

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

 Лейфа А.В. Лейфа

16 мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Направленность (профиль) образовательной программы – Химическая технология
природных энергоносителей и углеродных материалов

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 2 Семестр 3,4

Экзамен 4 сем

Зачет с оценкой 3 сем

Общая трудоемкость дисциплины 324.0 (академ. час), 9.00 (з.е)

Составитель Т.П. Платонова, доцент, канд. хим. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра химии и химической технологии

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 922

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры химии и химической технологии

01.02.2024 г. , протокол № 6

Заведующий кафедрой Гужель Ю.А. Гужель

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

16 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Гужель Ю.А. Гужель

16 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

16 мая 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

16 мая 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Развитие у студентов химического мышления, формирование понимания основных закономерностей термодинамики, кинетики, которые являются основой теории технологических процессов, обобщение и углубление сведений о теоретических основах физико-химических методов, используемых в научно-исследовательской работе. Овладение навыками применения теоретических законов при решении задач, возникающих в последующей профессиональной деятельности в соответствии с формируемыми компетенциями.

Задачи дисциплины:

- обобщение и углубление фундаментальных знаний основных законов в области термодинамики, кинетики, теории растворов, фазовых превращений, электрохимических процессов и поверхностных явлений;
- формирование знаний и умений, позволяющих выполнять физико-химический эксперимент и проводить обобщение его результатов;
- формирование и закрепление навыков вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления или объёма; констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом; состава сосуществующих фаз в одно- и двухкомпонентных системах;

2. МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Физическая химия» входит в обязательную часть Блока 1. «Дисциплины» учебного плана. Курс физической химии использует фундаментальные законы физики и химии, в нем широко применяется математический аппарат. По этой причине курс физической химии требует предварительной подготовки студентов по таким дисциплинам как общая, неорганическая, органическая химия, основы аналитической химии, а также по физике (агрегатные состояния вещества, молекулярно-кинетическая теория газов, начала термодинамики, электростатика, основы квантовой и волновой механики, основы спектроскопии и др.) и по математике (дифференциальное и интегральное вычисления, дифференциальные уравнения, ряды, элементы теории вероятности и др.). Знания по физической химии необходимы для изучения специальных дисциплин: процессы и аппараты химической промышленности, общая химическая технология, химия нефти и газа.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1. Универсальные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
undefined	undefined undefined	

3.2. Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
Естественно-научная подготовка	ОПК-1 Способен изучать,	ИД-ЗОПК-1 Знает основы физической химии как

	анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знаниях о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов	теоретического фундамента современной химии и процессов химической технологии. ИД-5ОПК-1 Умеет выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики химических реакций и равновесные концентрации веществ. ИД-7ОПК-1 Умеет прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; определять направленность процесса в заданных начальных условиях; устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах; определять составы существующих фаз в бинарных гетерогенных системах; составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса. ИД-12ОПК-1 Владеет методами определения констант скорости химических реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента.
Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ИД-6ОПК-2 Умеет использовать химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения неорганической, органической, физической и коллоидной химии для решения профессиональных задач.

4. СТРУКТУРА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Общая трудоемкость учебного предмета составляет 9.00 зачетных единицы, 324.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) учебного предмета, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Молекулярно-кинетическая теория газов	3	4		4								14	проверка индивидуальных заданий
2	Основные законы химической термодинамики	3	8		8		2						16	проверка индивидуальных заданий, коллоквиум, тест
3	Химическая кинетика	3	4		4		16						16	проверка индивидуальных заданий, тест, защита лабораторных работ
4	Зачёт с оценкой	3								0.2				
5	Катализ	4	6		4		4						15.8	проверка индивидуальных заданий, тест, защита лабораторных работ, коллоквиум
6	Термодинамика химического равновесия	4	6		8		12						18	семинар, тест, защита лабораторных работ
7	Фазовые равновесия	4	6		6								18	проверка индивидуальных заданий, семинар
8	Растворы	4	10		8		10						16	проверка индивидуальных заданий, защита лабораторных работ, семинар
9	Электрохимические явления	4	8		8		8						20	проверка индивидуальных заданий, тест, защита

												лабораторны х работ
11	Экзамен	4							0.3	35.7		
	Итого		52.0	50.0	52.0	0.0	0.2	0.3	35.7	133.8		

5. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Молекулярно-кинетическая теория газов	Общие понятия об агрегатных состояниях вещества. Газообразное состояние. Газовые законы. Газовые смеси. Законы для идеальных газовых смесей. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа. Уравнение Клапейрона Менделеева. Реальные газы, их особенности. Уравнение состояния. Изотерма реального газа. Сжижение газов.
2	Основные законы химической термодинамики	Введение в физическую и коллоидную химию. Вклад русских и советских химиков в развитие науки Основные термодинамические понятия. Внутренняя энергия. Работа. Первый закон термодинамики. Термохимия. Энтальпия. Закон Гесса и следствия из него. Второй закон термодинамики. Энтропия. Третий закон термодинамики. Уравнение Кирхгофа. Условия направления протекания процесса. Термодинамические потенциалы.
3	Химическая кинетика	Скорость химической реакции. Кинетическая классификация химических реакций: молекулярность и порядок реакции. Сложные реакции. Кинетика цепных реакций. Горение и взрыв. Колебательные и фотохимические реакции. Зависимость скорости реакций от температуры. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Теория активных столкновений и теория абсолютных скоростей химических реакций.
4	Катализ	Классификация каталитических реакций. Гомогенный катализ и его механизм в растворах. Кислотно-основной и ферментативный катализ. Гетерогенный катализ. Особенности гетерогенно-каталитических процессов. Механизм гетерогенного катализа. Теории гетерогенного катализа. Кинетика гетерогенного катализа. Промоторы и ингибиторы. Специфичность катализатора. Катализаторы Циглера-Натта. Применение катализаторов в переработке природного газа и нефти.

5	Термодинамика химического равновесия	Химическое равновесие. Константа равновесия. Константы равновесия для гомогенных и гетерогенных реакций. Зависимость константы равновесия от температуры. Уравнение изобары и изохоры химической реакции. Принцип Ле Шателье - Брауна. Влияние температуры, давления и посторонних примесей на химическое равновесие.
6	Фазовые равновесия	Фазовые состояния и равновесия. Правило фаз Гиббса. Вязкость жидкостей. Диаграмма состояния воды. Фазовое равновесие в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Расчет процессов фазовых переходов. Фазовое равновесие в одно- и двухкомпонентных системах. Фазовые диаграммы. Тройная точка. Термический анализ. Твердые растворы. Взаимная растворимость двух жидкостей. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Перегонка бинарных смесей. Ректификация. Дистилляция. Равновесия в многокомпонентных системах. Эвтектика и эвтектические системы. Трёхкомпонентные системы. Экстракция.
7	Растворы	Общая характеристика растворов. Классификация растворов. Химический потенциал компонента идеального и неидеального раствора. Активность компонента, коэффициент активности. Свойства растворов. Давление пара компонентов над раствором. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов. Температура замерзания и кипения растворов. Криоскопия и эбуллиоскопия как методы определения молекулярной массы вещества. Предельная растворимость твердого вещества в растворе. Осмотическое давление. Летучие смеси. Законы Коновалова.
8	Электрохимические явления	Электролиты. Теории растворов электролитов. Электрическая проводимость растворов электролитов. Константа и степень диссоциации. Закон разведения Оствальда. Основы электростатической теории сильных электролитов Дебая - Хюккеля. Электрическая проводимость растворов электролитов. Кондуктометрия.

		Гальванические элементы. Электрохимический потенциал. Типы потенциалов. Двойной электрический слой. Уравнение Нернста. Классификация электродов. Гальванические элементы. ЭДС. Законы Фарадея. Числа переноса. Химические и концентрационные цепи. Цепи без переноса и с переносом. Диффузионный потенциал, его устранение. Потенциометрия. Электрохимические расчеты. Электролиз. Законы Фарадея. Коррозия металлов. Негативное влияние коррозии на оборудование, используемое в процессах нефте- и газодобычи. Защита от коррозии.
--	--	--

