

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

Факультет физико-математических и естественных наук

Рекомендовано МССН
по направлению 04.00.00 «Химия»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Рекомендуется для направления подготовки

04.03.01 «ХИМИЯ»

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью дисциплины является овладение студентами основ физической химии как теоретического фундамента современной химической науки; раскрытие связей между физическими и химическими явлениями и на этой основе более глубокое понимание сущности химических процессов, протекающих в природе и технике, путей и способов управления последними.

Задачи освоения дисциплины:

- формирование естественнонаучного мировоззрения на основе взаимосвязи естественных наук;
- приобретение знаний о физико-химических закономерностях химических процессов, протекающих в природе и технике, роли и месте физической химии в профессиональной деятельности;
- формирование практических навыков и умений постановки физико-химических экспериментов, их математической обработки, умений решать физико-химические задачи;
- формирование навыков соблюдения правил безопасности при работе в химической лаборатории.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Физическая химия» относится к базовой части блока 1 учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Универсальные компетенции			
1	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	История Философия Математика Физика Информатика Неорганическая химия Аналитическая химия Органическая химия Курсовая работа "Неорганическая химия" Курсовая работа "Аналитическая химия" Курсовая работа "Органическая химия"	Строение вещества Основы квантовой химии Коллоидная химия Методы получения новых веществ и материалов Избранные главы химии Экспериментальные методы исследования в химии Введение в химию координационных соединений Основы нанохимии Химия лекарственных веществ Физико-химические методы исследования неорганических веществ Стратегия органического синтеза Основы нефтехимии Дисциплины междисциплинарного модуля

2	УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Неорганическая химия Аналитическая химия Органическая химия Физическая культура Курсовая работа "Неорганическая химия" Курсовая работа "Аналитическая химия" Курсовая работа "Органическая химия"	Экспериментальные методы исследования в химии Дисциплины междисциплинарного модуля Прикладная физическая культура
Общепрофессиональные компетенции			
3	ОПК-1 Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	Неорганическая химия Аналитическая химия Органическая химия Курсовая работа "Неорганическая химия" Курсовая работа "Аналитическая химия" Курсовая работа "Органическая химия"	Химическая технология Строение вещества Основы квантовой химии Коллоидная химия Высокомолекулярные соединения Кристаллохимия и основы рентгеноструктурного анализа Хроматография Основы электронной и колебательной спектроскопии Основы ЯМР Основы масс-спектрометрии Методы получения новых веществ и материалов Избранные главы химии Экспериментальные методы исследования в химии
4	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	Неорганическая химия Аналитическая химия Органическая химия Курсовая работа "Неорганическая химия" Курсовая работа "Аналитическая химия" Курсовая работа "Органическая химия"	Химическая технология Коллоидная химия Методы получения новых веществ и материалов Экспериментальные методы исследования в химии
5	ОПК-6 Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	Неорганическая химия Аналитическая химия Органическая химия Курсовая работа "Неорганическая химия" Курсовая работа "Аналитическая химия" Курсовая работа "Органическая химия" Иностранный язык Русский язык (как иностранный)	Практический курс иностранного языка Практический курс русского языка (как иностранного)

Профессиональные компетенции

6	<p>ПК-1 Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач</p>	<p>Неорганическая химия Аналитическая химия Органическая химия Курсовая работа "Неорганическая химия" Курсовая работа "Аналитическая химия" Курсовая работа "Органическая химия" История химии</p>	<p>Химическая технология Строение вещества Основы квантовой химии Коллоидная химия Высокомолекулярные соединения Кристаллохимия и основы рентгеноструктурного анализа Хроматография Основы электронной и колебательной спектроскопии Основы ЯМР Основы масс-спектрометрии Методы получения новых веществ и материалов Избранные главы химии Экспериментальные методы исследования в химии Введение в химию координационных соединений Основы нанохимии Химия лекарственных веществ Физико-химические методы исследования неорганических веществ Стратегия органического синтеза Основы нефтехимии</p>
7	<p>ПК-4 Способен использовать современные методы синтеза, установления структуры и исследования свойств и реакционной способности химических соединений под руководством специалиста более высокой квалификации</p>	<p>Неорганическая химия Аналитическая химия Органическая химия Курсовая работа "Неорганическая химия" Курсовая работа "Аналитическая химия" Курсовая работа "Органическая химия"</p>	<p>Кристаллохимия и основы рентгеноструктурного анализа Хроматография Основы электронной и колебательной спектроскопии Основы ЯМР Основы масс-спектрометрии Методы получения новых веществ и материалов Экспериментальные методы исследования в химии</p>

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1; УК-6; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-6; ПК-1; ПК-4

Таблица 2

Формируемые компетенции

Компетенции	Название компетенции	Индикаторы достижения компетенций
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; ИУК-1.2. Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; ИУК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	ИУК-6.1. Использует инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, при достижении поставленных целей; ИУК-6.2. Определяет приоритеты собственной деятельности, личностного развития и профессионального роста; ИУК-6.4. Строит профессиональную карьеру и определяет стратегию профессионального развития
ОПК-1	Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ИОПК-1.1. Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов, свойств веществ и материалов; ИОПК-1.2. Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии
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	ИОПК-2.1. Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности; ИОПК-2.3. Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе; ИОПК-2.4. Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования.

