Минобрнауки России

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

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.16 Молекулярная физика»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика
(код и наименование направления подготовки)

Физика наноматериалов
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.16 Молекулярная физика*» 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:
профессор кафедры БФФКС С.Н. Летута
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
03.03.03 Радиофизика Т.М. Чмерева
код наименование *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
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Летута С.Н., 2025
© ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

дать представление об основных методах и подходах, а также базовых понятиях классической равновесной термодинамики и молекулярной физики, научить решать широкий класс задач, подготовить понятийную базу для освоения различных курсов теоретической физики, сформировать общекультурные и профессиональные навыки.

Задачи:

- изучение основных положений и законов молекулярно-кинетической теории строения вещества;
- усвоение законов термодинамики и соответствующих им способов описания процессов в термодинамических системах;
- овладение методами и приемами решения задач в указанной предметной области;
- ознакомление с методами наблюдения и измерения, специфичными для процессов молекулярного масштаба;
- приобретение навыков экспериментирования, что достигается в ходе выполнения лабораторных работ в общем физическом практикуме.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13.1 Математический анализ, Б1.Д.Б.15 Механика, Б1.Д.В.13 Химия*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.2 Специальный физический практикум, Б1.Д.В.12 Общий физический практикум, Б1.Д.В.13 Химия, Б1.Д.В.Э.3.1 Взаимодействие лазерного излучения с веществом, Б1.Д.В.Э.4.2 Дифракционный структурный анализ, Б1.Д.В.Э.5.1 Автоматизация эксперимента, Б2.П.Б.У.1 Ознакомительная 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-1 Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности	ОПК-1-В-1 Знает основные понятия и законы физики и других естественных наук, методы математического анализа, алгебры и геометрии ОПК-1-В-2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и естественнонаучных знаний, методов научного анализа и моделирования ОПК-1-В-3 Владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований в сфере	**Знать:** Основы математики и естественных наук **Уметь:** Применять базовые знания математики и естественных наук для анализа и решения задач дисциплины **Владеть:** Использовать базовые знания по молекулярной физике в профессиональной деятельности

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	профессиональной деятельности	
ОПК-2 Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-2-В-2 Умеет использовать физико-математический аппарат для разработки математических моделей явлений, процессов и объектов при решении задач в профессиональной деятельности ОПК-2-В-3 Имеет навыки проведения экспериментов по заданной методике и анализа их результатов	**Знать:** Современные образовательные и информационные технологии **Уметь:** Самостоятельно приобретать новые знания, опираясь на знания изучаемой дисциплины **Владеть:** Применять знания по кинетическим явлениям, используя современные образовательные и информационные технологии в учебной 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	
	2 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**144**
Контактная работа:	**51,25**	**51,25**
Лекции (Л)	34	34
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.)*	**92,75**	**92,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Разделы курса. Основные положения молекулярно-кинетической теории.	23	5	3		15
2	Идеальный газ.	21	5	3		13
3	Статистические распределения.	20	5	2		13
4	Явления переноса.	20	5	2		13
5	Реальные газы и жидкость.	20	5	2		13

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
6	Твердое тело.	20	5	2		13
7	Термодинамика.	20	4	2		14
	Итого:	144	34	16		94
	Всего:	144	34	16		94

