакционной смеси до и после реакции.	0,5	1,5	2	Опрос, наблюдение, собеседование, дополнительное творческое задание, анализ достоверности результатов
	2. Расчет массовой доли карбонат-ионов в навеске технического карбоната кальция после его растворения в соляной кислоте	0,5	0,5	1	
Спектрофотометрический химический анализ	1. Основные методы количественного анализа в абсорбционной спектроскопии. Определение оптической плотности (А) для растворов MnO_4^- разной концентрации (С) и построение градуировочного графика A=f(C).	0,5	1,5	2	Опрос, наблюдение, собеседование, дополнительное творческое задание, анализ достоверности результатов
	2. Определение концентрации MnO_4^- -ионов в неизвестном растворе.	0,5	0,5	1	
Фазовые	1. Определение температуры	0,5	0,5	1	Опрос, наблюдение,

равновесия	плавления твердых веществ с помощью датчика высокой температуры (термопары)				собеседование, дополнительное творческое задание, анализ достоверности результатов
	2. Построение фазовой диаграммы «нитрат лития-нитрит лития» в координатах «состав-температура». Определение точки эвтектики	0,5	1,5	2	
	Всего	**6**	**10**	**16**	

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Программа 5 дней обучения (16 часов)

Раздел «Электропроводность растворов электролитов».

Тема 1. Вводное занятие. Электролитическая диссоциация. Состояние ионов в растворах. Виды проводников электричества. Техника безопасности.

Теория: Прямые и косвенные измерения. Методика обработки результатов измерений. Основные требования к выполнению практических работ. Техника безопасности при работе обучающихся со вспомогательным лабораторным оборудованием, сопряженным с цифровыми датчиками, с растворами различных химических веществ и электрическим током. Инструкция по каждому модулю. Особенности программного обеспечения «Цифровая лаборатория химического эксперимента». Цифровые датчики. Подключение к ноутбуку. Графическая интерпретация экспериментальных данных.

Формы занятий: лекция, беседа.

Тема 2. Определение удельной электропроводности разбавленных растворов кислоты, щелочи и соли.

Теория: виды электропроводности растворов электролитов (удельная и эквивалентная); закон Кольрауша; предельные подвижности ионов; эффекты торможения ионов в растворах.

Практика: определение удельной и эквивалентной электропроводности растворов щелочи, кислоты и соли (хлоридов- и сульфатов) при разных концентрациях; расчёт предельной эквивалентной электропроводности по графику Л=f(C).

Формы занятий: беседа, практическая работа.

Оборудование и реактивы: штатив, датчик электропроводимости с диапазонами измерения не уже чем от 0 до 200 мкСм; от 0 до 2000 мкСм; от 0 до 20000 мкСм; химический стакан (50 мл); кабель USB соединительный; зарядное устройство с кабелем miniUSB; USB Адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy; ноутбук; краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории; программное обеспечение; растворы щелочи, сильной кислоты, соли и уксусной кислоты.

Тема 3. Определение константы диссоциации слабого электролита.

Теория: связь электропроводности и степени диссоциации слабого электролита; электропроводность воды.

Практика: определение удельной и эквивалентной электропроводности растворов уксусной кислоты разной концентрации; расчет по закону Кольрауша предельной электропроводности уксусной кислоты; расчет степени диссоциации (а) уксусной кислоты при различных концентрациях в растворе.

Формы занятий: беседа, практическая работа

Оборудование: штатив, датчик электропроводимости с диапазонами измерения не уже чем от 0 до 200 мкСм; от 0 до 2000 мкСм; от 0 до 20000 мкСм; химический стакан (50 мл); кабель USB соединительный; зарядное устройство с кабелем miniUSB; USB Адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy; ноутбук; краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории; программное обеспечение; растворы уксусной кислоты.

Раздел «Потенциометрия (pH-метрия)».

Тема 1. Понятие о стеклянном электроде (особенности химии стекла). Измерения pH со стеклянным электродом.

Теория: виды потенциометрии (прямая и косвенная); понятие об ион-селективных электродах; стеклянный электрод и особенности химии стекла; механизм работы стеклянного электрода (ионный обмен); электрод сравнения; гальванический элемент; уравнение Нернста.