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Идеальные газы	Законы идеального газа. Уравнение состояния идеального газа.
Неидеальные газы	Неидеальные газы. Идеальные газовые смеси. Закон Дальтона
Термодинамика химических процессов	Теплоёмкость веществ. Первый закон термодинамики. Решение задач.
Термохимия	Термохимические расчёты по следствиям из закона Гесса. Расчёт калорийности топлива. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Закон Кирхгофа.
Направленность химических процессов	Второй закон термодинамики. Расчёт термодинамических потенциалов.
Коллоквиум по теме "Термодинамика химических процессов"	Основные термодинамические понятия. Внутренняя энергия. Работа. Первый закон термодинамики. Термохимия. Энтальпия. Закон Гесса и следствия из него. Второй закон термодинамики. Энтропия. Третий закон термодинамики. Уравнение Кирхгофа. Условия направления протекания процесса. Термодинамические потенциалы.
Кинетическая классификация химических реакций	Закон действия масс. Реакции первого и второго порядка. Определение порядка реакции.
Кинетика химических реакций	Влияние температуры на скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса. Расчёт энергии активации
Константа химического	Способы выражения констант химического

равновесия	равновесия и взаимосвязь между ними. Расчёт констант химического равновесия для реакций в гомогенных и гетерогенных системах.
Химическое равновесие	Зависимость констант химического равновесия от температуры. Сдвиг равновесия. Принцип Ле Шателье - Брауна. Влияние температуры, давления и посторонних примесей на химическое равновесие
Уравнение изотермы химического равновесия	Вычисления по уравнениям изотермы химического равновесия.
Семинар по теме "Термодинамика химического равновесия"	Понятие химического потенциала. Условия химического равновесия. Общая характеристика химического равновесия. Кинетический вывод закона действующих масс. Выражение константы равновесия через парциальные давления, мольные доли, летучесть, активность. Уравнение изотермы для изобарно-изотермического и изохорно-изотермического процессов. Изобара и изохора реакции.
Кинетика каталитических реакций	Расчёт энергии активации каталитических реакций. Расчёт констант равновесия.
Коллоквиум по теме "Кинетика и катализ"	Скорость и константа скорости реакции. Молекулярность реакции: примеры, кинетические уравнения для реакций моно-, би-, тримолекулярных реакций. Порядок реакции: понятие, примеры, кинетические уравнения для реакций нулевого, первого, второго порядков. Период полупревращения. Определение порядка реакции: метод подстановки, графический метод, метод Оствальда- Нойеса, метод Вант- Гоффа, метод полупревращений. Простые и сложные реакции. Классификация сложных реакций, примеры. Цепные реакции. Факторы, влияющие на скорость реакции. Энергия активации. Кинетика гетерогенных реакций. Теория бинарных соударений. Теория переходного состояния (активного комплекса). Фотохимические реакции. Катализаторы и их виды. Энергетический профиль некаталитической и каталитической реакций. Особенности гомогенного катализа. Основные положения теории для гомогенно-каталитических реакций с молекулярным или ионным механизмами (теория Шпитальского). Ферментный катализ как частный случай гомогенного катализа, его особенности. Особенности гетерогенного катализа. Мультиплетная теория Баландина. Теория активных ансамблей. (Н.И. Кобозев, 1939). Электронная теория катализа. (С.З. Рогинский, Ф.Ф. Волькенштейн, 1940). Свойства катализаторов (цикличность, специфичность, универсальность,

	избирательность и селективность.
Правило фаз Гиббса	Правило фаз Гиббса. Расчёт количества компонентов, фаз и степеней свободы в системе.
Фазовые диаграммы	Анализ фазовых диаграмм для воды, углекислого газа и других веществ. Фазовые равновесия однокомпонентных систем. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Двухкомпонентные системы. Системы с неограниченной взаимной растворимостью летучих веществ. Законы М.И. Коновалова.
Семинар по теме "Фазовое равновесие"	Правило фаз Гиббса. Анализ фазовых диаграмм для воды, углекислого газа и других веществ. Фазовые равновесия однокомпонентных систем. Фазовые равновесия однокомпонентных систем. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Диаграмма состояния двухкомпонентных систем, если компоненты неограниченно растворимы в жидком состоянии, образуют в твёрдом состоянии химическое соединение. Характеристика области существования фазовых равновесий, линии ликвидуса и солидуса. Диаграмма фазового состояния двухкомпонентной системы с неограниченной растворимостью в жидком состоянии, образующие твёрдые растворы. Перегонка и дистилляция. Трёхкомпонентные системы. Экстракция
Свойства неэлектролитов	Давление пара разбавленных растворов. Законы Рауля. Вычисление осмотического давления, температуры замерзания и кипения смесей неэлектролитов.
Свойства неэлектролитов	Осмометрия, криоскопия, эбулиоскопия
Свойства электролитов	Вычисление осмотического давления, температуры кипения и замерзания в растворах электролитов. Кислотно-основные равновесия.
Семинар по теме "Растворы"	Коллигативные свойства растворов. Теория электролитической диссоциации Аррениуса для слабых электролитов. Закон разведения Оствальда. Теория сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Ионные равновесия в растворах электролитов. Ионные равновесия в растворах электролитов. Ионная сила раствора.
Электрическая проводимость растворов	Определение удельной и эквивалентной электрической проводимости. Решение задач на закон разведения
Гальванические элементы	Вычисление ЭДС гальванических элементов.
Электролиз	Вычисление времени протекания электролиза. Определение продуктов реакции электродов. Вычисления по уравнению Фарадея.
Семинар по теме "Гальванические элементы"	Гальванический элемент. Возникновение скачка потенциала на границе «металл – раствор соли».

