

НАО «ШӘКӘРІМ УНИВЕРСИТЕТ»		
Документ СМК 4 уровня	Редакция № 1 от 02.03.2026 г.	ФП 042-2.07-2026
Программа вступительных экзаменов в PhD- докторантуру		

Исследовательская школа физических и химических наук

Кафедра «Химия и экология»

**ПРОГРАММА**  
**вступительных экзаменов в PhD-докторантуру**  
**по группе образовательных программ**  
**D089 Химия**

Семей – 2026 г.

**1 РАЗРАБОТАНО**

Составители:

Л.К. Оразжанова, ассоциированный профессор, к.х.н. Ораз «10» 02 2026 г.Ж.С. Касымова, доцент, к.б.н. Касым «10» 02 2026 г.**2 ОБСУЖДЕНО**

На заседании кафедры «Химия и экология»

Протокол № 7 от «10» 02 2026 г.

Заведующей кафедры А.Н. Сабитова «10» 02 2026 г. А.Н. Сабитова  
(подпись)**3 СОГЛАСОВАНО**Руководитель ЦПАНК Касым «02» 03 2026 г. С.К. Касымов  
(подпись)**4 УТВЕРЖДЕНО**Член Правления –  
проректор по наукеЖ. Қалибекқызы «02» 03 2026 г. Ж. Қалибекқызы  
(подпись)

## 1. Введение

Программа вступительного экзамена по специальной дисциплине докторантуры сформирована в объеме программы предшествующей ступени высшего образования (магистратура).

Основные требования к уровню подготовки специалистов по группе образовательных программ D089 Химия

**Поступающий в докторантуру должен :**

**иметь представление:**

- о роли науки и образования в общественной жизни;
- о современных тенденциях в развитии научного познания;
- об актуальных методологических и философских проблемах естественных (социальных, гуманитарных, экономических) наук;
- о процессах и закономерностях химической науки;

**знать:**

- основы гуманитарных и социально-экономических наук, способен анализировать социально-значимые проблемы и процессы;
- правовые и этические нормы, регулирующие отношения человека к человеку, обществу, окружающей среде в приложении к профессиональной деятельности;
- теорию и сущность экономических процессов, направление развития современной экономики;
- знает основные учения в области гуманитарных и социально-экономических наук и с учетом требований рынка труда и работодателя умеет использовать методы этих наук в различных видах профессиональной деятельности
- теоретические и практические основы неорганической химии, качественного и количественного анализа, химии органических соединений, физической химии, химической технологии, физических методов исследования, квантовой механики, компьютерной химии;
- состав и строение химических соединений, механизмы реакций, строение вещества, методы синтеза неорганических и органических веществ, высокомолекулярных соединений, биологически активных веществ;

**уметь:**

- ставить цель и формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций в области химии;
- на научной основе организовать свой труд;
- самостоятельно приобретать новые знания в области химии;
- использовать современные научные методы исследования для задач, возникающих в профессиональной деятельности;
- использовать полученные знания для оригинального развития и применения идей в контексте научных исследований;
- применять интерактивные методы обучения;
- креативно мыслить и творчески подходить к решению новых проблем и ситуаций.

**иметь навыки:**

- научно-исследовательской деятельности, решения стандартных научных задач;
- использования современных информационных технологий в образовательном процессе;
- профессионального общения и межкультурной коммуникации;
- ораторского искусства, правильного и логичного оформления своих мыслей в устной и письменной форме;

**быть компетентным:**

- в области методологии научных исследований;
- в вопросах современных образовательных технологий;
- в выполнении научных проектов и исследований в профессиональной области;
- в способах обеспечения постоянного обновления знаний, расширения профессиональных навыков и умений.

Вступительный экзамен в докторантуру проводится в письменном или компьютерном формате в соответствии с Типовым правилом приема на обучение в организации образования, реализующей образовательные программы высшего и послевузовского образования, утвержденным приказом Министра образования и науки Республики Казахстан от 31 октября 2018 года № 600.

## 2. Наименование дисциплины и их основные разделы

### **Теория и проблемы физической химии**

Теоретические и практические основы достижений современной физической химии, необходимые для изучения сложных многокомпонентных систем. Возможности использования математических знаков и модели для изучения термодинамических и кинетических реакций и фазовых превращений.

