Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра химии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.27 Физическая химия»

Уровень высшего образования

СПЕЦИАЛИТЕТ

Специальность
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
(код и наименование специальности)

Аналитическая химия
(наименование направленности (профиля)/специализации образовательной программы)

Квалификация
Химик. Преподаватель химии

Форма обучения
Очная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.27 Физическая химия*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра химии
наименование кафедры

протокол № 5 от "12" 01 2023 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра химии — подпись — Е.В. Сальникова
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Доцент — подпись — С.А. Пешков
должность *подпись* *расшифровка подписи*

Ст. преподаватель — подпись — П.А. Пономарева
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по специальности
04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия — Е.В. Сальникова
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись Н.Н. Бигалиева
расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета
личная подпись А.Н. Сизенцов
расшифровка подписи

№ регистрации 155812

© Пешков С.А.
Пономарева П.А., 2023
© ОГУ, 2023

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины: сформировать базовые знания и основные понятия физической химии, представления о фундаментальных законах и основных методах физико-химической науки, необходимые в познании химических процессов и явлений.

Задачи:

- изучить и овладеть теоретическими основами физической химии;
- знать место физической химии в системе наук;
- знать сущность реакций и процессов, используемых в физической химии;
- знать принципы и области использования основных методов физической химии;
- понимать роль физической химии в системе химических наук;
- изучить основные методы решения задач, нацеленные на практическое применение теоретических положений физической химии;
- выработать основы самостоятельного химического мышления;
- уметь ориентироваться в сущности химических процессов;
- уметь с пользой применять знания по физической химии на практике;
- приобрести навыки самостоятельного физико-химического расчета для последующего их применения при выполнении курсовых и выпускных работ.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.17 Физика, Б1.Д.Б.21 Неорганическая химия*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.3 Научно-исследовательская работа, Б2.П.В.П.4 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-4 Способен планировать работы химической направленности, обрабатывать и интерпретировать полученные результаты с использованием теоретических знаний и практических навыков решения математических и физических задач	ОПК-4-В-1 Использует базовые знания в области математики и физики при планировании работ химической направленности ОПК-4-В-2 Обрабатывает данные с использованием стандартных способов аппроксимации численных характеристик ОПК-4-В-3 Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений	**Знать:** -основные естественнонаучные законы, используемые для обработки результатов эксперимента в области профессиональной деятельности. **Уметь:** -применять компьютерные технологии для интерпретации результатов химического анализа; -использовать готовые математические модели для обработки

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		массивов экспериментальных данных; -планировать эксперимент, разрабатывать простые математические модели и оценивать их адекватность и точность; **Владеть:** -приемами, применяемыми в компьютерных технологиях для проведения статистической обработки экспери ментальных данных, интерпретации полученных результатов; -способами представления научной информации для публикаций, отчетов и конференций

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 15 зачетных единиц (540 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	7 семестр	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**288**	**252**	**540**
Контактная работа:	**153,25**	**136,5**	**289,75**
Лекции (Л)	52	46	98
Практические занятия (ПЗ)	50	44	94
Лабораторные работы (ЛР)	50	44	94
Консультации	1	1	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,5	0,75
Самостоятельная работа: *- выполнение курсовой работы (КР);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**134,75**	**115,5** +	**250,25**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен,	**экзамен**	**экзамен**	

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	7 семестр	8 семестр	всего
дифференцированный зачет)			

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основы химической термодинамики	86	12	18	10	46
2	Растворы. Фазовые равновесия	116	20	18	32	46
3	Химические и адсорбционные равновесия	86	20	14	8	44
	Итого:	288	52	50	50	136

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Химическая кинетика	88	18	16	14	40
5	Катализ	56	12	14	-	30
6	Электрохимия	108	16	14	30	48
	Итого:	252	46	44	44	118
	Всего:	540	98	94	94	254

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ 1 Основы химической термодинамики