ОПК-6	Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе	ИОПК-6.1. Представляет результаты работы в виде отчета по стандартной форме на русском языке
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	ИПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования; ИПК-1.2. Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности; ИПК-1.3. Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин
ПК-4	Способен использовать современные методы синтеза, установления структуры и исследования свойств и реакционной способности химических соединений под руководством специалиста более высокой квалификации	ИПК-4.2. Владеет навыками использования современных методов и аппаратуры для изучения химических процессов, строения и свойств химических соединений

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

основы современных теорий в области физической химии (основы химической термодинамики и кинетики в закрытых и открытых системах, теории фазовых равновесий, основные закономерности протекания химических и физико-химических процессов в системах различной компонентности, природу химических взаимодействий и реакционной способности соединений) и способы их применения для решения теоретических и практических задач в любых областях химии.

Уметь:

самостоятельно ставить задачу физико-химического исследования в химических системах, выбирать оптимальные пути и методы решения подобных задач как экспериментальных, так и теоретических; обсуждать результаты физико-химических исследований, ориентироваться в современной литературе по физической химии, вести дискуссию по вопросам физической химии.

Владеть:

способностью и готовностью проводить стандартные физико-химические измерения, проводить физико-химические расчеты с помощью известных формул и уравнений, в том числе с помощью компьютерных программ, пользоваться справочной литературой по физической химии; способностью применять основные законы физической химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных; навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов; методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов; использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 20 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		V	VI		
Аудиторные занятия (всего)	414	198	216		
В том числе:					-
Лекции	144	72	72		
Лабораторные работы (ЛР)	270	126	144		
Самостоятельная работа (всего)	306	198	108		
Общая трудоемкость час	720	396	324		
зач. ед.	20	11	9		

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Основы химической термодинамики. I закон термодинамики и его применение	<p>Основные понятия и определения: термодинамическая система и окружающая среда, составляющие вещества, параметры и их классификация, состояние системы. Виды систем по обмену с окружающей средой. Гомогенные и гетерогенные системы. Равновесные и неравновесные системы. Уравнения состояния гомогенных систем. Процесс – изменение состояния системы. Энергия системы. Внутренняя энергия системы. Теплота и работа. Равновесные и неравновесные процессы. Однородные функции. Теорема Эйлера и парциальные величины.</p> <p>Первый закон термодинамики для изолированной, закрытой и открытой систем. Внутренняя энергия идеального газа. Применение I закона термодинамики к закрытым гомогенным однокомпонентным системам: работа и теплота в изохорическом, изобарическом, изотермическом и адиабатическом процессах. Энтальпия. Уравнение адиабаты идеального газа. Химические процессы и химическая переменная. Применение I закона термодинамики к закрытым гомогенным многокомпонентным системам, в которых протекает химическая реакция. Калорические коэффициенты. Тепловой эффект химической реакции. Термохимия. Закон Гесса и его следствия. Теплоты сгорания и теплоты образования и их применение для расчета тепловых эффектов химической реакций. Стандартные тепловые эффекты. Теплоемкости и их зависимости от температуры. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры.</p>

2	<p>II закон термодинамики. Энтропия. Термодинамические потенциалы</p>	<p>Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Формулировки второго закона термодинамики. Энтропия. Расчет изменения энтропии в различных процессах в закрытых системах. Критерии направления самопроизвольных процессов в изолированной и закрытой системах.</p> <p>Термодинамические потенциалы. Определение направления самопроизвольного процесса и условия равновесия с помощью термодинамических потенциалов и энтропии. Характеристические функции. Уравнения Максвелла (вторые смешанные производные от термодинамических потенциалов). Уравнения Гиббса-Гельмгольца для изотермических процессов. Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка и расчет абсолютных энтропий.</p> <p>Химические потенциалы компонентов системы и парциальных термодинамических функций. Химический потенциал как интенсивный параметр. Зависимость химического потенциала от температуры и давления для газов, жидкостей и твердых веществ. Химический потенциал компонентов для смеси газов. Химические потенциалы для идеальных и реальных жидких растворов в равновесии с паром. Летучести и активности для реальных газов и жидких растворов. Методы вычисления летучестей и активностей.</p>
3.	<p>Химическое равновесие</p>	<p>Закон действия масс Гульдберга и Вааге. Константы химического равновесия в смесях идеальных газов K_p, K_c, K_x и связь между ними. Химическое равновесие в смесях реальных газов, в гетерогенных системах, в конденсированных системах. Реакции между твердыми фазами, не образующими твердых растворов. Уравнение изотермы химической реакции. Химическое сродство. Стандартное изменение термодинамического потенциала и его вычисление из справочных данных. Комбинирование реакций и расчет констант равновесий.</p> <p>Принцип смещения равновесий Ле-Шателье – Брауна. Влияние температуры на химическое равновесие. Изобара и изохора химической реакции. Приближенный расчет зависимости константы равновесия от температуры. Влияние давления на химическое равновесие, уравнение Планка.</p> <p>Химические равновесия в растворах. Константы равновесия при различном выборе стандартных состояний для участников реакции. Химическое равновесие в разбавленном растворе. Влияние инертного растворителя.</p>