Основные постулаты статистической термодинамики. Статистическая механика и статистическая термодинамика. Микро- и макросостояние системы. Расчет термодинамической вероятности методом Больцмана. Распределение молекул по энергиям. Статистическая сумма. Сумма по состояниям и ее связь с термодинамическими функциями. Поступательная сумма по состояниям. Вращательная сумма по состояниям. Колебательная сумма по состояниям. Электронные и ядерные суммы по состояниям.

Основные понятия и определения термодинамики неравновесных процессов. Открытые и закрытые системы. Возникновение энтропии в открытых системах. Непрерывные системы. Материальный и энергетический баланс. Применение законов неравновесной термодинамики для химических реакций.

Развитие представлений о механизме образования растворов. Химическое взаимодействие как основное условие устойчивости растворов электролитов. Энергия кристаллической решетки. Модель Борна и уравнения Капустинского для

вычисления энергии кристаллической решетки. Термодинамический цикл Борна-Габера.

Сольватация (гидратация) ионов. Модель Борна и термодинамический цикл Борна-Габера для расчета энергии сольватации. Тепловой эффект сольватации. Уравнение Борна-Бьеррума для вычисления энергии сольватации. Реальная и химическая энергия сольватации. Зависимость теплоты сольватации (гидратации) ионов от его свойств: ионного радиуса, заряда, химической природы.

Основные термодинамические свойства ионов. Стандартная энтальпия образования иона в растворе. Стандартная энергия Гиббса образования иона в растворе. Стандартная энтропия образования иона в растворе. Термодинамика ионной сольватации.

Результаты ранних наиболее важных работ в теории сильных электролитов: теория Мильнера, Гхоша, Бьеррума. Термодинамическое описание ион-ионного взаимодействия в работах Льюиса и Рендалла.

Динамика развития теории сильных электролитов Дебая-Хюккеля. Анализ уравнений I, II и III приближения. Уравнения Гюнтельберга, Гюггенгейма и Девиса для расчета средне-ионного коэффициента активности. Применение теории Дебая-Хюккеля к растворам слабых электролитов.

Средне-ионные коэффициенты активности электролитов и влияние различных факторов на их значения. Энергия взаимодействия иона с ионной атмосферой, радиус ионной атмосферы.

Ионная ассоциация в растворах электролитов. Влияние ионной ассоциации на равновесие в растворах электролитов. Влияние ионной силы раствора на скорость ионных реакций. Электрохимические свойства полиэлектролитов. Равновесные концентрации и активность. Химическое взаимодействие как мера отклонения от основных теоретических зависимостей.

Теоретическая интерпретация электропроводности электролитов. Связь электропроводности со свойствами электролитов и природой растворителя. Зависимость подвижностей, эквивалентной электропроводности и чисел переноса от концентрации в рамках теории Дебая-Хюккеля-Онзагера. Гидродинамическая и кинетическая теории электропроводности. Электропроводность неводных растворов электролитов и некоторых других систем. Диффузия в растворах электролитов. Стационарная и нестационарная молекулярная диффузия. Диффузионный потенциал. Уравнение Нернста-Эйнштейна. Электропроводность расплавов и твердых электролитов.

Электрохимический потенциал. Причины возникновения электродного потенциала. Теории электродного потенциала. Термодинамический вывод уравнения Нернста. Факторы, оказывающие влияние на величину электродного потенциала. Равновесный, компромиссный (стационарный), смешанный потенциал. Классификация электродов: электроды I, II, III рода, индикаторные электроды, электроды сравнения. Электрохимия мембран. Ионселективные электроды. Потенциометрия, ее разновидности. Термодинамика гальванического элемента, уравнение Гиббса-Гельмгольца. Использование ЭДС для определения физико-

химических величин: коэффициента активности, констант равновесий ионных реакций, чисел переноса.

### **Теоретические аспекты неорганической и координационной химии**

Понятие о неорганических и координационных соединениях. Терминология неорганической и координационной химии. Номенклатура неорганических и координационных соединений. Теории неорганической и координационной химии. Координационная теория Вернера. Методы неорганической и координационной химии.

Классификация неорганических и комплексных соединений.

Классификация комплексных соединений по типу центрального атома, по устойчивости комплексов, по типу координируемых лигандов, по специфике строения, по характеру связывания.

