

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Энергетический факультет

Кафедра Химии

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

Мирошников С.Ф.

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.18.Физическая химия

на 468 часа(ов), 13 зачетных(ые) единиц(ы)

для направления подготовки (специальности) 04.03.01– Химия

составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным приказом
Министерства образования и науки Российской Федерации от
« ____ » _____ 20 ____ г. № _____

Профиль – Химия (для набора 2020)

Форма обучения очная

1. Организационно-методический раздел

1.1 Цель и задачи дисциплины (модуля)

Цель изучения дисциплины:

сформировать целостное естественнонаучное мировоззрение на основе объяснения химических процессов посредством физических законов и основных положений физики.

Задачи изучения дисциплины:

формирование основных законов и понятий физической химии, структуры и свойств фазовых состояний вещества, фазовых и химических равновесий, химической и статистической термодинамики, поверхностных явлений, механизмов и скорости протекания химических процессов, особенностей растворов электролитов, принципов работы гальванических элементов и измерения электродных потенциалов.

1.2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП

Курс «Физическая химия» относится к базовым дисциплинам профессионального цикла ООП. Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по дисциплинам «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физика», «Математика», «Органическая химия». Кроме того настоящая дисциплина готовит студентов к дальнейшему изучению курсов дисциплин «Химическая технология», «Коллоидная химия», «Квантовая химия и квантовая механика». Дисциплина изучается на _3_ курсе в _5_ и 6_ семестрах.

1.3. Объем дисциплины (модуля) с указанием трудоемкости всех видов учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 13 зачетных(ые) единиц(ы), 468 часов.

Очная форма

Виды занятий	Распределение по семестрам		Всего часов
	5 семестр	6 семестр	
Общая трудоемкость			468
Аудиторные занятия, в т.ч.	132	128	260
лекционные (ЛК)	68	64	132
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)	0	0	0
лабораторные (ЛР)	68	64	132
Самостоятельная работа студентов (СРС)	44	88	132
Форма промежуточной аттестации в семестре	Дифференцированный зачет	Экзамен	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)		КР	

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы		Планируемые результаты обучения по дисциплине
Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, формируемые в рамках дисциплины	Дескрипторы: знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1. Знает основные принципы, законы, положения, методологию изучаемых химических дисциплин, понимает основы физических и физико-химических методов исследования.	Знать: основные физические законы, применяемые для объяснений химических процессов и явлений. Уметь: применять основные законы физики для объяснения химических процессов. Владеть: методологией физической химии и основами физико-химических методов исследования.	
	ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.2. систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Знать: систематизацию и анализ результатов физико-химических измерений. Уметь: проводить расчеты при использовании методов физической химии. Владеть: навыками систематизации и анализа результатов экспериментов по разным разделам физической 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.	ОПК-2.1. Знает методы получения и исследования химических веществ и реакций; основные принципы и подходы к выбору методов анализа; основные физические и химические свойства веществ и материалов, используемых в лабораторных и технологических условиях, на основании которых формулируются правила и нормы техники безопасности; правила техник безопасности в химической лаборатории и на производстве.	Знать: нормы безопасного проведения эксперимента по физической химии Уметь: выполнять стандартные операции по предлагаемым физической химией методикам с учетом техники безопасности. Владеть: навыками безопасного проведения физико-химического эксперимента.	
	ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.	ОПК-2.3. Владеет навыками химического эксперимента в области неорганической и органической химии, физико-химических методов анализа; навыками практической работы на современной аппаратуре при проведении экспериментов, нормами техники безопасности.	Знать: способы проведения эксперимента в области физической химии на современном оборудовании. Уметь: работать на современном оборудовании при проведении экспериментов по физической химии. Владеть: навыками работы на современном оборудовании при выполнении физико-химического эксперимента.

	<p>изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием.</p>	<p>ОПК-4.2. Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик.</p>	<p>Знать: алгоритм обработки числовых данных с применением стандартных способов аппроксимации. Уметь: использовать стандартные способы аппроксимации для обработки численных данных. Владеть: навыками обработки численных характеристик стандартными способами аппроксимации.</p>
<p>ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.</p>		<p>ОПК-4.3. Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.</p>	<p>Знать: законы физики, применяемые для объяснения химических процессов. Уметь: интерпретировать результаты химических процессов посредством физических законов. Владеть: физическими законами и представлениями при интерпретации результатов химических наблюдений.</p>
	<p>ОПК-4. Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач.</p>		