4.	Элементы статистической термодинамики	<p>Статические основы метода расчета термодинамических величин. Микро- и макросостояния системы. Термодинамическая вероятность. Функция распределения. Метод Больцмана для идеального газа. Сумма по состояниям. Метод Гиббса. Постулаты связи статической и классической термодинамики. Расчет сумм по состояниям для идеального газа: поступательной, вращательной и колебательной.</p> <p>Спектры молекул. Вращательные спектры и вращательно-колебательные спектры двухатомных молекул. Структура вращательных и колебательных уровней энергии для двухатомных молекул. Расчет молекулярных констант из колебательно-вращательного спектра двухатомных молекул.</p>
5.	Фазовые равновесия. Свойства растворов	<p>Виды растворов: жидкие, газовые, твердые. Термодинамика растворов. Химический потенциал компонента раствора. Парциальные мольные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема, Дюгема-Маргулиса. Функции смешения. Типы растворов.</p> <p>Гетерогенные многокомпонентные системы. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные гетерогенные системы. Уравнение Клапейрона-Клазиуса. Фазовые переходы I и II рода. Диаграммы состояния однокомпонентных систем воды и серы. Энантиотропия и монотропия.</p> <p>Характеристика бинарных систем. Число параметров и число фаз. Равновесие между жидким раствором и паром. Закон Рауля. Отклонения от закона Рауля для неидеальных жидких растворов. Бесконечно разбавленные растворы. Уравнение Ван-Лаара для идеальных растворов. Диаграммы состояния жидкость-пар для бинарных систем. Правило рычага. Азеотропные растворы. Законы Коновалова. Фракционная перегонка раствора летучих жидкостей. Влияние температуры на состав пара. Ограниченная растворимость жидкостей. Равновесия жидкость – жидкость и газ – газ. Закон распределения Нернста-Шилова. Экстракция. Растворимость газов в жидкостях. Криоскопия и эбулиоскопия. Диффузия в растворах. Осмос. Коллигативные свойства растворов электролитов. Изотонический коэффициент Вант-Гоффа.</p> <p>Равновесия между твердыми фазами и расплавами. Типы диаграмм плавкости двухкомпонентных систем. Физико-химический анализ.</p> <p>Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса-Розебома. Диаграмма растворимости трех жидкостей. Диаграмма плавкости с тройной эвтектикой.</p>

6.	Ионные системы. Свойства растворов электролитов	<p>Отличия свойств растворов электролитов от свойств растворов неэлектролитов. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Ионные равновесия в растворах. Константы диссоциации. Теплота растворения, энергия кристаллической решётки, энергия сольватации.</p> <p>Термодинамическое описание равновесий в растворах электролитов. Понятие средней активности и среднего коэффициента активности; их связь с активностью и коэффициентом активности отдельных ионов. Методы определения коэффициентов активности.</p> <p>Теория сильных электролитов Дебая – Хюккеля. Основные допущения теории Дебая – Хюккеля и уравнения для коэффициентов активности первого и второго приближений теории. Ионная сила раствора. Учёт коэффициентов активности для слабых электролитов и растворимости трудно растворимых электролитов. Ионная ассоциация в растворах электролитов при больших концентрациях в растворе.</p> <p>Электропроводность растворов электролитов. Удельная, эквивалентная и молярная электропроводности растворов электролитов и их зависимость от концентрации. Правило Кольрауша. Подвижность ионов и числа переноса. Метод Гитторфа для определения чисел переноса. Аномальные подвижности ионов гидроксония и гидроксила. Зависимость электропроводности и подвижности ионов от концентрации в рамках теории Дебая – Хюккеля. Электрофоретический и релаксационный эффекты торможения движения ионов. Эффекты Вина и Дебая – Фалькенгагена. Кондуктометрия.</p>
7.	Термодинамика электрохимических цепей	<p>Механизм возникновения скачка потенциала на границе раздела фаз. Возникновение скачка потенциала на инертном металле за счёт окисления - восстановления неметалла. Контактная разность потенциалов между металлами. Диффузионный потенциал.</p> <p>Гальванические элементы. Уравнение Нернста. Классификация электродов по типу природы электродной реакции и участия в электродной реакции материала электрода. Электроды I, II и III рода. Окислительно-восстановительные электроды. Ионоселективные электроды. Стекланный электрод. Компенсационный метод измерения ЭДС гальванического элемента. Электродные потенциалы. Стандартные электродные потенциалы. Электрохимический и концентрационный элементы.</p>

