


**Кировское областное государственное общеобразовательное
автономное учреждение «Лицей естественных наук»**

«Согласовано»
на заседании ПЛ учителей химии
Протокол № 1
от « 29 » августа 2022 г

Руководитель ПЛ
 Е.В. Фадеева

«Утверждено»
Приказ от 01.09.2022 № 141

Директор КОГОАУ ЛЕН
 А.Ю.Ветров



**Рабочая программа
Элективного курса
«Основы химического анализа»
11а, 11б, 11в**

2022/2023 учебный год

Составители: Е.В.Фадеева

Пояснительная записка

Актуальность создания программы объясняется необходимостью поддерживать профильное образование. Программа элективного курса «Основы химического анализа» для 11 класса составлена с учетом образовательной программы в рамках преподавания химии с использованием оборудования детского технопарка «Школьный кванториум» для 11 классов (углубленный уровень), которая направлена на создание условий для расширения содержания общего образования для развития у обучающихся естественно-научной, математической, информационной грамотности, формирования критического и креативного мышления, совершенствования навыков естественно-научной направленности, а также повышения качества образования.

Программа рассчитана на 68 ч в год (2 ч в неделю)

Для реализации данной программы предполагается использование современных методов обучения и разнообразных форм организации образовательного процесса: практические и лабораторные работы, лекции и семинары, выполнение индивидуальных проектов и исследований.

Нормативные документы

- 1) Федеральный Закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» (статьи 9,14,29,32)
- 2) Основная образовательная программа КОГОАУ ЛЕН
- 3) Учебный план Кировского областного государственного общеобразовательного автономного учреждения «Лицей естественных наук» на 2022-2023 учебный год.
- 4) Методические рекомендации по созданию и функционированию детских технопарков «Кванториум» на базе общеобразовательных организаций (Утверждены распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12 января 2021 г. N P-4) — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_374695

Общая характеристика курса

Содержание курса является практико-ориентированным и раскрывает основы аналитической химии – науки о методах исследования состава вещества, знакомит с различными методами качественного и количественного анализа. Носит интегрированный характер, т.к. связан с химией, физикой, математикой, биологией, информатикой, и способствует развитию естественнонаучного мировоззрения обучающихся. В процессе изучения материалов элективного курса обучающимся прививается вкус к исследовательской деятельности, закладываются основы общенаучного мышления, умение правильно построить исследовательскую задачу, использовать разные методы, проанализировать и обобщить материал, развивает самостоятельность при составлении отчетов, формирует привычку к публичным выступлениям. Привлечение дополнительной информации межпредметного характера позволит повысить интерес школьников к практической химии, позволит формировать научное мировоззрение, давая химическую картину природы и человека. Большое место в изучении курса занимают практические занятия и лабораторные работы по ознакомлению с методами химического анализа и их возможностями, по обучению технике и операциям химического анализа, самостоятельному выполнению анализов по идентификации и количественному определению веществ. Формами контроля могут служить отчеты по практическим работам, самостоятельные работы по решению задач, тестовые работы и учебно-исследовательские проекты.

Планируемые результаты освоения элективного курса

Личностные:

- 1) в ценностно-ориентационной сфере – осознание российской гражданской идентичности, патриотизма, чувства гордости за российскую химическую науку;
- 2) в трудовой сфере – готовность к осознанному выбору дальнейшей образовательной траектории или трудовой деятельности;
- 3) в познавательной (когнитивной, интеллектуальной) сфере – умение управлять своей познавательной деятельностью, готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;
- 4) в сфере бережливости – принятие и реализация ценностей здорового и безопасного образа жизни.