<p>ОПК-5. Способен использовать существующие программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности.</p>		<p>ОПК-5.2. Умеет использовать современные компьютерные технологии (технологии обработки данных, текстовой, графической, числовой информации, сетевые и мультимедиа технологии).</p>	<p>Знать: методологию обработки данных, графической и числовой информации, составления презентаций по темам физической химии. Уметь: использовать компьютерные технологии для представления и анализа экспериментальных данных по физической химии. Владеть: навыками современных компьютерных технологий, используемых для физико-химических экспериментов и теорий.</p>
<p>ПК-2. Способен использовать знание теоретических основ методов и средств физико-химических,</p>	<p>ОПК-5. Способен использовать существующие программные продукты и информационные базы данных для решения задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности.</p>	<p>ОПК-5.3. Владеет навыками работы с компьютером как средством управления информацией.</p>	<p>Знать: основы работы с компьютером для получения информации по физической химии. Уметь: использовать компьютер для управления информацией при изучении физической химии. Владеть: навыками компьютерной работы для нахождения необходимой физико-химической информации.</p>
		<p>ПК-2.1. Понимает теоретические основы физико-химических, аналитических методов исследования.</p>	<p>Знать: теоретические положения физико-химических методов исследования. Уметь: теоретически обосновывать физико-химические методы исследования. Владеть: навыками применения теории физической химии для тех или иных методов исследования.</p>

аналитических измерений.	ПК-2. Способен использовать знание теоретических основ методов и средств физико-химических, аналитических измерений.	ПК-2.2. Владеет базовыми знаниями химических дисциплин при интерпретации полученных результатов.	Знать: основы физической химии и способы интерпретации экспериментальных данных. Уметь: интерпретировать результаты эксперимента с помощью физической химии. Владеть: навыками интерпретации экспериментальных результатов посредством концепций физической химии
--------------------------	--	--	---

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий

3.1 Структура дисциплины для очной формы обучения

Модуль	Номер раздела	Наименование раздела	Темы раздела	Всего часов	Аудиторные занятия			СРС
					ЛК	ПЗ (СЗ)	ЛР	
1	1	Основы химической термодинамики	Законы термодинамики	30	12	0	10	8
			Термодинамические потенциалы	26	8	0	10	8
1	2	Теория растворов и фазовых равновесий	Растворы	24	8	0	12	4
			Фазовые равновесия	32	12	0	16	4
2	3	Химические и адсорбционные равновесия	Химическое равновесие	22	8	0	8	6
			Адсорбция	16	4	0	6	6
2	4	Элементы статистической термодинамики	Статистическая термодинамика	28	16	0	4	8
3	5	Основы химической кинетики и катализа	Кинетика	76	28	0	20	28
			Катализ	60	12	0	20	28
4	6	Электрохимия	Электролиты	38	10	0	12	16
			Электрохимические процессы	42	14	0	12	16
Итого				394	132	0	130	132

3.4. Содержание разделов дисциплины

3.4.1. Лекционные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)	
				ОФО	

1	Задачи и методы физической химии.	Макроскопические системы и термодинамический метод их описания. Термическое равновесие системы. Температура. Интенсивные и экстенсивные величины.	2
1	Обратимые и необратимые процессы.	Уравнения состояния. Уравнения состояния идеального газа, газа Ван-дер-Ваальса. Теорема о собственных состояниях. Вириальные уравнения состояния.	2
1	Теплота и работы разного рода.	Работа расширения для разных процессов. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия. Закон Гесса и его следствия. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций.	2
1	Закон Кирхгоффа	Теплота сгорания. Теплоты образования. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Зависимость теплоемкости от температуры и расчеты тепловых эффектов реакций.	2
1	Второй закон термодинамики и его формулировки.	Энтропия. Уравнение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Некомпенсированная теплота Клаузиуса и работа, потерянная в необратимом процессе.	2
1	Обоснование второго начала термодинамики.	Теорема Карно-Клаузиуса. Различные шкалы температур. Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии при разных процессах. Изменение энтропии в изолированных системах и направление процесса.	2

1	1	Термодинамические потенциалы и соотношение Максвелла.	Математический аппарат термодинамики. Фундаментальное уравнение Гиббса. Внутренняя энергия как однородная функция объема, энтропии и числа молей. Уравнение Гиббса-Дюгема и Гиббса-Гельмгольца.	2	
	1	Свойства термодинамических потенциалов.	Разные формы записи условий термодинамического равновесия. Критерий самопроизвольного протекания процессов. Связь между калорическими и термодинамическими переменными.	2	
	1	Методы вычисления термодинамических потенциалов.	Методы вычисления энтропии, внутренней энергии, энтальпии, энергии Гельмгольца и энергии Гиббса. Химический и стандартный химический потенциал.	2	
	1	Способы вычисления изменений химического потенциала.	Химический потенциал идеального и неидеального газов. Метод летучести. Разные методы вычисления летучести из опытных данных.	2	
	2		Растворы различных классов.	Способы выражения состава растворов. Смеси идеальных газов, их термодинамические свойства. Идеальные растворы в разных агрегатных состояниях и общее условие идеальности растворов.	2
	2		Давление насыщенного пара жидких растворов.	Закон Рауля и закон Генри. Идеальные и неидеальные растворы. Химический потенциал компонента в растворе. Метод активностей.	2