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	**Введение. Разделы курса.** **Основные положения молекулярно-кинетической теории.**	Предмет и методы изучения курса. Основные разделы молекулярной физики и термодинамики. Основные положения МКТ. Масса и размеры молекул. Диффузия. Броуновское движение. Взаимодействие молекул.
2	**Идеальный газ.**	Идеальный газ. Температура. Опытные газовые законы. Закон Клапейрона-Менделеева. Газовые смеси. Закон Дальтона. Внутренняя энергия идеального газа и ее связь с температурой.
3	**Статистические распределения.**	Понятие о функции распределения. Опыт Штерна. Распределение Максвелла. Наивероятнейшая, средняя и среднеквадратичная скорости. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Распределение Максвелла-Больцмана.
4	**Явления переноса.**	Средняя длина свободного пробега молекул в газах. Диффузия, внутреннее трение, теплопроводность газов. Особенности ультра-разреженных газов. Вычисление среднего квадрата смещения броуновских частиц. Измерение числа Авогадро.
5	**Реальные газы и жидкость.**	Уравнение Ван-дер-Ваальса и его свойства. Фазовые переходы. Критическая температураю Диаграмма состояния. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Теплоемкость газов, теорема о равнораспределении энергии по степеням свободы. Жидкости. Вязкость по Френкелю. Поверхностное натяжение. Смачивание и несмачивание. Уравнение Лапласа. Капиллярные явления.
6	**Твердое тело**	Тепловое расширение твердых тел. Плавления и кристаллизация. Твердые тела. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Понятие о квантовой теории теплоемкостей. Формула Эйнштейна. Понятие о квантовой теории теплоемкостей. Фононы. Закон кубов Дебая.

7	**Термодинамика.**	Теплоёмкость, соотношение Майера. Понятие внутренней энергии системы. Первое начало термодинамики. Термодинамика идеального газа. Адиабатический и политропический процесс. КПД тепловых машин. Цикл Карно. Принцип Карно. Энтропия. Второе начало термодинамики для обратимых процессов. Эквивалентность различных формулировок второго начала термодинамики. Второе начало термодинамики для неравновесных процессов. Третье начало термодинамики (принцип Нернста) и его следствия. Невозможность достижения абсолютного нуля температур.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Молярная масса, количество вещества, масса молекулы. Основное уравнение МКТ. Среднеквадратичная скорость.	3
2	2	Уравнение состояния идеального газа. Закон Бойля-Мариотта, Закон Гей-Люссака, Закон Шарля. Закон Дальтона.	3
3	3	Распределение Максвелла. Распределение Больцмана.	2
4	4	Диффузия, внутреннее трение, теплопроводность газов.	2
5	5	Поверхностное натяжение жидкости. Смачивание. Капиллярные явления.	2
6	6	Фазовые равновесия и превращения.	2
7	7	Первое начало термодинамики. Термодинамика идеального газа. Адиабатический и политропический процесс. КПД тепловых машин. Цикл Карно.	2
		Итого:	16

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Кручинин, Н. Ю. Метод функционала плотности для расчета свойств молекул и твердых тел [Текст] : учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 03.03.03 Радиофизика и 03.04.02 Физика / Н. Ю. Кручинин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2017. - 129 с. : ил.; 8,00 печ. л. - Библиогр.: с. 125-128. - ISBN 978-5-7410-1701-2.

2. Кучеренко, М. Г. Кинетика молекулярных фотопроцессов [Текст] : постановка и решение задач / М. Г. Кучеренко. - Оренбург : Университет, 2012. - 191 с. : ил. - Прил.: с. 161-180. - Библиогр.: с. 181-184. - ISBN 978-5-4417-0164-8.

3. Чакак, А. А. Курс физики. Молекулярная физика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Чакак; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2.75 Мб). - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. - 377 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0. - № гос. регистрации 0321201083. Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/2743_20110926.pdf

5.2 Дополнительная литература

1. Савельев, И. В. Курс общей физики: в 5 кн.: учеб. пособие для втузов / И. В. Савельев. - М.: АСТАстрель, 2003. - ISBN 5-17-008962-7. - ISBN 5-271-01033-3 Кн. 3: Молекулярная физика и термодинамика. - 2003. - 208 с.

2. Летута, С. Н. Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки [Электронный ресурс] : метод. указания к лаб. работам / С. Н. Летута, А. А. Чакак; Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. общ. физики. - Оренбург : ОГУ. - 2006. - 19 с. - Библиогр.: с. 20. Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/1158_20110808.pdf

3. Матвеев, А. Н. Молекулярная физика [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. Н. Матвеев.- 3-е изд. - Москва : Оникс : Мир и Образование, 2006. - 360 с. : ил. - (Классический университетский учебник) - ISBN 5-488-00283-9. - ISBN 5-94666-247-3.

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.