

*Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Северо-Осетинский государственный университет
имени Коста Левановича Хетагурова»*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Направление подготовки
04.03.01 Химия

Профиль: **«Фундаментальная и прикладная химия»**

Квалификация (степень) выпускника – **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Год начала подготовки – **2026**

Утверждена в составе ОПОП.

Составитель: доцент кафедры фундаментальной и медицинской химии, к.х.н. О.Э. Хаева.

Владикавказ 2026

1. Структура, и общая трудоемкость дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **14** зачетных единиц (**504** часов).

	Очная форма обучения
Курс	3
Семестр	5,6
Лекции	54/54
Практические (семинарские) занятия	36
Лабораторные занятия	108/108
Итого аудиторных занятий	360
Самостоятельная работа	72
Курсовая работа	5
Экзамен	36/36 (5,6 сем)
Зачет	-
Общее количество часов	504

2. Цели изучения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физическая химия» являются:

- приобретение базовых знаний в области основ химической термодинамики, электрохимии, химической кинетике и катализа, фазовых равновесий, которые служат подготовке студента к будущей профессиональной деятельности;
- формирование практических навыков применения законов и методов физической химии при решении профессиональных задач.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Б1.О.21 Дисциплина «Физическая химия» относится к дисциплинам Блока 1 обязательной части.

Дисциплина «Физическая химия» знакомит студентов с внутренней логикой химической науки.

Для успешного освоения дисциплины студенту необходимы знания, умения, навыки, полученные обучающимися в результате освоения дисциплин: «Математика», «Информационные технологии в профессиональной деятельности», «Педагогика и психология», «Физика», «Неорганическая химия», «Дополнительные главы химии», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Введение в специальность», и другие дисциплины естественно-научного, общепрофессионального и социально-экономического профиля.

Знания, умения и навыки, полученные в рамках курса «Физическая химия» необходимы для дальнейшего успешного изучения таких дисциплин как: «Строение вещества», «Физические методы исследования», «Высокомолекулярные соединения», «Химическая технология», для прохождения практик блока Б2 - Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (в т. ч. Педагогическая практика).

4. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы):

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;

УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений;

ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием;

ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники;

ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач;

ОПК-5. Способен использовать существующие программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности;

ОПК-6. Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе; Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.

Код и формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1: выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее многофакторный анализ и диагностику на основе системного подхода; УК-1.2: осуществляет поиск, отбор и систематизацию информации для определения альтернативных вариантов стратегических решений в проблемной ситуации; УК-1.3: определяет и оценивает риски возможных вариантов решений проблемной ситуации, выбирает оптимальный вариант её решения.	Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений; методы критического анализа; основные принципы критического анализа. Уметь: получать новые знания на основе анализа, синтеза и др.; собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта. Владеть исследованием проблемы профессиональной деятельности с применением анализа; синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявлением научных проблем и использованием адекватных методов для их решения; демонстрацией оценочных суждений в решении проблемных профессиональных ситуаций..
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы	УК-2.1: формулирует цель проекта, определяет совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение и определяет ожидаемые результаты решения задач;	Знать: методы представления и описания результатов проектной деятельности; методы, критерии и параметры оценки результатов выполнения проекта; принципы, методы и требования, предъявляемые к проектной работе. Уметь: обосновывать практическую и

их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.2: разрабатывает план действий для решения задач проекта, выбирая оптимальный способ их решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений; К-2.3: обеспечивает выполнение проекта в соответствии с установленными целями, сроками и затратами, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, в том числе с использованием цифровых инструментов	теоретическую значимость полученных результатов; проверять и анализировать проектную документацию; прогнозировать развитие процессов в проектной профессиональной области; выдвигать инновационные идеи и нестандартные подходы к их реализации в целях реализации проекта; анализировать проектную документацию; рассчитывать качественные и количественные результаты, сроки выполнения проектной работы. Владеть: управлением проектами в области, соответствующей профессиональной деятельности; распределением заданий и побуждением других к достижению целей; управлением разработкой технического задания проекта, управлением реализации профильной проектной работы; управлением процесса обсуждения и доработки проекта; участием в разработке технического задания проекта, разработкой программы реализации проекта в профессиональной.
УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1: устанавливает личные и профессиональные цели в соответствии с уровнем своих ресурсов и приоритетов действий, для успешного развития в избранной сфере профессиональной деятельности; УК-6.2: реализует и корректирует стратегию личностного и профессионального развития, с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда; УК-6.3: критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов при решении, поставленных задач в избранной сфере профессиональной деятельности.	Знать: особенности принятия и реализации организационных, в том числе управленческих решений; теоретико-методологические основы саморазвития, самореализации, использования творческого потенциала собственной деятельности; основные научные школы психологии и управления; деятельностный подход в исследовании личностного развития; технологию и методику самооценки; теоретические основы акмеологии, уровни анализа психических явлений. Уметь: определять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки; разрабатывать, контролировать, оценивать и исследовать компоненты профессиональной деятельности; планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач Владеть: навыками определения эффективного направления действий в области профессиональной деятельности; принятием решений на уровне собственной профессиональной деятельности; навыками планирования собственной профессиональной деятельности.
УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК-8.1: знаком с общей характеристикой обеспечения безопасности и устойчивого развития в различных сферах жизнедеятельности; классификацией чрезвычайных ситуаций военного характера, принципами и способами организации защиты населения от опасностей, возникающих в мирное время и при ведении военных действий; УК-8.2: оценивает вероятность возникновения потенциальной опасности в повседневной жизни и профессиональной деятельности и принимает меры по ее предупреждению; УК-8.3: применяет основные	Знать: факторы вредного влияния элементов среды обитания (технических средств, технологических процессов, материалов, зданий и сооружений, природных и социальных явлений); нормативные требования техники безопасности. Уметь: идентифицировать опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности; выявлять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте; предлагает мероприятиях по предотвращению чрезвычайных ситуаций; реализовывать нормы техники безопасности. Владеть: правилами поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; оказывает первую помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях; методами безопасной работы в химической лаборатории.

	методы защиты при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов в повседневной жизни и профессиональной деятельности.	
ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1: систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов ОПК-1.2: предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии ОПК-1.3: формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	Знать: основные принципы, законы, положения, методологию изучаемых химических дисциплин, понимает основы физических и физико-химических методов исследования. Уметь: систематизировать и анализировать результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов; интерпретировать результаты собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии. Владеть: навыками составления заключений и выводов по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности.
ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.1: работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности ОПК-2.2: проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием имеющихся методик ОПК-2.3: проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе ОПК-2.4: проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	Знать: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории; методы получения и исследования химических веществ и реакций; основные принципы и подходы к выбору методов анализа; основные физические и химические свойства веществ и материалов, используемых в лабораторных и технологических условиях, на основании которых формулируются правила и нормы техники безопасности; правила техник безопасности в химической лаборатории и на производстве. Уметь: применять знания норм и правил техники безопасности в лабораторных условиях; планировать и проводить экспериментальные исследования, использовать химические свойства основных классов неорганических и органических веществ и различные методы получения и исследования химических веществ и реакций, прогнозировать и оценивать результаты эксперимента; формулировать правила безопасного обращения с химическими веществами и материалами с учетом их физических и химических свойств. Владеть: навыками оказания первой помощи; навыками химического эксперимента в области неорганической и органической химии, физико-химических методов анализа; навыками практической работы на современной аппаратуре при проведении экспериментов, нормами техники безопасности.
ОПК-3. Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их	ОПК-3.1: применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности ОПК-3.2: использует стандартное программное обеспечение при	Знать: теоретические и полуэмпирические модели и их применение при решении задач химической направленности. Уметь: использовать стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности, при подготовке научных

участием с использованием современной вычислительной техники	решении задач химической направленности	публикаций и докладов. Владеть: навыками разработки специализированных программ для решения задач профессиональной сферы деятельности.
ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	ОПК-4.1: использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности ОПК-4.2: обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик ОПК-4.3: интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	Знать: базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности. Уметь: обрабатывать данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик. Владеть: методами интерпретации результатов химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.
ОПК-5. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-5.1: использует современные IT-технологии при сборе, анализе, обработке и представлении информации химического профиля ОПК-5.2: соблюдает нормы информационной безопасности в профессиональной деятельности	Знать: основные технические средства компьютерных систем; основы информационно-коммуникативных технологий; основные тенденции развития современных информационных технологий и основы информационной безопасности; правовое регулирование в информационной среде. Уметь: использовать современные компьютерные технологии (технологии обработки данных, текстовой, графической, числовой информации, сетевые и мультимедиа технологии). Владеть: навыками работы с компьютером как средством управления информацией.
ОПК-6. Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ОПК-6.1: представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке ОПК-6.2: представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры ОПК-6.3: представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе ОПК-6.4: готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках	Знать: особенности принятия и реализации организационных, в том числе управленческих решений; теоретико-методологические основы саморазвития, самореализации, использования творческого потенциала собственной деятельности; основные научные школы психологии и управления; деятельностный подход в исследовании личностного развития; технологию и методику самооценки; теоретические основы акмеологии, уровни анализа психических явлений. Уметь: определять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки; разрабатывать, контролировать, оценивать и исследовать компоненты профессиональной деятельности; планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач. Владеть: навыками определения эффективного направления действий в области профессиональной деятельности; принятием решений на уровне собственной профессиональной деятельности; навыками планирования собственной профессиональной деятельности.

