МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского

Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ
Декан естественно-географического факультета, д.б.н., профессор
Зайцева Е.В.

«22»__декабря __2023 г

ПРОГРАММА
МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ЭКЗАМЕНА
В МАГИСТРАТУРУ

Направление подготовки: 04.04.01 Химия

наименование образовательной программы

Аналитическая химия

Квалификация (степень) выпускника: Магистр химии

Форма обучения: **очная, очно-заочная**

Брянск 2023

Магистерская программа по направлению 04.04.01 «Химия» имеет цель формирование высококвалифицированного специалиста, обладающего фундаментальными знаниями в области химических наук, способного решать актуальные задачи современной теоретической и прикладной химии.

Общее описание профессиональной деятельности выпускников.

Деятельность выпускников направлена на решение проблем, требующих применения фундаментальных знаний в области химии и реальном секторе экономики (при производстве различных видов продукции с использованием химических реагентов, добыче и переработке природных ископаемых). Выпускники магистратуры по химии осуществляют вспомогательную научно-исследовательскую деятельность, занимаются практическим применением фундаментальных знаний в области химии с целью получения новых веществ и материалов, оптимизации технологических процессов, контроля качества сырья и производимой продукции.

Область профессиональной деятельности и сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие образовательную программу, могут осуществлять профессиональную деятельность: − 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере метрологии, сертификации и технического контроля качества продукции).

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

Перечень основных объектов профессиональной деятельности выпускников: химические элементы, вещества, материалы, сырьевые ресурсы, химические процессы и явления; профессиональное оборудование; источники профессиональной информации, документация профессионального и производственного назначения.

Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с ФГОС

Перечень профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата по направлению подготовки 04.04.01 Химия (уровень магистратуры) направленность (профиль) аналитическая химия: − 40.008 Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами.

Перечень обобщённых трудовых функций

Разработка и организация выполнения мероприятий по тематическому плану. Управление разработкой технической документации проектных работ. Осуществление работ по планированию ресурсного обеспечения проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Организация выполнения научно-исследовательских работ по проблемам, предусмотренным тематическим планом сектора (лаборатории). Управление ресурсами соответствующего структурного подразделения организации. Организация анализа и оптимизации процессов управления жизненным циклом научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Тип задач профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники программы магистратуры: **научно-исследовательский,**

технологический.

Магистр по направлению «Аналитическая химия» подготовлен для работы в научно-исследовательских институтах РАН, научно-исследовательских лабораториях других научных центров, высших, средних специальных и средних учебных заведениях, промышленных предприятиях, государственных органах надзора и контроля. Магистр химии может работать в должностях, предусмотренных законодательством Российской Федерации и ведомственными документами для специалистов с высшим профессиональным образованием с учетом направленности подготовки и стажа работы, также подготовлен к обучению в аспирантуре.

Программа составлена на основе ФГОС 3++ РФ.

Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению подготовки (специальности) 04.04.01 Химия и уровню высшего образования бакалавриат, утвержденный приказом Минобрнауки России от 13 июля 2017 года №655.

1. Цели и задачи вступительных испытаний

Вступительные испытания предназначены для определения практической и теоретической подготовленности кандидата (бакалавра или специалиста) и проводятся с целью определения соответствия знаний, умений и навыков студентов требованиям обучения в магистратуре по программе направления подготовки 04.04.01 «Химия» профиль Аналитическая химия.

2. Содержание вступительных испытаний

Вступительные испытания в магистратуру по программе направления подготовки 04.04.01 «Химия» проводятся по следующим разделам:

1. Оценка соответствия уровня полученного образования.

2. Оценка уровня знаний в области фундаментальных и прикладных разделов химии, решения задач практической направленности.

3. Подготовленность к научно-исследовательской работе.

Общие требования

На экзамене поступающий должен показать: знание основных понятий, закономерностей и законов в области химии, понимание основных проблем и современных

тенденций развития химической науки, знание особенностей химических производств; владение методологией научного творчества, методами получения, обработки и хранения научной информации; умение обосновывать выводы, используя физические, химические и общефилософские термины, объяснять химические процессы применяя математический аппарат, умение применять знания для решения задач химической и физико-химической направленности.