	Причины возникновения диффузного скачка потенциалов. Обратимые и необратимые цепи. Связь между химической и электрической энергиями. Электродный потенциал. Классификация электродов. Водородный потенциал. Электроды сравнения. Окислительно-восстановительные электроды (редокс-электроды). Классификация гальванических элементов. Потенциометрия. Потенциометрическое титрование.
--	---

5.3. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Определение теплового эффекта процесса растворения соли	Определение интегральной теплоты растворения соли калориметрическим методом
Скорость химической реакции	Изучение факторов, влияющих на скорость реакции.
Изучение кинетики разложения мурексида в кислой среде	Определение константы скорости реакции гидролиза сложного эфира в щелочном растворе титриметрическим методом
Определение порядка реакции окисления иодид-ионов ионами железа (III)	Определение порядка реакции методом Вант-Гоффа.
Изучение скорости реакции йодирования ацетона	Определение константы скорости и периода полупревращения реакции разложения мурексида в кислой среде.
Изучение кинетики реакции гидролиза сложного эфира	Определить порядок и энергию активации реакции разложения тиосерной кислоты
Исследование кинетики разложения тиосерной кислоты	Изучение кинетики гидролиза сложного эфира кондуктометрическим методом. Определение константы скорости и энергии активации.
Фотометрическое изучение кинетики разложения комплексного иона триоксалата марганца	Определение константы скорости и энергии активации реакции йодирования ацетона.
Изучение скорости реакции малахитового зелёного с ионами гидроксила в присутствии солей	Определение константы скорости, энергии активации и периода полураспада реакции диссоциации комплексного иона триоксалата марганца (III) методом фотометрии.
Смещение химического равновесия	Изучение влияние некоторых факторов на смещение химического равновесия, подтверждение принципа Ле-Шателье.
Определение константы и степени диссоциации слабого электролита	Изучение фотоколориметрического метода определения константы диссоциации одноцветного индикатора (фенолфталеина).
Определение константы диссоциации одноцветного индикатора (фенолфталеина)	Определение K_c исследуемой реакции.

Определение концентрационной константы равновесия реакции между салициловой кислотой и хлоридом железа (III)	Определение K_c исследуемой реакции.
Катализ	Изучение влияния катализаторов на скорость химической реакции. Наблюдение изменение кинетики автокаталитической реакции.
Автокаталитическая реакция окисление щавелевой кислоты перманганатом калия	Определение кинетики автокаталитической реакции фотометрическим методом.
Определение константы и степени диссоциации слабого электролита	Экспериментальная проверка применимости закона действия масс к химическому равновесию реакции электролитической диссоциации слабого электролита в водном растворе и закона разбавления Оствальда.
Определение рефракции органических соединений	Определение плотности растворов пикнометром и показателя преломления
Определение молекулярной рефракции растворов и оценка эффективного радиуса молекулы растворённого вещества	Изучение кинетики реакции в растворе, определение константы скорости и ионной силы раствора. Расчёт параметра A уравнения Дебая и Хюккеля.
Определение рН образования гидроксида металла и его растворимости	Определение произведения растворимости по рН
Определение электропроводности сильных электролитов	Экспериментальное определение предельной эквивалентной электропроводности и коэффициентов электропроводности сильного электролита.
Определение электропроводности слабых электролитов	Кондуктометрическое определение характеристик слабых электролитов: экспериментальное определение константы диссоциации и предельной эквивалентной электропроводности слабого электролита
Определение температурного коэффициента электропроводности раствора электролита	Определение температурного коэффициента электропроводности раствора сильного электролита в различных температурных интервалах.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Молекулярно-кинетическая теория	Выполнение индивидуальных заданий.	14