Метапредметные:

- 1) использование умений и навыков различных видов познавательной деятельности, применение основных методов познания (системно-информационный анализ, наблюдение, измерение, проведение эксперимента, моделирование, исследовательская деятельность) для изучения различных сторон окружающей действительности;
- 2) владение основными интеллектуальными операциями (формулировка гипотез, анализ и синтез, сравнение и систематизация, обобщение и конкретизация, выявление причинно-следственных связей и поиск аналогов);
- 3) познание объектов окружающего мира от общего через особенное к единичному;
- 4) умение выдвигать идеи и определять средства, необходимые для их реализации;
- 5) умение определять цели и задачи деятельности, выбирать средства реализации цели и применять их на практике;
- 6) использование различных источников для получения химической информации, понимание зависимости содержания и формы представления информации от целей коммуникации и адресата;
- 7) умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты;
- 8) готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, включая умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников;
- 9) умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий (далее – ИКТ) в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности;
- 10) владение языковыми средствами, в том числе и языком химии – умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства, в том числе и символичные (химические знаки, формулы и уравнения).

Предметные:

- 1) формирование представления о месте химии в современной научной картине мира; понимание роли химии в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;
- 2) владение основополагающими химическими понятиями, теориями, законами и закономерностями; уверенно пользоваться химической терминологией и символикой;
- 3) владение основными методами научного познания, используемыми в химии: наблюдение, описание, измерение, эксперимент; умение обрабатывать, объяснять результаты проведенных опытов и делать выводы; готовность и способность применять методы познания при решении практических задач;
- 4) умение давать количественные оценки и проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям;
- 5) владение правилами техники безопасности при использовании химических веществ;
- 6) формирование собственной позиции по отношению к химической информации, получаемой из разных источников;

7) понимание роли химических знаний в формировании индивидуальной образовательной траектории;

Содержание курса

Тема 1. Теоретические основы аналитической химии.

Предмет аналитической химии и основные задачи. Место аналитической химии в системе естественных, математических, технических и гуманитарных наук. Основные этапы развития аналитической химии. Вклад российских ученых в теорию и практику аналитической химии. Современное состояние аналитической химии. Принципы, положенные в основу классификации в аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Виды анализа: элементный, изотопный, молекулярный, структурно-групповой, вещественный, фазовый.

Методы анализа. Классификация в зависимости от характера протекающих процессов: химические, физические, физико-химические, биологические. Классификация в зависимости от этапов анализа: методы отбора проб, разложения (вскрытия проб), разделения, обнаружения, определения, гибридные методы. Классификация в зависимости от массы и объема образца: макро-, полумикро-, микро-, ультрамикро-, субмикро-, субультрамикроанализ.

Тема 2. Типы химических реакций и реагентов

Требования, предъявляемые к аналитическим реакциям. Классификация в зависимости от характера химического взаимодействия: кислотно-основные, окислительно-восстановительные, реакции комплексообразования и осаждения-растворения. Классификация в зависимости от применения: реакции разделения, маскировки, обнаружения (открытия), количественного определения. Гомогенные и гетерогенные реакции. Условия проведения аналитических реакций. Влияние среды, температуры, катализатора, концентрации реагирующих и посторонних веществ на протекание аналитических реакций. Ход качественного анализа: дробный и систематический. Аналитические группы. Классификация катионов по сульфидной, кислотно-щелочной и аммиачно-фосфатной системам анализа. Сухой (пирохимический, термическое разложение, растирание порошков) и мокрый способы выполнения аналитической реакции. Микрокристаллоскопические и капельные реакции. Классификация реакций по степени их селективности: общепаналитические, групповые, селективные (избирательные), специфические. Предел обнаружения. Открываемый минимум, предельная концентрация, предельное разбавление, минимальный объем. Способы повышения предела обнаружения и избирательности реакций

Тема 3. Концентрация. Способы выражения концентрации растворов

Общие понятия о растворах. Способы выражения состава раствора. Процентная концентрация. Молярная концентрация. Нормальность. Эквивалент, молярная концентрация эквивалента. Титр. Титр раствора по определяемому веществу. Доля вещества в растворе. Способы её представления. Решение задач на концентрацию в растворах.