Практика: внимательное ознакомление с руководством к лабораторной работе; сборка электрической цепи в соответствии с методической рекомендацией к практической работе; калибруют шкалу потенциометра с помощью двух вспомогательных буферных растворов и если необходимо, то корректируют его с помощью специальной настройки. Перед каждым погружением электрода в буферный или исследуемый раствор, его (электрод) необходимо тщательно промыть дистиллированной водой и осторожно удалить избыток воды с его поверхности фильтровальной бумагой. Используя цифровую оболочку программы, заносим данные в таблицу и строим по этим данным калибровочный график pH от концентрации раствора кислоты или щелочи.

Формы занятий: беседа, практическая работа.

Оборудование: штатив, датчик pH с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 14 pH; химический стакан (50 мл); кабель USB соединительный; зарядное устройство с кабелем miniUSB; USB Адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy; ноутбук; краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории; программное обеспечение; растворы щелочи и сильной кислоты; буферные растворы (с pH>7 и с pH<7); вспомогательное лабораторное оборудование (склянка с дистиллированной водой, фильтровальная бумага и др.).

Тема 2. Определение pH-показателя раствора неизвестного вещества.

Теория: шкала pH; расчет концентрации ионов водорода; зависимость pH от концентрации раствора.

Практика: внимательное ознакомление с руководством к лабораторной работе; сборка электрической цепи в соответствии с методической рекомендацией к практической работе; калибруют шкалу

потенциометра с помощью двух вспомогательных буферных растворов и если необходимо, то корректируют его с помощью специальной настройки. Перед каждым погружением электрода в буферный или исследуемый раствор, его (электрод) необходимо тщательно промыть дистиллированной водой и осторожно удалить избыток воды с его поверхности фильтровальной бумагой. Определяется pH раствора и делается вывод о химической природе исследуемого вещества (кислота или основание).

Формы занятий: беседа, практическая работа.

Оборудование: штатив, датчик pH с диапазоном измерения не уже чем от 0 до 14 pH; химический стакан (50 мл); кабель USB соединительный; зарядное устройство с кабелем miniUSB; USB Адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy; ноутбук; краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории; программное обеспечение; растворы щелочи и сильной кислоты; вспомогательное лабораторное оборудование (склянка с дистиллированной водой, фильтровальная бумага и др.).

Раздел «Гравиметрия».

Тема 1. Правила взвешивания и приготовления навески. Измерение изменения массы реакционной смеси до и после реакции.

Теория: основные положения гравиметрии; единицы измерения массы; гравиметрический фактор в химическом анализе; классы точности весов; правила переведения навески в раствор.

Практика: настройка аналитических весов; взвешивание заранее приготовленных навесок разной массы и определение точности взвешивания; отделение осадка из раствора на фильтр с помощью фильтрования; сушка, прокаливание и взвешивание осадков различных веществ (малахит, карбонат кальция, кристаллическая сода, медный купорос и др.). Расчет по данным гравиметрии химической формулы исследуемого вещества. Целесообразно провести сравнение результатов среди разных групп школьников, выполняющих одинаковые задания.

Формы занятий: беседа, практическая работа.

Оборудование: весы лабораторные электронные 200 г; комплект лабораторной посуды; спиртовка; химические реактивы (кристаллогидраты, карбонаты); фильтровальная бумага; калькулятор.

Тема 2. Расчет массовой доли карбонат-ионов в навеске технического карбоната кальция после его растворения в соляной кислоте.

Теория: понятие о массовой доле основного компонента и примесей в химических веществах.

Практика: взвешивается необходимый объём соляной кислоты ; взвешивается необходимо количество предварительно измельченного технического карбоната кальция или магния; добавляют кислоту в стакан с

навеской карбоната и ждут полного протекания реакции, после чего взвешивают полученный раствор; по разнице масс суммы исходных навесок и полученного после смешения и протекания реакции раствора рассчитывают массу выделившегося углекислого газа; пересчитывают на «чистый» карбонат в исходной навеске и вычисляют массовую долю карбоната в исходной навеске.

Формы занятий: беседа, практическая работа.

Оборудование: весы лабораторные электронные 200 г; комплект лабораторной посуды; спиртовка; химические реактивы (кристаллогидраты, карбонаты); фильтровальная бумага; калькулятор.