5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

5 семестр

Таблица 5.1

№ темы	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Аудиторные занятия, часы			Самостоятельная работа			Литера тура [...]
		л	лаб	пр	Содержание	Часы	Форма контроля	
1	Предмет, задачи и методы физической и химии. Основные термины и понятия термодинамики. Предмет и методы термодинамики. Первое начало термодинамики. Формулировки первого закона (начала) термодинамики. Внутренняя энергия и ее свойства. Теплота и работа как формы передачи энергии. Работа расширения идеального газа при различных процессах. Энтальпия. Зависимость энтальпии от температуры. Теплоемкость и ее зависимость от температуры.	3	6	2	Зависимость тепловых эффектов от температуры. Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника	2	Письменные домашние задания (конспект)	[1 - 7], 10, 11, 12, 14, 16, 17
2	Закон Гесса и его следствия. Уравнение Кирхгофа. Стандартное состояние вещества и стандартные энтальпии (тепловые эффекты) реакций. Энтальпии образования и энтальпии сгорания. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа. Значение первого закона термодинамики для изучения процессов в живых системах.	4	7	4	Теплоемкость (изобарная, изохорная). Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника	3	Коллоквиум, письменные домашние задания (конспект), реферат	1, 4, 5, 6, 10, 11, 14, 16
3	Второе начало термодинамики. Формулировки второго закона (начала) термодинамики. Энтропия и ее свойства. Расчет изменения энтропии в различных равновесных процессах. Энтропия в неравновесных процессах. Абсолютное значение энтропии и ее вычисление из опытных данных.	3	6	2	Закон Кирхгофа. Уравнения изобары, изохоры. Решение задач из задачника	3	Письменные домашние задания (конспект)	1, 2, 5, 6, 7, 10, 12, 14
4	Третий закон термодинамики (постулат Планка, теорема Нернста). Статистический характер второго закона термодинамики. Формула Больцмана.	4	7	2	Статистический характер II закона термодинамики. Решение задач из задачника.	2	Письменные домашние задания (конспект)	1, 3, 4, 5, 6, 11, 13

5	Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Фундаментальные уравнения Гиббса. Основные термодинамические функции: энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Анализ фундаментальных уравнений для энергии Гиббса и энергии Гельмгольца. Расчет изменений энергии Гиббса и энергии Гельмгольца при протекании различных процессов.	3	6	2	Следствия закона Гесса. Расчет энергии связи. Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника	2	Письменные домашние задания (конспект)	1, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 17
6	Характеристические функции. Общие условия равновесия, выраженные через характеристические функции. Критерии самопроизвольного протекания процесса и характеристические функции. Термодинамические потенциалы, их связь с полезной работой. Стандартные энергии Гиббса образования веществ. Уравнения Гиббса-Гельмгольца и их вывод.	4	8	2	Термодинамические потенциалы. Химический потенциал идеальных и реальных систем. Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника	2	Коллоквиум, письменные домашние задания (конспект), реферат	1, 6, 8, 10, [11-17]
7	Закон действующих масс. Константа химического равновесия и способы ее выражения. Уравнения изотермы химической реакции, изобары, изохоры. Принцип Ле – Шателье – Брауна, смещения химического равновесия. Уравнение состояния.	3	6	2	Направление протекания процессов и термодинамические условия равновесия. Решение задач из задачника	2	Письменные домашние задания (конспект)	1, 6, 8, 10, 11, 14, 16
8	Идеальные жидкие растворы. Связь между активностью и концентрацией. Законы Коновалова. Виды растворов. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри. Закон Рауля. Реальные растворы. Коэффициенты активности.	4	8	2	Термодинамика химического равновесия. Уравнение изотермы химической реакции. Решение задач.	2	Коллоквиум письменные домашние задания (конспект), реферат	1, 2, 5, 8, 10, 11, 15
9	Термодинамика химического равновесия. Уравнение изотермы химической реакции. Уравнение изохоры и изобары. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Закон Генри, Рауля. Реальные растворы. Средняя ионная активность и средний ионный коэффициент активности. Ионная сила раствора. Полиэлектролиты.			2	Идеальные жидкие растворы. Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника.	2	Письменные домашние задания (конспект)	
10	Относительное понижение давления пара, понижение температуры замерзания и повышения температуры кипения,	3	6	2	Реальные растворы. Закон Генри, Рауля.	2	Письменные домашние задания	[1 – 8], 10, 11,

	осмос. Криометрия и эбулиометрия. Взаимосвязь между осмотическими свойствами растворов. Осмотические свойства разбавленных растворов электролитов.				Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника		(конспект)	15, 17
11	Относительное понижение давления пара, понижение температуры замерзания и повышения температуры кипения, осмос. Криометрия и эбулиометрия. Взаимосвязь между осмотическими свойствами растворов. Осмотические свойства разбавленных растворов электролитов.	4	7	2	Коллигативные свойства растворов электролитов. Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника	2	Коллоквиум письменные домашние задания (конспект), реферат	1, 3, 9, 11, 12, 14
12	Понятия о парциальных молярных величинах и методах их определения. Уравнение Гиббса-Дюгема. <i>Растворы электролитов</i> . Изотонический коэффициент. Основные положения теории электролитической диссоциации Аррениуса. Константа диссоциации слабого электролита. Активность и коэффициент активности электролита и иона. Теория Дебая-Хюккеля (без вывода).	3	6	2	Применение теории Дебая-Хюккеля для расчета среднего ионного коэффициента активности (первое, второе и третье приближения). Решение задач из задачника.	2	Коллоквиум письменные домашние задания (конспект), реферат	1, 3, 5, 6, 11, 12, 14, 15
13	Удельная электропроводность и ее зависимость от концентрации для слабых и сильных электролитов. Эквивалентная электропроводность. Закон Кольрауша независимого движения ионов. Кондуктометрическое титрование и его применение в практике. Электрохимическая ячейка. Перенос ионов и числа переноса.	4	7	2	Кондуктометрическое титрование и его применение в практике. Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника.	2	Письменные домашние задания (конспект)	[1 - 9], 12, 13, 16
14	Электродные процессы. Электродвижущие силы. Электрохимический потенциал. Скачок потенциала на границе металл-раствор. Контактный и диффузионный потенциал. Схема и правила записи электрохимической цепи (гальванического элемента). Электродвижущие силы (ЭДС). Электродные потенциалы. Уравнение Нернста для электродного	3	6	2	Равновесные электродные процессы и электродвижущие силы. Термодинамика гальванического элемента. Связь константы равновесия с ЭДС.	2	Письменные домашние задания (конспект)	1, 3, 7, 12, 14, 15

	потенциала и ЭДС цепи. Правила расчета ЭДС цепи с помощью электродных потенциалов. Термодинамика гальванического элемента. Определение с помощью метода ЭДС энтальпии (теплового эффекта) и энтропии химической реакции.				Подготовка по теме эксперимента. Решение задач из задачника			
15	Правило фаз Гиббса. Применение правила фаз к разбору диаграмм состояния однокомпонентных систем. Диаграммы состояния воды, серы и углерода. Диаграммы состояния воды при высоких давлениях. Стабильные и метастабильные состояния.	4	8	2	Фазовые состояния, равновесия. Диаграммы состояния воды при высоких давлениях. Решение задач из задачника	2	Коллоквиум письменные домашние задания (конспект).	4, 8, 10, 11, 12, 13
16	Равновесия жидкость – пар в двухкомпонентных системах. Метод физико-химического анализа. Диаграммы состав-свойство. Принципы непрерывности и соответствия (Н.С. Курнаков). Неограниченно растворимые друг в друге жидкости. Вычисление давления и состава пара над идеальными растворами. Первый закон Гиббса-Коновалова. Диаграммы общее давление – состав, температура кипения – состав, состав раствора – состав пара для идеальных растворов. Правило рычага. Перегонка (ректификация). Азеотропные растворы.	3	6	2	Давление и состав пара над смесью взаимно нерастворимых жидкостей. Перегонка с водяным паром. Решение задач из задачника	2	Коллоквиум письменные домашние задания (конспект).	4, 8, 10, 11, 12, 13
17	Второй закон Гиббса-Коновалова. Перегонка растворов с минимумом и максимумом температуры кипения. Ограниченная взаимная растворимость жидкостей. Давление насыщенного пара в системах с ограниченной растворимостью жидкостей. Состав пара. Изменение характера диаграммы состояния в зависимости от внешних условий (давления, температуры).	2	8	2	Системы с химическими соединениями, плавящимися конгруэнтно и инконгруэнтно. Решение задач из задачника	2	Письменные домашние задания (конспект)	4, 8, 10, 11, 12, 13
Итого		54	108	36		36		

6 семестр

№ темы	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Аудиторные занятия, часы			Самостоятельная работа		Форма контроля	Литература [...]
		л	лаб	пр	Содержание	Часы		
1	Формальная кинетика простых необратимых реакций. Предмет и основные понятия химической кинетики. Истинная и средняя скорость химической реакции, скорость по отдельному реагенту. Особенности определения скорости химической реакций, протекающей в потоке. Факторы, влияющие на скорость химической реакции.	2	6	-	Методы определения скорости, константы скорости, порядка реакции, энергия активации. Решение задач.	2	Коллоквиум, письменные домашние задания реферат	[1 - 7], 10, 11, 12, 14, 16, 17
	Кинетические кривые и кинетические уравнения. Экспериментальное определение скорости химической реакции (графический и аналитический методы).	2						
2	Порядок химической реакции. Определение порядка реакции. Молекулярность элементарной химической реакции.	2	6	-	Кинетическая классификация реакций по их порядку. Реакции псевдо n -го порядка Интегральные методы расчета порядка реакции.	2	Коллоквиум, письменные домашние задания реферат	1, 4, 5, 6, 10, 11, 14, 16
	Общий и частный порядок. Реакции переменного порядка и изменение порядка в ходе реакции.	2						
3	Кинетические уравнения необратимых реакций нулевого, первого, второго, третьего порядков.	2	6	-	Самостоятельное решение сложных кинетических уравнений. Решение задач по определению констант скоростей сложных реакций.	2	Письменные домашние задания (консп.)	1, 2, 5, 6, 7, 10, 12, 14
4	Формальная кинетика кинетически сложных реакций. Кинетические уравнения и их решения для обратимых, параллельных, последовательных, цепных реакций.	2	6	-	Временной и концентрационный порядок реакции. Решение задач по определению порядка реакции кинетически сложных реакций.	2	Письменные домашние задания (консп.)	1, 3, 4, 5, 6, 11, 13

5	Молекулярная кинетика. Теория элементарного акта реакции. Теория активных соударений и переходного состояния.	2	6	-	Изучение кинетики физико-химическими методами. Решение задач по определению энергии активации, предэкспоненты в уравнении Аррениуса.	2	Коллоквиум, письменные домашние задания, реферат	1, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 17
6	Теория Больцмана. Уравнение Аррениуса. Теория активированного комплекса (переходного состояния). Уравнения Эйринга-Эванса.	2	6	-	Расчет констант скоростей в зависимости от температуры. Выполнение и оформление графических материалов.	2	Коллоквиум, письменные домашние задания, реферат	1, 6, 8, 10, [11-17]
7	Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ. Ферментативный катализ. Металлокомплексный катализ. Гомогенный катализ. Механизм каталитических реакций.	2	6	-	Выбор каталитических реакций гомогенного и гетерогенного характера. В конспекте расписать их механизм и представить кривые потенциальной энергии.	2	Письменные домашние задания (консп.), реферат	1, 6, 8, 10, 11, 14, 16
	Кислотно-основной катализ. Кинетические уравнения общего и специфического протонного катализа. Функция кислотности Гаммета.	2						
8	Кинетика и катализ реакций в растворах. Уравнения Бренстеда-Бьеррума. Гетерогенный катализ. Кривая потенциальной энергии гетерогенного катализа.	2	6	-	Схемы изменения концентрации раствора при растворении в нем твердого вещества.	2	Письменные домашние задания (консп.), реферат	1, 2, 5, 8, 10, 11, 15
	Истинная и кажущаяся энергии активации. Теории гетерогенного катализа. Роль адсорбции в кинетике гетерогенного катализа.	2						
9	Активация в гетерогенном катализе. Активные центры гетерогенных катализаторов.	2	6	-	Решение задач.	2	Письменные домашние задания (консп.), реферат	1, 2, 5, 8, 10, 11, 15

