Минобрнауки России

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

Кафедра радиофизики и электроники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.24 Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика»

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.24 Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники
наименование кафедры

протокол № 5 от " 18 " февраля 2025 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра радиофизики и электроники — подпись — А.П. Русинов
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнитель:
Заведующий кафедрой РФиЭ — подпись — А.П. Русинов
должность *подпись* *расшифровка подписи*

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

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

Уполномоченный по качеству факультета
личная подпись *расшифровка подписи* А.Д. Стрекаловская

№ регистрации _____

© Русинов А.П., 2025
© ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Дать представление об основных методах и подходах, а также базовых понятиях равновесной термодинамики и статистической физики, научить решать широкий класс задач для систем, состоящих из очень большого числа частиц на основе статистических и термодинамических подходов.

Задачи:

Основная задача курса – научить студентов применять полученные знания на практике, используя соответствующие методы термодинамики и статистической физики; проводить необходимые расчеты физических характеристик макросистем и физически интерпретировать результаты этих расчетов; давать верную методологическую и философскую оценку физическим закономерностям, наблюдаемым в макросистемах.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.17 Электричество и магнетизм*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

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 профессиональной деятельности	**Знать:** -основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории функций комплексного переменного; - фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики и молекулярной физики. **Уметь:** - применять математические методы и физические законы для решения практических задач. **Владеть:** - методами решения дифференциальных уравнений, дифференциального и интегрального исчисления; - навыками практического применения законов физики и химии
ОПК-2 Способен проводить экспериментальные и	ОПК-2-В-1 Знает основные научные методы теоретического и	**Знать:** - особенности информационных технологий для их применения в практической

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	экспериментального исследования объектов, процессов и явлений ОПК-2-В-2 Умеет использовать физико-математический аппарат для разработки математических моделей явлений, процессов и объектов при решении задач в профессиональной деятельности	деятельности, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности. **Уметь:** - самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения. **Владеть:** - способами реализации индуктивных и дедуктивных способов мышления в профессиональной деятельности.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**144**	**108**	**252**
Контактная работа:	**50,25**	**35,25**	**85,5**
Лекции (Л)	34	18	52
Практические занятия (ПЗ)	16	16	32
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- изучение разделов массового открытого онлайн-курса «Термодинамика и основы кинетической теории»;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**93,75**	**72,75**	**166,5**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Динамические и статистические методы в физике	24	6	2		16
2	Основные положения статистической физики	24	6	4		14
3	Элементы статистической термодинамики	24	6	4		14
4	Статистические распределения системы в тер-	24	6	2		16

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	мостате					
5	Свойства идеальных и реальных газов	24	4	2		18
6	Равенство фаз и фазовые переходы	24	6	2		16
	Итого:	144	34	16		94

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
7	Квантовая статистика идеального газа	27	4	4		19
8	Элементы теории неравновесных процессов	27	6	4		17
9	Элементы теории флуктуаций	27	4	4		19
10	Макроскопические квантовые явления	27	4	4		19
	Итого:	108	18	16		74
	Всего:	252	52	32		168

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ 1. Динамические и статические методы в физике.

1. Детерминированные и случайные (стохастичные) процессы.
2. Феноменологическая термодинамика и статистическая физика.

№ 2. Основные положения статистической физики.

3. Макроскопическая макросистема, ее микро- и макро- состояние.
4. Стохастичность в поведении систем из большого числа частиц.
5. Статистическое описание макросистем.
6. Необратимость процессов в микросистеме. Микроскопический смысл термодинамического равновесия.
7. Энтропия. Закон возрастания энтропии в изолированной системе.

№ 3. Элементы статической термодинамики

8. Термодинамическое определение температуры.
9. I начало термодинамики. Микроскопический смысл теплоты и работы.
10. Связь макропараметров системы с ее микроскопическими свойствами. II начало термодинамики.
11. Взаимопревращение внутренней и механической энергии (теплоты и работы). Максимальный КПД тепловых машин.
12. Свойства вещества в близи абсолютного нуля. Теорема Нернста.
13. Термодинамические функции.

№ 4. Статистические распределения для системы в термостате

14. Каноническое распределение Гиббса.
15. Вычисление термодинамических параметров на основе распределения Гиббса.
16. Основные применения распределения Гиббса.
17. Системы с переменным числом частиц. Химический потенциал.

№ 5. Свойства идеальных и реальных газов

18. Распределение Больцмана для молекул идеального газа. Газ в однородном поле тяжести. Вопрос об атмосферах планет.

19. Теплоемкость двухатомного газа. Несостоятельность классического подхода. Квантовое рассмотрение.

20. Реальные газы. Межмолекулярное взаимодействие. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

№ 6. Равенства фаз и фазовые переходы

21. Условие равновесия двух фаз вещества. Уравнение Клаузиуса Клаперона.