Студенты поступающие на направление Аналитическая химия сдают экзамен по билетам, включающим 2 теоретических вопроса и задачу.

3. Оценка соответствия уровня полученного образования

По предоставленным материалам учитываются:

1. Биографические данные абитуриента; успеваемость в вузе; соответствие полученного образования выбранному направлению подготовки магистратуры (профильность).

2. Наличие и качество публикаций в журналах.

3. Наличие диплома с отличием.

4. Участие в профильных конкурсах, олимпиадах, конференциях.

5. Благодарственные грамоты и сертификаты.

4. Оценка уровня знаний

Оценка уровня знаний проводится в форме вступительного экзамена.

В основу программы вступительного экзамена положены квалификационные требования к выпускнику бакалавриата по направлению 04.03.01 Химия.

5. Подготовленность к научно-исследовательской работе

По предоставленным материалам учитываются:

1. Рекомендации ГАК на поступление в магистратуру.
2. Опыт участия в научно-исследовательских работах.
3. Наличие публикаций и выступлений на конференциях.
4. Участие в конкурсах и грантах по профилю, результативность участия.

6. Критерии выставления оценки по результатам испытания

Общая оценка подсчитывается по 100 балльной шкале как сумма баллов по всем разделам вступительных испытаний. Испытание считается успешно пройденным при 70 и более баллах.

Таблица – Таблица начисления баллов по критериям

№ п/п	Раздел	Критерий	Балл
1	Соответствие уровня полученного образования	Наличие диплома с отличием.	5
		Благодарственные грамоты и сертификаты.	5
		Наличие публикаций в журналах химического, физического, биологического профиля	5
2	Подготовленность к научно-исследовательской работе	Участие в научно-исследовательских работах.	5
		Публикации и выступления на конференциях.	5
		Участие в конкурсах и грантах.	5
		Рекомендация ГАК на поступление в магистратуру	5
		Публикации в ведущих журналах.	10
3	Оценка уровня знаний	Ответ на первый вопрос билета	30
		Ответ на второй вопрос билета	30
		Решение задачи	30
		Ответы на дополнительные вопросы.	10

Критерии оценивания.

При этом от 1 до 5 баллов ставится за ответ, демонстрирующий поверхностные и фрагментированные теоретические знания программного материала, неумение пользоваться современной научной терминологией, нелогичное и непоследовательное изложение материала.

От 5 до 15 баллов ставится за ответ, демонстрирующий неполные теоретические знания программного материала, затруднения с использованием современной научной терминологией, недостаточно логичное и последовательное изложение материала.

От 15 до 20 баллов ставится за ответ, демонстрирующий основные теоретические знания программного материала, умение пользоваться современной научной терминологией, логически корректное, но не полное и недостаточно аргументированное изложение материала.

От 20 до 30 баллов ставится за ответ, демонстрирующий глубокие теоретические и систематические знания программного материала, умение сравнивать, оценивать и анализировать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией, логически корректное, систематизированное и аргументированное изложение материала.

7. Основные разделы для подготовки к междисциплинарному экзамену

Раздел 1. Общая и неорганическая химия

Строение вещества и периодический закон Д.И. Менделеева. Современные представления о строении атома. Квантовые числа и формы электронных орбиталей электронов. Распределение электронов по атомным орбиталям. Принцип Паули. Правило Хунда. Периодический закон и структура периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Периодические и непериодические свойства. Изменение свойств простых веществ и химических соединений элементов по периодической системе.

Химическая связь. Природа химической связи. Длина, энергия, направленность, полярность, кратность химической связи. Основные типы химической связи. Ковалентная связь. Гибридизация орбиталей при образовании ковалентной связи. Ионная связь и ее характеристики. Водородная связь, ее природа. Влияние водородной связи на свойства веществ. Основные понятия координационной теории. Классификация и номенклатура комплексных соединений. Природа химической связи в комплексных соединениях. Диссоциация комплексных соединений в растворе. Константа устойчивости комплексов.