10	Введение в электрохимию. Электрохимическая цепь и ее компоненты. Уравнение Нернста для ЭДС и потенциалов. Активность, коэффициент активности. Основные допущения в теории Дебая-Хюккеля. Уравнение Онзагера. Физический смысл электрофоретического и релаксационного эффектов.	2	6	-	Окислительно-восстановительные реакции в органической химии. Решение задач.	2	Коллоквиум, письменные домашние задания.	1, 2, 8, 16, 17
11	Типы электрохимических систем (физических, химических, концентрационных). Выражения для ЭДС различного типа гальванических элементов. Применение метода ЭДС в химии на основе электрохимических элементов. Классификация гальванических элементов.	4	6	-	Расчеты кинетических величин ($k_{\text{свобод.}}$, n , E^* , предэкспоненты). Решение задач с выполнением графика.	2	Коллоквиум, Реферат.	[1 – 8], 10, 11, 15, 17
12	Равновесная электрохимия. Определение электрохимических и термодинамических величин из данных метода ЭДС. Ряд напряжения элементов. Двойной электрический слой. Строение ДЭС по Гельмгольцу, Гюи-Чапмэну, Штерну.	4	6	-	Гетерогенный катализ на основе теории переходного состояния. Кривые потенциальной энергии активации.	2	Письменные домашние задания (консп.) реферат	1, 3, 9, 11, 12, 14
13	Определение энергетических функций (ΔH , ΔG , ΔS), активности, коэффициентов активностей, произведения растворимости, константы диссоциации и равновесия методом измерения ЭДС различного типа гальванических элементов. Реакции на электродах в элементах, уравнении для ЭДС и потенциалов в перечисленных цепях.	2	6	-	Мультиплетная теория катализа. Теория активных ансамблей Кобозева. Решение задач.	2	Коллоквиум, Реферат.	1, 3, 5, 6, 11, 12, 14, 15
14	Электрохимическая кинетика. Электролиз. Поляризация и перенапряжение при электролизе. Значение перенапряжения в электрохимии. Поляризация при электролизе. Химическая и концентрационная поляризация.	2	6	-	Электрокапилляр-ные, электрокине-тические явления. Проблема абсолютных потенциалов. Решение задач.	2	Коллоквиум, письменные домашние задания реферат	[1 - 9], 12, 13, 16

15	Теория перенапряжения. Перенапряжение водорода, его значение в химии. Теория замедленно разряда иона гидроксония на основе теории переходного состояния. Энергия активации разряда. Уравнение Липпмана. Потенциал точки нулевого заряда.	2	6	-	Электрофорез и электроосмос в микрогетерогенных системах. Значение дзета-потенциала. Адсорбционный и термодинамический потенциалы.	2	Письменные домашние задания (консп.) реферат	1, 3, 7, 12, 14, 15
16	Вольтамперометрия. Вольтамперометрическое титрование. Полярография. Использование полярографии в химии. Методы микрокулонометрии, дискового вращающегося электрода, циклическая вольтамперометрия. Уравнение Ильковича, Гейровского – Ильковича, Ренделса – Шевчика.	4	6	-	Вольтамперометрия на твердых инертных электродах. Решение задач.	2	Коллоквиум, письменные домашние задания реферат	4, 8, 10, 11, 12, 13
17	Электрохимическая кинетика. Стадия электродного процесса. Уравнение диффузионной кинетики. Полярография.	4	6	-	Требования к растворителям и фоновым электролитам, применяемых в полярографии. Решение задач.	2	Коллоквиум, письменные домашние задания, конспект	4, 5, 8, 10, 11-13, 15-17.
18	Использование метода полярографии для качественного, количественного анализа, изучение элементарных стадий сложного механизма реакций. Токи в полярографии: емкостный, миграционный, диффузионный. Анализ обратимых полярографических волн.	4	6	-		2		
Итого:		54	108	-		36		

6. Образовательные технологии

Согласно учебному плану в ходе преподавания дисциплины используются традиционные образовательные технологии: лекции, семинарские занятия, самостоятельная работа студентов. Также при проведении занятий и самостоятельной работе студентов могут быть использованы:

- *интерактивные технологии* («мозговой штурм», дебаты, коллоквиумы, презентационный метод, работа в группах и др.);

- *технологии контекстного обучения* – система дидактических форм, методов и средств, направленная на моделирование содержания будущей профессиональной деятельности специалиста (анализ конкретных ситуаций, методы работы с информационными базами данных, моделирование исторических ситуаций и др.);

- *технологии электронного обучения* (реализуется при помощи электронной образовательной среды СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного тестирования и т. д.).

Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте и с использованием платформ дистанционного обучения (ЭИОС СОГУ).

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

К видам самостоятельной работы при изучении дисциплины «История России» относятся:

- самостоятельное повторение и изучение теоретического материала;
- выполнение домашних заданий (составление конспекта по изучаемой теме);
- написание докладов, эссе;
- подготовка презентаций;
- самостоятельное изучение исторических источников;
- работа со справочными материалами (терминологическими и иными словарями, энциклопедиями);
- подготовка к промежуточной аттестации (зачету/экзамену).

Содержание, трудоемкость и формы внеаудиторной самостоятельной работы содержатся в разделе 5, табл. 5.1.

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Основными формами *текущего контроля* знаний по дисциплине являются:

- устные опросы на практических занятиях;
- доклад/реферат/ по теме, вынесенной на самостоятельное изучение;
- выполнения письменных заданий к практическим и лабораторным занятиям
- проверка домашнего конспекта.

Форма *рубежного контроля*: тест/ контрольная работа

Формы *промежуточной аттестации*: зачет/экзамен.

8.1. Формы контроля и критерии оценивания

Этап	Форма контроля	Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86-100 %	71–85%	50–70%	Менее 50%
		отлично / зачет	хорошо / зачет	удовлетворительно / зачет	неудовлетворительно / незачет
1. Текущий контроль (мах 40 баллов за модуль)					
		35–37 баллов	32–34 баллов	28–31 баллов	0–27 баллов
	Текущая работа в течение модуля (мах 37б.)	Студент активно работает на занятиях, превосходно выполняет все задания преподавателя.	Студент активно работает на занятиях, хорошо выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, удовлетворительно выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, неудовлетворительно выполняет задания преподавателя.
		3 балла	2 балла	1 балл	0 баллов
	Реферат / доклад / конспект (мах 3б.)	Тема полностью раскрыта. Превосходное владение материалом. Высокий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Превосходный стиль изложения.	Тема в основном раскрыта. Хорошее владение материалом. Средний уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Хороший стиль изложения.	Тема частично раскрыта. Удовлетворительное владение материалом. Низкий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Удовлетворительный стиль изложения.	Тема не раскрыта. Неудовлетворительное владение материалом. Недостаточный уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Неудовлетворительный стиль изложения.
2. Рубежный контроль (30 б. за модуль)					
	тест/ контрольная работа	Количество баллов за выполнение каждого задания указываются в тесте/контрольной работе.			
3. Промежуточная аттестация по дисциплине (мах число баллов – в соответствии с действующим локальным нормативным актом)					
		Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86–100 %	71–85%	50–70%	0–49 %
	Зачет/ Экзамен	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует	Дан полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Но допущены	Дан недостаточно полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи.	Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не

		авторскую позицию студента.	незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	Речевое оформление требует поправок, коррекции.	только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.
--	--	-----------------------------	---	---	---

Пересчет полученной суммы баллов по дисциплине в оценку производится в соответствии с действующим локальным нормативным актом.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 50-70 баллов, автоматически получают «Зачет» или оценку «удовлетворительно». Для получения более высокой оценки (хорошо/отлично) студент должен сдать экзамен. Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле

8.2. Примерный вариант рубежной контрольной работы (теста) (30 баллов)

Критерии оценивания: задания 1 – 20 оцениваются в 1 балл за каждое, задания 21, 22 - в 2 балла, задания 23, 24 - в 3 балла.

1. Скорости и механизмы протекания реакций изучает:

- 1) электрохимия
- 2) химическая кинетика
- 3) фотохимия
- 4) термодинамика

2. Порядком реакции называется:

- 1) количество различных видов частиц исходных веществ
- 2) количество различных видов частиц исходных веществ и продуктов
- 3) количество частиц исходных веществ, взаимодействующих в одном элементарном акте превращения
- 4) количество частиц, взаимодействующих и образующихся в одном элементарном акте превращения
- 5) показатель степени при концентрации в дифференциальной форме кинетического уравнения
- 6) показатель степени при концентрации в интегральной форме кинетического уравнения

3. Молекулярностью реакции называется:

- 1) количество различных видов частиц исходных веществ
- 2) количество различных видов частиц исходных веществ и продуктов
- 3) количество частиц исходных веществ, взаимодействующих в одном элементарном акте превращения
- 4) количество частиц, взаимодействующих и образующихся в одном элементарном акте превращения
- 5) показатель степени при концентрации в дифференциальной форме кинетического уравнения
- 6) показатель степени при концентрации в интегральной форме кинетического уравнения

4. Выберите верное утверждение: порядок химической реакции – это:

- 1) то же, что и молекулярность
- 2) сумма стехиометрических коэффициентов
- 3) сумма показателей степеней в кинетическом уравнении
- 4) число частиц, принимающих участие в элементарном акте