22. Температурная зависимость давления насыщенного пара.

23. Равновесие трех фаз вещества. Тройная точка и ее свойства. Диаграмма состояния вещества.

24. Фазовые переходы 1 и 2 рода.

№ 7. Квантовая статистика идеального газа

25. распределение Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака.

26. Условия перехода к классической статистике. Критерии вырождения.

27. Свободные электроны в металле как вырожденный ферми-газ.

28. Идеальный бозе-газ. Бозе-Эйнштейновская конденсация.

29. Описание свойств фотонного газа на основе статистики Бозе-Эйнштейна. Формула Планка.

№ 8.Элементы теории неравновесных процессов.

30. Основные понятия физической кинетики. Локальное равновесие. Различие между разреженным и плотным газами.

31.Неравновесные процессы в плотном газе. Цепь Маркова. Уравнение Смолуховского.

32. Медленные неравновесные процессы в плотном газе. Уравнение Фоккера- Планка. Обобщенное уравнение диффузии. Соотношение Эйнштейна.

33. Кинетическое уравнение Больцмана.

34. Функция распределения при малом времени релаксации . Роль локального равновесия.

35. Функция распределения в диффузионном приближении. Уравнение диффузии. Поток частиц. Дрейф.

№ 9. Элементы теории флуктуаций.

36. Вероятность флуктуации для системы в термостате. Формула Эйнштейна для вероятности флуктуации. Распределение Гаусса.

37. Флуктуация термодинамических величин в однородной системе, погруженной в термостат. Флуктуации объема при постоянной температуре и температуры при постоянном объеме.

38. Флуктуационный предел чувствительности измерительных приборов (пружинные весы, газовый термометр, подвешенное зеркальце). Флуктуационные токи в электрической цепи. Формула Найквиста.

39. Броуновское движение. Формула Эйнштейна-Смолуховского.

№ 10. Макроскопические квантовые явления.

40. Сверхпроводимость (основные опытные факты).

41. Полуэмпирические теории сверхпроводимости.

42. Понятия о микроскопической теории сверхпроводимости (БКШ - теории).

43. Квантование магнитного протока в сверхпроводнике, как пример макроскопического квантования.

44. Туннелирование электронных пар через контакт сверхпроводников. Эффекты Джозефсона.

45. Сверхтекучесть жидкого гелия II.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Динамические и статистические методы в физике	2
2-3	2	Основные положения статистической физики	4
4-5	3	Элементы статистической термодинамики	4
6	4	Статистические распределения системы в термостате	2
7	5	Свойства идеальных и реальных газов	2
8	6	Равенство фаз и фазовые переходы	2
9-10	7	Квантовая статистика идеального газа	4

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
11-12	8	Элементы теории неравновесных процессов	4
13-14	9	Элементы теории флуктуаций	4
15-16	10	Макроскопические квантовые явления	4
		Итого:	32

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Расовский, М. Р. Статистическая физика и термодинамика [Текст] : учеб. пособие для вузов / М. Р. Расовский. - Оренбург : ОГУ, 2005. - 152 с. - Библиогр.: с. 152. - ISBN 5-7410-0441-5.

2. Расовский, М. Р. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетике [Текст] : учеб. пособие для вузов / М. Р. Расовский, А. П. Русинов . - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2008. - 112 с.

3. Самойлович, А. Г. Термодинамика и статистическая физика : учебное пособие / А. Г. Самойлович. – Изд. 2-е. – Москва : Государственное технико-теоретическое изд-во, 1955. – 369 с. URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=255755.

4. Термодинамика и статистическая физика : учебное пособие : / сост. Л. В. Михнев, Е. А. Бондаренко ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : СКФУ, 2016. – 125 с. URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467404.

5.2 Дополнительная литература

1. Иродов, И. Е. Физика макросистем. Основные законы [Текст] : учебное пособие / И. Е. Иродов.- 4-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 208 с. : ил. - Прил.: с. 196-199. - Предм. указ.: с. 200-207. - ISBN 978-5-9963-0284-0.

2. Румер, Ю. Б. Термодинамика, статистическая физика и кинетика [Текст] : учеб. пособие для физ. спец. вузов / Ю. Б. Румер, М. Ш. Рывкин.- 2-е изд., испр. и доп. - М. : Наука, 1977. - 552 с. : граф. - Библиогр.: с. 551-552.

5.3 Периодические издания

1. Журнал «Успехи физических наук».

5.4 Интернет-ресурсы

1. Научная электронная библиотека (http://elibrary.ru)
2. Электронно-библиотечная система (http://elanbook.com)
3. http://kvant.mccme.ru/ - журнал «Квант».
4. Онлайн-курс: Термодинамика и основы кинетической теории, разработчик курса Университет науки и технологий МИСИС Режим доступа: https://openedu.ru/course/misis/FIS/?session= spring_2025/.

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

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.