2	Коэффициенты активности и их определение.	Определение коэффициентов активности по парциальным давлениям компонент. Стандартные состояния при определении химических потенциалов компонент в жидких и твердых растворах. Симметричная и несимметричная системы отсчета.	2
2	Термодинамическая классификация растворов.	Функция смешения для идеальных и неидеальных растворов. Предельно разбавленные растворы, атермальные, регулярные, растворы и их свойства. Парциальные мольные величины и их определение из опытных данных для бинарных систем. Обобщенное уравнение Гиббса - Дюгема.	2
2	Гетерогенные системы.	Понятие фазы, компонента, степени свободы. Вывод условия фазового равновесия. Вывод условия мембранного равновесия. Правило фаз Гиббса и его вывод.	2
2	Фазовые равновесия в однокомпонентных системах.	Уравнение Клапейрона - Клаузиуса и его применение к различным фазовым равновесиям. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора и углерода. Фазовые переходы первого рода.	2

2	Фазовые переходы второго рода.	Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах. Коллигативные свойства растворов. Изменение температуры затвердевания различных растворов. Криоскопический метод. Уравнение Шредера.	2
2	Равновесие жидкость - пар в двухкомпонентных системах.	Осмоз. Уравнения Вант-Гоффа, его термодинамический вывод и область применимости. Равновесные составы пара и жидкости.	2
2	Различные виды фазовых диаграмм.	Различные виды фазовых диаграмм: p - x ($T = \text{const}$), T - x ($p = \text{const}$). Термодинамический вывод законов Гиббса - Коновалова. Разделение веществ путем перегонки. Азеотропные смеси и их свойства.	2
2	Диаграммы плавкости двухкомпонентных систем.	Диаграммы состояния (плавкости) двухкомпонентных систем и их анализ на основе правила фаз. Расслаивание в двухкомпонентных системах. Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса.	2
3	Химическое равновесие	Вывод условия химического равновесия. Химическая переменная. Изотерма Вант-Гоффа. Изменение энергии Гиббса и энергии Гельмгольца при химической реакции. Химическое сродство. Закон действия масс.	2

1

3	Химические равновесия в растворах.	Стандартная энергия Гиббса химической реакции. Константа равновесия. Различные виды констант равновесия и связь между ними. Константы равновесия при различном выборе стандартных состояний для участников реакции.	2
3	Химическое равновесие в разбавленном растворе.	Влияние инертного растворителя. Зависимость констант равновесия от температуры и давления. Термодинамический вывод уравнения изобары реакции. Использование различных приближений для теплёмкостей реагентов при расчетах химических равновесий при различных температурах.	2
3	Третий закон термодинамики.	Приведенные термодинамические потенциалы. Современные методы расчета равновесных составов. Постулат Нернста. Постулат Планка. Расчеты абсолютной энтропии химических соединений	2
3	Явления адсорбции.	Адсорбент. Адсорбат. Структура поверхности и пористость адсорбента. Виды адсорбции. Локализованная и делокализованная адсорбция. Моно- и полимолекулярная адсорбция. Определение адсорбции по Гиббсу. Адсорбция из растворов и газовой фазы. Изотермы и изобары адсорбции.	2

2	3	Теории адсорбции	Уравнение Ленгмюра, его термодинамический вывод и условия применимости. Уравнение Генри. Константа адсорбционного равновесия. Полимолекулярная адсорбция. Использование уравнения БЭТ для определения поверхности адсорбентов.	2
	4	Функция распределения	Механическое описание молекулярной системы. Фазовые G - и μ-пространства. Функция распределения Максвелла - Больцмана. Ее использование для вычисления средних скоростей и энергий молекул в идеальных газах. Статистические средние значения макроскопических величин.	2
	4	Микроканонический и канонический ансамбли.	Метод ячеек Больцмана. Ансамбли Гиббса. Основные постулаты статистической термодинамики. Плотность вероятности (функция распределения) и ее свойства. Микроканонический ансамбль. Канонический ансамбль. Функция распределения в каноническом ансамбле.	2

		4	Сумма по состояниям	Сумма по состояниям как статистическая характеристическая функция. Статистические выражения для основных термодинамических функций: внутренней энергии, энтропии, энергии Гельмгольца и Гиббса, теплоемкости и химического потенциала.	2
		4	Молекулярная сумма по состояниям	Молекулярная сумма по состояниям и сумма по состояниям макроскопической системы. Поступательная сумма по состояниям. Составляющие энтропии, внутренней энергии и теплоемкости, обусловленные поступательным движением. Формула Закура - Тетроде	2
	4	Вращательная сумма по состояниям	Вращательная сумма по состояниям для жесткого ротатора. Составляющие для внутренней энергии, теплоемкости, энтропии, обусловленные вращательным движением. Орто- и параводород и их термодинамические свойства. Внутреннее и заторможенное вращение.	2	

	4	2	Колебательная сумма по состояниям	Колебательная сумма по состояниям для гармонического осциллятора. Составляющие внутренней энергии, теплоемкости и энтропии, обусловленные колебательным движением. Электронные суммы по состояниям. Расчет констант равновесия химических реакций в идеальных газах методом статистической термодинамики.	2
	4		Межмолекулярные взаимодействия	Статистическая термодинамика реальных систем. Конфигурационный интеграл для реального газа. Метод Урселла-Майера. Статистическое рассмотрение вириального уравнения.	2
	4		Модели статистической термодинамики	Метод ячеек в статистической термодинамике жидкостей. Расчет энтропии смешения в рамках решеточной модели раствора. Теории теплоемкости Эйнштейна и Дебая.	2
	5		Химическая кинетика	Наука о скоростях и механизмах химических реакций. Несоответствие механизмов реакций и их стехиометрических уравнений. Механизм разложения N_2O , N_2O_5 , синтеза HBr и HI . Основные понятия химической кинетики. Определение скорости реакции.	2