5. Для реакции нулевого порядка константа скорости реакции имеет размерность:
- 1) $\text{л}^2/(\text{моль}^2 \cdot \text{с})$
 - 2) $\text{л}/(\text{моль} \cdot \text{с})$
 - 3) $1/\text{с}$
 - 4) $\text{моль}/(\text{л} \cdot \text{с})$
6. Скоростью химической реакции будет являться:
- 1) изменение концентрации любого из участников реакции в единицу времени (при постоянном давлении); \
 - 2) изменение концентрации любого из участников реакции в единицу времени (при постоянном объеме);
 - 3) изменение числа молей любого из участников реакции в единицу времени (при постоянном давлении);
7. Выберите верное утверждение: молекулярность химической реакции – это:
- 1) то же, что и порядок реакции
 - 2) сумма стехиометрических коэффициентов
 - 3) сумма показателей степеней в кинетическом уравнении
 - 4) число частиц, принимающих участие в элементарном акте
8. Выберите неверное утверждение: скорость химической реакции:
- 1) увеличивается с увеличением концентрации реагентов
 - 2) не зависит от степени измельчения реагентов
 - 3) увеличивается с увеличением площади соприкосновения веществ реагентов
 - 4) увеличивается с увеличением температуры
9. Скорость гомогенной химической реакции не зависит от:
- 1) температуры
 - 2) концентрации реагирующих веществ
 - 3) наличия катализатора
 - 4) формы реактора
10. Для реакции первого порядка константа скорости реакции имеет размерность:
- 1) $\text{л}^2/(\text{моль}^2 \cdot \text{с})$
 - 2) $\text{л}/(\text{моль} \cdot \text{с})$
 - 3) $1/\text{с}$
 - 4) $\text{моль}/(\text{л} \cdot \text{с})$
11. Реакции, в ходе которых одни и те же вещества одновременно реагируют с образованием разных продуктов, называют:
- 1) параллельными
 - 2) последовательными
 - 3) сопряженными
 - 4) цепными
12. Интегральное кинетическое уравнение реакции первого порядка
- 1) $w = kc^2$
 - 2) $\ln \frac{c_0}{c} = k\tau$

- 3) $\frac{1}{c_0} - \frac{1}{c} = k\tau$
- 4) $\ln c_0 - \ln c = k\tau$
- 5) $\frac{1}{c_0^2} - \frac{1}{c^2} = k\tau$

13. Размерность константы скорости реакции первого порядка

- 1) м/с.
- 2) 1/с.
- 3) м³/(моль·с).
- 4) м⁶/(моль²·с).
- 5) с/м.

14. Реакции разложения вещества в газовой фазе при термическом механизме активации и невысоких давлениях обычно протекают по порядку n. Укажите число n

- 1) 0,5
- 2) 1
- 3) 2
- 4) 3

15. В соответствии с теорией активных соударений предэкспоненциальный множитель A в уравнении Аррениуса для реакции в идеальной газовой фазе зависит от температуры T. укажите вид этой зависимости, считая сечение соударения и стерический фактор постоянными

- 1) $A \sim T$
- 2) $A \sim T^2$
- 3) $A \sim \sqrt{T}$
- 4) $A \sim 1/T$

16. Схема Линдемана объясняет:

изменение механизма обрыва цепи при увеличении давления

- 1) изменение порядка газофазных реакций при увеличении давления
- 2) порядок фотохимических реакций
- 3) зависимость скорости газофазной реакции от формы и размеров реактора
- 4) зависимость скорости газофазной реакции от величины внутренней поверхности реактора

17. В совокупности стадий неразветвленной цепной реакции образования фосгена ($\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$) выберите стадии развития цепи:

- 1) $\text{Cl}_2 + \text{M} \rightarrow 2\text{Cl}\cdot + \text{M}$
- 2) $\text{COCl}\cdot \rightarrow \text{Cl}\cdot + \text{CO}$
- 3) $\text{Cl}\cdot + \text{X}(\text{стенка}) \rightarrow \text{HCl}(\text{стенка})$
- 4) $\text{Cl}\cdot + \text{CO} + \text{M} \rightarrow \text{COCl}\cdot + \text{M}$
- 5) $\text{COCl}\cdot + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{COCl}_2 + \text{Cl}\cdot$

18. С течением времени скорость реакции типа $aA \rightarrow bB$, проходящей при постоянной температуре в замкнутом объеме:

- 1) не изменяется;
- 2) уменьшается;
- 3) уменьшается, если реакция происходит с уменьшением числа молей газообразных участников;

4) увеличивается при наличии (и уменьшается при отсутствии) в системе катализатора.

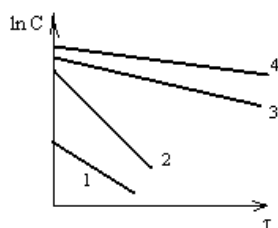
19. Какой знак имеет величина скорости реакции?

- 1) всегда положительна;
- 2) положительна, если выражена через изменение концентрации продуктов реакции, и отрицательна, если выражена через изменение концентрации исходных веществ;
- 3) зависит от механизма реакции (в случае обратимой реакции скорость положительна для прямой стадии и отрицательна для обратной);
- 4) все ответы неверны.

20. Константа скорости реакции при увеличении температуры

- 1) возрастает по экспоненциальному закону.
- 2) убывает по экспоненциальному закону.
- 3) возрастает в соответствии с уравнением Аррениуса.
- 4) убывает с ростом температуры.
- 5) растет пропорционально квадрату температуры.

21. Расположите односторонние реакции, характеризующиеся графиками зависимости логарифма концентрации от времени (линии 1 – 4) в порядке возрастания константы скорости:



- 1,4,3,2
- 2,3,1,4
- 3,2,4,1
- 4,3,1,2

22. Как изменится скорость прямой реакции $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ при увеличении концентрации CO в

- 3 раза:
в 9 раз
в 16 раз
в 2 раза
в 3 раза

23. Соответствие между порядком реакции и координатами графика, в котором опытные данные этой реакции линейны

- | | |
|-----------|-----------------------------------|
| 1. первый | а) $\ln c - \tau$ |
| 2. второй | б) $\ln c - \frac{1}{\tau}$ |
| 3. третий | в) $\frac{1}{c} - \frac{1}{\tau}$ |
| | г) $\frac{1}{c} - \tau$ |
| | д) $\frac{1}{c^2} - \tau$ |

24. Константа скорости мономолекулярного распада активированного комплекса с образованием продуктов реакции при температуре 300K равна $a \cdot 10^n \text{ (с}^{-1}\text{)}$. Порядок n названной величины равен _____

8.4. Вопросы к промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к экзамену 5 семестр

1. Основные понятия химической термодинамики. Термины и понятия: система (открытая, закрытая, изолированная, гомогенная, гетерогенная), состояние и свойства системы.
2. Первый закон термодинамики, формулировка, математическое выражение. Внутренняя энергия, энтальпия. Выражение I-го закона для изотермического, изохорного и изобарного процессов.
3. Теплоемкость. Истинная, молярная теплоемкость. Изохорная, изобарная теплоемкость.
4. Тепловые эффекты. Закон Гесса. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры (уравнение Кирхгофа).
5. Вычисление тепловых эффектов химических реакций. Калориметрия. Теплоты растворения и нейтрализации.
6. Внутренняя энергия. Энтальпия. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса.
7. Второй закон термодинамики. Формулировка II-го закона термодинамики. Энтропия. Зависимость энтропии от температуры. Изменение энтропии в некоторых процессах.
8. Определение молярной массы растворенного вещества криоскопическим, эбуллиоскопическим или осмотическим методом.
9. Идеальные растворы. Законы идеальных растворов. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа, Рауля. Понижение температуры замерзания раствора (криоскопия).
10. Сильные электролиты. Особенности свойств сильных электролитов. Коэффициент активности. Понятие сольватации (гидратации) ионов.
11. Кондуктометрическое титрование. Титрование сильной кислоты сильным основанием. Титрование слабой кислоты сильным основанием.
12. Электрическая проводимость растворов. Скорость движения ионов. Удельная, эквивалентная проводимость электролитов и их зависимость от различных факторов.
13. Термохимия. Теплоты образования и сгорания веществ. Стандартные тепловые эффекты.
14. Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
15. Уравнение изобары и изохоры химической реакции. Влияние температуры на химическое равновесие. Смещение равновесия (принцип Ле-Шателье).
16. Второе начало термодинамики. Энтропия. Постулат Планка. Вычисления изменений энтропии в различных процессах.
17. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Критерии самопроизвольности процессов. Условия термодинамического равновесия.
18. Уравнение изотермы химической реакции. Химическое равновесие в гетерогенных системах.
19. Уравнение изобары и изохоры химической реакции. Влияние температуры на химическое равновесие. Смещение равновесия (принцип Ле-Шателье).
20. Эквивалентная электрическая проводимость и зависимость ее от разных факторов.
21. Гомогенные и гетерогенные системы. Правило фаз Гиббса.
22. Термодинамика гальванического элемента. Определение полной, свободной и связанной энергии гальванического элемента.

23. Обратимые и необратимые электроды. Классификация обратимых электродов (электроды первого рода).
24. Определение электрической проводимости растворов. Кондуктометрическая ячейка. Определение степени и константы диссоциации слабого электролита по электрической проводимости раствора.
25. Равновесные электродные процессы и электродвижущие силы. Электрод, электродный потенциал и э.д.с. электрохимической цепи.
26. Теории возникновения скачка потенциала на границе металл – раствор.
27. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния серы.
28. Равновесные электродные процессы и электродвижущие силы. Обратимые и необратимые электроды. Классификация обратимых электродов (электроды второго рода).
29. Гальванический элемент. Химические и концентрационные гальванические элементы. Общие выражения для э.д.с. гальванического элемента.
30. Равновесие между твердой фазой и расплавом в бинарных системах. Термический анализ. Диаграмма состояния бинарных систем с эвтектикой. Правило рычага.
31. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Диаграмма состояния воды.
32. Правило фаз Гиббса.
33. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.
34. Термодинамические и молекулярно-кинетические условия образования растворов. Теории растворов.
35. Идеальные растворы. Закон Рауля. Изменение температуры кипения и замерзания разбавленного раствора. Осмотическое давление.
36. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах газ – жидкость. Изотерма и изобара перегонки. Правило рычага. Построение изобары перегонки идеального бинарного раствора.
37. Химический потенциал компонента идеального и реального раствора.
38. Реальные растворы. Причины отклонения от законов идеальных растворов.
39. Равновесие пар – реальный жидкий раствор. Азеотропные смеси. Законы Коновалова.
40. Ограниченная взаимная растворимость жидкостей. Влияние температуры на взаимную растворимость. Критическая температура растворимости.
41. Особенности равновесий в трехкомпонентных системах. Графическое выражение состава с помощью треугольной диаграммы растворимости.

Примерные задачи к экзамену

1. По данным таблицы рассчитать изменение термодинамических функций ΔH , ΔF , ΔS в реакции, протекающей в гальваническом элементе.