Предмет и задачи физической химии. Система. Виды систем. Термодинамические параметры. Интенсивные и экстенсивные свойства. Обратимые и необратимые процессы. Теплота и работа. Понятие о термодинамическом равновесии. Равновесные и неравновесные процессы. Функции состояния и функции процессов. Уравнение состояния. Модель идеального газа. Уравнение состояния идеального и основные типы уравнений состояния идеальных газов. Теплота и работа различных процессов. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия, энтальпия. Теплоемкости и их свойства. Выражения для ср и cv в общем виде. Термохимия. Тепловой эффект химической реакции. Закон Гесса и его следствие. Стандартные состояния и стандартные теплоты реакций. Теплота сгорания. Теплоты образования. Использование закона Гесса и его следствий в расчетах тепловых эффектов химических реакций. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгофа. Зависимость теплоемкости от температуры и расчеты тепловых эффектов реакций. Второй закон термодинамики. Различные формулировки. Энтропия как функция состояния. Уравнение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Изменения энтропии в различныз процессах. Изменение энтропии как критерий самопроизвольности течения процесса в изолированной системе. Третий закон термодинамики. Теорема Нернста. Постулат Планка. Абсолютные значения энтропии и методы ее расчета. Фундаментальные уравнения Гиббса. Характеристические функции. Энергия Гельмгольца, энергия Гиббса и их свойства. Уравнение Максвела. Использование уравнения Максвела для вывода различных термодинамических соотношений. Химический потенциал, его общее определение. Зависимость от давления и концентрации для идеальных газов. Общее условие равновесия. Условия химического, фазового, термического и механического равновесия. Термодинамика реальных газов. Летучесть. Определение и методы ее вычисления.

№ 2 Растворы. Фазовые равновесия

Задачи термодинамической теории растворов. Способы выражения состава. Классификация растворов. Термодинамика растворов. Парциальные мольные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема. Давления насыщенного пара жидких растворов. Законы Рауля. Коллигативные свойства растворов. Криоскопия. Эбулиоскопия. Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа. Равновесие жидкостьпар в двухкомпонентных системах. Равновесные свойства пара и жидкости. Законы Гиббса – Коновалова. Азеотропные смеси и их свойства. Неидеальные растворы. И их свойства. Метод активностей. Правило фаз Гиббса и его применение к гетерогенным равновесиям. Однокомпонентные системы. Уравнение Клайперона – Клаузеуса. Монотропия и энантиотропия. Двухкомпонентные системы. Различные диаграммы состояния двухкомпонентных систем и их анализ на основе правила фаз. Системы, образующие твердые растворы и химические соединения с конгруэнтной и инконгруэнтной точкой плавления. Эвтектическая и перитектическая точки. Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса – Розебома.

№ 3 Химические и адсорбционные равновесия

Условие химического равновесия. Закон действующих масс. Константы равновесия: КР, КС, КК и связь между ними. Химическое равновесие в идеальных и неидеальных системах. Изотерма равновесия Вант – Гоффа. Ее применение для гомогенных и гетерогенных систем. Химические реакции в растворах. Гетерогенных химические реакции. Зависимость константы равновесия от температуры. Интегрирование уравнения изобары Вант – Гоффа. Расчет констант химических равновесий с 9 использованием таблиц значений термодинамических функций. Адсорбционные равновесия. Определение основных понятий. Виды адсорбции. Монослойная адсорбция. Уравнение Ленгмюра и его анализ. Адсорбция на неоднородной поверхности. Изотерма Фрейндлиха. Полимолекулярная адсорбция. Уравнение Брунауэра – Эмета – Теллера (БЭТ).