		<p>Применение уравнения Гиббса – Гельмгольца к гальваническим элементам и определение термодинамических параметров окислительно-восстановительных реакций с помощью измерения ЭДС. Метод ЭДС при определении коэффициентов активности, чисел переноса, произведений растворимости и констант равновесия ионных реакций.</p> <p>Химические источники тока.</p>
8.	Термодинамика поверхностных явлений. Адсорбция.	<p>Адсорбция (основные понятия и определения). Адсорбционная теория Гиббса. Поверхностная активность.</p> <p>Адсорбция из растворов. Изотерма адсорбции Гиббса. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе. Уравнение Б.А.Шушкова, физический смысл констант в этом уравнении. Влияние температуры на поверхностное натяжение.</p> <p>Адсорбция газов и паров на твёрдых адсорбентах. Модельные теории обратимой адсорбции на однородных поверхностях. Изотермы адсорбции Генри и Лэнгмюра. Изотерма полимолекулярной адсорбции БЭТ. Модельные теории обратимой адсорбции на неоднородных поверхностях. Изотерма адсорбции Фрейндлиха.</p> <p>Избирательная адсорбция ионов. Особенности. Правила Панета-Фаянса и изоморфизма. Типы ионитов и механизм адсорбции ионов.</p> <p>Динамический характер адсорбции. Физическая адсорбция и хемосорбция. Дифференциальные и интегральные теплоты адсорбции. Изостерическая теплота адсорбции.</p> <p>Пористые адсорбенты, их классификация. Капиллярная конденсация паров на пористых адсорбентах. Уравнение Томсона-Кельвина.</p> <p>Хроматография. Виды хроматографии. Качественный и количественный хроматографический анализ. Индексы Ковача. Определение теплот сорбции хроматографическим методом.</p>
9.	Химическая кинетика и катализ.	<p>Скорость химической реакции. Кинетический закон действующих масс и область его применения. Кинетическое уравнение, порядок и молекулярность реакций. Методы определения порядка реакции.</p> <p>Кинетика простых реакций различных порядков. Кинетические уравнения односторонних реакций нулевого, первого и второго порядков в закрытых системах.</p> <p>Кинетика сложных реакций. Принцип независимости протекания реакций. Обратимые реакции первого порядка, параллельные и</p>

	<p>сопряжённые реакции, последовательные реакции. Метод стационарных концентраций.</p> <p>Влияние температуры на скорость реакции. Температурный коэффициент Вант – Гоффа и уравнение Аррениуса.</p> <p>Теория активных столкновений. Применение теории активных столкновений к мономолекулярным реакциям. Схема Линдемана. Теория активированного комплекса. Статистическая и термодинамическая интерпретация.</p> <p>Кинетика цепных реакций. Кинетика реакций с нетермическим характером активации: Фотохимические реакции</p> <p>Катализ. Основные понятия и определения. Механизм и энергетика гомогенных и гетерогенных каталитических реакций. Энергетика, механизм и кинетика гомогенных каталитических реакций. Уравнение Михаэлиса. Ферментативный катализ. Уравнение Михаэлиса – Ментен. Ингибирование.</p>
--	--

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего час.
1.	Основы химической термодинамики. I закон термодинамики и его применение.	18	-	28	46	92
2.	II закон термодинамики. Энтропия. Термодинамические потенциалы.	18	-	28	46	92
3.	Химические равновесия.	10	-	28	38	76
4.	Элементы статистической термодинамики.	6	-	8	14	28
5.	Фазовые равновесия. Свойства растворов.	20	-	34	54	108
6.	Ионные системы. Свойства растворов электролитов.	18	-	36	27	81
7.	Термодинамика электрохимических цепей.	18	-	36	27	81
8.	Термодинамика поверхностных явлений. Адсорбция.	16	-	36	27	79
9.	Химическая кинетика и катализ.	20	-	36	27	83

6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час.)
1.	1	Определение энергии ионной кристаллической решетки.	10
2.	1	Определение теплоты растворения соли	5
3.	1	Определение теплоты нейтрализации	5
4.	1	Определение теплоты нейтрализации слабой кислоты сильным основанием	5
5.	1	Определение теплоты образования кристаллогидрата	5
6.	1	Определение теплоты окисления щавелевой кислоты перманганатом калия	5