Раздел «Спектрофотометрический химический анализ».

Тема 1. Основные методы количественного анализа в абсорбционной спектроскопии. Определение оптической плотности (А) для растворов MnO_4^- разной концентрации (С) и построение градуировочного графика A=f(C).

Теория: поглощение веществом излучения; электромагнитная шкала; основы абсорбционной спектроскопии; закон Бугера-Ламберта-Бера.

Практика: подготовка серии растворов перманганата калия с точно известной концентрацией перманганат ионов в диапазоне от 0.005 г/мл до 0.001 г/мл (четыре-пять растворов) (рекомендуется применять метод разбавления исходного раствора с точно известной концентрацией для приготовления более разбавленных растворов); сборка электрической цепи в соответствии с методической рекомендацией к практической работе; определение показателей оптической плотности растворов пермангата калия различной концентрации и построение калибровочного графика.

Формы занятий: беседа, практическая работа.

Оборудование: штатив, датчик оптической плотности 525 нм; кабель USB соединительный; зарядное устройство с кабелем miniUSB; USB Адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy; ноутбук; краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории; программное обеспечение; вспомогательное лабораторное оборудование (склянка с дистиллированной водой, фильтровальная бумага и др.); раствор перманганата калия; дистиллированная вода.

Тема 2. Определение концентрации MnO_4^- -ионов в неизвестном растворе.

Теория: количественный спектрометрический анализ окрашенного раствора известного вещества.

Практика: выполняют определение оптической плотности раствора перманганата калия; с помощью предварительно полученного калибровочного графика определяют концентрацию перманганат-ионов в

неизвестном растворе; сравнивают полученные результатами с данными преподавателя и рассчитывают относительную погрешность выполненного измерения.

Формы занятий: беседа, практическая работа.

Оборудование: штатив, датчик оптической плотности 525 нм; кабель USB соединительный; зарядное устройство с кабелем miniUSB; USB Адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy; ноутбук; краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории; программное обеспечение; вспомогательное лабораторное оборудование (склянка с дистиллированной водой, фильтровальная бумага и др.); раствор перманганата калия; дистиллированная вода.

Раздел «Фазовые равновесия».

Тема 1. Определение температуры плавления твердых веществ с помощью датчика высокой температуры (термопары).

Теория: фазовые переходы на примере плавления веществ; возможность идентификации веществ по температурам плавления; зависимость температур плавления от строения и состава веществ.

Практика: в фарфоровый тигель помещают необходимое количество химически чистого вещества и погружают в него термопару; медленно нагревают тигель на электрической плитке до полного плавления исследуемого вещества; с помощью программного обеспечения на ноутбуке снимают показания кривой нагревания. Снимают показания для серии нитратов (лития, натрия, калия) и нитритов (лития, натрия и калия) и др. твёрдых веществ. Делают выводы о связи строения и состава изученных веществ с их температурой плавления.

Формы занятий: беседа, практическая работа.

Оборудование: штатив, датчик высокой температуры (термопарный) с диапазоном измерения не уже чем от -100 до +900С; кабель USB соединительный; зарядное устройство с кабелем miniUSB; USB Адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy; ноутбук; краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории; программное обеспечение; вспомогательное лабораторное оборудование (фарфоровый тигель и др.); электрическая плитка; химически чистые твердые вещества (нитраты и нитриты лития (натрия или калия), салициловая, бензойная кислоты и др.

Тема 2. Построение фазовой диаграммы «нитрат лития – нитрит лития» в координатах «состав-температура». Определение точки эвтектики.

Теория: основы физико-химического анализа; понятие о фазовых равновесиях; линии ликвидуса и солидуса; эвтектика.

Практика: готовят восемь навесок с различным содержанием нитрита и нитрата лития (в масс.%); помещают в каждую полученную смесь (смеси

погружены в фарфоровые тигли) термопару и медленно нагревают на электрической плитке до полного плавления (до 150С); с помощью программного обеспечения на ноутбуке снимают показания кривой нагревания; наносят полученные данные на поле координат «состав-температура»; наносят линии ликвидуса и солидуса; определяют координаты эвтектической точки; сверяют полученные данные со справочными данными.