№ 4 Химическая кинетика

Основные понятия и постулаты химической кинетики. Молекулярность и порядок реакций. Кинетические уравнения различных типов реакций. Определение порядков реакций. Необратимые реакции первого, второго, n- порядков. Концентрационные и временные порядки, их значение для изучения механизма химических реакций. Зависимость скорости химических реакций от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации, ее физический смысл. Сложные реакции. Их классификация. Кинетический анализ сложных реакций. Обратимые реакции. Параллельные и последовательные реакции. Элементарные реакции. Теории кинетики элементарных реакций. Интерпретация бимолекулярных реакций. Теория столкновений. Теория абсолютных скоростей. Типы тримолекулярных реакций. Кинетика рекомбинации атомов и простых радикалов. Тримолекулярные реакции валентно-насыщенных молекул. Интерпретация в рамках теории столкновений и теории абсолютных скоростей. Мономолекулярные реакции. Модель Линдемана. Ее недостатки. Теория Хиншельвуда. Теория РРКМ (Райса – Рамспергера – Косселя – Маркуса). Кинетический анализ неэлементарных реакций. Принципы квазиравновесных и квазистационарных концентраций. Цепные реакции. Основные типы превращений в радикально-цепных реакциях. Метод стационарных концентраций в приложении к неразветвленным и цепным реакциям. Влияние типа обрыва на кинетику неразветвленных цепных реакций, длину цепи и квантовый выход. Кинетический анализ неразветвленных цепных реакций. Методы измерения констант скоростей элементарных радикальных реакций. Разветвленоцепные реакции. Типы разветвления цепей. Кинетика цепных реакций с вырожденным разветвлением цепей. Кинетика реакций с невырожденным разветвлением цепей.

№ 5 Катализ

Кислотно-основной катализ. Механизмы и кинетика кислотно-основного катализа в идеальных и реальных средах.

№ 6 Электрохимия

Теория электролитов. Равновесие в растворах электролитов. Теория Аррениуса и ее недостатки. Ион-дипольное и ион-ионное взаимодействие в растворах электролитов. Теория Дебая – Хюккеля и коэффициенты активности. Неравновесные явления в растворах электролитов. Уравнение Нернста – Эйнштейна. Электропроводность растворов электролитов. Метод электропроводности. Числа переноса и методы их определения. Расплавы и твердые электролиты. Особенности их электропроводности. Термодинамика и кинетика электрохимических процессов. Электрохимический потенциал и равновесие на границе электрод – раствор. Термодинамика гальванического элемента. Метод ЭДС. Классификация электродов и электрохимических цепей. Двойной электрический слой и методы его изучения. Электрокапиллярные явления. Теория замедленного разряда. Уравнение Тафеля. Коррозия металлов и методы защиты.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Определение энтальпии реакции нейтрализации	2
2	1	Определение энтальпии гидратации соли	2
3	1	Химия поверхностных явлений и адсорбция	2
4	1	Определение термодинамических свойств равновесных систем. Определение термодинамических функций химических реакций методом ЭДС	6

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
5	2	Растворы. Определение молекулярной массы растворенного вещества и степени электролитической диссоциации по температуре замерзания (криоскопия).	6
6	2	Фазовые равновесия. Закон распределения	8
7	2	Исследование равновесия жидкость-жидкость в двухкомпонентной системе с ограниченной растворимостью жидкостей	8
8	2	Правило фаз. Диаграммы плавкости двухкомпонентной системы	8
9	2	Исследование равновесия жидкость - пар в бинарных системах с неограниченной растворимостью	6
10	2	Изучение взаимной растворимости в жидкостей в трех компонентной системе	6
11	3	Гидролиз сложных эфиров в присутствии кислоты (щелочи)	4
12	4	Химическая кинетика. Иодирование ацетона в кислой среде	4
13	4	Кинетика ионного обмена. Определение коэффициентов диффузии ионов через жидкостный слой или зерно обменника	4
14	6	Электропроводность растворов. Определение константы диссоциации органической кислоты	4
15	6	Числа переноса. Определение чисел переноса методом движущейся границы	4
16	6	Кондуктометрическое титрование	4
17	6	Определение ЭДС химических цепей	4
18	6	Определение ЭДС концентрационных цепей и расчет диффузионного потенциала	4
19	6	Определение зависимости ЭДС от температуры. Расчет термодинамических функций реакций, протекающих в гальвани ческом элементе	4
20	6	Определение pH водных растворов	4
		Итого:	94