	газов		
2	Основные законы химической термодинамики	Выполнение индивидуальных заданий, подготовка к тестированию, коллоквиуму и защите лабораторной работы.	16
3	Химическая кинетика	Выполнение индивидуальных заданий, подготовка к тестированию и защите лабораторных работ.	16
4	Катализ	Выполнение индивидуальных заданий, подготовка к защите лабораторных работ и коллоквиуму.	15.8
5	Термодинамика химического равновесия	Подготовка к семинару и защите лабораторных работ.	18
6	Фазовые равновесия	Выполнение индивидуальных заданий, подготовка к семинару.	18
7	Растворы	Выполнение индивидуальных заданий, подготовка к тестированию, семинару и защите лабораторных работ.	16
8	Электрохимические явления	Выполнение индивидуальных заданий, подготовка к тестированию, семинару и защите лабораторных работ.	20

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации учебного процесса используются как традиционное обучение (технологии поддерживающего обучения), так и современные образовательные технологии. Результаты освоения профессионального модуля достигаются за счёт использования в процессе обучения современных инструментальных средств: лекции с применением мультимедийных технологий, современного программного и аппаратного обеспечения. При проведении занятий используются активные и интерактивные формы: лекции- презентации, работа в малых группах. Электронное обучение на платформе Moodle позволяет эффективно организовать самостоятельную работу и осуществить контроль знаний (тестирование)

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация: зачёт с оценкой (3 семестр).

Примерные вопросы к зачёту

1. Газовые законы Бойля-Мариотта, Шарля, Гей-Люссака?
2. Что такое идеальный газ? Сформулируйте законы для идеальных газовых смесей. Сформулируйте закон Менделеева-Клапейрона.
3. Какие причины обуславливают отклонение свойств реальных газов от идеальных?
4. Приведите примеры внутренних, внешних, экстенсивных, интенсивных параметров.
5. Что такое обобщённые силы и обобщённые координаты?
6. Приведите примеры термодинамических функций состояния и перехода.
7. Приведите примеры обратимых, равновесных и необратимых процессов.
8. Что включает в себя внутренняя энергия? Докажите, что внутренняя энергия является функцией состояния.
9. Какие существуют способы передачи энергии? Охарактеризуйте их.
10. Сформулируйте первый закон термодинамики.

11. Что такое энтальпия?
12. Что такое стандартные теплоты образования? сгорания?
13. Как формулируется закон Гесса и где он применяется? Как вычислить тепловой эффект реакции по стандартным теплотам образования и сгорания?
14. Как математически выражается второй закон термодинамики для химических процессов?
15. Для решения каких вопросов используется энтропия?
16. Сформулируйте третий закон термодинамики и следствия из него.
17. Критерием протекания каких процессов являются термодинамические потенциалы?
18. Для решения каких вопросов используется энтропия?
19. Что является критерием самопроизвольного протекания химической реакции в условиях постоянства давления и температуры?
20. Скорость и константа скорости реакции.
21. Порядок реакции: понятие, способы определения.
22. Сложные химические реакции: последовательные, параллельные, сопряжённые, обратимые реакции, цепные реакции. Фотореакции.
23. Факторы, влияющие на скорость реакции.
24. Энергия активации.
25. Теория переходного состояния, теория бинарного соударения.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: экзамен (4 семестр)

Примерные вопросы к экзамену

1. Формулировки первого закона термодинамики
2. Выражения первого закона термодинамики для различных процессов
3. Термохимия, как раздел термодинамики. Закон Гесса и следствия из него
4. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгофа
5. Второй закон термодинамики. Математическое выражение
6. Энтропия в классической и статистической термодинамике. Изменение энтропии в равно-весных процессах
7. Третий закон термодинамики
8. Термодинамические потенциалы. Свободная энергия Гельмгольца. Свободная энергия Гиббса
9. Равновесное состояние. Закон действующих масс
10. Уравнение изотермы химической реакции. Уравнения изобары и изохоры реакции. Принцип Ле - Шателье
11. Кинетическая классификация химических реакций
12. Сложные реакции
13. Цепные реакции
14. Факторы, влияющие на скорость реакции
15. Зависимость скорости реакции от температуры. Правило Вант-Гоффа. Энергия активации.
16. Теория бинарных соударений и теория переходного состояния (активного комплекса)
17. Фотохимические реакции
18. Особенности каталитического действия. Катализаторы. Промоторы. Ингибиторы. Ката-литические яды
19. Особенности гомогенного катализа
20. Особенности гетерогенного катализа
21. Ферментативный катализ
22. Фазовые равновесия. Правило фаз Гиббса
23. Графическая зависимость фазового состояния воды от температуры и давления
24. Двухкомпонентные системы
25. Системы с неограниченной взаимной растворимостью летучих жидкостей.