Реакция	T°С	Э.д.с., В	(dE/dT) _p , В/град
$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 = PbSO_4 + 2H_2O$	25,0	2,04	$1,36 \cdot 10^{-3}$

2. Вычислить максимальную работу обратимой реакции, выразив её в джоулях и калориях, протекающей в элементе: $Cu|Zn||1n ZnSO_4||1n CuSO_4|Cu$. Стандартная э.д.с. равна 1,1 В.
3. Определить константу равновесия реакции, протекающей при 25°С в элементе $Zn|Zn^{2+} (a=1)||Cu^{2+} (a=1)|Cu$. Э.д.с. данного элемента равна 1,1 В.
4. Вычислить э.д.с. цепи:



при 25°С. Эквивалентная электропроводность раствора 0,1 М $AgNO_3$ равна 10,93, а раствора 0,01 М $AgNO_3$ равна 12,53 $См \cdot м^2 \cdot моль^{-1}$. ($C_{\text{нон}} = \alpha \cdot C_{\text{раствора}}$; $\alpha = \lambda / \lambda_{\infty}$).

5. Рассчитать константу равновесия реакции: $\text{ZnSO}_4 + \text{Cd} = \text{CdSO}_4 + \text{Zn}$. Стандартный потенциал $\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}$ равен $-0,762 \text{ В}$, а $\text{Cd}|\text{Cd}^{2+} = -0,40 \text{ В}$. ($\lg K = \frac{n \cdot E}{0,059}$)
6. Рассчитать э.д.с. элемента, составленного из полуэлементов: $\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}$ (активность Zn^{2+} равна $0,02$) и $\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}$ (активность Cu^{2+} равна $0,3$), если $E^\circ(\text{Cu}|\text{Cu}^{2+}) = 0,373 \text{ В}$; $E^\circ(\text{Zn}|\text{Zn}^{2+})$ равна $-0,673 \text{ В}$.
7. Сосуд для определения электропроводности, наполненный раствором KCl с $c(\text{KCl}) = 0,02 \text{ моль/л}$ при 20°C , показывает сопротивление $82,4 \text{ Ом}$, а наполненный раствором K_2SO_4 с $C(1/2 \text{ K}_2\text{SO}_4) = 0,005 \text{ моль/л}$ - 326 Ом . Вычислить постоянную сосуда и молярную электропроводность раствора K_2SO_4 .
8. Вычислить (λ_∞) для уксусной кислоты, если λ_∞ для HCl , KCl и CH_3COOK соответственно равны $380 \cdot 10^{-4}$, $130 \cdot 10^{-4}$, $100 \cdot 10^{-4} \text{ См} \cdot \text{м}^2/\text{моль}$ при 18°C .
9. Теплоты образования следующих соединений C_2H_2 , CO_2 и $\text{H}_2\text{O(ж)}$ соответственно равны $226,8$; $-393,5$; $-285,8 \text{ кДж/моль}$. Определить сколько тепла выделится при сгорании 5 молей C_2H_2 .
10. Рассчитать тепловой эффект реакции при стандартных условиях (298 К , давление постоянное и равно 1 атм), если известны теплоты сгорания участников реакции:
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH(ж)} + \text{CH}_3\text{COOH(ж)} = \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5\text{(ж)} + \text{H}_2\text{O(ж)}$,
 $\Delta H_c^\circ \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH(ж)} = -1370,68 \text{ кДж/моль}$;
 $\Delta H_c^\circ \text{ CH}_3\text{COOH(ж)} = -874,58 \text{ кДж/моль}$;
 $\Delta H_c^\circ \text{ CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5\text{(ж)} = -2246,39 \text{ кДж/моль}$;
 $\Delta H_c^\circ \text{ H}_2\text{O(ж)} = 0$.
11. Определите изменение внутренней энергии при изобарическом ($1,013 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$) испарении 100 г воды при 150°C , если объемом жидкой воды пренебречь. Теплота испарения воды при 150°C равна $2112,66 \text{ дж/г}$.
12. Определите изменение внутренней энергии при изобарическом испарении 10 г этилового спирта при температуре кипения (78°C), если теплота испарения спирта равна $922,77 \text{ дж/г}$. Объемом жидкости пренебречь.
13. Какое количество теплоты необходимо для изохорического нагревания 10 г азота от 10 до 20°C ?
14. Одноатомный газ в количестве 5 л (условия нормальные) нагревают до 600°C при постоянном объеме. Каковы значения конечного давления и количества затраченной теплоты?
15. Какое количество тепла выделится при изотермическом сжатии 10 л идеального газа, взятого при 27°C и нормальном атмосферном давлении, если объем его уменьшится в 10 раз?
16. Найти изменение внутренней энергии при испарении 100 г воды при 20°C , допуская, что пары воды подчиняются законам идеальных газов и что объем жидкости незначителен по сравнению с объемом пара. Удельная теплота парообразования воды равна 2451 Дж .

Вопросы для подготовки к экзамену 6 семестр

1. Основные понятия и постулаты формальной кинетики. Прямая и обратная кинетические задачи. Параметры кинетических уравнений.
2. Молекулярность и порядок реакции. Методы определения порядка реакции. Реакции переменного порядка (привести примеры).
3. Уравнение Аррениуса. Способы определения опытной энергии активации, и ее связь с энергиями активации элементарных процессов.
4. Кинетическое описание необратимых реакций первого порядка в закрытых системах. Время полупревращения и среднее время жизни исходных молекул.
5. Обратимая реакция первого порядка и определение ее кинетических параметров. Скорость реакции и химическое сродство.
6. Необратимые реакции нулевого и второго порядков, определение константы скорости из опытных данных. Автокаталитическая реакция. Время полупревращения (при одинаковых концентрациях компонентов).

7. Необратимые последовательные реакции первого порядка (точное и приближенное решения кинетической задачи). Метод квазистационарных концентраций и область его применения.
8. Методы квазистационарных и квазиравновесных концентраций в химической кинетике (на любом примере).
9. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Определение его кинетических параметров из опытных данных. Сопоставление со схемой Лэнгмюра-Хиншельвуда в гетерогенном катализе.
10. Кинетика ферментативных реакций с конкурентным ингибированием.
11. Неразветвленные цепные реакции. Скорость темновой и фотохимической реакции образования HBr . Уравнение Боденштейна-Линда.
12. Вывод кинетического уравнения для разветвленных цепных реакций и его анализ (на примере горения водорода). Метод «полустационарных» концентраций Семенова.
13. Разветвленные цепные реакции: полуостров воспламенения и причины появления нескольких пределов воспламенения. Положение первого предела воспламенения для смеси водорода с кислородом.
14. Положение второго предела воспламенения для реакции $\text{H}_2 + \text{O}_2$.
15. Скорости реакций в открытых системах. Уравнение для стационарной скорости реакции в реакторах идеального смешения и идеального вытеснения. Скорости реакции первого порядка в реакторе идеального смешения (необратимая и обратимая реакция). Определение констант скорости по стационарным концентрациям исходного вещества и продукта реакции.
16. Использование адиабатического приближения для описания химической реакции частиц: поверхность потенциальной энергии, путь реакции, энергия активации.
17. Теория активированного комплекса и статистический вывод основного уравнения. Взаимосвязь опытной и истинной энергий активации.
18. Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Реакции в растворах. Уравнение Бренстеда-Бьеррума.
19. Теория активных соударений. Уравнение Траутца—Льюиса.
20. Применение теории активных соударений к бимолекулярным реакциям.
21. Использование теории активированного комплекса для оценки стерического множителя теории активных соударений.
22. Интерпретация предэкспоненциального множителя в статистическом и термодинамическом аспектах теории активированного комплекса. Энтропия активации.
23. Мономолекулярные реакции и их описание в теории активированного комплекса (в статистическом и термодинамическом аспектах).
24. Кинетические особенности мономолекулярных реакций. Применение теории соударений. Схема Линдемана. Поправка Хиншельвуда.
25. Реакции в растворах. Уравнение Смолуховского и его применение в кинетике бимолекулярных реакций.
26. Кинетические характеристики элементарных процессов фотохимии. Принцип Франка-Кондона. Физические и химические свойства молекул в электронно-возбужденном состоянии. Эксимеры и эксиплексы.
27. Законы фотохимии (законы Буге-Ламберта-Бера, Вант-Гоффа, Эйнштейна). Квантовый выход. «Клеточный эффект». Кинетическая схема Штерна-Фольмера. Многофотонное поглощение.

28. Основные понятия и классификации в катализе: гетерогенный и гомогенный катализ, ферментативный катализ, автокатализ, активность и селективность катализаторов, число оборотов (TOF и TON). Катализ на наночастицах.
29. Механизмы кислотно-основных каталитических реакций и их классификация. Цеолиты и их свойства. Твердые кислоты как катализаторы.
30. Кинетика реакций специфического кислотного катализа. Механизмы и лимитирующие стадии. Функция кислотности Гаммета. Суперкислоты.
31. Кинетика реакций общего кислотного и общего основного катализа. Механизмы реакций и лимитирующие стадии процесса. Уравнение Бренстеда и его анализ.
32. Корреляционные соотношения между кинетическими и термодинамическими параметрами в катализе. Уравнения Брэнстнеда. Уравнение Семенова-Поляни для радикальных реакций.
33. Кинетика Лэнгмюра-Хиншельвуда для реакции на однородной поверхности катализатора. Особенности кинетики и записи константы равновесия в адсорбционном слое (общий случай).
34. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций с диффузионными ограничениями. Внешняя диффузия.
35. Кинетика каталитических реакций во внутренней диффузионной области. Решение кинетической задачи Зельдовича-Тиле для необратимой реакции первого порядка.
36. Электролитическая диссоциация: экспериментальные проявления и количественные соотношения. Причины устойчивости ионов в растворах электролитов. Модель Борна.
37. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля: приближения модели ионной атмосферы, зависимость радиуса ионной атмосферы от природы растворителя и электролита.
38. Первое и второе приближения теории Дебая-Хюккеля для расчета среднего ионного коэффициента активности: пределы применимости и природа наблюдаемых отклонений от эксперимента.
39. Удельная и эквивалентная электропроводности электролитов. Подвижности отдельных ионов. Эмпирический закон Кольрауша и его обоснование Онзагером.
40. Числа переноса, ионные электропроводности, подвижности и коэффициенты диффузии, их зависимость от концентрации раствора.
41. Зависимость эквивалентной электропроводности от температуры, природы растворителя и концентрации раствора. Уравнение Онзагера.
42. Процессы диффузии и миграции в растворах электролитов. Формула Нернста-Эйнштейна. Диффузионный потенциал на границе двух растворов.
43. Разности потенциалов в электрохимических системах. Потенциалы Вольта и Гальвани. Поверхностный потенциал.
44. Электрохимический потенциал. Условия равновесия на границе электрода с раствором и в электрохимической цепи. Уравнение Нернста.
45. Стандартные электродные потенциалы. Расчет ЭДС с помощью таблиц стандартных потенциалов. Диаграммы Пурбэ.
46. Классификация электродов и электрохимических цепей.
47. Уравнение Гиббса-Гельмгольца и его применение к электрохимическим системам.
48. Определение методом ЭДС энергии Гиббса, энтальпии и энтропии химической реакции.
49. Определение методом ЭДС коэффициентов активности, pH раствора, произведений растворимости, констант устойчивости комплексных соединений.
50. Электрокапиллярные явления. Основное уравнение электрокапиллярности и уравнение Липпмана для идеально поляризуемого электрода. Потенциал нулевого заряда. Зависимость

поверхностного натяжения от потенциала в растворах поверхностно-активных и поверхностно-неактивных электролитов.