Тема 4. Химическое равновесие в системах

Закон действия масс как теоретическая основа химического анализа. Скорость химической реакции, константа скорости и ее физический смысл. Факторы, влияющие на скорость реакции: природа и концентрация реагирующих веществ, растворитель, температура, катализатор. Химическое равновесие. Термодинамическая и концентрационная константы равновесия. Факторы, влияющие на термодинамическую константу равновесия: природа реагирующих веществ, температура.

Активность и коэффициент активности. Решение расчетных задач по химическому равновесию в реальных системах.

Тема 5. Протолитические равновесия

Основные положения теории электролитической диссоциации С. Аррениуса. Сольвентная теория Э. Франклина. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури. Понятие о сопряженных кислотах и основаниях. Примеры нейтральных, катионных и анионных кислот и оснований. Протолитические реакции. Электронная теория Льюиса и обобщенная теория Усановича. Сопоставление различных теорий кислот и оснований. Автопротолиз. Ионное произведение воды. Влияние растворителей на силу электролитов. Классификация растворителей: протонные (протофильные, протогенные, амфипротные) и апротонные (неполярные, полярные); нивелирующие и дифференцирующие. Константа кислотности (константа диссоциации кислоты) и константа основности (константа диссоциации основания) протолитической пары. Степень диссоциации. Зависимость степени диссоциации от концентрации электролитов в растворе и температуры. Закон разбавления Оствальда. Вычисление константы и степени диссоциации протолитов. Смещение ионных равновесий. Концентрация катиона водорода в водных растворах протолитов. Водородный показатель. Вывод формул, вычисление концентрации протонов и гидроксид ионов и рН растворов кислот и оснований в зависимости от их силы. Расчеты констант равновесия протолитических реакций между: сильной кислотой и основанием; слабой кислотой и сильным основанием; сильной кислотой и слабым основанием; слабыми кислотой и основанием; солью и кислотой; солью и основанием. Буферные системы. Механизм действия буферов. Вычисление рН буферных растворов, концентрации электролитов, степени диссоциации слабых электролитов в них. Буферная емкость. Применение буферных систем в анализе. Гидролиз. Константа и степень гидролиза.

Тема 6. Равновесие в системе осадок-раствор

Равновесие в гетерогенной системе на границе раздела между раствором и твердой фазой (осадком). Константа растворимости (произведение растворимости), коэффициент растворимости. Вычисление растворимости вещества по константе растворимости и наоборот. Факторы, влияющие на растворимость: температура, природа растворителя. Влияние на растворимость осадков одноименных ионов. Солевой эффект. Работы И.В. Тананаева. Условие выпадения осадков. Факторы, влияющие на полноту осаждения: температура, растворитель, природа и количество осадителя, ионная сила и рН растворов. Дробное осаждение. Загрязнение осадков и растворов. Соосаждение. Адсорбция и десорбция. Зависимость адсорбции от концентрации раствора, поверхности осаждаемого вещества, температуры. Правила адсорбции ионов. Оклюзия, совместное осаждение, образование смешанных кристаллов (изоморфизм). Коллектор. Адсорбенты. Иониты. Растворение осадка в результате кислотно-основного, взаимодействие комплексообразования. Расчет констант равновесия данных типов реакций. Превращение одних труднорастворимых соединений в другие.

Тема 7. Равновесия в окислительно-восстановительных реакциях

Сущность и классификация окислительно-восстановительных реакций. Стандартные окислительно-восстановительный и формальный потенциалы, их определение. Водородный электрод. Уравнение Нернста. Факторы, влияющие на окислительно-восстановительный потенциал: концентрация окисленной и восстановленной форм, рН растворов, температура. Направленность окислительно-восстановительной реакции. Константа равновесия. Способ смещения равновесия: регулирование рН растворов, образование труднорастворимых соединений, комплексообразование, влияние температуры и ионной силы раствора. Скорость и механизм

окислительно-восстановительных реакций. Важнейшие окислители и восстановители, применяемые в анализе, их характеристика. Подбор наиболее эффективных окислителей (восстановителей) для конкретных случаев анализа. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций методами электронного и электронно-ионного баланса.