Формы занятий: практическое занятие.

Оборудование: штатив, датчик высокой температуры (термопарный) с диапазоном измерения не уже чем от -100 до +900С; кабель USB соединительный; зарядное устройство с кабелем miniUSB; USB Адаптер Bluetooth 4.1 Low Energy; ноутбук; краткое руководство по эксплуатации цифровой лаборатории; программное обеспечение; вспомогательное лабораторное оборудование (фарфоровый тигель, лабораторные весы и др.); электрическая плитка; чистые нитрат и нитрит лития (или натрия).

Организационно-педагогические условия реализации программы

Педагог дополнительного образования, реализующий данную программу, должен иметь высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование в области, соответствующей профилю кружка, без предъявления требований к стажу работы, либо высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование и дополнительное профессиональное образование по направлению «Образование и педагогика» без предъявления требований к стажу работы.

Мотивационные условия

На учебных занятиях и массовых мероприятиях особое место уделяется формированию мотивации обучающихся к занятию дополнительным образованием. Для этого:

- удовлетворяются разнообразные потребности обучающихся: в создании комфортного психологического климата, в отдыхе, общении и защите, принадлежности к детскому объединению, в самовыражении, творческой самореализации, в признании и успехе;
- дети включаются в практический вид деятельности при групповой работе, с учетом возрастных особенностей и уровнем сохранности здоровья;
- на занятиях решаются задачи проблемного характера посредством включения в научно-исследовательскую деятельность;
- проводятся профессиональные пробы и другие мероприятия, способствующие профессиональному самоопределению обучающихся.

Методические материалы

Методическое обеспечение программы включает приёмы и методы организации образовательного процесса, дидактические материалы, техническое оснащение занятий.

Для обеспечения наглядности и доступности изучаемого материала педагог использует различные методические и дидактические материалы.

Наглядные пособия:

- схематические (цифровое оборудование, схемы, презентации, алгоритмы);
- естественные и натуральные (вспомогательное оборудование для практических работ);
- объемные (макеты);
- иллюстрации, слайды, графики, фотографии и рисунки экспериментальных результатов измерений;
- звуковые (видеоматериалы).

Информационное обеспечение программы

Интернет-ресурсы:

Видеоматериалы по работе на платформе Releon. // URL: https://rl.ru/solutions/complekts.php?id=3242800201

Список литературы:

Нормативные правовые акты

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.
- Указ Президента Российской Федерации «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки» от 07.05.2012 № 599.
- Указ Президента Российской Федерации «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики» от 07.05.2012 № 597.
- Распоряжение Министерства Просвещения от 12 .01.2021 № Р-6
  «Об утверждении методических рекомендаций по созданию и функционированию в общеобразовательных организациях, расположенных в сельской местности и малых городах, центров образования естественно-научной и технологической направленностей».
- Приказ Министерства просвещения РФ от 09.11.2018 г. № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 N 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно- эпидемиологические требования к устройству,

содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей».

Для педагога дополнительного образования и обучающихся:

- Бахтиярова Ю.В., Миннуллин Р.Р., Галкин В.И. Основы химического эксперимента и занимательные опыты по химии. – Казань: Изд-во Казан. ун-та. 2014, 144 с.
- Груздева Н.В., Лаврова В.Н., Муравьев А.Г. Юный химик, или занимательные опыты с веществами вокруг нас. – СПб.: Крисмас+. 2006, 105 с.
- Зимон А.Д. Популярная физическая химия. – М.: Научный мир. 2005. 176 с.
- Леенсон И.А. Занимательная химия. Часть 1. – М.: Дрофа. 1996, 176 с.
- Леенсон И.А. Занимательная химия. Часть 2. – М.: Дрофа. 1996, 224 с.
- Кравченко Н.С. Методы обработки результатов измерений и оценки погрешностей в учебном лабораторном практикуме. - Томск, 2011.
- Ольгин О.М. Опыты без взрывов – М.: Химия. 1995, 176 с.
- Основы аналитической химии. Практическое руководство. Под ред. Золотова Ю.А. - М.: Лаборатория знаний. 2017, 462 с.
- Полупаненко Е.Г. Школьный химический эксперимент. - Луганск: Книта. 2018, 176 с.