

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра физической химии

Авторы-составители: **Плотникова Мария Дмитриевна
Шеин Анатолий Борисович
Медведева Наталья Александровна
Ракитянская Ирина Леонидовна**

Рабочая программа дисциплины

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Код УМК 85250

Утверждено
Протокол №6
от «14» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Физическая химия

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в базовую часть Блока « С.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Специальность: **04.05.01** Фундаментальная и прикладная химия
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Физическая химия** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области

ОПК.10 способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач

ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования

ОПК.9 способность к поиску, обработке, анализу научной и научно-технической информации и формулировке на их основе выводов и предложений

ПК.5 владеть современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации

ПК.8 способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	6,7,8,9
Объем дисциплины (з.е.)	11
Объем дисциплины (ак.час.)	396
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	182
Проведение лекционных занятий	84
Проведение практических занятий, семинаров	42
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	56
Самостоятельная работа (ак.час.)	214
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (3) Итоговое контрольное мероприятие (4) Письменное контрольное мероприятие (8)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (6 триместр) Зачет (7 триместр) Зачет (8 триместр) Экзамен (9 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Физическая химия. 3 триместр. 2 курс.

Физическая химия представляет собой теоретический фундамент современной химии. В свою очередь, химия является важнейшей составной частью естествознания. Поэтому физико-химические теории химических процессов используют для решения самого широкого круга современных научных и технических проблем.

Преподавание физической химии в университетах ставит своей главной целью раскрыть смысл основных законов, научить студента видеть области применения этих законов, четко понимать их принципиальные возможности при решении конкретных задач. Основные разделы современной физической химии - химическая и статистическая термодинамика, химическая кинетика, катализ, электрохимия.

Основы химической термодинамики

Излагаются основы классической общей и химической термодинамики, анализируются законы термодинамики, дается понятие о фазовом и химическом равновесии, фазовых переходах, приводятся примеры расчетов в термохимии, химических равновесий.

Предмет и метод термодинамики, основные понятия. Энергия, теплота, работа. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия.

Излагается введение в дисциплину «Физическая химия». Приводятся основные понятия и определения в классической общей и химической термодинамике. На основе понятий энергии, теплоты, работы формулируется Первый закон термодинамики, объясняется его значение. Вводится понятие функций состояния.

Приложение первого закона термодинамики к некоторым частным процессам с участием идеального газа. Энтальпия. Уравнение состояния реального газа.

Рассматриваются простейшие процессы с участием идеального газа (изохорный, изобарный, изотермический, адиабатический). Вводится понятие энтальпии как функции состояния. Рассматривается уравнение Ван-дер-Ваальса для реального газа.

Термохимия. Закон Гесса. Стандартные теплоты образования и сгорания. Зависимость теплоты процесса от температуры. Уравнения Кирхгофа. Теплоемкость.

Формулируется закон Гесса, приводятся примеры практических расчетов с его использованием в термохимии. Вводится понятие теплоемкости, выводятся уравнения Кирхгофа и объясняется их применимость в термохимических расчетах.

Второй закон термодинамики. Равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые, самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Постулаты Клаузиуса и Томсона. Цикл Карно.

Дается понятие о равновесных, неравновесных, обратимых и необратимых, самопроизвольных и не самопроизвольных процессах. Формулируется Второй закон термодинамики, объясняется его роль в классической термодинамике. Объясняются обратимый и необратимый циклы Карно.

Энтропия. Значение второго закона термодинамики. Вычисление энтропии. Постулат Планка.

Вводится понятие энтропии в равновесных и неравновесных процессах. Объясняется значение энтропии как критерия направления процессов и равновесия в изолированных системах.

Характеристические функции. Общие условия равновесия.

Вводятся понятия энергии Гельмгольца и энергии Гиббса, объясняется их значение как

термодинамических потенциалов и характеристических функций, их важность для описания процессов в открытых системах. Формулируются общие условия химического равновесия.

Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Статистический характер второго закона термодинамики.

Выводятся и анализируются уравнения для расчета максимальной работы и максимальной полезной работы (уравнения Гиббса-Гельмгольца). Доказывается статистический характер второго закона термодинамики. Устанавливается связь между энтропией и термодинамической вероятностью. Анализируется уравнение Больцмана.

Термодинамические потенциалы идеальных и реальных газов. Фугитивность и методы ее расчета.

Рассматриваются термодинамические потенциалы в случае идеальных и реальных газов. Вводится и анализируется понятие фугитивности (летучести). Приводятся основные методы расчета фугитивности газов (принцип соответственных состояний, объемная поправка реального газа и др.).

Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы первого и второго рода. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Закон смещения равновесия.

Обсуждаются фазовые переходы первого рода (плавление, испарение, возгонка). Выводится фундаментальное уравнение фазовых переходов (уравнение Клапейрона-Клаузиуса). Дается понятие фазовых переходов второго рода, объясняется их отличие от переходов первого рода. Формулируется и объясняется принцип смещения равновесия в физических и химических процессах (Ле-Шателье – Брауна).

Растворы

Излагаются основы учения о растворах как о гомогенных смесях нескольких веществ

Понятие о растворах. Концентрация. Теории растворов. Термодинамика многокомпонентных систем. Химические потенциалы. Уравнения Гиббса-Дюгема. Термодинамические функции идеальных газов. Неидеальные растворы газов. Летучесть компонентов.

Вводится и анализируется понятие о растворах как о фазах переменного состава. Рассматриваются различные способы выражения концентрации растворов, связь между ними. Анализируются физическая и химическая теории растворов. Вводится понятие химического потенциала. Выводятся и анализируются уравнения Гиббса-Дюгема. Рассматриваются следующие вопросы : термодинамические функции идеальных газов, неидеальные растворы газов, летучесть компонентов.

Давление насыщенного пара бинарных растворов. Закон Рауля. Идеальные растворы. Предельно разбавленные растворы. Реальные растворы. Отклонения от закона Рауля.

рассматривается давление насыщенного пара бинарных растворов. Формулируется и анализируется закон Рауля. Вводятся понятия об идеальных растворах, предельно разбавленных растворах, реальных растворах. Анализируются причины отклонений от закона Рауля.

Диаграмма равновесия жидкость-пар в бинарных системах. Законы Коновалова. Фракционная перегонка. Азеотропные растворы. Ограниченная взаимная растворимость жидкостей.