Тема 8. Химическое равновесие в реакциях комплексообразования

Понятие о комплексных соединениях. Классификация, номенклатура комплексных соединений. Двойные соли, внутримолекулярные соединения. Современное представление о строении комплексных соединений. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константа нестойкости и константа устойчивости. Влияние температуры, среды, избытка реагента на равновесия в растворах комплексных соединений. Разрушение комплексных ионов. Расчет концентрации частиц в растворах комплексных соединений. Применение комплексных соединений в анализе.

Тема 9. Гравиметрический анализ

Сущность и классификация гравиметрического анализа. Закон сохранения массы веществ. Методы осаждения, выделения, прямой и косвенной отгонки. Осаждаемая и гравиметрическая формы, требования, предъявляемые к ним. Выбор и расчет количества осадителя. Условия осаждения кристаллических и аморфных осадков. Полнота осаждения. Механизмы осаждения и созревания осадков. Метод возникающих реагентов. Причины загрязнения осадков. Операции метода осаждения. Условия фильтрования, промывания, высушивания и прокаливания осадков. Аналитические весы. Точность гравиметрического анализа. Характеристика метода, область применения. Расчетные задачи. Аналитический множитель.

Тема 10. Титриметрический анализ

Сущность и классификация титриметрического анализа. Основные понятия (аликвота, титрант, точка эквивалентности, индикатор, кривая титрования). Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрии. Реактивы, применяемые в титриметрии. Стандартные вещества, титранты. Способы титрования: метод отдельных навесок и метод пипетирования. Приемы титрования: прямое, обратное (по остатку), косвенное титрование. Расчет результатов титриметрического анализа. Измерительная посуда и проверка ее вместимости.

Ацидиметрия и алкалометрия. Различные случаи титрования: титрование сильной кислоты сильной щелочью, слабой кислоты сильной щелочью, слабой щелочи сильной кислотой, гидролизующихся солей. Кривые титрования. Кислотность, щелочность среды и водородный показатель. Точка нейтрализации и конечная точка титрования. Индикаторы. Теория индикаторов. Интервалы перехода окраски важнейших индикаторов. Показатель индикаторов. Выбор индикаторов для конкретных случаев титрования. Влияние различных факторов на показания различных индикаторов. Индикаторные погрешности титрования.

Сущность и классификация методов редоксиметрии. Реакции окисления-восстановления: условия проведения, требования, предъявляемые к реакциям. Окислительно-восстановительный эквивалент, окислительно-восстановительные потенциалы, зависимость их от концентрации окислительной и восстановительной формы и pH растворов. Константы равновесия редоксреакций. Виды окислительно-восстановительного титрования (прямое, обратное, заместительное). Кривые титрования, окислительно-восстановительные индикаторы.

Сущность и теоретические основы методов осаждения. Кривые титрования по методу осаждения. Классификация методов осаждения. Гексацианоферратометрия. Сущность метода и область применения.

Сущность и теоретические основы методов комплексометрии. Классификация методов. Рабочие растворы. Способы титрования. Области применения. Комплексонометрия. Комплексоны и их применение в количественном анализе. Сущность комплексонометрического титрования с трилоном Б (ЭТДА). Индикаторы комплексонометрии.

Тема 11. Физико-химические методы анализа

Сущность и классификация методов физико-химического анализа. Оптические методы анализа. Спектрофотометрия и колориметрия. Хроматографические методы анализа, плоскостная хроматография. Методика проведения качественного и количественного хроматографического анализа. Области применения физико-химических методов анализа в науке и жизни.