7.	1,4	Расчёт термодинамических функций двухатомного газа.	10
8.	5	Термический анализ двухкомпонентной системы.	15
9.	5	Получение изотермы растворимости трех жидкостей.	5
10.	5	Определение молекулярной массы вещества и изотонического коэффициента электролита методом криоскопии	5
11.	5	Построение диаграммы жидкость - пар в координатах Т-х(у)	10
12.	1,2,3	Изучение химического равновесия гомогенной реакции в растворе	10
13.	1,2,3	Изучение химического равновесия в растворе гидролизующейся соли	10
14.	1,2,3	Расчет температурной зависимости степени равновесного превращения по термодинамическим потенциалам образования компонентов реакции.	10
15.	1,2,4	Колебательно-вращательные спектры двухатомных молекул	10
16.	6	Определение концентрационной зависимости удельной и молярной электропроводности сильного электролита.	5
17.	3,6	Определение константы диссоциации слабого электролита методом кондуктометрии.	5
18.	6	Кондуктометрическое титрование.	5
19.	1,2,6	Кондуктометрическое определение термодинамических параметров растворения труднорастворимого соединения.	5
20.	1,2,6	Определение температурного коэффициента электропроводности раствора электролита	5
21.	1	Измерение ЭДС гальванических элементов.	5
22.	7	Измерение электродных потенциалов электродов.	5
23.	7	Измерение ЭДС концентрационных элементов.	5
24.	1,2,7	Изучение зависимости среднего коэффициента активности ионов от концентрации электролита	5
25.	7	Измерение окислительно-восстановительных потенциалов.	5
26.	5,7	Определение рН и буферной емкости буферных систем.	5
27.	5,7	Влияние рН на величину Red-Ox потенциалов, построение диаграмм E_{Red-Ox} - рН	5
28.	1,2,7	Расчет термодинамических величин для ОВР гальванического элемента на основе справочных данных, по ЭДС и ее температурному коэффициенту для этого гальванического элемента.	5
29.	8	Изучение адсорбции красителей на твердом адсорбенте	10
30.	8	Изучение адсорбции уксусной кислоты из водного раствора на активированном угле	10
31.	8	Изучение адсорбции поверхностно-активных веществ (ПАВ) на границе раствор-воздух.	10
32.	1,2,7	Качественный и количественный анализ смеси углеводородов с помощью газовой хроматографии на колонке с апьезоном, нанесенным на хроматон. Определение мольных теплот растворения нормальных углеводородов С6-С9 в апьезоне хроматографическим методом.	15
33.	8	Кинетика омыления этилацетата в присутствии ионов гидроксила	10

34.	8	Изучение кинетики гомогенно-каталитического разложения H_2O_2 .	15
35.	8	Изучение кинетики инверсии сахарозы.	5
36.	8	Изучение кинетики реакции окисления иодид-ионов ионами трехвалентного железа фотометрическим методом.	10

7. Практические занятия: не предусмотрены учебным планом.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для осуществления образовательной деятельности по дисциплине необходимы:

Для аудиторной работы:

- 1) учебная аудитория с рабочими местами для проведения лекционных занятий (по числу студентов),
- 2) учебная лаборатория с наборами лабораторной посуды, реактивов и приборов для проведения работ по физической химии
- 3) доска (мел или маркеры в зависимости от качества доски) и/или флипчарт и маркерами,
- 4) стационарный персональный компьютер с установленным программным обеспечением и доступом в сеть Интернет (допускается использование переносной аппаратуры),
- 5) мультимедийный проектор (стационарный или переносной),
- 6) экран (стационарный или переносной напольный).

Для самостоятельной работы студентов:

- б) помещение с компьютером с установленным программным обеспечением и доступом в сеть Интернет и электронную информационно-образовательную среду РУДН, библиотека.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Москва, ул. Орджоникидзе, 3 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, аудитория 708	Комплект специализированной мебели, доска меловая; Мультимедийный проектор, экран для проектора, оборудование для проведение демонстрационных опытов, имеется wi-fi	Microsoft Win 10 Домашняя для одного языка, Код продукта № 00327-60000-00000-AA717. Microsoft Office 365 ProPlus Код продукта 00202-50232-17683-AA087
Москва, ул. Орджоникидзе, д.3, Учебная лаборатория Физической химии, аудитория № 513	Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории: шкаф вытяжной, шкаф сушильный, термостаты, аквадистиллятор, вакуумная адсорбционная установка, калориметры, прибор для криоскопических измерений, кондуктометры, потенциометры, рН-метры, интерферометр, приборы Ребиндера, поляриметры, фотометры, кислородомеры; стационарный мультимедийный проектор, стационарный экран	Не требуется для имеющегося оборудования

Москва, ул. Орджоникидзе, д.3, Научно-учебная лаборатория Физической химии, аудитория № 516	Комплект специализированной мебели; специализированное оборудование химической лаборатории: шкаф, вытяжной, шкаф сушильный, термостаты, аква-дистиллятор, центрифуга, хроматограф, инфракрасный спектрометр, спектрофотометр	Microsoft Windows 7 Pro CIS and GE, лицензия OEM Microsoft Office 365 ProPlus Код продукта 00202-50232-17683-AA087
--	--	---

Все оборудование в лабораториях достаточно современно и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных работ.

9. Информационное обеспечение дисциплины

- а) программное обеспечение:
- ОС Windows, MS Office (программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions), браузер Firefox (лицензия MPL-2.0) или браузер Chrome (лицензия Google Chrome Terms of Service); Adobe Reader (Adobe Software License Agreement).
- б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