5	Порядок реакции.	Кинетический закон действия масс и область его применимости. Порядок реакции. Кинетические кривые. Реакции переменного порядка и изменение порядка в ходе реакции на примере реакции образования HBr . Молекулярность элементарных реакций. Прямая и обратная задачи химической кинетики.	2
5	Необратимые реакции	Необратимые реакции нулевого, первого и второго порядков. Автокатализ. Необратимые реакции порядка n . Определение констант скорости из опытных данных. Методы определения порядка реакции. Время полупревращения и среднее время жизни.	2
5	Сложные реакции.	Принцип независимости протекания элементарных стадий. Методы составления кинетических уравнений. Обратимые реакции первого порядка. Определение элементарных констант из опытных данных. Параллельные реакции. Последовательные реакции на примере двух необратимых реакций первого порядка.	2

3	5		Кинетический анализ процессов, протекающих через образование промежуточных продуктов.	Принцип квазистационарности Боденштейна и область его применимости. Квазиравновесие. Уравнение Михаэлиса - Ментэн. Определение кинетических постоянных этого уравнения из опытных данных. Кинетика каталитических реакций с конкурентным ингибированием.	2
	5		Цепные реакции.	Элементарные процессы возникновения, продолжения, разветвления и обрыва цепей. Длина цепи. Методы расчета скорости неразветвленных цепных реакций. Применение метода стационарности для кинетических уравнений неразветвленных цепных реакций на примере темнового образования HBr.	2
	5	Кинетика разветвленных цепных реакций.	Предельные явления в разветвленных цепных реакциях на примере реакции окисления водорода. Период индукции. Зависимость скорости реакции на нижнем пределе воспламенения от диаметра сосуда и природы его поверхности.	2	
	5	Реакции в потоке.	Реакторы идеального вытеснения и идеального смешения. Определение кинетических постоянных для различных реакций первого порядка в реакторах идеального смешения и вытеснения.	2	
	5	Факторы, влияющие на скорость реакции	Зависимость константы скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Опытная энергия активации.	2	

5	Поверхность потенциальной энергии	Поверхность потенциальной энергии для взаимодействия трех атомов водорода. Путь реакции. Переходное состояние. Понятие о современных методах расчета ППЭ.	2
5	Метод переходного состояния	Свойства активированного комплекса. Статистический расчет константы скорости. Основные допущения теории активированного комплекса и область его применимости. Трансмиссионный коэффициент. Энтропия активации. Соотношения между опытной и истинной энергией активации.	2
5	Теория соударений	Теория соударений в химической кинетике. Ее приближенная и более строгая формулировка. Формула Траутца - Льюиса. Стерический множитель.	2
5	Реакции в растворах	"Клеточный эффект". Уравнение Бренстеда-Бьеррума. Уравнение Смолуховского. Фотохимические реакции. Элементарные фотохимические процессы. Принцип Франка-Кондона. Фотохимические активные частицы.	2
5	Экцимеры, эксиплексы и их свойства.	Квантовый выход. Закон фотохимической эквивалентности Эйнштейна. Закон Ламберта-Бера. Определение кинетических постоянных фотохимических реакций методом стационарных концентраций. Схема Штерна-Фолмера.	2

5	Общие принципы катализа.	Определение катализа и его роль в химии. Примеры механизмов каталитических процессов. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Классификация реакций кислотно-основного типа.	2
5	Кинетика и механизм реакций специфического кислотного катализа.	Функции кислотности Гаммета и их использование для вычисления кинетических постоянных. Суперкислоты. Твердые кислоты как катализаторы. Кинетика реакций общего кислотного катализа.	2
5	Специфический и общий основной катализ.	Уравнение Бренстеда и его использование в кинетике каталитических реакций. Корреляционные уравнения для энергий активации и теплот реакций. Уравнение Семенова в кинетике радикальных реакций.	2
5	Гетерогенный катализ	Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Различные режимы протекания реакций. Особенности кинетики и записи константы равновесия в адсорбционном слое. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций с диффузионными ограничениями.	2
5	Кинетика каталитических реакций во внутренней диффузионной области.	Внешняя диффузия (метод равнодоступной поверхности). Решение кинетической задачи Зельдовича-Тиле для необратимой реакции первого порядка. Фактор Тиле и диффузионное торможение. Энергия активации каталитической реакции в кинетической и внутренней диффузионной области.	2