Ионно-ковалентные и электростатические представления. Ионная связь. Ковалентная связь. Размер ионов. Ионные и кристаллические радиусы. Концепция эффективного атомного номера. Энергия кристаллической решетки. Теория отталкивания электронных пар валентной оболочки. Алгоритм расчета по теории Гиллеспи. Достоинства и недостатки электростатических теорий. Классическая теория химического строения. Постулаты классической теории. Критерий существования молекулы. Валентность.

Квантово-механические модели. Метод валентных схем (валентных связей). Теория кристаллического поля. «Кристаллические» поля. Энергии стабилизации кристаллическим полем. Теория поля лигандов.

Геометрия неорганических и координационных соединений. Изомерия неорганических и координационных соединений. Типы изомерии координационных соединений: гидратная, ионизационная (в т.ч. координационная полимерия), структурная, изомерия связи, геометрическая, оптическая, конформационная. Влияние типа изомерии координационного соединения на его физико-химические свойства.

Сtereoхимия комплексных соединений. Эффекты Яна-Теллера. Геометрия координационных полиэдров и их форма. Факторы, влияющие на строение координационных полиэдров. Стерические эффекты. Природа центрального атома и лигандов. Структура координационных соединений непереходных элементов. Щелочные и щелочноземельные металлы как комплексообразователи. Типы образуемых комплексов и их устойчивость. Координационные соединения р-элементов.

Устойчивость координационных соединений. Комплексные соединения в растворах. Прямая и обратная задачи теории химических равновесий в растворе. Константы устойчивости: математическое моделирование. Энтальпийный и энтропийный вклады в константы устойчивости. Закономерности в устойчивости координационных соединений. Особенности комплексообразования редкоземельных элементов (РЗЭ). Закономерности изменения устойчивости и строения координационных соединений в ряду РЗЭ, роль «лантаноидного» сжатия.

Внешнесферные катионы и устойчивость твердых комплексных соединений. Модель «взаимного влияния». Термическая устойчивость комплексных соединений.

Реакционная способность координационных соединений. Описание реакционной способности. Общее теоретическое описание химического взаимодействия. Свойства потенциальных поверхностей. Симметрия и направление реакций. Теория взаимного влияния.

Кисотно-основные превращения координационных соединений. Кисотно-основные свойства комплексных соединений. Концепция кислот и оснований Льюиса. Теория жестких и мягких кислот и оснований. Льюисовская кислотность в реакциях фторидов ксенона.

Окислительно-восстановительные реакции координационных соединений. Классификация окислительно-восстановительных реакций. Внешнесферный механизм. Теория Маркуса-Хаша. Перекрестное соотношение Маркуса. Внутрисферный механизм. Специальные окислительно-восстановительные реакции.

Влияние среды на скорость химических реакций. Классификация растворителей. Координационные свойства растворителей. Донорная сила растворителя. Образование комплексов в растворах. Описание редокс-реакций в растворителе. Взаимодействие ионов с растворителем. Перенос электрона. Реакции «перезарядки». Реакции с изменением координационной сферы комплекса. Гетерогенные реакции. Реакции окислительного фторирования.

Методические особенности исследования координационных соединений. Теоретическое и экспериментальное использование физических методов исследования. Методические особенности исследования химической индивидуальности твердых комплексов и растворных систем. Химические и физические методы состояний окисления центрального иона.

Основы синтеза координационных соединений. Стратегия синтеза координационных соединений. Прямые и косвенные пути синтеза. Термодинамически и кинетически контролируемые реакции синтеза. Примеры синтеза координационных соединений с монодентатными, хелатными и макроциклическими лигандами. Особенности синтеза полиядерных соединений. Темплатный синтез комплексных частиц. Методы синтеза, связанные с замораживанием равновесий комплексообразования. Окисление или восстановление доминирующего комплекса в системе комплексных частиц.

Прикладные аспекты координационной химии. Координационные соединения в живых организмах. Биометаллы, их краткая характеристика. Понятие о биокоординационной химии. Биоконплексы и биокластеры. Биоконплексы с анионами неорганических кислот. Биоконплексы с аминокислотами и белками. Биоконплексы с порфиринами. Токсичность металлов: роль комплексообразования. Основные аспекты применения координационных соединений. Комплексные соединения платины как противоопухолевые препараты. Проблемы разработки лекарственных форм на их основе. Применение летучих координационных соединений в технологии получения материалов из газовой фазы (MOCVD). Основные разновидности материалов, получаемых по технологии CVD.