Литература

1. Келина Н.Ю. Аналитическая химия в таблицах и схемах. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008
2. Харитонов Ю.А. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. Учебник. – М.: Высшая школа, 2008
3. Харитонов Ю.А. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа. Учебник. – М.: Высшая школа, 2008
4. Васильев В.П. Аналитическая химия. Титриметрические и гравиметрические методы анализа. Физико-химические методы анализа. Учебник. – М.: Дрофа, 2009
5. Васильев В.П. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. Учебник. – М.: Дрофа, 2007
6. Васильев В.П., Кочергина Л.А., Орлова Т.Д. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач. Пособие. – М.: Дрофа, 2006
7. Саенко О.Е. Аналитическая химия. Учебник для средних специальных учебных заведений. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2014

Название темы	Кол-во часов	Теория	Практические работы	Ключевые воспитательные задачи
Тема 1. Теоретические основы аналитической химии.	4	4	-	Формирование опыта самостоятельного приобретения новых знаний, проведения научных исследований. Формирование научной картины мира, развитие стремления к истине, понимание ценности знаний. Формирование целеустремленности, настойчивости и уважения к труду.
Тема 2. Типы химических реакций и реагентов	4	2	2	
Тема 3. Концентрация. Способы выражения концентрации растворов	6	2	4	
Тема 4. Химическое равновесие в системе	6	4	2	
Тема 5. Протолитические равновесия	8	4	4	
Тема 6. Равновесие в системе осадок-раствор	6	4	2	
Тема 7. Равновесия в окислительно-восстановительных реакциях	8	4	4	
Тема 6. Химическое равновесие в реакциях комплексообразования	4	2	2	
Тема 9. Гравиметрический анализ	2	-	2	
Тема 10. Титриметрический анализ	14	-	14	
Тема 11. Физико-химические методы анализа	6	2	4	
ИТОГО	68	28	40	

Календарно-тематическое планирование с учетом использования оборудования «Школьного кванториума»

Планируемая дата проведения занятия		Название темы/занятия	Использования оборудования «Школьного кванториума»
		Теоретические основы аналитической химии.	
01.09.2022	1.	Предмет «Аналитической химии», ее значение и задачи.	Аналитические весы
01.09.2022	2.	Развитие аналитической химии, вклад русских ученых в развитие аналитической химии. Связь аналитической химии с другими дисциплинами.	
08.09.2022	3.	Основные понятия аналитической химии	

08.09.2022	4.	Методы химического анализа. Основные характеристики методов.	
		Типы химических реакций и реагентов	
15.09.2022	5.	Аналитические реакции	
15.09.2022	6.	Требования и условия проведения аналитических реакций	
22.09.2022	7.	Дробный и систематический анализ	
22.09.2022	8.	Кислотно-основная классификация катионов и анионов.	
		Концентрация. Способы выражения концентрации растворов	
29.09.2022	9.	Общие понятия о растворах. Способы выражения состава раствора.	
29.09.2022	10.	Молярная концентрация. Эквивалент, молярная концентрация эквивалента.	
06.10.2022	11.	Титр. Титр раствора по определяемому веществу.	Столы для титрования, автоматические дозаторы
06.10.2022	12.	Доля вещества в растворе. Способы её представления.	
20.10.2022	13.	Решение задач на концентрацию в растворах	
20.10.2022	14.	Решение задач на концентрацию в растворах	
		Химическое равновесие в системе	
27.10.2022	15.	Закон действующих масс	
27.10.2022	16.	Скорость химической реакции	
03.11.2022	17.	Химическое равновесие	Цифровая лаборатория Releon с датчиком температуры, термopара, баня комбинированная
03.11.2022	18.	Константа химического равновесия	
10.11.2022	19.	Решение задач на химическое равновесие	
10.11.2022	20.	Решение задач на химическое равновесие	
		Протолитические равновесия	
17.11.2022	21.	Теория электролитической диссоциации	
17.11.2022	22.	Теории кислот и оснований	
01.12.2022	23.	Ионное произведение воды	
01.12.2022	24.	Константы кислотности и основности. Степень диссоциации	
08.12.2022	25.	Водородный показатель. Расчет pH в растворах кислот и оснований	Цифровая лаборатория Releon с датчиком pH
08.12.2022	26.	Буферные системы. Механизм действия буферных растворов	
15.12.2022	27.	Гидролиз. Константа и степень гидролиза	
15.12.2022	28.	Гидролиз. Константа и степень гидролиза	