5	Теория мультиплетов	Металлы как катализаторы. Теория мультиплетов Баландина. Принцип геометрического и энергетического соответствия. Область применения теории мультиплетов. Нанесенные катализаторы. Теория активных ансамблей Кобозева.	2
6	Растворы электролитов	Развитие представлений о строении растворов электролитов. Основные положения теории Аррениуса. Соотношение между энергией кристаллической решетки и энергией сольватации ионов в модели Борна.	2
6	Ион-дипольное взаимодействие	Ион-дипольное взаимодействие как основное условие устойчивости растворов электролитов. Термодинамическое описание ион-ионного взаимодействия. Понятия средней активности и среднего коэффициента активности; их связь с активностью и коэффициентом активности отдельных ионов.	2
6	Теории растворов электролитов	Основные допущения теории Дебая - Гюккеля. Потенциал ионной атмосферы. Уравнения для коэффициента активности в первом, втором и третьем приближении теории Дебая - Гюккеля. Современные представления о растворах электролитов	2

4

6	Неравновесные явления в растворах электролитов	Потоки диффузии и миграции. Формула Нернста - Эйнштейна. Диффузионный потенциал. Удельная и эквивалентная электропроводность. Числа переноса и методы их определения. Подвижности ионов и закон Кольрауша.	2
6	Механизм электропроводности водных растворов кислот и щелочей.	Физические основы теории Дебая - Гюккеля - Онзагера; электрофоретический и релаксационный эффекты; эффекты Вина и Дебая - Фалькенгагена. Зависимость подвижности ионов от их природы, от природы растворителя, от температуры и концентрации раствора.	2
6	Электрохимическое равновесие	Условия электрохимического равновесия на границах раздела фаз и в электрохимической цепи. Связь ЭДС со свободной энергией Гиббса. Уравнения Нернста и Гиббса - Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи	2
6	Электродные потенциалы	Понятия поверхностного, внешнего и внутреннего потенциалов; разности потенциалов Гальвани и Вольта. Классификация электродов и электрохимических цепей. Определение коэффициентов активности и чисел переноса на основе измерений ЭДС.	2

6	Двойной электрический слой	ДЭС и его роль в кинетике электродных процессов. Электрокапиллярные явления; основное уравнение электрокапиллярности; уравнение Липпмана. Емкость двойного электрического слоя; причины ее зависимости от потенциала электрода.	2
6	Модели двойного электрического слоя	Адсорбционный метод изучения двойного электрического слоя. Модельные представления о структуре двойного слоя. Теория Гуи - Чапмена - Грэма; сходство и различия этой теории с теорией ионной атмосферы Дебая-Гюккеля.	2
6	Стадии электродного процесса	Плотность тока как мера скорости электродного процесса; поляризация электродов. Механизмы массопереноса: диффузия, миграция и конвекция. Три основных уравнения диффузионной кинетики и подход к решению ее задач.	2
6	Полярография.	Уравнение для тока в теории замедленного разряда; ток обмена и перенапряжение. Зависимость скорости стадии разряда от строения двойного слоя на примере электровосстановления ионов гидроксония и пероксидисульфата на ртутном электроде.	2
6	Коррозия. Химические источники тока.	Физический смысл энергии активации в условиях замедленного разряда. Сопряженные реакции в электрохимической теории коррозии. Методы защиты металлов от коррозии. Химические источники тока; их виды и основные характеристики.	2

3.4.2. Практические занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)
--------	---------------	------	------------	------------------------

модуль	номер раздела	тема	содержание	ОФО
--------	---------------	------	------------	-----

3.4.3. Лабораторные занятия, содержание и объем в часах

Модуль	Номер раздела	Тема	Содержание	Трудоемкость (в часах)		
				ОФО		
1	1	Введение в лабораторный практикум	Техника безопасности при выполнении лабораторных работ. Правила построения графиков и таблиц.	2		
	1	Первый закон термодинамики	Расчет теплоты, работы и внутренней энергии. Расчеты по термохимическим уравнениям.	2		
	1	Рефрактометрия	Определение структурной формулы вещества	2		
	1	Рефрактометрия	Расчет молекулярной рефракции индивидуальных веществ и их смесей	2		
	1	Парахор	Определение структурной формулы вещества с помощью парахора.	2		
	1	Парахор	Расчет парахоров индивидуальных веществ	2		
	1	Второй закон термодинамики	Расчет энтропии и к.п.д. тепловой машины.	2		
	1	Второй закон термодинамики	Расчеты термодинамических потенциалов и определение возможности протекания химических превращений (учебная дискуссия).	2		
	1	Спектрофотометрия	Определение области применения закона Бугера-Ламберта-Бера	2		
	1	Спектрофотометрия	Расчет молекулярного коэффициента поглощения	2		
		2	Химическое равновесие	Изучение химического равновесия реакции $2Fe^{3+} + 2I^- = 2Fe^{2+} + I_2$	2	
		2	Химическое равновесие	Расчет константы химического равновесия	2	
		2	Фазовое равновесие в трехкомпонентной системе	Исследование равновесия жидкость-жидкость в трёхкомпонентной системе с одной областью расслоения	2	
		2	Фазовое равновесие в трехкомпонентной системе	Построение диаграммы по методу Розебома	2	