51. Модельные представления о строении заряженной межфазной границы (модели Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна и Грэма).

52. Три основных уравнения диффузионной кинетики. Вращающийся дисковый электрод: зависимость скорости электродного процесса от частоты вращения в условиях стационарной диффузии.

53. Полярография: сущность метода, уравнение полярографической волны. Уравнение Ильковича для ртутного капающего электрода.

54. Лимитирующие стадии в электрохимических реакциях. Уравнение Батлера-Фольмера и уравнение Тафеля: зависимость скорости электродного процесса от потенциала. Ток обмена.

55. Теория замедленного разряда: Причины возникновения минимумов тока на поляризационных кривых восстановления анионов на отрицательно заряженной поверхности. Поляризационные кривые для режима смешанной кинетики.

56. Электрохимические процессы, протекающие при коррозии металлов: стационарный потенциал и ток саморастворения металла. Методы защиты металлов от коррозии.

57. Химические источники тока. Термодинамические и кинетические аспекты их работы. Причины саморазряда.

Примерные задачи к экзамену

1. Взаимодействие оксида углерода (II) с хлором выражается уравнением: $\text{CO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow \text{COCl}_2$. Концентрация оксида углерода (II) равна 0,3 моль/л, а хлора – 0,2 моль/л. Как изменится скорость прямой реакции, если увеличить концентрацию оксида углерода (II) до 1,2 моль/л, а концентрацию хлора – до 0,6 моль/л. Считать, что реакция второго порядка.

2. Скорость реакции $\text{A} + 2\text{B}$ при $[\text{A}] = 0,5$ моль/л и $[\text{B}] = 0,6$ моль/л равна 0,018 моль/л. Вычислить константу скорости реакции, считая, что реакция третьего порядка.

3. Определить порядок реакции омыления уксуснометилового эфира щелочью на основе следующих данных:

Время, мин	3	5	10	25
Конц. раствора NaOH, моль/л	0,00740	0,00634	0,00464	0,00254

Исходные концентрации щелочи и эфира одинаковы и равны 0,01 моль/л.

4. Вычислить, во сколько раз увеличится скорость реакции при повышении температуры на 150°C, принимая температурный коэффициент скорости реакции равным 2.

5. При какой температуре закончится некоторая реакция за 0,5 мин, если при 70°C она заканчивается за 40 мин? Температурный коэффициент реакции равен 2,3.

6. Для реакции омыления уксуснометилового эфира при большом избытке воды константа скорости при 20°C равна 0,00099 мин⁻¹, а при 40°C ее величина составляет 0,00439 мин⁻¹. Определите энергию активации и константу скорости реакции при 30°C.

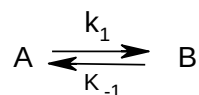
7. Скорость образования NO в реакции $2\text{NOBr}_{(г)} \rightarrow 2\text{NO}_{(г)} + \text{Br}_{2(г)}$ равна $1,6 \cdot 10^{-4}$ моль·л⁻¹·с⁻¹. Чему равна скорость реакции и скорость расходования NOBr?

8. В некоторой реакции целого порядка $n\text{A} \rightarrow \text{B}$ концентрация исходного вещества 0,5 моль·л⁻¹ была достигнута за 4 мин при начальной концентрации 1 моль·л⁻¹ и за 5 мин при начальной концентрации 2 моль·л⁻¹. Установите порядок реакции.

9. Пользуясь уравнением Аррениуса, оцените, при каких температурах и энергиях активации справедливо правило Вант-Гоффа.

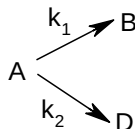
10. Реакция первого порядка при температуре 70°C завершается на 40% за 60 мин. При какой температуре реакция завершится на 80% за 120 мин, если энергия активации равна 60 кДж·моль⁻¹?

11. Скорость бактериального гидролиза мышц рыб удваивается при переходе от температуры $-1,1^{\circ}\text{C}$ к температуре $+2,2^{\circ}\text{C}$. Оцените энергию активации этой реакции.
12. Для обратимой реакции первого порядка:



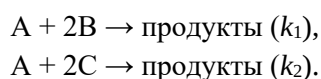
константа равновесия $K = 8$, а $k_1 = 0,4 \text{ с}^{-1}$. Вычислите время, при котором концентрации веществ А и В станут равными, если начальная концентрация вещества В равна 0.

13. В параллельных реакциях первого порядка



выход вещества В равен 63%, а время превращения А на $1/3$ равно 7 минутам. Найдите k_1 и k_2 .

14. В системе протекают две параллельные реакции:



Отношение $k_1 / k_2 = 5$. Начальные концентрации веществ В и С одинаковы. К моменту времени t прореагировало 50% вещества В. Какая часть вещества С прореагировала к этому моменту?

8.5. Темы рефератов

1. Обратимые и необратимые процессы и критерии протекания самопроизвольных процессов.
2. Второй закон термодинамики. Зависимость изменения энтропии реакции от температуры.
3. Энтропия и термодинамическая вероятность.
4. Энергетика химических реакций.
5. Химическое равновесие в гетерогенной системе.
6. Растворы - физико-химические системы. Теории растворов.
7. Азеотропные смеси. Способы разделения.
8. Общие свойства растворов.
9. Необычные свойства обычной воды.
10. Азеотропные растворы. Второй закон Коновалова.
11. Катализ и его значение для промышленности.
12. Термический анализ и диаграммы плавкости двухкомпонентных систем.
13. Как изучают химические процессы с фемтосекундной длительностью? Современные химические источники тока.
14. Электролиз растворов и расплавов.
15. Топливные элементы: история их создания и перспективы применения.
16. Периодические (колебательные) реакции.
17. Адсорбционные процессы и плодородие почв.
18. Методы изучения поверхностного натяжения жидкостей.
19. Частокол Лэнгмюра, или о строении и свойствах границы раздела фаз воздух-раствор ПАВ.
20. Физико-химия процессов образования и разрушения смога.
20. Физико-химические методы исследования в криминалистике.

Реферат (доклад)– самостоятельная работа, содержащая краткое изложение актуальной научной проблемы и ее современной трактовки на основе последних научных изысканий по этой теме. Он является действенной формой самостоятельного исследования актуальных исторических проблем на основе изучения соответствующих разделов учебных пособий, специальной монографической литературы, а также научных статей, отражающих последний исследовательский опыт в области изучаемого вопроса. Реферат помогает выработать навыки и приемы самостоятельного научного поиска, грамотного и логического изложения материала, способствует приобщению студентов к научно-исследовательской деятельности.

Реферат должен включать в себя: введение, где обосновывается актуальность проблемы, ставятся цель и задачи исследования; основную часть, в которой раскрывается содержание проблемы; заключение, где обобщаются выводы по теме и даются практические рекомендации.

Для разработки реферата необходимо тщательно проработать не менее 4-5 важнейших статей по избранной проблеме. При этом выбирать материал, не только подтверждающий позицию автора реферата, но и иные точки зрения, т.е. материал для полемики.

Реферат выполняется в соответствии с требованиями стандартов, разработанных для данного вида документов. Работа должна быть выполнена на белой бумаге стандартного листа А4. Текст должен быть отпечатан на компьютере в текстовом редакторе MicrosoftWord и отвечать следующим требованиям: параметры полей страниц должны быть в пределах: верхнее и нижнее – по 20 мм, правое – 10 мм, левое – 30 мм, шрифт – TimesNewRoman , размер шрифта – 14, межстрочный интервал – полуторный. Лента принтера – чёрного цвета. Нумерация страниц в реферате должна быть сквозной, начиная со второй страницы.

При изложении материала необходимо придерживаться принятого плана.

Библиографический список составляется на основе источников, которые были просмотрены и изучены студентом при написании реферата. Вся использованная литература размещается в следующем порядке: законодательные акты, постановления, нормативные документы; вся учебная литература в алфавитном порядке, затем средства периодической печати в алфавитном порядке; источники из сети Интернет.

Оценочный лист защиты рефератов (докладов)

За выполнение данного вида работы максимальное количество баллов составляет 3 балла, из них:

Оценка	Критерий оценки краткого сообщения
3	Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, тема полностью раскрыта, сообщение структурировано, даны правильные аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется высокий уровень участия в дискуссии.
2	Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, тема по существу раскрыта, даны правильные, аргументированные ответы на уточняющие вопросы, но имеются неточности, при этом сообщение не структурировано и демонстрируется средний уровень участия в дискуссии.
1	Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, но при раскрытии темы имеются существенные неточности, даны не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется низкий уровень участия в дискуссии, сообщение не структурировано, информация трудна для восприятия.

0	Тема не раскрыта, демонстрируется слабое владение категориальным аппаратом, ответы на уточняющие вопросы не аргументированные, участие в дискуссии отсутствует, сообщение не структурировано, информация трудна для восприятия.
---	---

8.6. Темы курсовых работ по дисциплине «Физическая химия»

1. Природные катионные полимеры, их свойства и применение.
2. Катионные полимеры синтетического происхождения, их биологическое применение.
3. Физико-химические методы определения примесей в молочных жирах.
4. Катализ в производстве акриловых мономеров.
5. Классификация, получение и свойства гидрогелей на основе биополимеров.
6. Основания Шиффа и их металлокомплексы с нелинейными оптическими свойствами второго порядка
7. Азотетинсодержащие бисфенолы с перфторированными моно- и бифениленовыми фрагментами
8. Мицеллярные растворы в современной промышленности и быту.
9. Физико-химические методы исследования в криминалистике.
10. Влияние растворителя на региоселективность раскрытия эпоксидного цикла окиси стирола О- и N- нуклеофилами в нейтральных и основных средах.
11. Хроматографическое разделение высокомолекулярных образцов полистирола на монолитной капиллярной колонке.
12. Взаимосвязь между кинетикой полимеризации и микроструктурой в полимерных смесях.
13. Новые полимеры на основе цианопиридина: синтез, фотофизические и электролюминесцентные исследования.
14. Изучение скорости десорбции пластификатора из поливинилхлорида.
15. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) в изучении фенольных стабилизаторов полимерных материалов.