Основы химической термодинамики. Основные понятия химической термодинамики. Функции состояния. Внутренняя энергия и энтальпия. Стандартное состояние и стандартные энтальпии образования веществ. Энтальпия химических реакций. Закон Гесса. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия и ее физический смысл, уравнение Больцмана. Стандартная энтропия. Зависимость энтропии от природы веществ и температуры. Энергия Гиббса и направление химических процессов. Критерии самопроизвольного протекания химических реакций. Энтальпийный и энтропийный факторы процесса. Химическое равновесие и его основные признаки. Константа химического равновесия и ее связь с энергией Гиббса. Смещение химического равновесия. Скорость химической реакции, ее зависимости от природы веществ, концентрации и температуры. Константа скорости. Уравнение Аррениуса. Энергия активации химической реакции.

Растворы. Современные представления о природе растворов. Теория электролитической диссоциации. Ионное произведение воды и его зависимость от температуры.

Водородный показатель (pH), шкала pH. Сильные и слабые электролиты. Степень электролитической диссоциации. Константа диссоциации и ее связь с энергией Гиббса. Закон разбавления Оствальда. pH растворов сильных и слабых кислот и оснований. Буферные растворы. Равновесие в насыщенных растворах малорастворимых электролитов. Произведение растворимости. Гидролиз солей. Обратимый и необратимый гидролиз. Степень и константа гидролиза. Способы усиления и подавления гидролиза.

Общая характеристика металлов. Особенности строения электронной оболочки атомов металлов. "Металлическая" связь. Физические и химические свойства металлов. Строение, химические и физические свойства, соединений металлов, их реакционная способность. Проблема амфотерности. Распространенность металлов, формы их нахождения в природе. Общая
характеристика элементов подгруппы лития (щелочные металлы), меди, бериллия (щелочноземельные металлы), цинка, алюминия-скандия (редкоземельные элементы), галлия, титана, ванадия, мышьяка, хрома, марганца, элементов триады железа, платиновых металлов. Специфика свойств переходных металлов. Сплавы металлов.

Общая характеристика неметаллов Физические и химические свойства неметаллов в свободном состоянии. Основные типы химических соединений неметаллов с другими неметаллами и с металлами (тип связи, степень окисления, строение молекул и кристаллов, реакционная способность). Бинарные и более сложные формы соединений. Распространенность
неметаллов, формы нахождения их в природе. Выделение неметаллов в свободном состоянии (лабораторные и промышленные методы). Общая характеристика элементов подгруппы серы, подгруппы галогенов, благородных газов. Характеристика важнейших неметаллов - водорода,
кислорода, азота, фосфора, углерода, кремния, бора.

Раздел 2. Аналитическая химия

Химический анализ

Требования к реакциям, использующимся для обнаружения и разделения компонентов. Групповые реагенты и систематический анализ, специфические реагенты и дробный анализ. Существующие классификации катионов и анионов. Гравиметрический метод анализа. Методы определения. Использование реакций осаждения. Требования к форме осаждения и гравиметрической форме. Погрешности в гравиметрическом анализе.

Титриметрические методы анализа. Приемы титриметрических определений: прямое и обратное, косвенное титрование. Виды кривых титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Кислотно-основное титрование. Теоретические кривые титрования. Точка эквивалентности и скачок на кривой титрования. Кислотно-основные индикаторы и индикаторные погрешности. Комплексометрическое титрование. Металлохромные индикторы и требования, предъявляемые к ним. Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на

характер кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования, редокс индикаторы. Перманганатометрия. Иодометрия и иодиметрия.