2	Определение вариантности термодинамической системы по правилу фаз Гиббса.	Решение задач на уравнение Клаузиуса-Клапейрона.	2
2	Определение вариантности термодинамической системы по правилу фаз Гиббса.	Построение диаграмм состояния и анализ фазовых равновесий в двухкомпонентных и трехкомпонентных системах	2
2	Свойства разбавленных растворов	Расчет молекулярной массы неэлектролита, а также криоскопической (эбулиоскопической) констант растворителя по понижению температуры замерзания (повышению температуры кипения) разбавленного раствора	2
2	Свойства разбавленных растворов	Расчет молекулярной массы неэлектролита, а также криоскопической (эбулиоскопической) констант растворителя по понижению температуры замерзания (повышению температуры кипения) разбавленного раствора	2
2	Экстракция	Определение коэффициента распределения и коэффициентов активности сильной кислоты в водной фазе	2
2	Экстракция	Расчет количества вещества, оставшегося в растворе после экстракции	2
2	Равновесие в системе жидкость - пар	Перегонка бинарных растворов с неограниченной взаимной растворимостью жидкостей	2
2	Равновесие в системе жидкость - пар	Построение диаграмм кипения	2
2	Равновесие в системе твердое тело-жидкость	Термический анализ системы нафталин-фенол	2
2	Равновесие в системе твердое тело-жидкость	Построение диаграмм плавления	2
3	Адсорбция и ее количественные характеристики	Расчет удельной поверхности адсорбента и констант уравнения Лэнгмюра.	2

1

2	3	Адсорбция и ее количественные характеристики	Определение констант уравнения Фрейндлиха и уравнения полимолекулярной адсорбции БЭТ	2	
		Описание адсорбции уравнением Фрейндлиха	Измерение адсорбции уксусной кислоты на поверхности угля	2	
		Описание адсорбции уравнением Фрейндлиха	Расчет констант уравнения Фрейндлиха	2	
		Конкурентная адсорбция на твердом адсорбенте в бинарной системе	Исследование адсорбции неэлектролитов из бинарных растворов на твердых поверхностях	2	
		Конкурентная адсорбция на твердом адсорбенте в бинарной системе	Расчет гиббсовского избытка компонентов бинарной системы	2	
		Буферные растворы	Исследование буферных растворов и их свойств	2	
	2	4	Статистическая термодинамика	Расчет суммы по состояниям	2
			Моделли статистической термодинамики	Расчет энтропии смешения в рамках решеточной модели раствора.	2
			Порядок реакции	Расчет константы скорости простых реакций первого, второго и третьего порядка.	2
		5	Константа скорости реакции или ее удельная скорость.	Изучение кинетики реакции иодирования ацетона.	2
			Константа скорости реакции или ее удельная скорость.	Расчет константы скорости реакции первого порядка	2
	5	Методы определения порядка реакции	Определение порядка реакции $2Fe^{3+} + 2I^- = 2Fe^{2+} + I_2$	2	
	5	Методы определения порядка реакции	Расчет константы скорости реакции	2	
	5	Кинетические уравнения	Вывод кинетических уравнений и расчет констант скоростей обратимых, параллельных, последовательных реакций.	2	

3	5		Кислотно-основный катализ	Изучение кинетики омыления сложных эфиров в присутствии гидроксил-ионов методом потенциометрии	2
	5	Кислотно-основный катализ	Расчет константы скорости реакции второго порядка	2	
	5	Теории химической кинетики	Анализ и сравнение теорий активных столкновений и активированного комплекса (деловые игры в форме группового мыслительного поиска)	2	
	5	Теории химической кинетики	Расчет константы скорости по теориям активных столкновений и активированного комплекса	2	
	5	Ферментативный катализ	Расчет константы Михаэлиса в ферментативном катализе	2	
	5	Гетерогенный катализ	Составление кинетических уравнений каталитических реакций	2	
	5	Кинетика гетерогенных реакций	Газометрическое исследование скорости распада H_2O_2	2	
	5	Кинетика гетерогенных реакций	Исследование кинетики термического разложения перманганата калия	2	
	5	Изучение кинетики реакции электрохимическим методом	Кондуктометрическое определение константы скорости окисления йодоводородной кислоты пероксидом водорода	2	
	5	Изучение кинетики реакции электрохимическим методом	Кондуктометрическое определение константы скорости окисления йодоводородной кислоты пероксидом водорода	2	
	6	Растворы электролитов	Расчет удельной и молярной электропроводности сильных и слабых электролитов	2	
	6	Растворы электролитов	Расчет константы диссоциации и степени диссоциации слабых электролитов в рамках теории электролитической диссоциации С. Аррениуса. Определение растворимости соли с использованием предельного закона Дебая-Гюккеля	2	