Учебно-научный информационный библиотечный центр РУДН	http://lib.rudn.ru/
ЭБС РУДН	http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web
ЭБС "Университетская библиотека ONLINE"	http://www.biblioclub.ru
Телекоммуникационная учебно-информационная система (ТУИС) РУДН	http://esystem.pfur.ru/course/view.php?id=998
Портал фундаментального химического образования России	http://www.chemnet.ru
Научная электронная библиотека eLibrary.ru	http://www.elibrary.ru/defaultx.asp
Химическая энциклопедия	http://www.chemport.ru
XuMuK: сайт о химии для химиков	www.xumuk.ru
Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:	www.webofscience.com http://www.scopus.com/
IOPSCIENCE IOP Publishing	http://iopscience.iop.org/journals?type=archive
Mendeley	http://www.mendeley.com/
Nature	http://www.nature.com/siteindex/index.html
Reaxys, Reaxys Medicinal Chemistry	https://www.reaxys.com/
RSC, журналы Королевского химического общества (Royal Society of Chemistry),	http://pubs.rsc.org/
ScienceDirect (ESD), «FreedomCollection», ИД "Elsevier"	http://www.sciencedirect.com
SciFinder-n	https://scifinder-n.cas.org/
SPRINGER	https://rd.springer.com/
Wiley Online Library	www.wileyonlinelibrary.com
Академия Google	https://scholar.google.ru/

Электронно-библиотечная система РУДН. Удалённый доступ как на территории Университета, так и вне её по паролю и логину.

ЭБС Университетская библиотека ONLINE. (Доступ по IP-адресам РУДН или удаленно после регистрации из стен РУДН с подтверждением по ссылке на компьютерах РУДН).

ЭБС Юрайт (Доступ по IP-адресам РУДН или удаленно после регистрации из стен РУДН с подтверждением по ссылке на компьютерах РУДН).

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

Основная литература

1. А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко Физическая химия /М.:Высшая школа, 2003.- 527 с.
<http://lib.rudn.ru/MegaPro2/Web/SearchResult/ToPage/1>
2. Акулова Ю. П., Изотова С. Г., Проскурина О. В., Черепкова И. А. Физическая химия. Теория и задачи: учебное пособие для вузов/ СПб.:Лань, 2021. - 228 с.
<https://e.lanbook.com/book/153700>
3. Б.Н. Афанасьев, Ю.П. Акулова. Физическая химия / СПб.:Лань, 2012. - 464 с.
<http://lib.rudn.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/5697>
4. В.Д. Ягодовский. Адсорбция / - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 216 с.
<http://lib.rudn.ru/MegaPro2/Web/SearchResult/ToPage/1>
5. И.Р. Пригожин, Р. Дефэй Химическая термодинамика / Пер. с англ. под ред. В.А.Михайлова. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 533 с.

Дополнительная литература

1. В. В. Луков, А. Н. Морозов Физическая химия: учебник: [16+]/Южный федеральный университет. – 2-е изд., расшир. и доп. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – 238 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561130>
2. В.Д. Ягодовский. Статистическая термодинамика в физической химии /М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.
3. Я.И. Герасимов Курс физической химии. В 2-х т./ М. : Химия, 1973. - 623 с
4. Н.М. Бажин, В.А. Иванченко, В.Н. Пармон. Термодинамика для химиков / М.:Химия, 2000. - 408 с.
5. Т.Ф. Шешко, Е.Б. Маркова, Т.А. Крючкова [и др.]. Лабораторные работы по физической химии: учебно-методическое пособия для студентов, обучающихся по направлению 04.03.01 "Химия" : в двух частях. Часть 1 / - Москва : РУДН, 2020. - 148 с.
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>
6. Т.Ф. Шешко, Е.Б. Маркова, Т.А. Крючкова [и др.]. Лабораторные работы по физической химии: учебно-методическое пособия для студентов, обучающихся по направлению 04.03.01 "Химия": в двух частях. Часть 2 / - Электронные текстовые данные. Москва:РУДН,2021.182с. http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=496502&idb=0
7. Т.Ф. Шешко, А.И. Пылинина [и др.]. Задачи по физической химии. Химическая термодинамика: учебное пособие для студентов направления 04.03.01 "Химия" - М. :Изд-воРУДН,2019.129с. http://lib.rudn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Rudn_FindDoc&id=482013&idb=0
8. Т.Ф. Шешко, Е.Б. Маркова, А.Г. Чередниченко [и др.]. Задачи по физической химии. Электрохимия. Поверхностные явления. Химическая кинетика : учебное пособие / - Москва: РУДН, 2020. - 117 с.
9. Еремин В.В. Основы общей и физической химии /Долгопрудный: Издательский Дом "Интеллект", 2012. - 848 с. <http://lib.rudn.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/6234>
10. Физическая химия. Курсовые работы. Учебное пособие для академического бакалавриата Научная школа: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина (г. Екатеринбург). под науч. ред. Маркова В. Ф., Отв. ред.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Технология процесса обучения по дисциплине включает в себя следующие образовательные мероприятия:

- аудиторные занятия (лекционные и лабораторные занятия);
- организация самостоятельной образовательной деятельности студентов;
- контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;
- организация и проведение консультаций;
- промежуточная аттестация.

Аудиторная работа включает проведение лабораторных работ, тестов, коллоквиумов и контрольных работ, а также выполнение курсовой работы. В конце изучения дисциплины – промежуточный контроль в виде устного экзамена.

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к этим видам работ и контроля.