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Уравнение состояния. Модель идеального газа. Уравнение состояния идеального и основные типы уравнений состояния идеальных газов	5
2	1	Третий закон термодинамики. Теорема Нернста. Постулат Планка. Абсолютные значения энтропии и методы ее расчета.	5
3	1	Уравнение Максвела. Использование уравнения Максвела для вывода различных термодинамических соотношений.	6
4	2	Равновесные свойства пара и жидкости. Законы Гиббса – Коновалова. Азеотропные смеси и их свойства.	6
5	2	Правило фаз Гиббса и его применение к гетерогенным равновесиям. Однокомпонентные системы	4
6	2	Двухкомпонентные системы. Различные диаграммы состояния двухкомпонентных систем и их анализ на основе правила фаз.	6
7	2	Трехкомпонентные системы. Треугольник Гиббса – Розебома.	6
8	3	Изотерма равновесия Вант – Гоффа. Ее применение для гомогенных и гетерогенных систем.	6
9	3	Расчет констант химических равновесий с использованием таблиц значений термодинамических функций.	6

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
10	3	Уравнение Ленгмюра и его анализ.	4
11	4	Концентрационные и временные порядки. Модель Линдемана. Теория Хиншельвуда	6
12	4	Кинетические расчеты	8
13	5	Механизм каталитических процессов	10
14	6	Уравнение Нернста – Эйнштейна. Двойной электрический слой и методы его изучения. Теория замедленного разряда	6
15	6	Электрохимические расчеты	10
		Итого:	94

4.5 Курсовая работа (8 семестр)

Примерные темы курсовых работ:
1. Влияние различных факторов на гидролиз сложных эфиров.
2. Исследование равновесий в различных системах жидкость-жидкость.
3. Определение молекулярной массы ВМС.
4. Построение диаграмм

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Стромберг, А. Г. Физическая химия [Текст] : учеб. для хим. спец. вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко.- 7-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2009. - 528 с. : ил. - Библиогр.: с. 511-515. - Предм. указ.: с. 516-522. - ISBN 978-5-06-006161-1.

2. Физическая химия [Текст] : в 2 кн.: учеб. для вузов / под ред. К. С. Краснова.- 3-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2001 - ISBN 5-06-004027-5.

Кн. 1 : Строение вещества. Термодинамика. - 2001. - 512 с.: ил. - ISBN 5-06-0040225-9.

Кн. 2 : Электрохимия. Химическая кинетика и катализ. - 2001. - 319 с.: ил. - ISBN 5-06-00402256-7

3. Пешков, С. А. Физическая химия. Химическая термодинамика и равновесие с квантово-химическими примерами/ С. А. Пешков, П. А. Пономарева; - Оренбург: ОГУ, 2020. - 103 с.

3. Бажин, Н. М. Термодинамика для химиков [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Химия" / Н. М. Бажин, В. Н. Пармон. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 612 с.

4. Свиридов, В. В. Физическая химия [Текст] : учебное пособие для вузов / В. В. Свиридов, А. В. Свиридов.- 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 597 с.

5.2 Дополнительная литература

1. Ипполитов, Е. Г. Физическая химия [Текст]: учебник для вузов/ Е. Г. Ипполитов, А. В. Артемов, В. В. Батраков; под ред. Е. Г. Ипполитова. – М.: Академия, 2005. – 448 с.

2. В. А. Киреев. Курс физической химии. – М.: Химия, 1975. – 831 с

5.3 Периодические издания

Журнал физической химии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2019.

5.4 Интернет-ресурсы

1. Энциклопедия физики и химии. - http://fizikaihimia.ru/ Представлен большой объем материала по классическим и хрестоматийным материалам. Походит для подготовки как по темам лекций и семинарских занятий, так и по темам, предназначенным для самостоятельного или расширенного изучения.

2. Виртуальная образовательная лаборатория. - http://www.virtulab.net/ Образовательные интерактивные работы позволяют учащимся проводить виртуальные эксперименты по физике, химии, биологии, экологии и другим предметам, как в трехмерном пространстве, так и в двухмерном.

3. https://openedu.ru/course - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Простые молекулы в нашей жизни».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru
4. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования – АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.
5. База данных окислительно-восстановительных потенциалов: http://www.chem.msu.su/rus/handbook/redox/welcome.html

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения заянтий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.
Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.
Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория, оснащенная лабораторной мебелью, вытяжными шкафами и соответствующим комплектом посуды и оборудования.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой подключеной к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационнообразовательную среду ОГУ.