Приводятся и анализируются диаграммы равновесия жидкость-пар в бинарных системах. Выводятся и формулируются законы Коновалова. Объясняется суть явления фракционной перегонки.

Рассматриваются азеотропные растворы. Детально, на конкретных примерах рассматривается явление ограниченной взаимной растворимости жидкостей.

Активность компонентов раствора. Коэффициент распределения вещества в двух несмешивающихся растворителях. Экстракция. Растворимость газов в жидкостях. Растворимость твердых веществ в жидкостях.

Вводится понятие активности компонентов раствора. Коэффициент распределения вещества в двух несмешивающихся растворителях. Рассматривается явление экстракции. Анализируется растворимость газов в жидкостях и растворимость твердых веществ в жидкостях.

Криоскопия. Эбулиоскопия. Осмотическое давление.

Рассматриваются явления криоскопии, эбулиоскопии, осмоса. Выводятся уравнения для расчета криоскопической и эбулиоскопической констант, уравнение Вант-Гоффа. Дается понятие о коллигативных свойствах растворов.

Фазовые равновесия

Излагаются основы классических положений о фазовом равновесии

Гетерогенные фазовые равновесия. Фазы и компоненты, степени свободы. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора. Монотропия и энантиотропия.

Обсуждаются гетерогенные фазовые равновесия. Вводятся понятия фазы, компонента, степени свободы. Формулируется правило фаз Гиббса, выводится уравнение Гиббса. Обсуждаются и анализируются конкретные примеры применения правила фаз Гиббса для расчетов фазовых равновесий в однокомпонентных (диаграммы воды, серы) системах. Рассматриваются примеры энантиотропных и монотропных переходов.

Двухкомпонентные системы с простой эвтектикой. Термический анализ. Твердые растворы с неограниченной и ограниченной взаимной растворимостью компонентов.

Приводятся и анализируются диаграммы двухкомпонентных систем с простой эвтектикой. Даются понятия эвтектики, ликвидуса, солидуса. Излагается сущность термического анализа. Вводятся понятия твердых растворов внедрения, замещения. Анализируется диаграмма для твердых растворов с неограниченной и ограниченной взаимной растворимостью компонентов.

Двухкомпонентные системы, образующие химическое соединение, плавящееся конгруэнтно и инконгруэнтно. Трехкомпонентные системы.

Приводятся и анализируются диаграммы состояния двухкомпонентных систем, образующих химическое соединение, плавящееся конгруэнтно и инконгруэнтно. Излагаются принципы построения диаграмм трехкомпонентных систем.

Химическое равновесие

Излагаются основы теорий химического равновесия, приводятся основные законы, рассматриваются примеры расчетов.

Химическое равновесие в газах и растворах. Закон действия масс. Различные формы выражения констант равновесия, связь между ними. Термодинамический вывод константы равновесия.

Обсуждается химическое равновесие в гомогенных системах. Выводится закон действующих масс, устанавливается связь между изобарным потенциалом химической реакции и константой равновесия. Анализируются различные формы выражения констант равновесия, связь между ними.

Изобарный потенциал химической реакции. Стандартные изменения изобарного и изохорного потенциалов при химических реакциях, их значение и связь с константой равновесия. Комбинирование равновесий.

Вводится понятие и выводится уравнение для изобарного потенциала химической реакции. Рассматриваются стандартные изменения изобарного и изохорного потенциалов при химических реакциях, анализируется их значение и связь с константой равновесия. Излагаются принципы комбинирования равновесий.

Примеры равновесий в некоторых технических процессах. Влияние давления на равновесие в идеальных газовых смесях.

Приводятся и анализируются примеры равновесий в некоторых технических процессах. Анализируется влияние давления на равновесие в идеальных газовых смесях. Рассматриваются равновесия в реакциях без изменения и с изменением числа молекул.

Химическое равновесие в газах при высоких давлениях. Гомогенные химические равновесия в жидкой фазе. Гетерогенные химические равновесия.

Рассматриваются и анализируются химические равновесия в газах при высоких давлениях, гомогенные химические равновесия в жидкой фазе, гетерогенные химические равновесия.

Влияние температуры на химическое равновесие. Уравнение изобары и изохоры процесса. Зависимость изобарного потенциала реакции и константы равновесия от температуры. Тепловой закон Нернста. Приближенные методы расчета химических равновесий.

Рассматривается влияние температуры на химическое равновесие. выводятся и анализируются уравнения изобары и изохоры процесса. Устанавливается и анализируется зависимость изобарного потенциала реакции и константы равновесия от температуры. Анализируется тепловой закон Нернста. Рассматриваются приближенные методы расчета химических равновесий.

Физическая химия. 1 триместр. 3 курс.

Физическая химия представляет собой теоретический фундамент современной химии. В свою очередь, химия является важнейшей составной частью естествознания. Поэтому физико-химические теории химических процессов используют для решения самого широкого круга современных научных и технических проблем.

Преподавание физической химии в университетах ставит своей главной целью раскрыть смысл основных законов, научить студента видеть области применения этих законов, четко понимать их принципиальные возможности при решении конкретных задач. Основные разделы современной физической химии - химическая и статистическая термодинамика, химическая кинетика, катализ, электрохимия.

Химическая кинетика и катализ

Скорость химической реакции. Молекулярность и порядок реакции. Кинетическая классификация реакций. Необратимые реакции первого, второго, N-го и нулевого порядков.

Основные понятия химической кинетики. Задачи химической кинетики. Основной постулат химической кинетики. Скорость химической реакции: средняя, истинная и удельная. Двухсторонние и односторонние (обратимые и необратимые) реакции. Кинетическая классификация реакций. Молекулярность и порядок реакции. Основные различия между химической термодинамикой и кинетикой. Кинетические уравнения для необратимых реакций первого, второго, нулевого и n-го

порядка.

Сложные реакции: обратимые, параллельные, последовательные. Методы определения порядка реакций. Влияние температуры на скорость реакций: правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, энергия активации и ее экспериментальное определение.

Сложные реакции: обратимые, параллельные, последовательные. Принцип независимости (сосуществования) реакций. Обратимые реакции первого, второго порядка. Параллельные реакции. Последовательные реакции, период индукции, переходное и вековое равновесие. Методы определения порядка реакции: интегральные (Оствальда_Нойеса, подбора уравнений, графический) и дифференциальные (метод Вант-Гоффа, графический). влияние температуры на скорость реакции. Правило Вант-Гоффа, температурный коэффициент скорости реакции. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Энергетический барьер.