4

6	Определение концентрации электролита электрохимическим методом	Кондуктометрическое титрование	2
6	Определение концентрации электролита электрохимическим методом	Кондуктометрическое титрование (продолжение лабораторной работы)	2
6	Определение электропроводности электролитов	Проверка соблюдения закона разбавления Оствальда	2
6	Определение электропроводности электролитов	Проверка соблюдения закона разбавления Оствальда (продолжение лабораторной работы)	2
6	Коррозия	Защитные действия ингибиторов кислотной коррозии	2
6	Коррозия	Защитные действия ингибиторов кислотной коррозии (продолжение лабораторной работы)	2
6	Электродные потенциалы	Расчет электродных потенциалов по уравнению Нернста для разных типов электродов.	2
6	Электродные потенциалы	Расчет э.д.с., составление и анализ схем гальванических элементов	2
6	Определение концентрации электролита с помощью измерения потенциала электрода	Потенциометрическое титрование	2
6	Определение концентрации электролита с помощью измерения потенциала электрода	Потенциометрическое титрование (продолжение лабораторной работы)	2
6	Влияние разных факторов на электродный потенциал	Исследование влияния различных электролитов на электродные потенциалы металлов	2
6	Влияние разных факторов на электродный потенциал	Исследование влияния различных электролитов на электродные потенциалы металлов (продолжение)	2

6	Термодинамика гальванического элемента	Измерение температурного коэффициента ЭДС электрохимической цепи и расчет термодинамических функций химической реакции	2
6	Термодинамика гальванического элемента	Измерение температурного коэффициента ЭДС электрохимической цепи и расчет термодинамических функций химической реакции (продолжение лабораторной работы)	2

3.6. Самостоятельная работа студентов

Модуль	Номер раздела	Содержание материала, выносимого на самостоятельное изучение	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость
				(в часах) ОФО
1	1	Закон Ламберта-Бера	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета	4
1	1	Использование таблиц стандартных термодинамических величин в термодинамических расчетах.	Выполнение домашних контрольных работ	4
1	1	Парахор	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета	4
1	1	Рефрактометрия	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета	4
1	2	Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса. Разделение веществ путем перегонки. Диаграммы состояния (плавкости) двухкомпонентных систем и их анализ на основе правила фаз.	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета	4
1	2	Коллигативные свойства растворов. Изменение температуры затвердевания различных растворов. Криоскопический метод.	Выполнение домашних контрольных работ	4
2	3	Определение адсорбции по Гиббсу. Адсорбция из растворов и газовой фазы	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета	4

2	3	Химическое равновесие в разбавленном растворе. Влияние инертного растворителя. Зависимость констант равновесия от температуры и давления. Использование различных приближений для теплоемкостей реагентов при расчетах химических равновесий при разных температурах.	Выполнение домашних контрольных работ	4
2	3	Уравнение Фрейндлиха и определение его констант. Расчет гиббсовского избытка при адсорбции.	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета	4
2	4	Метод наибольшего слагаемого при вычислении суммы по состояниям для кристаллов с различными видами точечных дефектов. Нестехиометрические соединения и их термодинамическое описание.	Составление тезисного плана. Создание структурно-логических схем	4
2	4	Метод ячеек в статистической термодинамике жидкостей. Расчет энтропии смешения в рамках решеточной модели раствора.	Выполнение домашних контрольных работ	2
2	4	Статистические выражения для основных термодинамических функций: внутренней энергии, энтропии, энергии Гельмгольца и Гиббса, теплоемкости и химического потенциала.	Подготовка к собеседованию Подготовка электронных презентаций.	2
3	5	Определение констант скорости из опытных данных. Методы определения порядка реакции. Зависимость константы скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Опытная энергия активации	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета	8
3	5	Определение констант скорости из опытных данных. Методы определения порядка реакции. Зависимость константы скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Опытная энергия активации	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета	8
3	5	Сложные реакции. Принцип независимости протекания элементарных стадий. Методы составления кинетических уравнений.	Выполнение домашних контрольных работ	8
3	5	Поверхность потенциальной энергии (ППЭ). Поверхность потенциальной энергии для взаимодействия трех атомов водорода. Путь реакции. Переходное состояние. Понятие о современных методах расчета ППЭ.	Подготовка к собеседованию Подготовка электронных презентаций.	8
3	5	Примеры механизмов каталитических процессов. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ.	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета	8
3	5	Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Кинетика гетерогенно-каталитических реакций с диффузионными ограничениями.	Выполнение домашних контрольных работ	8

3	5	Зависимость подвижности ионов от их природы, от природы растворителя, от температуры и концентрации раствора. Механизм электропроводности водных растворов кислот и щелочей.	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета	8
4	6	Числа переноса и методы их определения. Подвижности ионов и закон Кольрауша.	Выполнение домашних контрольных работ	8
4	6	Уравнения Нернста и Гиббса - Гельмгольца для равновесной электрохимической цепи. Сопряженные реакции в электрохимической теории коррозии. Методы защиты металлов от коррозии	Обработка и анализ полученных данных, Написание отчета	8
4	6	Определение коэффициентов активности и чисел переноса на основе измерений ЭДС. Удельная и эквивалентная электропроводность. Числа переноса и методы их определения. Подвижности ионов и закон Кольрауша.	Выполнение домашних контрольных работ	8
4	6	Модельные представления о структуре двойного слоя. Плотность тока как мера скорости электродного процесса; поляризация электродов. Стадии электродного процесса.	Подготовка к собеседованию Подготовка электронных презентаций.	8

4. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины представлен в приложении.

