Минобрнауки России

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

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.5 Химическая физика и основы биокинетики»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки
03.04.02 Физика
(код и наименование направления подготовки)

Биохимическая и медицинская физика
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.5 Химическая физика и основы биокинетики*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния
наименование кафедры

протокол № 7 от "21"февраля 2025г.

Заведующий кафедрой
Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния В.Л. Бердинский
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
Заведующий кафедрой БФФКС В.Л. Бердинский
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
03.04.02 Физика М.Г. Кучеренко
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Научный руководитель магистерской программы С.Н. Летута
личная подпись *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
С.А. Биктимирова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
А.Д. Стрекаловская

№ регистрации _____

© Бердинский В.Л, 2025
© ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Кинетика физико-химических процессов изучает основные закономерности, описывающие физические процессы и химические реакции, а также основные физические и химические причины, вызывающие изменение состояния взаимодействующих и реагирующих частиц.

Задачи: сформировать систему знаний и представлений о кинетике физико-химических процессов и реакций и об их элементарных актах. Особое внимание уделяется способам описания кинетики и умению применять эти знания для изучения кинетики и механизмов физико-химических процессов

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.7 Биофизика клетки*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.11 Физические основы ядерной медицины, Б1.Д.В.Э.3.1 Спектральные методы исследования в биохимии*

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 определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности	ОПК-4-В-1 Знает основные принципы эффективного поиска научной информации с помощью информационных и образовательных технологий ОПК-4-В-2 Имеет навыки обеспечения непрерывного независимого самостоятельного обучения	**Знать:** методы критического анализа и оценки современных научных достижений **Уметь:** использовать творческий потенциал для решения исследовательских и практических задач **Владеть:** способностью к саморазвитию и самореализации при решении биофизических задач и в междисциплинарных областях

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	1 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**180**	**180**
Контактная работа:	**35,25**	**35,25**

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	1 семестр	всего
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
Самостоятельная работа: *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**144,75**	**144,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные понятия и постулаты кинетической теории	30	3	2		25
2	Сложные реакции	30	3	2		25
3	Процессы в потоке	30	3	3		24
4	Кинетические теории	30	3	3		24
5	Кинетика гетерогенных процессов	30	3	3		24
6	Диффузионная кинетика	30	3	3		24
	Итого:	180	18	16		146
	Всего:	180	18	16		146

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 раздел Основные понятия и постулаты кинетической теории

Кинетика - наука о скоростях и механизмах физико-химических процессов. Несоответствие механизмов реакций и их стехиометрических уравнений. Основные понятия кинетики. Определение скорости реакции. Кинетический закон действия масс и область его применимости. Порядок реакции. Кинетические кривые. Реакции переменного порядка и изменение порядка в ходе реакции. Молекулярность элементарных реакций. Прямая и обратная задачи химической кинетики. Необратимые реакции нулевого, первого и второго порядков. Автокатализ.

Необратимые реакции порядка n. Определение констант скорости из опытных данных. Методы определения порядка реакции и вида кинетического уравнения. Время полупревращения и среднее время жизни.

Зависимость константы скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса. Опытная энергия активации.

2 раздел 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.

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.

Цепные реакции. Элементарные процессы возникновения, продолжения, разветвления и обрыва цепей. Длина цепи. Различные методы расчета скорости неразветвленных цепных реакций. Применение метода стационарности для составления кинетических уравнений неразветвленных цепных реакций на примере темнового образования HBr.

Разветвленные цепные реакции. Кинетические особенности разветвленных цепных реакций. Предельные явления в разветвленных цепных реакциях на примере реакции окисления водорода. Полуостров воспламенения. Период индукции. Зависимость скорости реакции на нижнем пределе воспламенения от диаметра сосуда и природы его поверхности. Применение метода квазистационарных концентраций для описания предельных явлений в окрестностях первого и второго пределов воспламенения.

Колебательные реакции. Схема Лоттка-Вольтерра. Фазовый портрет. Устойчивость стационарного состояния. Точки бифуркации. Реакция Белоусова - Жаботинского.

3 раздел Процессы в потоке

Реакции в потоке. Реакторы идеального вытеснения и идеального смешения. Определение кинетических постоянных для различных реакций первого порядка в реакторах идеального смешения и вытеснения.

4 раздел Кинетические теории

Поверхность потенциальной энергии (ППЭ). Поверхность потенциальной энергии для взаимодействия трех атомов водорода. Путь реакции. Переходное состояние. Понятиео современных методах расчета ППЭ.

Метод переходного состояния (активированного комплекса). Свойства активированного комплекса. Статистический расчет константы скорости. Основные допущения теории активированного комплекса и область его применимости. Трансмиссионный коэффициент.

Термодинамический аспект теории активированного комплекса. Энтропия активации. Соотношения между опытной и истинной энергией активации.

Теория соударений в химической кинетике. Ее приближенная и более строгая формулировка. Формула Траутца - Льюиса. Стерический множитель.