Теория активных столкновений. Применение теории столкновений к бимолекулярным реакциям. Теория активного комплекса (переходного состояния).

Молекулярно-кинетическая теория (МКТ). Основные законы МКТ: закон распределения Больцмана, закон Максвелла-Больцмана. Теория активных столкновений. Стерический множитель (фактор). Туннельный эффект. Применение теории активных столкновений к бимолекулярным реакциям. Расчет константы скорости. Типы бимолекулярных реакций. Теория активированного комплекса (переходного состояния). Статистический и термодинамический аспекты теории.

Цепные реакции. Теория простых и разветвленных цепей. Теория взрывов и воспламенений. Тепловой взрыв.

Цепные реакции: зарождение цепи, развитие и обрыв цепи. Теория простых и разветвленных цепей. Длина цепи и ветви. обрыв цепи: диффузионный, кинетический, линейный, квадратичный. Кинетика неразветвленных цепных реакций. Разветвленные цепные реакции. тепловой взрыв.

Сопряженные реакции. Фотохимические реакции. Основные законы фотохимии. Квантовый выход. Типы фотохимических процессов. Мономолекулярные и тримолекулярные реакции. Реакции в растворах. Методы изучения кинетики сложных реакций.

Сопряженные реакции. Химическая индукция. Элементы сопряженной реакции: актор, индуктор, акцептор. Фактор индукции. Фотохимические реакции. Основные законы фотохимии: закон Гротгуса-Дрейпера, Ламбрта-Бера, Штарка-Эйнштейна. основные типы фотохимических процессов. Зависимость скорости фотохимических реакций от температуры. Мономолекулярные и тримолекулярные реакции в газовой фазе. Реакции в растворах. методы изучения кинетики сложных реакций: метод квазистационарных концентраций (метод Боденштейна) и квазиравновесное приближение.

Общие сведения о катализе. Гомогенный катализ. Катализ кислотами и основаниями. Гетерогенный катализ. Теория промежуточных соединений.

Общие сведения о катализе. Гомогенные каталитические реакции. Основная схема расчета кинетики гомогенных каталитических реакций. промежуточное вещество Аррениуса и промежуточное вещество Вант-Гоффа. Катализ кислотами и основаниями. Специфический катализ. Общий кислотный и общий основной катализ, общий кислотно-основной катализ, Электрофильный и нуклеофильный катализ. Катализ комплексными соединениями переходных металлов.

Теория активных центров в гетерогенном катализе. Мультиплетная теория катализа. Теория активных ансамблей. Электронные представления в гетерогенном катализе.

Теория активных центров в гетерогенном катализе. Отравление катализатора. Роль поверхности и

пористость катализатора: активная поверхность катализатора, неоднородность поверхности, пористость катализатора. Связь между энергией активации и предэкспоненциальным множителем. Недостаточность модели однородной поверхности в катализе и адсорбции. Мультиплетная теория катализа. Теория активированных ансамблей. Электронные представления в гетерогенном катализе.

Физическая химия. 2 триместр. 3 курс

Электрохимия

Введение в предмет электрохимии. Базовые законы. Закон Фарадея

Введение в предмет электрохимии, исторические аспекты. Особенности электрохимической реакции. Электрохимическая система. Законы Фарадея. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Закон разбавления Оствальда. Недостатки теории Аррениуса и их причины.

Электродный потенциал

Причины и механизм диссоциации соединений в растворах. Сольватация и гидратация.

Классификация электродов

Активность и коэффициент активности электролитов. Ионная сила. Распределение ионов в растворе. Ионное равновесие в растворах электролитов: диссоциация воды, pH растворов, диссоциация слабых электролитов, гидролиз, буферные растворы.

Электрохимические цепи

Теория Дебая-Хюккеля для разбавленных растворов электролитов. Дополнение Онзагера. Ограничения использования теории Дебая-Хюккеля.

Электропроводность растворов электролитов.

Электропроводность (удельная и эквивалентная), ее зависимость от концентрации и температуры, аномальная подвижность ионов водорода и гидроксидов.

Подвижность ионов в растворах и факторы, влияющие на её величину.

Зависимость подвижности ионов от концентрации и температуры, электрофоретический и релаксационный эффекты, эффекты Вина и Дебая-Фалькенгагена, уравнение Онзагера. Числа переноса ионов, методы их определения.

Электрохимические элементы.

Электрохимические элементы. Электродвижущая сила. Термодинамика гальванического элемента. Измерение ЭДС.

Физическая химия. 3 триместр. 3 курс

Электрохимия

Двойной электрический слой.

Двойной электрический слой, механизм возникновения и строение.

Ионы в водных растворах

Электродный потенциал. Уравнение Нернста: влияние различных факторов на величину электродного потенциала. Стандартный электродный потенциал.

Сольватация и гидратация

Электроды первого и второго рода. Электроды сравнения. Газовые электроды. Амальгамные электроды.

Теория электролитов Дебая и Гюккеля

Электрохимические цепи и их параметры. Физические цепи. Химические цепи. Концентрационные цепи. Аккумуляторы. Измерение ЭДС как метод физико-химического исследования: определение коэффициентов активности, рН, произведения растворимости.

Поляризация электродов.

Электролиз. Токи обмена. Поляризация электрода. Перенапряжение. Концентрационная и электрохимическая поляризация. Напряжение разложения. Перенапряжение выделения водорода. Уравнение Тафеля. Теории водородного перенапряжения.