Физико-химические методы анализа

Оптические методы анализа. Классификация спектроскопических методов. Методы атомной оптической спектроскопии. Атомно-эмиссионный метод. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Атомно-абсорбционный метод. Сравнение с атомно-эмиссионным методом. Молекулярная оптическая спектроскопия. Фотометрический и спектрофотометрические анализ. Основные принципы. Закон поглощения Бугера-Ламберта-Бера. Дифференциальный спектрофотометрический анализ. Погрешности в фотометрии. Флуориметрический анализ. Принцип метода, схема измерения интенсивности флуоресценции. Понятие о турбидиметрии и нефелометрии. Электрохимические методы анализа. Классификация. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Поляризационные кривые и их использование в электрохимических методах. Кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Сущность методов, области
применения. Потенциометрия. Прямая потенциометрия и потенциометрическое титрование. Ионометрия. Ионоселективные электроды. Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе
титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Использование реакций кислотно-основных, осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления. Вольтамперометрия. Классификация вольтамперометрических методов. Полярография. Характеристики вольтамперной кривой − полярограммы. Качественный и количественный полярографический анализ. Амперометрическое титрование. Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Виды кривых титрования. Кулонометрия и кулонометрическое титрование. Теоретические основы метода. Закон Фарадея. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Хроматографические методы анализа. Основные понятия и термины. Теории хроматографии и размывание пиков. Общие подходы к оптимизации процесса хроматографического разделения веществ. Классификация хроматографических методов. Газо-жидкостная хроматография.

Раздел 3. Органическая химия

Функциональные группы, классы органических соединений. Природа ковалентной связи. Электронные эффекты. Резонансная стабилизация молекул и интермедиатов. Кислоты и основания в органической химии. Углеводороды. Изомерия, номенклатура строение. Реакции алканов. Механизм реакций, реакционная способность. Стереоизомерия. Оптическая изомерия и оптическая активность соединений. Циклоалканы. Реакции циклоалканов. Особенности реакций малых циклов. Алкены. Реакции электрофильного присоединения алкенов. Правило Марковникова и его объяснение. Свободнорадикальное присоединение галогенов и бромоводорода. Аллильное галогенирование. Гомогенное и гетерогенное гидрирование. Алкины. Реакции алкинов. СН-Кислотность. Ацетилениды, строение и свойства. Реакции электрофильного и нуклеофильного присоединения, их механизмы. Окисление, восстановление, гидрирование

алкинов. Алкадиены и полиены. Алкадиены с сопряженными двойными связями. Реакции 1,3-
алкадиенов. Особенности реакций присоединения: 1,2-(прямое) и 1,4- (сопряженное) присоединение. Механизмы реакций, кинетический и термодинамический контроль. Перициклические реакции. Циклоприсоединение: циклодимеризация алкенов, реакции Дильса-Альдера. Ароматические соединения (арены). Ароматический характер бензола. Энергия сопряжения,
критерии ароматичности. Реакции электрофильного замещения бензола. Строение π- и σ- комплексов. Влияние заместителей в бензольном кольце на направление и скорость реакций электрофильного замещения. Понятие о металлорганических соединениях. Характеристика связей углерод-элемент в зависимости от положения элемента в Периодической системе элементов. Реакция Гриньяра и ее механизм. Комплексы переходных металлов. Строение комплексов. Типы превращения комплексов переходных металлов. Их роль в катализе органических реакций. Галогенпроизводные углеводородов. Реакции нуклеофильного замещения и отщепления. Ароматические галогенопроизводные. Спирты. Фенолы. Простые эфиры. Эпоксисоединения. Строение, изомерия, номенклатура спиртов. Химические свойства. Образование алкоголятов, их строение и свойства. Основность и нуклеофильность спиртов. Получение сложных эфиров органических и неорганических кислот. Окисление и дегидрирование. Фенолы: строение, изомерия, номенклатура. Кислотность и реакции гидрокси группы. Реакции алкилирования и ацилирования. Реакции ароматического
ядра: галогенирование, нитрование, сульфирование, нитрозирование. Взаимодействие с формальдегидом. Гидрирование и окисление фенолов. Строение, изомерия, номенклатура простых эфиров. Способы получения. Основность. Реакции расщепления. Строение, изомерия и номенклатура нитросоединений. Реакции со щелочами. Строение солей. Ароматические нитросоединения. Реакции восстановления. Амины: строение, изомерия,
номенклатура. Основность, реакций с кислотами. Алкилирование и ацилирование. Четвертичные аммониевые соли и основания: строение, свойства. Особенности реакций электрофильного замещения в ароматических аминах. Реакции аминов с азотистой кислотой. Диазосоединения. Альдегиды и кетоны: строение, изомерия, номенклатура. Химические свойства. Основность. Реакции нуклеофильного присоединения. Восстановление до спиртов и углеводородов. Реакции ароматических альдегидов и кетонов с участием ароматического ядра. Углеводы. Классификация и номенклатура. Строение, конфигурация и конформация. Биологическая функция углеводов. Строение, изомерия, номенклатура одноосновных карбоновых кислот. Химические свойства. Реакции с нуклеофильными реагентами. Образование галогенангидридов. Восстановление. Реакции декарбоксилирования. Функциональные производные карбоновых кислот. Дикарбоновые кислоты, номенклатура и свойства. Гетероциклические соединения. Классификация. Пятичленные и шестичленные гетероциклические соединения: фуран, пиррол, тиофен, пиридин, хинолин. Пространственное и электронное строение. Ароматичность. Реакции электрофильного и нуклеофильного замещения.