ПОДГОТОВКА К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Прежде чем начать выполнение лабораторной работы, следует ознакомиться с соответствующим теоретическим разделом лекционного курса (компетенции УК–1, ПК–1). Далее следует внимательно ознакомиться с описанием лабораторной работы и предложенной методикой (компетенции ОПК–1,2), провести соответствующие расчеты, необходимо заранее их выполнить дома при подготовке к планируемой работе. До начала работы студент должен оформить лабораторную работу, выбрать соответствующие методы анализа, знать порядок работы на приборе (компетенции ОПК–1, 2, ПК–1,4).

ОФОРМЛЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

При работе в лаборатории необходимо вести лабораторный журнал, в котором полностью отражается подготовительная и экспериментальная работа студента. Лабораторный журнал заполняется дома и дополняется экспериментальными данными, полученными непосредственно по ходу выполнения работы.

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Краткое теоретическое введение (основные законы и формулы, уравнения или графики, относящиеся к теме лабораторной работы).
4. Экспериментальная часть:
 - список реактивов и оборудования;
 - схема прибора или установки;
 - уравнения всех химических реакций;
 - конкретное задание на лабораторную работу;
 - условия проведения эксперимента (температура, концентрации растворов, длины волн и т.д.);
 - результаты измерений в виде таблиц и графиков;
 - расчёты по экспериментальным данным;
 - оценка погрешности измерений.
5. Выводы или заключение о результатах данной лабораторной работы.
6. Ответы на вопросы к защите лабораторной работы.

Примечание.

Результаты эксперимента должны быть подписаны лаборантом. Все записи в тетради должны быть выполнены чернилами, графики – на миллиметровой бумаге только карандашом. Каждый график должен быть озаглавлен и вклеен в тетрадь.

Все наблюдения при выполнении лабораторной работы необходимо сразу записывать в журнал. В случае лабораторных работ, связанных с измерениями и расчетами, в

лабораторный журнал необходимо заносить подробные расчеты с размерностью вычисленных величин (компетенции ОПК–1, ПК–6).

При оценке лабораторной работы учитывается полнота (степень) домашней подготовки, а также оформление отчета.

ПРАВИЛА НАПИСАНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ И ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ (компетенции УК-6, ОПК–1, ПК–1)

- Контрольные работы выполняются в отдельной ученической тетради, на обложке которой указаны название дисциплины, фамилию и инициалы, специальность, курс. Перед каждой контрольной работой указывается номер контрольной работы, вариант задания, дата.
- Контрольные работы выполняются чернилами черного, синего или фиолетового цвета. Условие каждой задачи необходимо записывать полностью.
- Решение задачи начинается с *составления краткого условия* с использованием обозначений, принятых в дисциплине. Значения всех заданных величин должны быть выражены в единицах СИ и выписаны их числовые значения в виде столбика в кратком условии задачи. Идея решения задачи должна быть кратко обоснована с применением соответствующих законов, определений и положений. Величины, входящие в используемые формулы, должны быть пояснены. Ход решения задач следует пояснять с помощью схем или рисунков, выполненных карандашом при помощи линейки и других чертежных инструментов. Обозначения на чертеже и в тексте решения задачи должны иметь одинаковый вид.
- Как правило, задачи следует решать в общем виде, т. е. в буквенном выражении, без вычисления промежуточных величин. Числовые значения подставляются только в окончательную (расчетную) формулу, определяющую искомую величину. Если эта формула не является выражением физического закона, то ее следует вывести на основе соответствующих теоретических сведений. После получения расчетной формулы необходимо ее проверить. Для этого нужно в эту формулу вместо символов физических величин подставить обозначения их единиц в СИ и убедиться, совпадают ли единицы левой и правой частей формулы. И только после этого подставить в расчетную формулу числовые значения величин и провести вычисления. Записать ответ.

ПОДГОТОВКА К ТЕСТАМ компетенции УК–1, ОПК–1,2, ПК–1

При подготовке к тестам студент должен использовать теоретические данные лекционных материалов, данные литературных источников, а также материалы лабораторных работ и соответствующие примеры тестовых заданий.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВЫХ РАБОТ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ (компетенции УК-1, УК-6, ОПК–1, ОПК-2, ОПК-6, ПК-1, ПК-4)

Курсовая работа является одним из основных критериев оценки степени подготовленности студента к проведению научной работы. Целью курсовой работы по физической химии является закрепление теоретических знаний, полученных во время обучения, и приобретение первичных умений и навыков научно-исследовательской работы. Обязательные структурные части работы.

- Титульный лист.
- Содержание (оглавление).
- Введение.

- Теоретическая глава (Литературный обзор).
- Экспериментальная часть (Методы и условия эксперимента).
- Результаты эксперимента и их обсуждение.
- Выводы (Заключение).
- Список литературы
- Приложения.

Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), заключение, список использованных источников и наименование приложений с указанием номеров страниц.

Если в работе принята особая система сокращения слов или наименований, то перечень принятых сокращений должен быть приведен в структурном элементе «Обозначения и сокращения» после элемента «Содержание».

Во введении обосновывается актуальность проведенного исследования. В введении формулируются цель и конкретные задачи исследования..