Практическое применение электрохимических теорий

Электроосаждение металлов. Анодное растворение и пассивность металлов. Коррозия металлов и борьба с ней. Электрохимические методы анализа. Кондуктометрия. Электроанализ и кулонометрия. Стационарная вольтамперометрия. Поляррография. Нестационарная вольтамперометрия.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Шеин А. Б. Физическая химия. курс лекций : учебное пособие для студентов химического факультета, обучающихся по специальности и направлению "Химия" Ч. 2. Химическая кинетика, электрохимия/А. Б. Шеин, М. А. Виноградова ; Федеральное агентство по образованию, Пермский государственный университет.-Пермь,2010, ISBN 978-5-7944-1424-0.-4041.-Библиогр.: с. 400
2. Кинетика химических реакций и равновесие химических процессов. Основы электрохимии. Варианты контрольных заданий/сост. А. А. Калинин.-Иваново:Ивановский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ,2013.-37. <http://www.iprbookshop.ru/17729>
3. Шеин А. Б., Виноградова М. А. Термодинамика получения и различных видов обработки материалов (теоретические основы): учебное пособие для вузов/А. Б. Шеин, М. А. Виноградова.-Пермь,2007, ISBN 5-7944-0907-Х.-239.-Библиогр.: с. 236
4. Основы физической химии. Теория и задачи: учебное пособие/В. В. Еремин [и др.].- Москва: Экзамен, 2005, ISBN 5-472-00834-4.-480.-Библиогр.: с. 468-470
5. Шеин А. Б. Физическая химия. курс лекций : учебное пособие для студентов химического факультета, изучающих дисциплину "Химическая термодинамика" Ч. 1. Термодинамика, химическая термодинамика, основы теории растворов/А. Б. Шеин, М. А. Виноградова ; Федеральное агентство по образованию, Пермский государственный университет.-Пермь,2008.-2542.-Библиогр.: с. 251
6. Стромберг А. Г., Семченко Д. П. Физическая химия: учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим специальностям/А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; ред. А. Г. Стромберг.-Москва: Высшая школа, 2006, ISBN 5-06-003627-8.-527.-Библиогр.: с. 511-515

Дополнительная:

1. Физическая химия. Теория и практика выполнения расчетных работ. Часть 2. Химическое и фазовое равновесие / Е. И. Степановских, Т. В. Виноградова, Л. А. Брусницына [и др.] ; под редакцией В. Ф. Марков. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 160 с. — ISBN 978-5-7996-1691-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/66612.html>
2. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Цирлина Г. А. Электрохимия: учебник по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия"/Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина.-Москва: Химия, 2008, ISBN 978-5-98109-064-6.-6691.-Библиогр.: с. 659-665. - Предм. указ. в конце кн.
3. Стромберг А. Г., Семченко Д. П. Физическая химия: учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим специальностям/А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко ; ред. А. Г. Стромберг.-Москва: Высшая школа, 2006, ISBN 5-06-003627-8.-527.-Библиогр.: с. 511-515
4. Панченков Г. М., Лебедев В. П. Химическая кинетика и катализ: учебное пособие для хим.-технол. спец. вузов/Г. М. Панченков, В. П. Лебедев.-М.: Химия, 1985.-590.-Библиогр.: с. 578-581

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html> Электронная библиотека химического факультета МГУ

<http://www.elibrary.ru> Научная электронная библиотека

<http://www.chemport.ru> Химический портал

<http://www.xumuk.ru> Сайт о химии для химиков

<http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html> Электронная библиотека химического факультета МГУ

<http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Физическая химия** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС); доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; тестирование

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционные занятия: Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия): Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
3. Лабораторные занятия: «Лаборатория физической химии», оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.
4. Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
5. Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.
6. Самостоятельная работа: «Лаборатория физической химии», оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории. Аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью

подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Физическая химия**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции и
критерии их оценивания**

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p>	<p>знает основные теоретические положения классической физической химии, владеет навыками лабораторных исследований, умеет решать задачи и выполнять расчеты в области физической химии</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <ul style="list-style-type: none"> - Не демонстрирует знание основного содержания дисциплины; - Не владеет основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей и т.д.; – не умеет выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой <p align="center">Удовлетворительн</p> <ul style="list-style-type: none"> - Демонстрирует знание основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом; - Владение основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей и т.д.; –показывает умение выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой; – выполняет расчеты с ошибками <p align="center">Хорошо</p> <ul style="list-style-type: none"> - ответ по вопросу или заданию аргументированный, демонстрирующий знание основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой; - демонстрирует понимание материала, приводит примеры; - Владеет основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей и т.д.; –показывает владение методологией дисциплины, умение выполнять типовые