Методические рекомендации по подготовке курсовой работы. Курсовая работа — это самостоятельное законченное научное исследование обучающегося, в котором содержатся результаты экспериментальной и/или теоретической научно-исследовательской работы. Курсовая работа должна демонстрировать высокий уровень профессиональной эрудиции студента, его методическую подготовленность, умение самостоятельно вести научный поиск и оформлять его результаты в законченную научную работу.

Темы курсовых работ разрабатываются и утверждаются кафедрой. Обучающемуся предоставляется право выбрать любую тему из указанной тематики. Тематика курсовых работ ежегодно обновляется. Темы текущего учебного года:

Тексты курсовых работ проверяются на объём заимствования научным руководителем в системе «Антиплагиат» СОГУ. Справка о результатах проверки текстового документа на наличие заимствований, подписанная научным руководителем курсовой работы, прикладывается к работе. К защите допускаются работы, содержащие не менее 40 % оригинального текста.

Структура курсовой работы

Примерная структура работы:
 титульный лист;

оглавление;
введение;
основная часть (как правило, основная часть работы состоит из литературного обзора, включающего 2-3 параграфа, и экспериментальной части);
заключение;
выводы;
список источников и литературы;
приложения.

Требования к содержанию и оформлению курсовой работы изложены в "Положении о курсовой работе", разработанном кафедрой общей и неорганической химии.

Критерии оценки курсовой работы

«Отлично» выставляется студенту, если:

Работа выполнена в соответствии с целевой установкой, отвечает предъявляемым требованиям и оформлена в соответствии с "Положением о курсовой работе";

выступление студента на защите структурировано, раскрыты причины выбора и актуальность темы, цель и задачи работы, предмет, объект, соблюдены хронологические рамки исследования, логика выведения каждого наиболее значимого вывода

в заключительной части доклада студента показаны перспективы и задачи дальнейшего исследования данной темы, освещены вопросы дальнейшего применения и внедрения результатов исследования в практику;

длительность выступления соответствует регламенту;

ответы на вопросы членов кафедры логичны, раскрывают сущность вопроса, подкрепляются положениями монографических источников и нормативно-правовых актов, выводами и расчетами, показывают самостоятельность и глубину изучения проблемы студентом;

информационные технологии широко применяются студентом как в самой работе, так и во время выступления.

«Хорошо» выставляется студенту, если:

Работа выполнена в соответствии с целевой установкой, отвечает предъявляемым требованиям и оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ней;

выступление на защите курсовой работы структурировано, допускаются одна-две неточности при раскрытии причин выбора и актуальности темы, целей и задач работы, предмета, объекта и при соблюдении хронологических рамок исследования, допускается погрешность в логике выведения одного из наиболее значимых выводов, которая устраняется в ходе дополнительных уточняющих вопросов;

в заключительной части доклада студента недостаточно отражены перспективы и задачи дальнейшего исследования данной темы, вопросы дальнейшего применения и внедрения результатов исследования в практику;

длительность выступления студента соответствует регламенту;

в ответах студента на вопросы членов кафедры допущено нарушение логики, но, в целом, раскрыта сущность вопроса, тезисы выступающего подкрепляются положениями нормативно-правовых актов, выводами и расчетами, показывают самостоятельность и глубину изучения проблемы студентом;

информационные технологии применяются студентом ограниченно как в самой работе,

так и во время выступления.

«Удовлетворительно» выставляется студенту, если:

Курсовая работа выполнена в соответствии с целевой установкой, но не в полной мере отвечает предъявляемым требованиям, в том числе по оформлению;

выступление студента на защите работы структурировано, допускаются неточности при раскрытии причин выбора и актуальности темы, целей и задач работы, предмета, объекта и при соблюдении хронологических рамок исследования допущена грубая погрешность в логике вывода одного из наиболее значимых выводов, которая, при указании на нее, устраняется с трудом;

в заключительной части доклада студента недостаточно отражены перспективы и задачи дальнейшего исследования данной темы, вопросы дальнейшего применения и внедрения результатов исследования в практику;

длительность выступления студента превышает регламент;

ответы студента на вопросы членов кафедры не раскрывают до конца сущности вопроса, слабо подкрепляются положениями монографических источников и нормативно-правовых актов, выводами и расчетами, показывают недостаточную самостоятельность и глубину изучения проблемы студентом;

информационные технологии применяются студентом в недостаточном количестве как в самой работе, так и во время выступления;

в процессе защиты курсовой работы студент продемонстрировал понимание содержания ошибок, допущенных им при ее выполнении.

«Неудовлетворительно» выставляется студенту, если:

Курсовая работа выполнена с нарушением целевой установки, не отвечает предъявляемым требованиям, в оформлении имеются отступления от стандарта;

выступление студента на защите не структурировано, недостаточно раскрываются причины выбора и актуальность темы, цели и задачи работы, предмет, объект и не соблюдаются хронологические рамки исследования, допускаются грубые погрешности в логике вывода нескольких из наиболее значимых выводов, которые, при указании на них, не устраняются;

в заключительной части доклада студента не отражаются перспективы и задачи дальнейшего исследования данной темы, вопросы дальнейшего применения и внедрения результатов исследования в практику;

длительность выступления студента значительно превышает регламент;

ответы студента на вопросы членов кафедры не раскрывают сущности вопроса, не подкрепляются положениями нормативно-правовых актов, выводами и расчетами, показывают отсутствие самостоятельности и глубины изучения проблемы студентом;

информационные технологии не применяются в работе и при докладе студента;

в процессе защиты курсовой работы студент демонстрирует непонимание содержания ошибок, допущенных им при ее выполнении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Литература

а) основная литература:

1. Кудряшева, Н. С. Физическая и коллоидная химия: учебник и практикум для вузов / Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт,

2026. — 452 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17490-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535669>.
2. Кудряшева, Н. С. Физическая и коллоидная химия: учебник и практикум для вузов / Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 452 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17490-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/582710>.
 3. Винокуров А.И. Физическая химия. // А.И.Винокуров, Р.И.Винокурова, О.В.Силкина ; Поволжский государственный технологический университет. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. — 80 с. : схем., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459522>. — Библиогр.: с. 76. — ISBN 978-5-8158-1780-7. — Текст : электронный.
 4. Харитонов Ю.Я. Физическая химия: учебник / Харитонов Ю.Я. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 608 с. - ISBN 978-5-9704-2390-5 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970423905.html>. - Режим доступа : по подписке.
 5. Луков В.В. Физическая химия: учебник / Луков В. В. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2018. - 238 с. - ISBN 978-5-9275-2976-6 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927529766.html>. - Режим доступа : по подписке.
 6. Салем Р.Р., Физическая химия. Термодинамика / Салем Р.Р. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 352 с. - ISBN 5-9221-0078-5 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922100785.html>. - Режим доступа : по подписке.
 7. Практические работы по физической химии. // Под ред. *К.П.Мищенко, А.А.Равделя, А.М.Пономаревой*. — Изд-во: Профессия, Санкт-Петербург, 2002.
 8. *В.С.Музыкантов и др.* Задачи по химической термодинамике. — М.: Химия, 2014.
 9. Зуев, А.Ю. Физическая химия. Практикум / А.Ю. Зуев, В.А. Черепанов, Д.С. Цветков ; ред. А.Ю. Зуев. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2012. — 124 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239716>. — ISBN 978-5-7996-0787-6. — Текст: электронный.

б) дополнительная литература:

10. *Н.М.Бажин, В.А.Иванченко, Б.Н.Пармон.* Термодинамика для химиков. — М.: Химия, 2004
11. *Белик В.В., Киенская К.И.* Физическая и коллоидная химия. -М.: Издательский центр «Академия», 2010.
12. *Б.Б.Дамаскин, О.А.Петрий, Г.А.Цирлина.* Электрохимия. — М.: Химия, 2008.
13. *Чуркин А.С., Федулова М.А.* Физическая химия. Часть 1. Химическая термодинамика - Екатеринбург: Изд-во Рос.гос. проф.-пед. ун-та, 2003. -168 с.
14. *Голиков Г.А.* Руководство по физической химии. - М.: ВШ. - 1988. 383 с.
15. Курс физической химии. // Под ред. *Я.И. Герасимова*, в 2-х томах. - М.: Химия. - 1984, Т. 1- 624 с. - Т.2. - 656 с.
16. Винокуров А.И. Физическая химия / А.И.Винокуров, Р.И.Винокурова, О.В.Силкина ; Поволжский государственный технологический университет. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. — 80 с. : схем., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459522>. — Библиогр.: с. 76. — ISBN 978-5-8158-1780-7. — Текст : электронный.

17. Краткий справочник физико-химических величин. //Под редакцией Равделя А.А., Пономаревой А.М. – Ленинград: "Химия", 1983 г.
18. Бокштейн Б.С. Физическая химия: термодинамика и кинетика / Бокштейн, Б.С. - М.: МИСиС, 2012. - 258 с. - ISBN 978-5-87623-619-7 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876236197.html>. - Режим доступа : по подписке.