Мономолекулярные реакции. Теория активированного комплекса в применении к мономолекулярным реакциям. Область применимости полученных соотношений. Объяснение "повышенных" и "заниженных" значений предэкспоненциального множителя. Теория соударений в применении к мономолекулярным реакциям. Схема Линдемана и ее сопоставление с опытными данными. Причины неточности схемы Линдемана. Поправки Гиншельвуда и Касселя. Понятие о теории РРКМ.

5 раздел Кинетика гетерогенных процессов

Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Различные режимы протекания реакций (кинетическая и внешняя кинетическая области; область внешней и внутренней диффузии). Кинетика Лэнгмюра-Хиншельвуда для реакции на однородной поверхности катализатора. Особенности кинетики и записи константы равновесия в адсорбционном слое. Неоднородность поверхности катализаторов.

6 раздел Диффузионная кинетика

Кинетика гетерогенно-каталитических реакций с диффузионными ограничениями. Внешняя диффузия (метод равнодоступной поверхности). Кинетика каталитических реакций во внутренней диффузионной области. 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.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	. Основные понятия кинетики. Кинетический закон действия масс и область его применимости. Реакции переменного порядка и изменение порядка в ходе реакции.	1
2	1	Необратимые реакции нулевого, первого и второго порядков.	1
3	2	Обратимые реакции первого порядка.	1

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
4	2	Определение кинетических постоянных этого уравнения из опытных данных.	0,5
5	2	Цепные реакции. Различные методы расчета скорости неразветвленных цепных реакций.	0,5
6	3	Реакции в потоке.	1
7	3	Определение кинетических постоянных для различных реакций первого порядка в реакторах идеального смешения и вытеснения.	2
8	4	Путь реакции. Переходное состояние. Понятиео современных методах расчета ППЭ.	0,5
9	4	Статистический расчет константы скорости.	0,5
10	4	Мономолекулярные реакции.	1
11	4	Теория соударений в применении к мономолекулярным реакциям. Схема Линдемана и ее сопоставление с опытными данными.	1
12	5	Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Различные режимы протекания реакций	1,5
13	5	Кинетика Лэнгмюра-Хиншельвуда для реакции на однородной поверхности катализатора.	1,5
14	6	Кинетика гетерогенно-каталитических реакций с диффузионными ограничениями. Внешняя диффузия	1
15	6	Кинетика каталитических реакций во внутренней диффузионной области.	1
16	6	Решение кинетической задачи Зельдовича-Тиле для необратимой реакции первого порядка.	1
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Емельянов, В. В. Биохимия : учебное пособие / В. В. Емельянов, Н. Е. Максимова, Н. Н. Мочульская ; Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. – 134 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=689897 (дата обращения: 04.04.2024). – Библиогр.: с. 130. – ISBN 978-5-7996-1893-3. – Текст : электронный.

2. Ханефт, А. В. Основы физической кинетики : учебное пособие : [16+] / А. В. Ханефт ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2020. – 148 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=685093 (дата обращения: 04.04.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-2670-9. – Текст : электронный.

5.2 Дополнительная литература

1. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика: В 10 т.Учеб. пособие для вузов / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. - М. : Физматлит, 2001. - ISBN 5-9221-0053-X Т. 10: Физическая кинетика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лившиц.- 2-е изд., испр. - 536 с. - Предм. указ.: с. 534-535. - ISBN 5-9221-0125-0.
2. Расовский, М. Р. Физическая кинетика [Текст] : курс лекций / М. Р. Расовский, А. П. Русинов; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. радиофизики и электроники. - Оренбург : ОГУ, 2006. - 114 с. - Библиогр.: с. 114. - ISBN 5-7410-0403-8. Режим доступ: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/997_20110802.pdf

5.3 Периодические издания

1. Журнал экспериментальной и теоретической физики : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
2. Успехи физических наук : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.
3. Оптика и спектроскопия : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2017, 2018.

5.4 Интернет-ресурсы

1. www.ph4s.ru - Физика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина, МИФИ.
2. http://kvant.mccme.ru/ - Научно-популярный физико-математический журнал «Квант».
3. http://www.physbook.ru/ - Электронные учебники и журналы по физике.
4. https://openedu.ru/course/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Квантовая физика».
5. http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/r/index - Журнал экспериментальной и теоретической физики.
6. https://ufn.ru/ - Успехи физических наук : журнал.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Программная система для организации видео-конференц-связи MTS Link
4. Яндекс.Браузер - браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: https://browser.yandex.ru.

Информационные справочные системы

1. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2024]. – Режим доступа в сети ОГУ http://garant.net.osu.ru
2. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2024].
3. http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей

Специализированное ПО, используемое при реализации образовательных программ ФизФ

1. "Облако знаний.Школа", облачный сервис https://school.imumk.ru Договор от 21.12.2021 № СКАН_132/223-4.2.1.2/49 ООО "ФИЗИКОН ЛАБ" 5 лет (по 20.12.2026г)
2. "Виртуальный практикум по физике для вузов" облачный сервис https://school.imumk.ru Договор №281/57 от 15.12.2021 ООО "ФИЗИКОН ЛАБ"5 лет (по 15.12.2026г)

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий 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.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.