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>задания и задачи предусмотренные программой; – выполняет расчеты с ошибками</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>- ответ по вопросу или заданию аргументированный, логически выстроенный, полный, демонстрирующий знание основного содержания дисциплины и его элементов в соответствии с прослушанным лекционным курсом и с учебной литературой; - демонстрирует полное понимание материала, выводы доказательны, приводит примеры; - свободно владеет основными понятиями, законами и теорией, необходимыми для объяснения явлений, закономерностей и т.д.; – - показывает владение методологией дисциплины, умение выполнять типовые задания и задачи предусмотренные программой; – выполняет расчеты без ошибок; - демонстрирует способность творчески применять знание теории к решению профессиональных практических задач</p>
<p>ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p>	<p>Уметь: - проводить физико-химические расчеты и графически отображать полученные зависимости; - пользоваться справочной литературой; - анализировать и обсуждать результаты физико-химических исследований; Знать: - основные законы физической химии, а также способы их применения для решения теоретических и прикладных задач;</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не умеет проводить физико-химические расчеты и графически отображать полученные зависимости. Не способен использовать информацию из справочной литературы. Не умеет анализировать и обсуждать результаты физико-химических исследований. Не знает - основные законы физической химии, а также способы их применения для решения теоретических и прикладных задач. Не владеет навыками проводить физико-химические исследования систем и процессов с использованием современных методов и приборов физико-химического анализа.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками проводить физико-химические исследования систем и процессов с использованием современных методов и приборов физико-химического анализа. 	<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Общие, но не структурированные знания, позволяющие проводить физико-химические расчеты и графически отображать полученные зависимости. Демонстрирует частично сформированное умение применять информацию из справочной литературы. С трудом демонстрирует способность анализировать и обсуждать результаты физико-химических исследований. Общие, но не структурированные знания основных законов физической химии. Фрагментарное применение навыков применения основных законов физической химии для решения теоретических и прикладных задач. Демонстрирует частично сформированные навыки в проведении физико-химических исследований систем и процессов с использованием современных методов и приборов физико-химического анализа.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания, позволяющие в целом проводить физико-химические расчеты и графически отображать полученные зависимости. Демонстрирует сформированное умение применять информацию из справочной литературы. В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения анализировать и обсуждать результаты физико-химических исследований. Общие, но содержащие отдельные пробелы, знания основных законов физической химии. В целом успешное применение навыков применения основных законов физической химии для решения теоретических и прикладных задач. Демонстрирует сформированные навыки в проведении физико-химических исследований систем и процессов с использованием современных методов и приборов физико-химического анализа.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания, позволяющие в целом проводить физико-</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p align="center">Отлично</p> <p>химические расчеты и графически отображать полученные зависимости. Демонстрирует сформированное умение применять информацию из справочной литературы. Сформированное умение анализировать и обсуждать результаты физико-химических исследований. Знает основные законы физической химии и успешно применяет их для решения теоретических и прикладных задач. Демонстрирует сформированные навыки в проведении физико-химических исследований систем и процессов с использованием современных методов и приборов физико-химического анализа.</p>
<p>ПК.8 способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты</p>	<p>умеет правильно выбрать экспериментальный метод решения поставленной учебной, прикладной или научной задачи, провести эксперимент по готовой методике или скорректировать её под конкретные условия, а также грамотно интерпретировать результат.</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>не способен даже приблизительно предложить экспериментальный метод решения учебной задачи, не способен провести эксперимент, не может интерпретировать даже готовые результаты.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Способен провести эксперимент по готовой методике, не способен скорректировать её под нестандартные условия, не может интерпретировать результаты.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Способен провести эксперимент по готовой методике, не способен скорректировать её под нестандартные условия. Может правильно интерпретировать результаты эксперимента.</p> <p align="center">Отлично</p> <p>Самостоятельно предлагает экспериментальный метод решения учебной или научной задачи. Способен провести эксперимент по готовой методике, может скорректировать её под нестандартные условия. Может правильно интерпретировать результаты эксперимента.</p>
<p>ОПК.10 способность воспринимать, развивать и</p>	<p>Умеет предсказывать поведение системы и влияние различных внешних и внутренних факторов на неё, используя</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает базовых законов и уравнений физической химии, не может объяснить, какие величины входят в них, каковы</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач	классические теории и уравнения физической химии.	<p>Неудовлетворител единицы их измерения, опираясь на известное уравнение не может предсказать поведение системы при изменении внешних условий.</p> <p>Удовлетворительн Знает некоторые базовые законы и уравнения физической химии, может объяснить, какие величины входят в них и каковы единицы их измерения, но опираясь на известное уравнение не может предсказать поведение системы при изменении внешних условий.</p> <p>Хорошо Знает все базовые законы и уравнения физической химии, предлагаемые настоящей программой, может объяснить, какие величины входят в них и каковы единицы их измерения, но опираясь на известное уравнение не всегда может предсказать поведение системы при изменении внешних условий.</p> <p>Отлично Знает все базовые законы и уравнения физической химии, предлагаемые настоящей программой, может объяснить, какие величины входят в них и каковы единицы их измерения, и опираясь на известное уравнение всегда может предсказать поведение системы при изменении внешних условий.</p>
<p>ПК.5 владеть современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации</p>	<p>Умеет пользоваться общими и специализированными научными поисковыми системами для сбора теоретической информации. Умеет обрабатывать результаты эксперимента с помощью программ как общего назначения, так и специализированных. Умеет использовать информационные технологии для публичного письменного или устного представления результатов</p>	<p>Неудовлетворител Не умеет использовать поисковые системы, при обработке результатов эксперимента не пользуется программами даже общего назначения, Не может представить результаты с помощью компьютерных технологий.</p> <p>Удовлетворительн Умеет использовать поисковые системы и программы общего назначения, но использует их неэффективно. Специализированными поисковыми системами и программами пользоваться не умеет.</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>физико-химического эксперимента.</p>	<p>Хорошо Умеет использовать поисковые системы и программы общего назначения, знает о существовании специализированных инструментов и ресурсов. Информационные технологии использует неэффективно.</p> <p>Отлично Общими и специализированными научными поисковыми системами пользуется уверенно. Результаты эксперимента умеет обрабатывать не только вручную, но и с использованием программ как общего назначения, так и специализированных. Умеет использовать информационные технологии для публичного письменного или устного представления результатов физико-химического эксперимента.</p>
<p>ОПК.9 способность к поиску, обработке, анализу научной и научно-технической информации и формулировке на их основе выводов и предложений</p>	<p>Знать основные информационные источники в области физической химии. Уметь осуществлять самостоятельно поиск и анализ научной и научно-технической литературы. Владеть приемами обработки научной информации и способностью формулировать выводы и предложения на основе этой информации.</p>	<p>Неудовлетворител Не знает основные информационные источники в области физической химии. Не способен осуществлять самостоятельно поиск и анализ научной и научно-технической литературы. Не владеет приемами обработки научной информации и способностью формулировать выводы и предложения на основе этой информации.</p> <p>Удовлетворительн Общие, но не структурированные знания основных информационных источников в области физической химии. С трудом способен самостоятельно осуществлять поиск и анализ научной и научно-технической литературы. Демонстрирует отсутствие навыков проведения обработки научной информации и способности формулировать выводы и предложения на основе этой информации.</p> <p>Хорошо Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в знании основных информационных источники в области физической химии. Способен осуществлять самостоятельно поиск и анализ научной и научно-технической литературы. В целом успешное, но содержащее отдельные</p>

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>пробелы применение навыков правильно обрабатывать научную информацию и способность формулировать выводы и предложения на основе этой информации.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Сформированные систематические знания основных информационных источников в области физической химии. Способен самостоятельно осуществлять поиск и анализ научной и научно-технической литературы. Владеет приемами обработки научной информации и способностью формулировать выводы и предложения на основе этой информации.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	Предмет и метод термодинамики, основные понятия. Энергия, теплота, работа. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Входное тестирование	Знать основные методы расчета концентраций (массовая доля, молярность, нормальность). Уметь решать основные типы задач на газовые законы и на константу равновесия химических реакций. Владеть основными навыками математических операций (интегрирование, дифференцирование степенных функций, квадратные уравнения, формулы сокращенного умножения и т.д.)
ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области	Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы первого и второго рода. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Закон смещения равновесия. Письменное контрольное мероприятие	Знать основные положения химической термодинамики, основные законы. Уметь выполнять типовые расчеты и решать задачи на законы термодинамики, владеть навыками выполнения практических заданий