Перспективы применения гетероядерных соединений при синтезе многокомпонентных материалов. Особенности различных способов перевода комплексных соединений в пар, выбор оптимального способа в соответствии с природой комплекса. Комплексы в гальванопластике, аналитической химии и др. областях.

### **Современные проблемы органической химии**

Современное состояние теории органического строения. Классификация реакций и реагентов. Основность, нуклеофильность, электрофильность, кислотность.

Электронные эффекты в молекулах органических соединений. Факторы, определяющие реакционную способность молекул. Полярность, поляризуемость молекул.

Гибридизация и форма многоатомных органических молекул. Спаривание атомных орбиталей. Многоструктурное описание электронного строения молекул.

Внутри- и межмолекулярные взаимодействия. Электрические свойства и межмолекулярные силы. Теория смещения электронных пар. Индуктивный эффект и эффект поля. Мезомерный эффект. Мезомерный эффект фенильной группы, галогенов. Гиперконъюгация или сверхсопряжение, как внутримолекулярное  $\sigma$ ,  $\pi$ -возмущение. Мезомерия в органических красителях и пигментах. Статические и динамические электронные эффекты.

Возмущение молекулярных орбиталей. Равновесие молекула-димер. Водородная связь. Донорно-акцепторные комплексы. Теория возмущений молекулярных орбиталей.

Молекулярные  $\pi$ -орбитали. Графическое построение  $\pi$ -орбиталей.  $\pi$ -системы:  $\pi$ -системы, содержащие гетероатом. Альтернативные углеводороды и их особенности. Циклические  $\pi$ -системы. Молекулярные  $\sigma$ -орбитали. Орбитали фрагментов молекул и их использование. Плоский метан

Свободные радикалы. Алкильные радикалы, строение и основные способы генерирования. Обнаружение и установление строения свободных радикалов. Основные радикальные реакции, рекомбинация, диспропорционирование. Окисление и восстановление свободных радикалов. Цепной механизм и его ключевые стадии. Стабильные радикалы трифенилметанового ряда. Бирадикалы и их роль в фотохимических реакциях.

Карбокатионы. Карбониевые и карбениевые ионы. Карбокатионы в газовой фазе и в растворах. Факторы, влияющие на стабильность карбокатионов. Неклассические карбокатионы.

Карбанионы. Получение карбанионов в растворах в суперосновных средах. Факторы, влияющие на стабильность карбанионов

Кислоты и основания Льюиса. Жесткие и мягкие кислоты и основания. Применение принципа ЖМКО. Теоретическое обоснование принципа ЖМКО.

Кислоты и основания Бренстеда. Сравнение кислотности и основности в разных растворителях. Общий кислотный и общий основной катализ с медленным

переносом протона. Общий кислотный и общий основной катализ с быстрым переходом протона.

Алифатическое нуклеофильное замещение. Механизмы  $S_N1$  и  $S_N2$ . Экспериментальные доказательства. Ионные пары. Стереохимия  $S_N1$  и  $S_N2$ . Пограничная область. Сольволиз алкильных субстратов. Влияние структуры и растворителя на механизм: структура субстрата, уходящая группа, нуклеофил. Амбидентные нуклеофилы. Механизм  $S_N1$ .

Реакции элиминирования. Характеристик  $E_1$  и  $E_2$  механизмов. Стереохимия. Правила Зайцева и Гофмана. Геометрическая ориентация. Баланс между элиминированием и замещением.

Алифатическое электрофильное замещение. Реакции  $S_E1$  и  $S_E2$ . Уходящая группа. Стереохимия реакций. Нуклеофильное содействие в электрофильном замещении.

Присоединение по двойным  $C=C$  связям. Электрофильное присоединение. Свободнорадикальное присоединение. Нуклеофильное присоединение. Присоединение по карбонильной группе и родственные реакции. Простое присоединение, кислотно-основной катализ. Присоединение с замещением, присоединение с элиминированием. Альдольные конденсации. Гидролиз эфиров карбоновых кислот.

Ароматическое электрофильное замещение. Природа электрофила. Ориентация, реакционная способность.  $\pi$ -,  $\sigma$ -комплексы. Реакции электрофильного замещения: нитрование, галогенирование, сульфирование, азосочетание, реакции Фриделя-Крафтса. Характер действующего реагента при нитровании и галогенировании ароматических соединений. Результаты кинетического и химического исследований нитрования и галогенирования. Влияние заместителей на относительное количество образующихся изомеров.