в) программное обеспечение, ЭБС, электронные образовательные ресурсы, профессиональные базы и Интернет-ресурсы:

необходимый для обеспечения данной дисциплины комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, а также электронные библиотечные системы, с которыми у СОГУ имеется действующий договор:

№ п/п	Наименование	№ договора(лицензия)	Страна производитель
1.	Windows 10 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
2.	Windows 10 Pro for Workstations	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
3.	Windows 7 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
4.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
5.	Office Standard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
6.	Office Standard 2013	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
7.	Office Standard 2010	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г	США
8.	Корпоративная электронная почта (Яндекс.Почта)	№КИС-1965-2025 от 12.01.2026	Россия
9.	Программное обеспечение 1С: Предприятие. Бухгалтерский Учет. Типовая конфигурация 8 сетевая версия	№ СД/108 от 29.08.2017 «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно	Россия
10.	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»	№ SBR003-250010357500001от 05.02.2025 (действителен до 04.02.2026) с ОАО «АнтиПлагиат»	Россия
11.	Программное обеспечение 1С: Предприятие 8.3 Управление торговлей	№КП /108 от 29.08.2017 с ООО «Максимум»(бессрочно)	Россия
12.	Программное обеспечение 1С: Зарплата и кадры государственного учреждения 8	№СД./ №9., 08.06.2025 г. «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно	Россия
13.	1С: Бухгалтерия 8. Базовая версия	№9 от 21.05.2019, «МАКСИМУМ-СОФТ СОФТ» бессрочно	Россия
14.	Планы	№2191-24, от 09.01. 2025 г. (тех.поддержка до 26.02.2026 г.) ООО ЛММИС	Россия
15.	ПО Лаборатории ММИС (Деканат, ПК, Ведомости, Тестирование, интернет расширение и др.)	№2435-24 от 04.03.2025 ООО ЛММИС	Россия
16.	VSDESK	№ 210406/01 от 06.04.2021г. ИП И.А.Сергеевич	Россия
17.	DIRECTUM RX – Система	ООО Галактика ИТ договор № 120320/Д/А от 14.03.2022	Россия

	электронного документооборота		
18.	MOODLE	Бесплатное	-
19.	ЭБС «Консультант студента»	http://www.studentlibrary.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
20.	РусГард	Бесплатное	Россия
21.	Система веб-конференций (bigbluebutton)	Бесплатное	-
22.	Средства криптографической защиты (КриптоПро CSP, Крипто АРМ)	№120680, от 21.01.2025 ООО «Цифровые технологии»	Россия
23.	Средства криптографической защиты (ViPNet)	№0000-000008 от 17.01.2025 ООО Экспресс-линк	Россия
24.	Средства криптографической защиты (Континент TLS)	№25/08/22 СЛ от 04.09.2025 ООО СКБ-Сервис	Россия
25.	Kaspersky Endpoint Security	№ СФ00-001239 от 13.02.2025 ООО Системный Софт	Россия

Реестр электронных библиотечных систем (ЭБС) и электронных образовательных ресурсов, доступ к которым обеспечен для обучающихся по образовательным программам, реализуемым в 2026-2027 учебном году

Название базы данных	Платформа и (или) адрес в сети Интернет	Реквизиты	Правообладатель	Количество ключей
«Университетская библиотека Online» Базовая коллекция	https://biblioclub.ru Требуется регистрация.	Договор № 571-12/2025 от 12.01.2027 г. С 01.01.2026 г. - 31.12.2026 г.	ООО «НексМедиа»	Без ограничения количества пользователей
Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX: рефераты и полные тексты научных статей и публикаций, российские научные и научно-технические журналы	eLIBRARY.RU http://elibrary.ru/org Требуется регистрация.	Лицензионный договор № 310-5051/2025 от 31.03. 2025 г. С 14.04.2025 г. - 20.04.2026 г.	ООО «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	Доступ по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей
eLIBRARY.RU - интегрированный научный информационный портал в российской зоне сети Интернет, включающий базы данных научных изданий и сервисы для информационного обеспечения науки и высшего образования.	eLIBRARY.RU http://elibrary.ru/org Требуется регистрация.	Ресурс открытого доступа	ООО «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей
«Юрайт» - Учебники по всем специальностям и направлениям подготовки.	«Юрайт» https://urait.ru/info/courses?utm_source=campus Требуется регистрация.	Договор № 6237 от 05.12.2023 г. С 31.12.2023 - 31.12.2026 г.	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ»	Доступ по IP адресам вуза без ограничений по количеству

- ЦУМК по федеральному проекту «Кадры для цифровой экономики»				пользователей
Универсальная база данных East View - полнотекстовый доступ к научным журналам	https://dlib.eastview.com Логин: Khetagurov. Пароль: Khetagurov.	№210-П от 12.01.2026 г. С 01.01.2026 г.- 31.12.2026 г.	ООО «ИВИС»	Без ограничения количества пользователей
«SocHum» - электронная библиотека социогуманитарного знания (коллекция учебно-методической литературы и научных журналов социогуманитарной коллекции научно-исследовательских институтов РАН	https://sochum.ru	Ресурс открытого доступа	Государственный академический университет гуманитарных наук (ГАУГН)	Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей.
Polpred.com - открытая электронная библиотечная система и интернет-сервисы «Деловые средства массовой информации». Доступ к статьям 600 газет, журналов информгентств с архивом за 20 лет: - обзор СМИ; - Россия и зарубежье; - Федеральные округа РФ. - внешняя экономика, право.	https://www.polpred.com/	Ресурс открытого доступа		Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей.
Национальная электронная Библиотека «НЭБ»	https://rusneb.ru/ Требуется регистрация.	Договор № 4513-п от 26.12.2023 г. (на 10 лет с последующей автоматической пролонгацией) Без ограничения срока	Российская государственная библиотека	Доступ осуществляется по IP адресам вуза без ограничений по количеству пользователей

Профессиональные базы данных и Интернет-ресурсы:

Российская национальная библиотека	https://nlr.ru/
Национальная электронная библиотека	https://rusneb.ru/
«Мегаэнциклопедия Кирилла и Мефодия»	https://megabook.ru
Российская государственная библиотека	https://www.rsl.ru/
Государственная публичная научно-техническая библиотека России	https://www.gpntb.ru/
Библиотека Российской академии наук	https://rasl.ru/
Библиотека по естественным наукам Российской академии наук	https://www.benran.ru/
Фундаментальная библиотека ИНИОН РАН	https://inion.ru/ru/library/
Всероссийская государственная библиотека	https://libfl.ru/

иностранной литературы им. М. И. Рудомино, г. Москва	
Государственная публичная историческая библиотека, г. Москва	https://www.shpl.ru/
Российская государственная библиотека искусств. г. Москва	https://liart.ru/ru/
Научная библиотека Московского государственного университета (МГУ) им. М.В.Ломоносова	https://nbmgu.ru/
Электронная библиотека учебных материалов по химии	http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/
Химический портал Chemport.ru	http://www.chemport.ru
Научно-популярный журнал «Химия и жизнь»	https://www.hij.ru
Аналитическая химия. База данных	https://www.freechemistry.ru/
Mendelev.info – о химии и химиках	https://mendelev.info/
Аналитическая химия в России	http://www.wssanalytchem.org/default.aspx
Аналитическая химия: лекции; учебники и задачки	http://chembaby.com/analiticheskaya-ximiya/
Книги по аналитической химии	http://hemsintez24.ru/analiticheskaya-himiya
ХиМиК – один из самых популярных химических сайтов. Представлены электронные справочники, on-line учебники по неорганической, органической, коллоидной и токсикологической химии. Действуют сервисы по вычислению молекулярных масс, уравниванию хим. реакций, редактированию формул. Есть база по термодинамическим свойствам неорганических веществ. Хороший форум по химии.	https://xumuk.ru/

8. Материально-техническое оснащение дисциплины

9.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, кафедра. Оборудование: Проектор Epson EB – 735Fi. Комплект поставки: (крепление для проектора, шнур питания проектора, магнитно-маркерная доска – 1 шт, Ноутбук «АЙСИЭЛТЕХНО» - 1 шт с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ. Программное обеспечение: Windows 7 Professional, Office Standard 2016, Система тестирования Sunrav WEB Class, Система компьютерной верстки MikTex, Kaspersky Endpoint Security, Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw, Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ», Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний», VSDESK, Услуги связи (доступ к сети интернет), MOODLE, Личный кабинет студента/сотрудника, КЭП (домен на яндексе), РусГард, ViPNet	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, ул. Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 606
Лаборатория Физической, коллоидной химии для проведения занятий семинарского типа, лабораторных занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, а также самостоятельной работы обучающихся:	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания,

преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, лабораторные столы, классная доска. Оборудование: Персональный компьютер в комплекте с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ, Проектор Epson EB-735Fi Комплект поставки (крепление для проектора, шнур питания) – 1 шт., Ноутбук Производитель ООО "АЙСИЭЛТЕХНО" – 1 шт., Программное обеспечение: Программное обеспечение: Windows 7 Professional, Office Standard 2016, Система тестирования Sunrav WEB Class, Система компьютерной верстки MikTex, Kaspersky Endpoint Security, Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw, Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ», Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний», VSDESK, Услуги связи (доступ к сети интернет), MOODLE, Личный кабинет студента/сотрудника, КЭП (домен на яндексе), РусГард, ViPNet Лабораторное оборудование: : Шкаф вытяжной с подводом воды ШВ НВК 900ПЛАСТ+ с сантехникой – 1 шт., Учебно-лабораторный комплекс "Физическая и коллоидная химия" – 1 шт. Печь муфельная ЭКПС-10 – 1 шт. Нефелометр «НФМ»-1 шт. Кондуктометр «Эксперт -002-6Н» -1шт. Лабораторный иономер «И-510»-1 шт. рН-метр-милливольтметр «рН-150МИ»-2 шт. Рефрактометр «ИРФ-454» - 1шт. Мешалка магнитная «ПЭ-6110» с подогревом-2 шт. Фотометр ЗОМЗ КФК-3-01 - 1 шт. Микроскоп бинокулярный "Микмед-1"- 1 шт. Анализатор «Флюорат 02-2М» - 1 шт. Баня водяная двухместная UT-4302E ULAB – 1 шт. Спектрофотометр ПЭ-5300ВИ – 1 шт. Нагревательная плита ES-H3040 – 1 шт. Центрифуга Tagler настольная лабораторная медицинская по ТУ – 1 шт. Весы аналитические SHINKO HT 84RCE – 1 шт. Весы технические M-ER – 3 шт. Сушильный шкаф ШС-80-01-СПУ – 1 шт.	город Владикавказ, улица Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 114
Лаборатории: компьютерные классы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол, стул, столы и стулья для обучающихся, кафедра, классная доска. Оборудование: Компьютеры для компьютерного класса в комплекте - с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ; источники бесперебойного питания, Ippon, коммутатор для класса D-Link DGS-10240, интерактивная доска 78*(1702070/15112/11344/2+ проектор Beno MX503. Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip; WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Free; Система тестирования Sunrav WEB Class (Бессрочное ПО); Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw (Бессрочное ПО); Консультант плюс; Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат ВУЗ»; Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»; Гарант; Cisco Webex; демонстрационные и учебно-наглядные пособия (видеопрезентация).	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, улица Ватутина, дом 44-46, учебный корпус № 7, ауд. № 614
Библиотека, в том числе читальный зал: столы и стулья для обучающихся, компьютеры в комплекте - с программным обеспечением, выходом в сеть Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду СОГУ Программное обеспечение: Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Office Standard 2016; 7-zip;	Российская Федерация, 362025, Республика Северная Осетия – Алания, город Владикавказ, улица

WinRAR; Adobe Acrobat Reader; STDU Viewer; Mozilla Firefox; Google Chrome; Kaspersky Free; Консультант плюс; Гарант; Cisco Webex; ЭБС "Университетская библиотека ONLINE" https://biblioclub.ru ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru ЭБС «Юрайт» www.biblio-online.ru	Церетели/Ватутина, дом 16/19, учебный корпус № 6
--	--