Законы М.И. Коновалова

26. Перегонка (дистилляция) и ректификация
27. Трехкомпонентные системы. Экстракция
28. Коллигативные свойства растворов
29. Электрическая проводимость растворов электролитов.
30. Кондуктометрия.
31. Гальванический элемент. Химические и концентрационные гальванические элементы
32. Обратимые и необратимые электроды. Классификация обратимых электродов
33. Водородный электрод. Хлоридсеребряный электрод
34. Окислительно-восстановительные электроды.
35. Электролиз. Законы Фарадея.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

а) литература

1. Афанасьев, Б. Н. Физическая химия : учебное пособие / Б. Н. Афанасьев, Ю. П. Акулова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1402-4. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211037> (дата обращения: 04.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Кудряшева, Н. С. Физическая и коллоидная химия : учебник и практикум для вузов / Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 452 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17490-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535669> (дата обращения: 04.05.2024).
3. Свиридов, В. В. Физическая химия : учебное пособие для вузов / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 600 с. — ISBN 978-5-8114-9174-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187778> (дата обращения: 04.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Физическая химия. Теория и задачи : учебное пособие для вузов / Ю. П. Акулова, С. Г. Изотова, О. В. Проскурина, И. А. Черепкова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-8947-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185893> (дата обращения: 04.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Физическая химия : учебное пособие / Н. В. Белоусова, М. Н. Васильева, Н. С. Симонова, А. Ф. Шиманский. — Красноярск : СФУ, 2019. — 308 с. — ISBN 978-5-7638-4052-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157661> (дата обращения: 04.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Физическая и коллоидная химия. В 2 ч. Часть 1. Физическая химия : учебник для вузов / В. Ю. Конюхов [и др.] ; под редакцией В. Ю. Конюхова, К. И. Попова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 259 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06719-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/539737> (дата обращения: 04.05.2024).
7. Яковлева, А. А. Физическая химия. Примеры и задачи : учебное пособие / А. А. Яковлева. — Иркутск : ИРНТУ, 2021. — 128 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/325298> (дата обращения: 04.05.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
---	--------------	----------

1	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
2	https://e.lanbook.com	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
3	https://urait.ru	Электронная библиотечная система «Юрайт». ЭБС «Юрайт» в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
4	http://www.studentlibrary.ru	Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения (ФГОС ВПО 3+ +) к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы, для СПО, ВПО и аспирантуры
5	http://elibrary.ru	Научная электронная библиотека журналов

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://gostexpert.ru	Единая база ГОСТов РФ по категориям Общероссийского Классификатора Стандартов, содержащая документы для бесплатного доступа для образования и промышленности РФ
2	https://www.ngpedia.ru	Большая энциклопедия нефти и газа содержит статьи из разных областей науки и техники. Каждая статья посвящена определенному термину и представляет собой подборку из частей текстов книг, в которых описывается данный термин
3	http://www.xumuk.ru	Поисковая система по химии, содержащая информацию по неорганической, органической, коллоидной и химии и по дисциплинам химического профиля

10. МАТЕРИАЛЬНО- ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Университет располагает материально- технической базой, обеспечивающей проведение занятий, предусмотренных программой дисциплины. Занятия проводятся в специализированных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Для проведения лекционных занятий используется аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, ноутбук, плазменный телевизор). Для проведения практических занятий используется специализированная лаборатория.

Для проведения лабораторных работ лаборатории оснащены приборами и оборудованием: вытяжные шкафы; химические реактивы и посуда; электрические плитки; сушильный шкаф; весы технические и аналитические; центрифуга; муфельная печь; водяная баня; вискозиметры, пикнометры, ФЭК, калориметр, кондуктометр, рН-

метр. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам. Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной образовательной сети университета. Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Internet и обеспечением доступа к электронной образовательной сети университета.