

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

«Согласовано»
на заседании ПЛ учителей химии
Протокол № 1
от « 31 » августа 2023 г

Руководитель ПЛ
_____ Е.В. Фадеева

«Утверждено»
Приказ от 01.09.2023 №
144

Директор КОГОАУ ЛЕН

_____ А.Ю.
Ветров

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

2023/2024 учебный год

Составитель: А.А.Смирнова

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 2023-2024 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 бережения здоровья – 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. Окклюзия, 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, внутрикомплексные 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 алкалиметрия. 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 комплексометрии.

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

Тематическое планирование

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	Использование оборудования «Школьного кванториума»
	Теоретические основы аналитической химии.	
1.	Предмет «Аналитической химии», ее значение и задачи.	Аналитические весы

	2.	Развитие аналитической химии, вклад русских ученых в развитие аналитической химии. Связь аналитической химии с другими дисциплинами.	
	3.	Основные понятия аналитической химии	
	4.	Методы химического анализа. Основные характеристики методов.	
		Типы химических реакций и реагентов	
	5.	Аналитические реакции	
	6.	Требования и условия проведения аналитических реакций	
	7.	Дробный и систематический анализ	
	8.	Кислотно-основная классификация катионов и анионов.	
		Концентрация. Способы выражения концентрации растворов	
	9.	Общие понятия о растворах. Способы выражения состава раствора.	
	10.	Молярная концентрация. Эквивалент, молярная концентрация эквивалента.	
	11.	Титр. Титр раствора по определяемому веществу.	Столы для титрования, автоматические дозаторы
	12.	Доля вещества в растворе. Способы её представления.	
	13.	Решение задач на концентрацию в растворах	
	14.	Решение задач на концентрацию в растворах	
		Химическое равновесие в системе	
	15.	Закон действующих масс	
	16.	Скорость химической реакции	
	17.	Химическое равновесие	Цифровая лаборатория Releon с датчиком температуры, термopара, баня комбинированная
	18.	Константа химического равновесия	
	19.	Решение задач на химическое равновесие	
	20.	Решение задач на химическое равновесие	
		Протолитические равновесия	
	21.	Теория электролитической диссоциации	
	22.	Теории кислот и оснований	
	23.	Ионное произведение воды	Цифровая лаборатория Releon с датчиком pH
	24.	Константы кислотности и основности. Степень диссоциации	
	25.	Водородный показатель. Расчет pH в растворах кислот и оснований	

	26.	Буферные системы. Механизм действия буферных растворов	
	27.	Гидролиз. Константа и степень гидролиза	
	28.	Гидролиз. Константа и степень гидролиза	
		Равновесие в системе осадок-раствор	
	29.	Произведение растворимости	Цифровая лаборатория Releon с датчиком температуры
	30.	Произведение растворимости	
	31.	Полнота осаждения	
	32.	Факторы, влияющие на образование осадков	
	33.	Растворение осадков	
	34.	Перевод одних малорастворимых веществ в другие. Адсорбция и десорбция	
		Равновесия в окислительно-восстановительных реакциях	
	35.	Окислительно-восстановительные реакции (ОВР)	Цифровая лаборатория Releon с датчиком pH
	36.	Уравнение Нернста	
	37.	Факторы, влияющие на окислительно-восстановительный потенциал	
	38.	Факторы, влияющие на окислительно-восстановительный потенциал	
	39.	Важнейшие окислители и восстановители	
	40.	Важнейшие окислители и восстановители	
	41.	Составление уравнений ОВР	
	42.	Составление уравнений ОВР	
		Химическое равновесие в реакциях комплексообразования	
	43.	Понятие о комплексных соединениях	Цифровая лаборатория Releon с датчиком pH
	44.	Константа нестойкости и константа устойчивости	
	45.	Разрушение комплексных соединений	
	46.	Разрушение комплексных соединений	
		Гравиметрический анализ	
	47.	Определение массовой доли кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария	Аналитические весы, сушильный шкаф, муфельная печь
	48.	Определение массовой доли кристаллизационной воды в кристаллогидрате хлорида бария	
		Титриметрический анализ	
	49.	Определение массы щелочи и карбоната в растворе при совместном присутствии	Столы для титрования, автоматические дозаторы,

	50.	Определение массы щелочи и карбоната в растворе при совместном присутствии	цифровая лаборатория Releon с датчиком pH
	51.	Определение массы аммиака в растворах аммониевых солей	
	52.	Определение массы аммиака в растворах аммониевых солей	
	53.	Определение пероксида водорода в растворе	
	54.	Определение пероксида водорода в растворе	
	55.	Определение меди (II) в растворе	
	56.	Определение меди (II) в растворе	
	57.	Комплексонометрическое определение массы магния и кальция в молоке	
	58.	Комплексонометрическое определение массы магния и кальция в молоке	
	59.	Комплексонометрическое определение массы цинка в растворе	
	60.	Комплексонометрическое определение массы цинка в растворе	
	61.	Определение массы цинка в растворе методом гексацианоферратометрического титрования	
	62.	Определение массы цинка в растворе методом гексацианоферратометрического титрования	
		Физико-химические методы анализа	
	63.	Визуальная колориметрия медноаммиачных комплексов	Цифровая лаборатория Releon с датчиком pH, датчик электропроводности
	64.	Визуальная колориметрия медноаммиачных комплексов	
	65.	Плоскостная хроматография красителей	
	66.	Плоскостная хроматография красителей	
	67.	Применение методов химического анализа в науке и в жизни	
	68.	Применение методов химического анализа в науке и в жизни	