Ароматическое нуклеофильное замещение. Механизм  $S_N2(ar)$ . Комплекс Мейзенгеймера. Эффекты уходящей группы. Активирующие группы. Нуклеофильность механизм  $S_N1(ar)$ . Разложение солей. Ариновый механизм.

Ароматическое гомолитическое замещение. Реакции алкилирования, арилирования и гидроксирования. Ориентация в реакциях арилирования.

Хиральные молекулы. Типы хиральности. Конфигурация и конформация. Абсолютная и относительная конфигурация. Проекция Фишера. Система Канна - Ингольда - Прелога. Энантиомерные и диастереомерные конформации. Энантиотопные и диастереотопные отношения атомов и групп. Конформация ациклических молекул. Конфигурации и конформации циклических молекул. Устойчивость циклических молекул. Конформационное равновесие.

### **Избранные главы аналитической химии**

Химическое равновесие. Константа химического равновесия. Виды констант равновесия: термодинамическая, концентрационная, условная, смешанная константы. Их взаимосвязь и факторы, влияющие на значение каждой из них.

Теории кислот и оснований. Теория Аррениуса, теория Льюиса, теория Бренстеда, теория Усановича. Преимущества и недостатки теорий. Сравнение классических и современных представлений о кислотах и основаниях.

Количественная теория Бренстеда. Вывод уравнения Бренстеда. Константы двойного протолитического равновесия. Константа собственной кислотности, собственной основности. Следствия из уравнения Бренстеда. Зависимость константы диссоциации кислоты от собственной кислотности, от величины диэлектрической проницаемости растворителя, зарядного типа кислоты (катионных кислот и незаряженных кислот).

Влияние растворителей на силу кислот и оснований. Классификация растворителей по кислотно-основным свойствам: протонные, апротонные растворители. Протогенные, протофильные и амфипротонные растворители. Нивелирующее и дифференцирующее действие растворителей на силу растворенных кислот и оснований.

Кислотность неводных растворов. Определение рН в неводных и смешанных растворителях. Шкала рН в неводных растворителях. Стандартизация рН в неводных растворителях. Сравнение рН в различных растворителях. Единая шкала кислотности. Метод Гаммета для определения кислотности. Функция Гаммета для незаряженных и заряженных кислот. Недостатки метода Гаммета.

Растворы сильных кислот. Расчет рН для концентрированных растворов сильных кислот. Расчет рН для средних кислот, для сильно разбавленных растворов сильных кислот.

Растворы кислот средней силы. Растворы кислот средней силы. Расчет рН для незаряженных и заряженных кислот средней силы, для растворов многоосновных кислот средней силы.

Расчет рН для растворов амфолитов. Амфолиты, из разновидности. Особенности расчета рН в растворах амфолитов.

Графические методы описания для кислотно-основных систем. Графические методы описания равновесий: распределительные диаграммы (РД), концентрационно-логарифмические диаграммы (КЛД). Распределительные диаграммы для кислотно-основных систем. Расчеты и построение диаграммы для одно-, двухосновных слабых кислот. Концентрационно-логарифмические диаграммы кислотно-основных систем, их построение и наглядность.

Способы графического анализа окислительно-восстановительных систем.

Распределительные диаграммы для окислительно-восстановительных систем, построение распределительных диаграмм в определенном интервале потенциала. Концентрационно-логарифмические диаграммы для окислительно-восстановительных систем, характеристическая точка, построение концентрационно-логарифмических диаграмм. Диаграмма E -рН.

Равновесие при комплексообразовании. Функция образования комплексных соединений. Степень образования комплексных соединений. Расчет молекулярной доли комплексной частицы. Кривые образования комплексных соединений. Распределительные диаграммы для комплексных соединений.

Процессы осаждения. Растворимость осадков. Растворимость, собственная растворимость, произведение растворимости. Влияние ионной силы, общего иона, рН на растворимость. Влияние комплексообразования, гидролиза на растворимость осадков