		Равновесие в системе осадок-раствор	
22.12.2022	29.	Произведение растворимости	Цифровая лаборатория Releon с датчиком температуры
22.12.2022	30.	Произведение растворимости	
29.12.2022	31.	Полнота осаждения	
29.12.2022	32.	Факторы, влияющие на образование осадков	
12.01.2023	33.	Растворение осадков	
12.01.2023	34.	Перевод одних малорастворимых веществ в другие. Адсорбция и десорбция	
		Равновесия в окислительно-восстановительных реакциях	
19.01.2023	35.	Окислительно-восстановительные реакции (ОВР)	Цифровая лаборатория Releon с датчиком pH
19.01.2023	36.	Уравнение Нернста	
26.01.2023	37.	Факторы, влияющие на окислительно-восстановительный потенциал	
26.01.2023	38.	Факторы, влияющие на окислительно-восстановительный потенциал	
02.02.2023	39.	Важнейшие окислители и восстановители	
02.02.2023	40.	Важнейшие окислители и восстановители	
09.02.2023	41.	Составление уравнений ОВР	
09.02.2023	42.	Составление уравнений ОВР	
		Химическое равновесие в реакциях комплексообразования	
16.02.2023	43.	Понятие о комплексных соединениях	Цифровая лаборатория Releon с датчиком pH
16.02.2023	44.	Константа нестойкости и константа устойчивости	
02.03.2023	45.	Разрушение комплексных соединений	
02.03.2023	46.	Разрушение комплексных соединений	
		Гравиметрический анализ	
09.03.2023	47.	Определение массовой доли кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария	Аналитические весы, сушильный шкаф, муфельная печь
09.03.2023	48.	Определение массовой доли кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария	
		Титриметрический анализ	
16.03.2023	49.	Определение массы щелочи и карбоната в растворе при совместном присутствии	Столы для титрования, автоматические дозаторы, цифровая лаборатория Releon с датчиком pH
16.03.2023	50.	Определение массы щелочи и карбоната в растворе при совместном присутствии	
23.03.2023	51.	Определение массы аммиака в растворах аммониевых солей	

23.03.2023	52.	Определение массы аммиака в растворах аммониевых солей	
30.03.2023	53.	Определение пероксида водорода в растворе	
30.03.2023	54.	Определение пероксида водорода в растворе	
13.04.2023	55.	Определение меди (II) в растворе	
13.04.2023	56.	Определение меди (II) в растворе	
20.04.2023	57.	Комплексонометрическое определение массы магния и кальция в молоке	
20.04.2023	58.	Комплексонометрическое определение массы магния и кальция в молоке	
27.04.2023	59.	Комплексонометрическое определение массы цинка в растворе	
27.04.2023	60.	Комплексонометрическое определение массы цинка в растворе	
04.05.2023	61.	Определение массы цинка в растворе методом гексацианоферратометрического титрования	
04.05.2023	62.	Определение массы цинка в растворе методом гексацианоферратометрического титрования	
		Физико-химические методы анализа	
11.05.2023	63.	Визуальная колориметрия медноаммиачных комплексов	Цифровая лаборатория Releon с датчиком рН, датчик электропроводности
11.05.2023	64.	Визуальная колориметрия медноаммиачных комплексов	
18.05.2023	65.	Плоскостная хроматография красителей	
18.05.2023	66.	Плоскостная хроматография красителей	
25.05.2023	67.	Применение методов химического анализа в науке и в жизни	
25.05.2023	68.	Применение методов химического анализа в науке и в жизни	