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области	Двухкомпонентные системы, образующие химическое соединение, плавящееся конгруэнтно и инконгруэнтно. Трехкомпонентные системы. Письменное контрольное мероприятие	Знать основные положения термодинамики растворов, основные законы. Знать законы фазовых равновесий, основные типы диаграмм одно-, двух- и трехкомпонентных систем. Уметь выполнять типовые расчеты и решать задачи по растворам и фазовым равновесиям, владеть навыками выполнения практических заданий
ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области	Влияние температуры на химическое равновесие. Уравнение изобары и изохоры процесса. Зависимость изобарного потенциала реакции и константы равновесия от температуры. Тепловой закон Нернста. Приближенные методы расчета химических равновесий. Итоговое контрольное мероприятие	Знать основные понятия, законы химического равновесия. Уметь выводить уравнения для расчета химического равновесия (закон действующих масс). Уметь вывести и проанализировать уравнения изохоры и изобары. Владеть методами расчета химических равновесий

Спецификация мероприятий текущего контроля

Предмет и метод термодинамики, основные понятия. Энергия, теплота, работа. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Решение задачи на пересчет концентраций	2
Решение задачи на расчет константы диссоциации	2
Решение квадратного уравнения	2
Расчет производной функции $y=f(T)$ при заданном значении T	2
Решение задачи на газовые законы	2
Расчет интеграла функции $y=f(T)$ при заданном значении T	2

Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы первого и

второго рода. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Закон смещения равновесия.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные положения химической термодинамики, основные законы.	8
Владеет терминологией и может дать определение основных терминов	8
Знает основные формулы и уравнения на 1 и 2 законы термодинамики, способен их вывести и объяснить	5
Умеет решать задачи на фазовые переходы	5
Умеет решать задачи на 1 и 2 законы термодинамики	4

Двухкомпонентные системы, образующие химическое соединение, плавящиеся конгруэнтно и инконгруэнтно. Трехкомпонентные системы.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Владеет основными понятиями и терминологией соответствующего раздела химической термодинамики	8
Знает законы фазовых равновесий (Гиббса), основные типы диаграмм одно-, двух- и трехкомпонентных систем. Может рассчитать вариантность систем	8
Умеет выполнять типовые расчеты по термодинамике растворов	5
Знает основные положения термодинамики растворов, основные законы (Рауля, Коновалова).	5
Умеет выполнять типовые расчеты по фазовым равновесиям	4

Влияние температуры на химическое равновесие. Уравнение изобары и изохоры процесса. Зависимость изобарного потенциала реакции и константы равновесия от температуры. Тепловой закон Нернста. Приближенные методы расчета химических равновесий.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Владеет основными терминами и понятиями термодинамики химических равновесий	9
Владеет методами расчета химических равновесий, способен решать типовые задачи	9
Может вывести и проанализировать уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа	8

Умеет выводить уравнения для расчета химического равновесия (закон действующих масс).	8
Умеет выводить уравнения изохоры и изобары химической реакции, способен их проанализировать	6

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p>	<p>Сложные реакции: обратимые, параллельные, последовательные. Методы определения порядка реакций. Влияние температуры на скорость реакций: правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, энергия активации и ее экспериментальное определение.</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Знать основные понятия химической кинетики. Знать классификацию химических реакций и владеть способностью привести примеры для каждой группы реакций. Владеть основными кинетическими уравнениями по теме для решения содержательных задач. Знать основные интегральные и дифференциальные методы определения кинетических параметров химических реакций. Уметь рассчитывать кинетические параметры необратимых реакций различного порядка и сложных реакций. Уметь осуществлять прогнозирование химического процесса с точки зрения термодинамического аспекта. Уметь применить основной постулат химической кинетики для решения практических задач. Владеть способностью интерпретировать экспериментальные кинетические кривые.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p>	<p>Теория активных столкновений. Применение теории столкновений к бимолекулярным реакциям. Теория активного комплекса (переходного состояния).</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Владеет основными законами молекулярно-кинетической теории (МКТ). Способен применить основные законы МКТ для вычисления скорости процесса исходя из молекулярных параметров реагирующих компонентов и внешних условий. Знает основные положения Теории активных столкновений и теории активированного комплекса (переходного состояния). Способен применить теорию столкновений к бимолекулярным реакциям. Умеет производить расчет константы скорости бимолекулярных реакций. Знает основные уравнения для расчета активных столкновений между реагирующими частицами одного или разного сорта. Знает основные типы бимолекулярных реакций. Способен выразить константу равновесия согласно статистическому и/или термодинамическому подходу.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p> <p>ОПК.9 способность к поиску, обработке, анализу научной и научно-технической информации и формулировке на их основе выводов и предложений</p>	<p>Сопряженные реакции. Фотохимические реакции. Основные законы фотохимии. Квантовый выход. Типы фотохимических процессов. Мономолекулярные и тримолекулярные реакции. Реакции в растворах. Методы изучения кинетики сложных реакций.</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Владеть информацией об особенностях протекания сложных химических реакций (цепные, фотохимические, сопряженные). Способен предложить схему протекания цепной, фотохимической и сопряженной реакций. Знать основные законы фотохимии. Знать основные типы фотохимических процессов. Способен установить зависимость скорости фотохимической реакции от температуры. Уметь производить расчет кинетических параметров сложных специфических реакций. Владеть информацией об основных понятиях, стадиях и примерах цепных реакций. Знать кинетические уравнения неразветвленных и разветвленных цепных реакций. Знать основные особенности сопряженных реакций. Способность осуществить расчет кинетических параметров сопряженных химических реакций.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p>	<p>Теория активных центров в гетерогенном катализе. Мультиплетная теория катализа. Теория активных ансамблей. Электронные представления в гетерогенном катализе.</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Знать основные сведения о каталитических реакциях. Владеть способностью расчета кинетических параметров гомогенных каталитических реакций. Иметь представление о катализе кислотами и основаниями, электрофильном и нуклеофильном катализе. Владеть способностью различать химическое взаимодействие реагентов с катализатором: слитное, отдельное. Уметь вычислять кинетические и термодинамические параметры каталитического процесса. Способность выполнить экспериментальное задание (опыт) по предоставленной методике. Уметь оформить отчет по проделанному эксперименту. Способность правильно построить графики и сделать корректный вывод по лабораторной работе. Знать ответы на теоретические вопросы по экспериментальной работе.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p> <p>ОПК.9 способность к поиску, обработке, анализу научной и научно-технической информации и формулировке на их основе выводов и предложений</p>	<p>Итоговый контроль</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Знать основные законы и понятия химической кинетики и катализа. Знать формальную кинетику элементарных гомогенных односторонних реакций разных порядков и сложных многостадийных реакций. Знать кинетические особенности сопряженных, цепных, фотохимических, гетерогенных, каталитических и других процессов. Знать теории элементарного акта химического взаимодействия.</p> <p>Уметь применять основные законы химической кинетики для обсуждения полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных. Уметь проводить физико-химический анализ процессов. Уметь использовать методы регистрации и обработки результатов физико-химических экспериментов применительно к системам, изменяющимся во времени. Владеть навыками оценки основных кинетических параметров процессов с использованием известных физико-химических моделей.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Сложные реакции: обратимые, параллельные, последовательные. Методы определения порядка реакций. Влияние температуры на скорость реакций: правило Вант-Гоффа, уравнение Аррениуса, энергия активации и ее экспериментальное определение.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Знает классификацию химических реакций. Способен привести примеры химических процессов согласно классификации.	3
Знает кинетические уравнения для необратимых и сложных химических реакций. Способен применить уравнения для решения содержательных задач по теме. Контролирует правильность проведенных расчетов.	3