### 3. Список рекомендуемой литературы

#### Основная литература

1. Стромберг, А.Г. Физическая химия: учебник / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. – шестое издание, стереотипное. – Москва: Высшая школа, 2006. – 527 страниц.
2. Зимон, А.Д. Физическая химия: учебник / А.Д. Зимон. – Москва: Агар, 2003. – 316 страниц.
3. Эткинс, П. Физикалық химия: оқулық / П. Эткинс, Дж. Де Паула; қазақ тіліне аударғандар: Г.Х. Шабиқова, А.С. Тусупбекова. – Алматы: Полиграфкомбинат, 2012. – Том 1: Тепе-теңдік термодинамика. – 594 бет.
4. Кругляков, П.М. Физическая и коллоидная химия: учебное пособие / П.М. Кругляков, Т.Н. Хаскова. – второе издание, исправленное. – Москва: Высшая школа, 2007. – 319 страниц.
5. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений: учебник и задачник для бакалавриата и магистратуры / Ю.М. Киселев. – Москва: Издательство Юрайт, 2014. – 657 страниц. – Электронный ресурс: <https://biblio-online.ru>.
6. Киселев, Ю.М. Химия координационных соединений: учебное пособие / Ю.М. Киселев, Н.А. Добрынина. – Москва: Академия, 2007. – 352 страницы.
7. Скопенко, В.В. Координационная химия / В.В. Скопенко, А.Ю. Цивадзе, Л.И. Савранский, А.Д. Гарновский. – Москва: ИКЦ Академкнига, 2007. – 488 страниц.
8. Соколов, М.Н. Координационная химия. Часть 1. Электронное строение, устойчивость, механизмы реакций, неводные растворители: учебное пособие / М.Н. Соколов, А.Л. Гуцин, Д.Г. Самсоненко. – Новосибирск: Издательство Новосибирского государственного университета, 2011; 2013. – 161 страница; 194 страницы.
9. Гельфман, М.И. Неорганическая химия. Комплексные соединения: учебное пособие / М.И. Гельфман, В.П. Юстратов. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2004. – 112 страниц.
10. Бруис, П.Ю. Органикалық химия негіздері. 1-бөлім: оқулық / П.Ю. Бруис. – Алматы: Полиграфкомбинат, 2013. – 420 бет.
11. Сейітжанов, Ә.Ф. Органикалық химия: оқулық / Ә.Ф. Сейітжанов. – Алматы: Print-S, 2005. – 446 бет.
12. Травень, В.Ф. Органическая химия. Том 1 / В.Ф. Травень. – Москва: Академкнига, 2008. – 727 страниц.
13. Травень, В.Ф. Органическая химия. Том 2 / В.Ф. Травень. – Москва: Академкнига, 2008. – 582 страницы.
14. Белобородов, В.Л. Органическая химия. Книга 1 / В.Л. Белобородов, С.Э. Зурабян, А.П. Лузин, Н.А. Тюкавкина. – Москва: Дрофа, 2008. – 638 страниц.

15. Реутов, О.В. Органическая химия: в четырех книгах / О.В. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. – Москва: Лаборатория знаний, 2004.
16. Илиэл, Э. Основы стереохимии / Э. Илиэл. – Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2005.
17. Илиэл, Э. Основы органической стереохимии / Э. Илиэл, С. Вайден, М. Дойл. – Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2007. – 703 страницы.
18. Ли, Дж. Дж. Именные реакции. Механизмы органических реакций / Дж. Дж. Ли. – Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2006. – 456 страниц.
19. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. В двух томах. Том 1: учебник / под редакцией А.А. Ищенко. – Москва: Академия, 2010. – 352 страницы.
20. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. В двух томах. Том 2: учебник / под редакцией А.А. Ищенко. – Москва: Академия, 2010. – 412 страниц.
21. Кристиан, Г. Аналитическая химия. В двух томах. Том 1: учебное издание / Г. Кристиан; перевод с английского В.А. Гармаша, Н.В. Колычевой, Г.В. Прохоровой. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 623 страницы.
22. Кристиан, Г. Аналитическая химия. В двух томах. Том 2: учебное издание / Г. Кристиан; перевод с английского В.А. Гармаша, Е.Э. Григорьевой, А.В. Ивановой и других. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 504 страницы.
23. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика. В двух книгах. Книга 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ: учебник / Ю.Я. Харитонов. – третье издание, стереотипное. – Москва: Высшая школа, 2005. – 615 страниц.
24. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика. В двух книгах. Книга 2. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа: учебник / Ю.Я. Харитонов. – третье издание, исправленное. – Москва: Высшая школа, 2005. – 559 страниц.
25. Аналитическая химия. В трех томах. Том 1. Методы идентификации и определения веществ: учебник / А.А. Белюстин и другие; под редакцией Л.Н. Москвина. – Москва: Академия, 2008. – 576 страниц.
26. Аналитическая химия. В трех томах. Том 2. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа: учебник / И.Г. Зенкевич и другие; под редакцией Л.Н. Москвина. – Москва: Академия, 2008. – 304 страницы.
27. Аналитическая химия. В трех томах. Том 3. Химический анализ: учебник / И.Г. Зенкевич и другие; под редакцией Л.Н. Москвина. – Москва: Академия, 2010. – 368 страниц.
28. Дорохова, Е.Н. Задачи и вопросы по аналитической химии / Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. – Москва: Мир, 2001.

