

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«М.1.В.ОД.3 Кинетика физико-химических процессов»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

03.04.02 Физика

(код и наименование направления подготовки)

Биохимическая физика

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академической магистратуры

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Год набора 2018

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния
наименование кафедры

протокол № 6 от "05" 01 2018 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния В.Л. Бердинский

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

Исполнители:

Зав. кафедрой БФФИС

должность

[подпись]

подпись

расшифровка подписи

Бердинский В.Л.

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.04.02 Физика

код наименование

[подпись]

личная подпись

М.Г. Кучеренко

расшифровка подписи

Научный руководитель магистерской программы

[подпись]

личная подпись

С.Н. Летута

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

А.Д. Стрекаловская

расшифровка подписи

№ регистрации 68880

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 обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

Постреквизиты дисциплины: *М.1.Б.2 Современные проблемы физики, М.1.Б.3 Специализированный физический практикум, М.1.В.ОД.4 Медицинская микробиология и вирусология, М.1.В.ОД.5 Биотехнология, М.1.В.ОД.6 Биофизические основы живых систем, М.1.В.ДВ.1.1 Биомеханика и бионика, М.1.В.ДВ.1.2 Основы радиоспектроскопии, М.1.В.ДВ.3.1 Спектральные методы исследования в биохимии, М.1.В.ДВ.3.2 Фотофизика и фотохимия органических молекул, М.2.В.П.3 Преддипломная практика, М.2.В.П.4 Научно-исследовательская работа*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<u>Знать:</u> - основные принципы, законы и категории философских знаний в их логической целостности и последовательности. <u>Уметь:</u> - формировать свою мировоззренческую позицию в обществе. <u>Владеть:</u> - способностью абстрактно мыслить, анализировать, синтезировать получаемую информацию.	ОК-1 способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
<u>Знать:</u> - методы критического анализа и оценки современных научных достижений; <u>Уметь:</u> - использовать творческий потенциал для решения исследовательских и практических задач; <u>Владеть:</u> - способностью к саморазвитию и самореализации при решении биофизических задач и в междисциплинарных областях.	ОК-3 готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
<u>Знать:</u> знать на базовом уровне современную и прикладную физику (биохимическую физику). <u>Уметь:</u> уметь применять знания теоретических основ современных физических дисциплин и аппарат математики в профессиональной сфере деятельности. <u>Владеть:</u> способен использовать теоретические основы и аппарат	ОПК-6 способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
математики и естественнонаучных дисциплин при решении конкретных физических и смежных задач.	
Знать: Знать физические модели, используемые для описания реальных процессов, явлений, схем, устройств различного функционального назначения. Уметь: Применять соответствующий физико-математический аппарат. Владеть: Владеть опытом определения характеристик процессов в нестандартных условиях с помощью привлечения соответствующего математического аппарата	ПК-1 способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта
Знать: знать и понимать на базовом уровне современную физику (атомную и молекулярную, ядерную и субядерную, космофизику и физику твердого тела). Уметь: применять знания теоретических основ естественнонаучных дисциплин и аппарат математики для обработки и интерпретации результатов исследований в области общей и прикладной физики; проводить корректную модификацию моделей и методик обработки данных эксперимента, правильно определять область применимости используемых методик. Владеть: владеть на эксплуатационном уровне элементами прикладной физики (физхимия, электроника, радиофизика, информатика, физика конденсированного состояния вещества и физика полимеров) при решении задач профессиональной сферы деятельности.	ПК-2 способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	1 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	144
Контактная работа:	35,25	35,25
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; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	108,75	108,75
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	экзамен	

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные понятия и постулаты кинетической теории		3	2		20
2	Сложные реакции		3	2		15
3	Процессы в потоке		3	3		20
4	Кинетические теории		3	3		20
5	Кинетика гетерогенных процессов		3	3		15
6	Диффузионная кинетика		3	3		20
	Итого:	144	18	16		110
	Всего:	144	18	16		110

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 НВг.

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 Лоттга-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. Понятие современных методов 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
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. Понятие современных методов 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	1

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		данными.	
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. [Еремин В. В.](#) Основы физической химии. Ч. 2: Задачи: в 2 ч. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Еремин [и др.]. - 3-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 320 с.: ил. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-9963-2107-0 (Ч. 2), ISBN 978-5-9963-0377-9. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=538843>

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., Русинов А.П. «Физическая кинетика». Курс лекций. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006.-114 с. Рег. № 24Р041062006.
3. 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. Теоретическая и математическая физика. Журнал.
2. Журнал экспериментальной и теоретической физики.
3. Успехи физических наук. Журнал. МАИК. Наука.
4. Оптика и спектроскопия. Журнал. МАИК. Наука.
5. Журнал технической физики. МАИК. Наука.

5.4 Интернет-ресурсы

- <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Электродинамика»;
- <https://www.coursera.org/learn/python> - «Coursera», MOOK: «Programming for Everybody (Getting Started with Python)»;
- <https://universarium.org/catalog> - «Универсариум», Курсы, MOOK: «Дополнительная общеобразовательная программа по физике»;
- <https://www.lektorium.tv/mooc> - «Лекториум», MOOK: «Небесная механика»

- Электронная библиотека Российской государственной библиотеки (РГБ) - <http://elibrary.rsl.ru/>.
- Электронная библиотека Iqlib (образовательные издания, электронные учебники, справочные и учебные пособия) - <http://www.iqlib.ru/>.
- Электронная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (методическая и учебная литература, создаваемая в электронном виде авторами СПбГТУ по профилю образовательной и научной деятельности университета) - <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib/>.
- Научная библиотека МГУ имени М.В. Ломоносова - <http://nbmgu.ru/>.
- Электронные учебники и журналы по физике <http://e.lanbook.com>.
- Книги для студентов и аспирантов - <http://abitur.su/studentov>.
- Электронные учебные пособия - <http://www.intuit.ru/>.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Операционная система Microsoft Windows
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, Outlook, Publisher, Access)
3. Приложение для создания диаграмм Microsoft Visio

Профессиональные базы данных

1. SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>, в локальной сети ОГУ.
2. Springer [Электронный ресурс] : база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH . – Режим доступа : <https://link.springer.com/>, в локальной сети ОГУ.
3. Web of Science [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Clarivate Analytics. – Режим доступа : <http://apps.webofknowledge.com/>, в локальной сети ОГУ.

Информационные справочные системы

1. Законодательство России [Электронный ресурс] : информационно-правовая система. – Режим доступа : <http://pravo.fso.gov.ru/ips/>, в локальной сети ОГУ.
2. Консультант Плюс [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва, [1992–2016]. – Режим доступа : в локальной сети ОГУ <\\fileserv1\\CONSULT\\cons.exe>
3. Гарант [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / НПП Гарант-Сервис. – Электрон. дан. - Москва, [1990–2016]. – Режим доступа <\\fileserv1\\GarantClient\\garant.exe> в локальной сети ОГУ.

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.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.