Владеет способностью интерпретировать экспериментальные кинетические кривые.	2
Умеет осуществлять прогнозирование химического процесса с точки зрения термодинамического аспекта.	2
Способен рассчитать термодинамические параметры, используя уравнения Аррениуса и правила Вант-Гоффа. Контролирует правильность проведенных расчетов.	2
Умеет применять основной постулат химической кинетики для решения практических задач. Контролирует правильность проведенных расчетов.	2
Знает основные методы определения кинетических параметров химических реакций (интегральные и дифференциальные).	2
Знает основные понятия химической кинетики.	2
Умеет рассчитывать кинетические параметры необратимых реакций различного порядка и сложных реакций. Контролирует правильность проведенных расчетов.	2

Теория активных столкновений. Применение теории столкновений к бимолекулярным реакциям. Теория активного комплекса (переходного состояния).

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Знает основные положения статистического и термодинамического подходов для вычисления константы равновесия. Знает основные математические уравнения для вычисления константы равновесия. Контролирует правильность проведенных расчетов с учетом статистического и/или термодинамического подхода.	3
Знает основные положения теории активных столкновений. Может дать характеристику активным молекулам. Умеет вычислять число двойных столкновений между молекулами одного сорта и разного. Умеет вычислять полное число столкновений.	3
Знает основные предположения, лежащие в основе теории переходного состояния. Знает основное уравнение теории активированного комплекса.	2
Умеет изобразить схематично (в виде графика) изменение потенциальной энергии системы в ходе реакции и его связь с энергией активации.	2
Умеет применить основные положения теории активных столкновений к бимолекулярным реакциям. Знает основное математическое и теоретическое выражение теории столкновений для бимолекулярных реакций. Контролирует правильность проведенных расчетов с учетом фактора столкновений.	2
Знает основные законы молекулярно-кинетической теории (Закон распределения Больцмана, закон Максвелла-Больцмана). Умеет записать основные законы МКТ в математическом виде.	2
Знает три типа бимолекулярных реакций. Способен привести примеры бимолекулярных химических реакций для каждого типа.	2

Сопряженные реакции. Фотохимические реакции. Основные законы фотохимии.

Квантовый выход. Типы фотохимических процессов. Мономолекулярные и тримолекулярные

реакции. Реакции в растворах. Методы изучения кинетики сложных реакций.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет устанавливать зависимость скорости фотохимической реакции от температуры. Контролирует правильность проведенных расчетов кинетических и термодинамических параметров.	4
Знает основные законы фотохимии. Знает основные типы фотохимических процессов. Умеет производить расчет квантового выхода фотохимических реакций.	3
Знает основные особенности реакций сопряженных реакций. Знает основное кинетическое уравнение сопряженных реакций. Способен осуществить расчет кинетических параметров.	3
Умеет производить расчет кинетических параметров сложных специфических реакций. Контролирует правильность проведенных расчетов.	3
Владеет информацией об основных понятиях, стадиях и примерах цепных реакций. Знает кинетические уравнения неразветвленных и разветвленных цепных реакций и умеет вычислять кинетические параметры.	3
Может предложить схему протекания цепной, фотохимической и сопряженной реакций.	2
Владеет информацией об особенностях протекания сложных химических реакций (цепные, фотохимические и гетерогенные). Может привести примеры химических реакций.	2

Теория активных центров в гетерогенном катализе. Мультиплетная теория катализа.

Теория активных ансамблей. Электронные представления в гетерогенном катализе.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Уметь вычислять кинетические и термодинамические параметры каталитического процесса. Контролирует правильность проведенных расчетов с учетом фактора столкновений.	3
Способен выполнить экспериментальное задание (опыт) по предоставленной методике. Контролирует правильность проведенных расчетов с учетом фактора столкновений.	3
Умеет рассчитывать кинетические параметры необратимых реакций различного порядка и сложных реакций.	2
Знает основные сведения о каталитических реакциях. Знает основные аспекты катализа кислотами и основаниями, электрофильного и нуклеофильного катализа.	2
Способен правильно построить графики и сделать корректный вывод по лабораторной работе.	2
Умеет оформлять отчет по проделанному эксперименту.	2
Знает основные методы определения кинетических параметров химических реакций	2

(интегральные и дифференциальные).	
Знает кинетические уравнения для необратимых и сложных химических реакций. Способен применить уравнения для решения содержательных задач по теме.	2
Умеет рассчитывать кинетические параметры каталитических реакций. Контролирует правильность проведенных расчетов с учетом фактора столкновений.	2

Итоговый контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **10**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет осуществлять прогнозирование химического процесса с точки зрения термодинамического аспекта.	3
Знает кинетические особенности сопряженных, цепных, фотохимических, гетерогенных, каталитических и других процессов.	3
Умеет использовать методы регистрации и обработки результатов физико-химических экспериментов применительно к системам, изменяющимся во времени.	3
Знает основные законы и понятия химической кинетики и катализа. Знает формальную кинетику элементарных гомогенных односторонних реакций разных порядков и сложных многостадийных реакций.	3
Умеет рассчитывать кинетические параметры необратимых реакций различного порядка и сложных реакций. Контролирует правильность проведенных расчетов.	2
Умеет рассчитывать кинетические параметры необратимых реакций различного порядка и сложных реакций. Контролирует правильность проведенных расчетов.	2
Владеет навыками оценки основных кинетических параметров процессов с использованием известных физико-химических моделей.	2
Знает теории элементарного акта химического взаимодействия.	2

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 47 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 47 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
-------------	-------------------------------	--