[Фонд оценочных средств](#)

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Основная литература

5.1.1. Печатные издания

1. Стромберг, Армин Генрихович. Физическая химия: учебник / Стромберг Армин Генрихович, Семченко Дмитрий Платонович; под ред. А.Г. Стромберга. Москва: Высш. шк., 2009. - 527 с.
2. Киселева, Е.В. Сборник примеров и задач по физической химии: учеб. пособие / Е.В. Киселева, Г.С. Каретников, И.В. Кудряшов. - Москва: Высш.шк., 1983. – 456 с.
3. Практикум по физической химии: учеб. пособие / под ред. М.И. Гельфмана. - Санкт-Петербург: Лань, 2004. – 256 с.

5.1.2. Издания из ЭБС

4. Физическая химия [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.И. Грызунов, И.Р. Кузеев, Е.В. Пояркова, В.И. Полухина, Е.Б. Шабловская, Е.Ю. Приймак, Н.В. Фирсова. - М.: ФЛИНТА, 2014. Ссылка на ресурс: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976519633.html>.
5. Дабижа, Ольга Николаевна. Экспериментальные работы по физической химии: учеб. пособие / Дабижа Ольга Николаевна. - Чита: ЗабГУ, 2016. - 245 с. Электронный документ (тип: pdf, размер: 6351 Кб).

5.2. Дополнительная литература

5.2.1. Печатные издания

6. Горшков, Владимир Иванович. Основы физической химии: учебник / Горшков Владимир Иванович, Кузнецов Иван Алексеевич. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 407 с.
7. Физическая химия. кн. 1: Строение вещества. Термодинамика / под ред. К.С. Краснова. - Москва: Высшая школа, 2001. - 512 с.
8. Физическая химия: учебник. В 2 кн. Кн. 2: Электрохимия. Химическая кинетика и катализ / Краснов Константин Соломонович [и др.]; под ред. К.С. Краснова. - Москва: Высш. шк., 2001. – 319 с.

5.2.2. Издания из ЭБС

9. Дерябин, Владимир Андреевич. Физическая химия дисперсных систем: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Дерябин Владимир Андреевич; Дерябин В.А., Фарафонтова Е.П., Кулешов Е.А. - под науч. ред. - М.: Издательство Юрайт, 2017. – 86. Ссылка на ресурс: <https://www.biblio-online.ru/book/3CCF11B9-5D0A-46F2-97AC-CF4B2DE5B86B>.

10. Степановских, Елена Ивановна. Физическая химия. Курсовые работы: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Степановских Елена Ивановна; Степановских Е.И. - отв. ред., Марков В.Ф. - под науч. ред. - М.: Издательство Юрайт, 2018. – 185. Ссылка на ресурс: <https://www.biblio-online.ru/book/C260841D-498A-4F6E-B2F5-AFDB8732A64B>.

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

11. Научная электронная библиотека (103 журнала по Физической химии, код 31.15.00). – Режим доступа: URL: <http://www.elibrary.ru>.

12. Учебные материалы МГУ по физической химии. – Режим доступа: URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/phys.html>.

13. Электронная библиотека учебных материалов по химии (ресурсы региональных университетов). – Режим доступа: URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/regions.html>.

14. Химия в сети Internet (сайт химического факультета Воронежского государственного университета). – Режим доступа: URL: <http://www.chem.vsu.ru/content/links.html>.

15. Физическая химия – помощь по химии. – Режим доступа: URL: <http://chembaby.com/fizicheskaya-ximiya/>.

6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение общего назначения: ОС Microsoft Windows, Microsoft Office, ABBYY FineReader, ESET NOD32 Smart Security Business Edition, Foxit Reader, АИБС "МераПро".

Программное обеспечение специального назначения:

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование помещений для проведения учебных занятий и для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Состав оборудования и технических средств обучения указан в паспорте аудитории, закрепленной расписанием по факультету
Учебные аудитории для проведения практических занятий	
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	
Учебные аудитории для промежуточной аттестации	

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Лекционные занятия по дисциплине «Физическая химия» и отработка навыков химика-исследователя проводятся в учебной аудитории с интерактивным комплексом. Подготовка к лабораторным занятиям предполагает самостоятельное прочтение лекционного материала, работу с электронными ресурсами, а также повторение, при необходимости, отдельных тем ранее изученных дисциплин «Физика» и «Неорганическая химия», «Аналитическая химия».

Самостоятельная работа по дисциплине «Физическая химия» включает решение задач по каждому их изучаемых разделов дисциплины, оформление отчетов после каждой из выполненных лабораторных работ, прочтение лекционного материала и учебника по изучаемой дисциплине, работа с ресурсами сети Интернет.

Разработчик/группа разработчиков: Дабижа Ольга Николаевна, доцент

Рассмотрена на заседании кафедры
(протокол от 01.09.2020 г. № 1)

Согласована с выпускающей кафедрой

Заведующий кафедрой

«___» _____ 20__ г.