

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра радиофизики и электроники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.Б.21 Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки)

Медицинская физика

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2017

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры

протокол № 6 от "24" февраля 2017 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры



подпись

Т.М. Чмерева

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент

должность



подпись

Кручинин Н.Ю.

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.02 Физика

код наименование



личная подпись

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 30041

© Кручинин Н.Ю., 2017
© ОГУ, 2017

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 на основе вероятностного метода.

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 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.10.3 Дифференциальные и интегральные уравнения и вариационное исчисление, Б.1.Б.10.4 Теория вероятности и математическая статистика, Б.1.Б.10.6 Теория функций комплексного переменного, Б.1.Б.12 Молекулярная физика, Б.1.Б.18 Методы математической физики, Б.1.В.ОД.6 Общий физический практикум*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.Б.22 Электродинамика сплошных сред, Б.1.Б.23 Квантовая механика, Б.2.В.П.1 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
<p>Знать: -основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии, линейной алгебры, теории функций комплексного переменного и теории вероятности.</p> <p>Уметь: - применять математические методы для решения практических задач.</p> <p>Владеть: - методами решения алгебраических и дифференциальных уравнений, дифференциального, интегрального исчисления и теории вероятности.</p>	ОПК-2 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей
<p>Знать: - основное содержание разделов равновесной термодинамики и статистической физики.</p> <p>Уметь: - решать широкий класс задач для систем, состоящих из очень большого числа на основе вероятностного метода</p> <p>Владеть: - соответствующими методами термодинамики и статистической физики; проводить необходимые расчеты физических характеристик макросистем и физически интерпретировать результаты этих</p>	ОПК-3 способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

<p>Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций</p>	<p>Формируемые компетенции</p>
<p>расчетов; давать верную методологическую и философскую оценку физическим закономерностям, наблюдаемым в макросистемах.</p>	
<p>Знать: - основные положения гуманитарных, социальных, экономических и профессиональных дисциплин.</p> <p>Уметь: - критически переосмысливать накопленный опыт на основе гуманитарных, социальных, экономических и профессиональных дисциплин.</p> <p>Владеть: - способностью при необходимости направление своей деятельности.</p>	<p>ОПК-8 способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости направление своей деятельности</p>
<p>Знать: - основное содержание разделов равновесной термодинамики и статистической физики.</p> <p>Уметь: - решать широкий класс задач для систем, состоящих из очень большого числа на основе вероятностного метода</p> <p>Владеть: - соответствующими методами 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.</p>	<p>ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин</p>
<p>Знать: - содержание освоенных профильных физических дисциплин.</p> <p>Уметь: - уметь решать задачи с использованием профессиональных знаний и умений, полученных при освоении профильных физических дисциплин.</p> <p>Владеть: - опытом применения на практике профессиональных знаний и умений, полученных при освоении профильных физических дисциплин.</p>	<p>ПК-4 способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин</p>
<p>Знать: современные методы обработки, анализа и синтеза физической информации.</p> <p>Уметь: - пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в биомеханических исследованиях.</p> <p>Владеть: - навыком работы с физической информацией в биомеханических исследованиях.</p>	<p>ПК-5 способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований</p>

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	144	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; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	57,75	108,75	166,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	зачет	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Динамические и статистические методы в физике	14	4	2	-	8
2.	Основные положения статистической физики	16	6	2	-	8
3.	Элементы статистической термодинамики	22	6	4	-	12
4.	Статистические распределения системы в термостате	22	6	4	-	12
5.	Свойства идеальных и реальных газов	18	6	2	-	10
6.	Равенство фаз и фазовые переходы	16	6	2	-	8
	Итого:	108	34	16		58

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
7.	Квантовая статистика идеального газа	33	4	4	-	25
8.	Элементы теории неравновесных процессов	33	4	4	-	25
9.	Элементы теории флуктуаций	40	6	4		30
10.	Макроскопические квантовые явления	38	4	4	-	30
	Итого:	144	18	16		110
	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 вблизи 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 потока 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	Вероятности. Дискретные случайные величины. Функция распределения. Фазовое пространство	2
2	2	Первое начало термодинамики, его применение к идеальным газам	2
3	3	Энтропия. Закон возрастания энтропии.	2
4	3	Тепловые машины. Расчет КПД. Теорема Нернста. Недостижимость абсолютного нуля	2
5	4	Каноническое распределение Гиббса. Системы с переменным числом частиц	2
6	4	Распределение Максвелла-Больцмана	2
7	5	Теплоемкости газов. Реальные газы. Модель Ван-дер-Вальса	2
8	6	Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Температурная зависимость давления насыщенного пара	2
9	6	Равновесие трех фаз вещества. Тройная точка.	2
10	7	Квантовое распределение Ферми-Дирака, его применение к электронному газу	2
11	7	Распределение Бозе-Эйнштейна. Фотонный газ	2
12	8	Уравнение Смолуховского. Уравнение Фоккера-Планка.	2
13	8	Кинетическое уравнение Больцмана	2
14	9	Уравнение диффузии. Подвижность частиц	2
15	10	Сверхпроводимость и сверхтекучесть	4
		Итого:	32

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Ефремов, Ю.С. Статистическая физика и термодинамика : учебное пособие / Ю.С. Ефремов. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 208 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-4620-5; Электронный ресурс: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428682>

5.2 Дополнительная литература

1. 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.

5.3 Периодические издания

1. Журнал «Успехи физических наук».

5.4 Интернет-ресурсы

1. <https://ufn.ru/> - журнал «Успехи физических наук».
2. <http://kvant.mccme.ru/> - журнал «Квант»

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

1. SMath Studio. Математическая программа с графическим редактором и полной поддержкой единиц измерения. Режим доступа: <http://ru.smath.info/010>
2. SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>

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.