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p>	<p>Классификация электродов</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Умение решать простые и комплексные задачи, умение кратко и грамотно формулировать ответы на теоретические вопросы. Знание базовых законов электрохимии, теории электролитической диссоциации. Навыки решения расчётных задач, а также письменной речи.</p>
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p> <p>ПК.8 способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты</p>	<p>Электропроводность растворов электролитов.</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Навыки экспериментальной работы в лаборатории, умение формулировать цели и задачи исследования по заданной теме, а также правильно интерпретировать результаты и оформлять письменный отчёт по проделанной работе. Знания основ электрохимии, техники выполнения лабораторных работ и техники безопасности и пожарной безопасности в лаборатории.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p> <p>ПК.5 владеть современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации</p> <p>ПК.8 способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты</p>	<p>Подвижность ионов в растворах и факторы, влияющие на её величину.</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Умение решать простые и комплексные задачи, умение кратко и грамотно формулировать ответы на теоретические вопросы. Знание базовых законов электрохимии, теории электропроводности растворов и зависимости электропроводности от различных факторов. Навыки решения расчётных задач, а также письменной речи.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p> <p>ПК.8 способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты</p> <p>ОПК.9 способность к поиску, обработке, анализу научной и научно-технической информации и формулировке на их основе выводов и предложений</p>	<p>Электрохимические элементы.</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Умение решать простые и комплексные задачи, умение кратко и грамотно формулировать ответы на теоретические вопросы. Знание теоретического материала по темам "теория электролитической диссоциации", "Электропроводности растворов электролитов". Навыки решения расчётных задач, а также письменной и устной речи.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Классификация электродов

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Комплексная расчётная задача	4
Теоретический вопрос, касающийся сольватации ионов	3
Расчётная задача на применение законов Фарадея	3
Расчётная задача на коэффициенты активности электролитов	3
Теоретический вопрос, касающийся законов Фарадея	3
Теоретический вопрос, активности ионов и коэффициентов активности	3

Электропроводность растворов электролитов.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Блиц-тест из 10 вопросов (по 1 баллу за каждый правильный ответ)	10
Фактическое выполнение лабораторных работ (по 1 баллу за каждую выполненную работу)	5
Отчёты по лабораторным работам (по 1 баллу за каждый оформленный отчёт)	5

Подвижность ионов в растворах и факторы, влияющие на её величину.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

Показатели оценивания	Баллы
Комплексная расчётная задача	4
Теоретический вопрос, касающийся степени диссоциации различных электролитов	3
Расчётная задача на электропроводности растворов	3
Расчётная задача на степень диссоциации электролитов	3
Теоретический вопрос, касающийся электропроводности растворов	3
Теоретический вопрос, касающийся активности ионов водорода	3

Электрохимические элементы.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Комплексная расчётная задача.	20
Комплексный теоретический вопрос теории электролитической диссоциации и коэффициентов активности электролитов.	10
Комплексный теоретический вопрос, касающийся электропроводности растворов и расплавов электролитов, а также законов Фарадея.	10

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 46 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 46 балла

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p> <p>ПК.8 способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты</p>	<p>Ионы в водных растворах</p> <p>Письменное контрольное мероприятие</p>	<p>Умение решать простые и комплексные задачи, умение кратко и грамотно формулировать ответы на теоретические вопросы. Знание строения двойного электрического слоя, видов и типов электродов и электрохимических цепей. Навыки решения расчётных задач, а также письменной речи.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p> <p>ПК.5 владеть современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации</p> <p>ПК.8 способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты</p> <p>ОПК.9 способность к поиску, обработке, анализу научной и научно-технической информации и формулировке на их основе выводов и предложений</p>	<p>Теория электролитов Дебая и Гюккеля</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Умение решать простые и комплексные задачи, умение кратко и грамотно формулировать ответы на теоретические вопросы. Знание природы и причин поляризации электродов, явления перенапряжения, а также причин анодного растворения и пассивности металлов. Навыки решения расчётных задач, а также письменной речи.</p>

Компетенция	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ОПК.1 знать основные теории, учения и концепции в профессиональной области</p> <p>ОПК.2 владеть современными методами естественнонаучных исследований, анализа данных, проектирования</p> <p>ПК.5 владеть современными компьютерными технологиями при планировании исследований, получении и обработке результатов научных экспериментов, сборе, обработке, хранении, представлении и передаче научной информации</p> <p>ПК.8 способность проводить научные исследования по сформулированной тематике и получать новые научные и прикладные результаты</p> <p>ОПК.10 способность воспринимать, развивать и использовать теоретические основы традиционных и новых разделов химии при решении профессиональных задач</p>	<p>Практическое применение электрохимических теорий</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Умение решать простые и комплексные задачи, умение кратко и грамотно формулировать ответы на теоретические вопросы. Знание областей практического применения знаний об основных электрохимических явлениях и феноменах: электропроводности растворов и расплавов, электрохимических цепей, поляризации и перенапряжения, коррозии металлов, Навыки решения расчётных задач, а также письменной и устной речи.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Ионы в водных растворах

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Комплексная расчётная задача	5
Расчётная задача по уравнению Нернста	5

Теоретический вопрос, касающийся различных типов электродных потенциалов	5
Расчёт химических характеристик растворов по измеренным физическим параметрам	5
Теоретический вопрос, касающийся измерения электродного потенциала	4
Теоретический вопрос, касающийся строения двойного электрического слоя	3
Теоретический вопрос, касающийся природы электродного потенциала	3

Теория электролитов Дебая и Гюккеля

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Задача по уравнению Тафеля	5
Расчёт по электрохимическим цепям	5
Комплексная расчётная задача	5
Теоретический вопрос, касающийся практического применения измерения ЭДС	3
Теоретический вопрос о поляризации электродов	3
Теоретический вопрос, касающийся классификации электрохимических цепей	3
Теоретический вопрос, касающийся классификации электродов	3
Теоретический вопрос об анодном растворении и пассивности металлов	3

Практическое применение электрохимических теорий

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

Показатели оценивания	Баллы
Комплексная расчётная задача	20
Комплексный теоретический вопрос, касающийся электрохимических цепей, их природы, видов, а также практического применения знаний о них.	10
Комплексный теоретический вопрос, касающийся практического применения знаний о поляризации электродов, перенапряжении, а также анодного растворения и пассивности металлов.	10