Раздел 4. Физическая химия

Первый закон термодинамики. Теплоемкость веществ и ее зависимость от температуры. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры, уравнение Кирхгофа. Второй закон термодинамики. Энтропия как критерий равновесия и направления самопроизвольного процесса в изолированных системах. Постулат Планка. Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса как критерии направления и предела протекания процессов. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Химический потенциал компонента системы. Условия равновесия и самопроизвольного протекания процесса в системах переменного состава. Химическое равновесие. Закон действующих масс. Константа химического равновесия. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа. Химическое сродство. Влияние температуры на константу химического равновесия. Уравнение изобары и изохоры химической реакции Вант-Гоффа. Методы расчета констант химического равновесия. Фазовое равновесие. Правило фаз Гиббса. Диаграмма фазовых равновесий для однокомпонентной системы. Тройная и критическая точки. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Растворы неэлектролитов. Идеальные растворы, закон Рауля. Предельно разбавленные растворы, закон Генри. Неидеальные (реальные) растворы. Положительные и отрицательные отклонения от закона Рауля. Активность и коэффициент активности. Разбавленные растворы нелетучих веществ в летучих растворителях. Осмос, осмотическое давление. Диаграммы фазового равновесия в бинарных системах. Законы Гиббса-Коновалова. Азеотропия. Правило рычага. Термический анализ. Системы с ограниченной и неограниченной растворимостью компонентов в твердой фазе, диаграммы плавкости. Растворы электролитов. Активности и коэффициенты активности электролита и ионов в растворе. Основные положения электростатической теории сильных электролитов Дебая-Хюккеля, предельный закон Дебая-Хюккеля. Удельная и молярная электрические проводимости, их зависимость от концентрации, температуры и природы растворителя. Предельные молярные электропроводности ионов. ЭДС и электродные потенциалы. Двойной электрический слой. Электродвижущая сила гальванического элемента. Уравнение Нернста. Электроды первого и второго рода, газовые, окислительно-восстановительные. Уравнение Нернста для потенциала электродов различного вида. Типы гальванических элементов. Основные понятия химической кинетики: скорость химической реакции, молекулярность, частный и общий порядок реакции. Реакции нулевого, первого и второго порядков.

Дифференциальные и интегральные методы определения порядка реакции. Сложные реакции. Влияние температуры на скорость химической реакции, приближенное правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса в дифференциальной и интегральной форме. Фотохимические реакции. Механизм активации. Первичные и вторичные фотохимические процессы. Квантовый выход. Цепные реакции, примеры реакций, протекающих по цепному механизму. Особенности и основные стадии цепных реакций. Неразветвленные и разветвленные цепные реакции. Гомогенный и гетерогенный катализ. Автокатализ. Селективность действия катализатора. Каталитическая активность. Гетерогенный катализ. Скорость гетерогенно-каталитической
реакции. Типы гетерогенных катализаторов.

Раздел 5. Коллоидная химия
Термодинамика поверхностных явлений

Классификация дисперсных систем. Общая характеристика поверхностной энергии. Поверхностное натяжение. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Правило фаз Гиббса и дисперсность. Влияние кривизны поверхности на внутреннее давление тел. Капиллярные явления. Влияние дисперсности на растворимость, константу равновесия
химической реакции, температуру фазового перехода. Методы получения дисперсных систем. Гомогенная и гетерогенная конденсация.