В Литературном обзоре (Теоретическая глава), рассматривается степень изученности проблемы. Поиск литературы по теме работы формирует навыки поиска учебной и научной информации. Обзор литературы должен быть написан логично, последовательно и грамотно с научной точки зрения с использованием источников, имеющих прямое отношение к теме.

Экспериментальная часть. В ней подробно описывают все проведенные опыты, условия их проведения. Форма изложения экспериментальной части определяется темой работы. Например, можно придерживаться следующей последовательности: - исходные вещества и методы исследования; - синтез; -идентификация вещества (анализ). В описании материалов и методов должна быть охарактеризована экспериментальная модель исследования, протоколы испытаний, описание аппаратуры и приборов, применяемых при проведении экспериментов, измерений и испытаний.

В разделе "Результаты и их обсуждение" приводятся все полученные данные. Данные должны быть статистически обработаны. Для иллюстрации можно пользоваться различными видами рисунков, диаграмм, графиков и проч. Графически изобразить зависимости можно либо на компьютере, либо вручную. При ручном построении следует помнить следующее. Графическое изображение зависимостей нужно представлять на миллиметровой бумаге в удобном для дальнейшей работы масштабе. Под рисунком указываются номер рисунка и его название (номер и название в одной строке). По всей работе должен быть единый стиль подрисуночных подписей. В тексте курсовой работы обязательно должны быть ссылки на каждый рисунок. Уравнения реакций и формулы записываются в отдельной строке, нумеруются. Нумерация формул и уравнений осуществляется в конце строки соответствующей цифрой в круглых скобках, нумерация сквозная. Таблицы нумеруются, им предшествует обязательный подробный численный пример расчета каждого из однотипных вычислений. Таблица должна иметь название. Обязательна ссылка в тексте курсовой работы на каждую приведенную таблицу.

В текстовой части необходимо дать описание полученных результатов и попытаться дать объяснение им. Все полученные данные необходимо выражать в единицах системы СИ. При обсуждении результатов автор должен критически подходить к оценке собственных и опубликованных в литературе данных.

Выводы/Заключение. В заключении последовательно отражают основные выводы по решению поставленных во введении цели и задач исследования.

Список литературы. С указанием библиографических данных включается вся использованная в работе литература. Приводятся фамилии авторов, располагая их в алфавитном порядке или в порядке упоминания в тексте работы в соответствии с правилами библиографического описания.

Приложения является вполне самостоятельным разделом в оформлении работы. В приложения рекомендуется включать материалы, связанные с выполненной работой, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть.

В приложения могут быть включены:

- промежуточные математические доказательства, формулы и расчеты;
- таблицы вспомогательных цифровых данных;
- инструкции, методики, разработанные в процессе выполнения работы;
- иллюстрации вспомогательного характера.

В тексте на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение», его обозначения.

При выполнении курсовой работы в химической лаборатории студент обязан соблюдать Правила техники безопасности. Самостоятельная работа студента в химической лаборатории без контроля преподавателя или в отсутствие лаборанта запрещена!

Публичная защита работы является значимым явлением в жизни студента/слушателя. Автор работы должен показать свободное владение теоретическим материалом и результатами экспериментальных данных своей работы, умение четко излагать мысли и аргументировано отвечать на вопросы членов комиссии. Защита курсовой работы происходит на открытом заседании кафедры или в ходе традиционной студенческой научной конференции. Срок защиты определяется на ведущей кафедре.

Порядок защиты работы:

1. Выступление автора работы (5–7мин), в котором он формулирует цель, задачи, методы исследования, кратко теоретические обоснования и результаты экспериментальной части.
2. Вопросы членов экзаменационной комиссии и ответы автора работы.
3. Отзыв руководителя курсовой работы.

Условия и критерии выставления оценок за курсовую работу:

№	Вид задания	Количество баллов (max)
1.	Инструктаж по технике безопасности (ответы на контрольные вопросы)	5
2.	Обзор и анализ литературы	10
3.	Выполнение работы (выставляется с учетом отзыва руководителя)	40
4.	Обработка экспериментальных данных, анализ результатов	10
5.	Оформление курсовой работы.	10
6.	Доклад	10
7.	Презентация доклада	5
8.	Ответы на вопросы	10
	Итоговая сумма баллов	100

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Физическая химия» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме в

соответствии с требованиями «Регламента формирования фондов оценочных средств (ФОС)», утвержденного приказом ректора от 05.05.2016 г. № 420 и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

Знания студентов оцениваются по рейтинговой системе. Оценка знаний по рейтинговой системе основана на идее поощрения систематической работы студента в течение всего периода обучения.

При выставлении оценок используется бально-рейтинговая система, в соответствии с Положением о БРС оценки качества освоения основных образовательных программ, принятого Решением Ученого совета университета (протокол №6 от 17.06.2013 г) и утвержденного Приказом Ректора Университета от 20.06.2013 года.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчики:

Доцент кафедры физической и коллоидной химии,
к.х.н., доцент

 Т.Ф. ШЕШКО

Заведующий кафедрой
физической и коллоидной химии

 А.Г. ЧЕРЕДНИЧЕНКО