**Дополнительная литература**

1. Минаев, Ю. А. Физикалық химия: ерітінділердің термодинамикалық теориясы : термодинамическая теория растворов / Ю. А. Минаев, К. Ж. Симбинова. - Алматы : Рауан, 1991 - 2-бөлім. - 171 с.
2. Минаев, Ю. А. Физикалық химия: химиялық термодинамика : химическая термодинамика / Ю. А. Минаев, К. Ж. Симбинова. - Алматы : Рауан, 1991 - 1-бөлім. - 205 с.
3. Краснов, К.С. Физическая химия. / К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев. - М.: Высшая школа. – 1995. – Т.2. -512 с.
4. Жаңабаев, Б. Физикалық химия / Жаңабаев Б, Өтелбаев Б. - Алматы : Республикалық баспа кабинеті, 1994. - 236 с.
5. Қоқанбаев, Ә. Физикалық химияның қысқаша курсы : оқу құралы / Қоқанбаев Ә. - Алматы : Білім, 1996. - 224 с.
6. Нухұлы, А. Химиялық термодинамикадан қысқаша мағлұматтар : оқу құралы / А. Нухұлы. - Алматы : Ақыл кітабы, 1997. - 72 с
7. Антропов, Л.И. Теоретическая электрохимия. / Л.И. Антропов. - М.: Высшая школа. – 1984. – 519с.
8. Дамаскин, Б.Б. Введение в электрохимическую кинетику. / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий. - М.: Высшая школа. – 1975. – 400с.
9. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия. / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий. - М.: Высшая школа. – 1987. – 295с.
10. Ашуйко В.А. Курс лекций по химии комплексных соединений. - Минск: БГТУ, 2011. - 130 с.
11. Луцкий Д.Л., Николаев А.А. Координационные соединения. - М.: «Академия естествознания», 2005. – 76 с.
12. Сафронова Е., Решетников С. Номенклатура комплексных соединений. - Методическая разработка по курсу «Современные проблемы химии». – Ижевск: «УдГУ», 2011. – 26 с.
13. Березин Б.Д., Ломова Т.Н. Реакции диссоциации комплексных соединений. - Институт химии растворов РАН. - М.: Наука, 2007. - 278 с.
14. Буков Н.Н. Координационная химия d- и f-элементов с полидентатными лигандами: синтез, строение и свойства: автореферат дис. ... доктора химических наук: 02.00.01. – 31 с. [Электрон. ресурс]. – 2014. – URL: <https://dvs.rsl.ru>.
15. Дроздов А.А., Зломанов В.П. Неорганическая химия. В 3 т. Т.2., Т.3. Химия непереходных элементов. – 2008, 2011. – 368 с., 400 с.
16. Смит В.А., Дильман А.Д. Основы современного органического синтеза. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. – 750с.
17. Мырзакожа Д.А., Мирзаходжаев А.А. Современные методы исследования: учеб.пособие/- 2-е изд., доп.- Алматы, 2006.- 302 с.
18. Янсон Э., Путнись Я. Теоретические основы аналитической химии. – М.: «Высшая школа», 1980г.
19. Батлер Дж.Н. Ионное равновесие. – Л.: «Химия». 1973г.
20. Измаилов М.И. Электрохимия растворов. – М.:Химия, 1984 г.

21. Петерс Д., Хайес Дж., Хифтье Г. Химическое равновесие и измерения. – М.: «Химия», 1978г.
22. Мейтис Л. Введение в курс химического равновесия и кинетики. – М.: «Мир», 1984
23. Генцеди Я. Применение комплексов в аналитической химии. – М.: «Мир», 1979.
24. Бек М., Надьпал И. Исследование комплексообразования новейшими методами. – М.: «Мир», 1989 г.
25. Бейтс Д. Определение рН. Теория и практика. – М.: «Мир». 1984 г.