Адсорбционные равновесия

Природа адсорбционных сил. Адсорбция газов и паров на однородной поверхности. Адсорбция газов и паров на пористых материалах. Классификация пор. Адсорбция на микропористых материалах. Характеристическая кривая адсорбции. Адсорбция поверхностно- активных веществ. Ионообменная адсорбция. Классификация ионитов и методы их получения. Основные физико-химические характеристики ионитов.

Электрические явления на поверхности

Механизмы образования двойного электрического слоя (ДЭС). Уравнения Липпмана. Электрокапиллярные кривые. Теории строения ДЭС. Уравнение Пуассона-Больцмана для диффузной части ДЭС. ДЭС по теории Штерна, перезарядка поверхности. Электрокинетические явления, электрокинетический потенциал. Уравнение Гельмгольца- Смолуховского для электроосмоса и электрофореза. Поверхностная проводимость, электрофоретическое торможение, релаксационный эффект.

Кинетические и оптические свойства дисперсных систем

Связь скорости осаждения частиц с их размером. Седиментационный анализ полидисперсных систем. Кривые распределения частиц по размерам. Природа броуновского движения. Следствия из теории броуновского движения. Оптические свойства дисперсных систем. Динамическое светорассеяние.

Агрегативная устойчивость и коагуляция дисперсных систем

Седиментационная и агрегативная устойчивости систем. Лиофильные и лиофобные системы. Критерий лиофильности по Ребиндеру-Щукину. Лиофильные дисперсные системы. Классификация поверхностно-активных веществ (ПАВ). Термодинамика и механизм мицеллообразования. Строение мицелл ПАВ. Солюбилизация. Критическая концентрация
мицеллообразования, методы ее определения. Лиофобные дисперсные системы. Факторы устойчивости лиофобных систем. Быстрая и медленная коагуляция. Кинетика коагуляции по Смолуховскому. Зависимость числа частиц разного порядка от времени. Основные положения теории Дерягина, Ландау, Фервея, Овербека (ДЛФО). Расклинивающее давление и его
составляющие. Потенциальные кривые взаимодействия частиц. Нейтрализационная и концентрационная коагуляция.

Структурообразование и структурно-механические свойства дисперсных систем

Типы структур, образующихся в дисперсных системах. Взаимосвязь между видом потенциальной кривой взаимодействия частиц (по теории ДЛФО) и типом возникающих структур. Коагуляционно-тиксотропные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Реологический метод исследования дисперсных систем. Основные понятия и идеальные законы реологии.

Моделирование реологических свойств тел. Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам. Вязкость жидких агрегативно устойчивых дисперсных систем. Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем.

Литература

Основная литература

1. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. М.: Химия. 2018.
2. Аналитическая химия. Химические методы анализа. Учебник для вузов/ Под ред. О.М. Петрухина,- 2-ое изд. -М.: ООО Путь, ООО ИД АЛЬЯНС, 2016. 400 с.
3. Травень В.Ф. Органическая химия. Т. 1-3. М. Изд-во «БИНОМ», 2013.
4. Вишняков А.В., Кизим Н.Ф. Физическая химия. М.: Химия, 2012, 840 с.
5. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. М. : ООО ТИД «Альянс», 2009. 464 с.

Дополнительная литература

1. Третьяков Ю.Д., Мартыненко Л.И., Григорьев А.Н., Цивадзе А.Ю. Неорганическая химия. М.: Химия, 2006. т. 1, 2.
2. Попков В.А., Пузаков С.А. Общая химия. Учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2009.
3. Марч Дж. Органическая химия. М.; Мир, 1987. Т.1. 381с.; Т.II. 502с.; Т.Ш. 459с.; Т. IV.464с.
4. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М.: Высшая школа, 2009. 479 с.
5. Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М. : Высшая школа, 2007. - 444 с.

Рассмотрена и рекомендована на заседании кафедры химии

Протокол № 4 от 23 ноября 2023г.

Зав. кафедрой химии Кузнецов С.В.