

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.Б.21 Статистическая физика и кинетика»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки)

Физика конденсированного состояния

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

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" 02 2018 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра биофизики и физики конденсированного состояния В.Л. Бердинский

наименование кафедры

подпись

расшифровка подписи

Исполнители:

ст. преподаватель

должность

подпись

Арифуллин М.Р.

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.02 Физика

код наименование

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 _____

© Арифуллин М.Р., 2018

© ОГУ, 2018

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

сформировать у студентов понятие о статистических методах описания, о способах теоретического описания этих процессов и основных методах изучения их кинетики.

Задачи:

Знать основные статистические распределения в классической и квантовой статистиках. Уметь применять их к расчету термодинамических характеристик различных макроскопических систем.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.10.2 Аналитическая геометрия и линейная алгебра, Б.1.Б.10.3 Дифференциальные уравнения и уравнения с частными производными, Б.1.Б.10.4 Теория вероятностей, случайные процессы, Б.1.Б.10.6 Теория функций комплексного переменного, Б.1.Б.12 Молекулярная физика, Б.1.Б.18 Математическая физика, Б.1.В.ОД.7 Общий физический практикум*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.Б.22 Квантовая теория, Б.1.В.ДВ.2.1 Основы радиоспектроскопии*

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><u>Знать:</u> Раскрыть смысл выдвигаемых идей. Представить рассматриваемые философские проблемы в развитии.</p> <p><u>Уметь:</u> Основные философские категории и специфику их понимания в различных исторических типах философии и авторских подходах</p> <p><u>Владеть:</u> приемами поиска, систематизации и свободного изложения философского материала и методами сравнения философских идей, концепций и эпох</p>	ОК-1 способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции
<p><u>Знать:</u> сущность и значение изучаемой дисциплины; объект, предмет, основные функции, методы, категории электродинамики; основные направления развития педагогических парадигм и психологических теорий; современные теории воспитания и обучения; сущность модернизации российской системы образования; роль и значение общения в организации успешных совместных действий, стремиться реализовать возможности коммуникативных связей для решения профессиональных задач</p> <p><u>Уметь:</u> осуществлять теоретическое моделирование психолого- педагогических процессов и явлений; выявлять и анализировать качественные и количественные характеристики психолого- педагогических процессов, определять тенденции их развития; анализировать реальные психолого - педагогические ситуации; диагностировать индивидуально-психологические и личностные особенности людей, стилей их познавательной и профессиональной дея-</p>	ОК-7 способностью к самоорганизации и самообразованию

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p>тельности</p> <p>Владеть: информационной компетентностью (самостоятельно работать с различными информационными источниками), классифицировать, анализировать, синтезировать и оценивать значимость информации; технологиями проектирования и организации образовательной среды; технологией решения психолого- педагогических задач и анализа ситуаций.</p>	
<p>Знать: основные статистические распределения в классической и квантовой статистиках</p> <p>Уметь: применять их к расчету статистических и кинетических характеристик различных макроскопических систем;</p> <p>Владеть: фундаментальной базой знаний, навыков и умений при решении конкретных задач.</p>	ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
<p>Знать: - основные свойства магнитных веществ - теоретические основы сверхпроводимости и сверхтекучести</p> <p>Уметь: - пользоваться методами расчета неравновесных макроскопических систем для различных частных случаев;</p> <p>Владеть: - теоретическими навыками решения задач на данную тему и анализировать экспериментальные данные на основе статистической физики.</p>	ПК-4 способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	72	108	180
Контактная работа:	34,25	35,25	69,5
Лекции (Л)	18	18	36
Практические занятия (ПЗ)	16	16	32
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: - <i>самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);</i> - <i>подготовка к практическим занятиям;</i> - <i>подготовка к рубежному контролю и т.п.)</i>	37,75	72,75	110,5
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	Предмет курса. Макроскопические системы		6	6		12
2	Квантовая статистика идеального газа.		6	5		13
3	Элементы теории неравновесных процессов		6	5		13
	Итого:	72	18	16		38

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Элементы теории флуктуаций		9	8		37
5	Макроскопические квантовые явления		9	8		37
	Итого:	108	18	16		74
	Всего:	180	36	32		112

4.2 Содержание разделов дисциплины

№1 раздел. Предмет курса. Макроскопические системы. Детерминированные и случайные (стохастичные) процессы. Феноменологическая термодинамика

№2 раздел. Квантовая статистика идеального газа. Распределение Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Условия перехода к классической статистике. Критерии вырождения. Свободные электроны в металле как вырожденный ферми-газ. Идеальный бозе-газ. Бозе-Эйнштейновская конденсация. Описание свойств фотонного газа на основе статистики Бозе-Эйнштейна. Формула Планка.

№3 раздел. Элементы теории неравновесных процессов. Основные понятия физической кинетики. Локальное равновесие. Неравновесные процессы в плотном газе. Цепь Маркова. Уравнение Смолуховского. Медленные неравновесные процессы в плотном газе. Уравнение Фоккера-Планка. Обобщенное уравнение диффузии. Соотношение Эйнштейна. Кинетическое уравнение Больцмана. Интеграл столкновений в кинетическом уравнении Больцмана. H-теорема Больцмана. Роль межмолекулярных столкновений в механизме возрастания энтропии одноатомного идеального газа. Решение уравнения Больцмана для равновесного идеального газа. Распределение Максвелла, как результат этого решения. Интеграл столкновений в приближении времени релаксации.

№4 раздел. Элементы теории флуктуаций. Вероятность флуктуации для системы в термостате. Формула Эйнштейна для вероятности флуктуации. Распределение Гаусса. Флуктуация термодинамических величин в однородной системе, погруженной в термостат. Флуктуации объема при постоянной температуре и температуры при постоянном объеме. Флуктуационный предел чувствительности измерительных приборов (пружинные весы, газовый термометр, подвешенное зеркальце). Флуктуационные токи в электрической цепи. Формула Найквиста. Броуновское движение. Формула Эйнштейна-Смолуховского.

№5 раздел. Макроскопические квантовые явления. Сверхпроводимость (основные опытные факты). Полуэмпирические теории сверхпроводимости: теория братьев Лондон, их оценка глубины проникнове-

ния; теория Гинзбурга- Ландау, как теория разовых переходов второго рода; теория смешанного состояния Абрикосова. Понятия о микроскопической теории сверхпроводимости (БКШ - теории). Спаривание электронов, его механизм. Размер куперовской пары, как аналог длины когерентности в теории Гинзбурга-Ландау. Квантование магнитного протока в сверхпроводнике, как пример макроскопического квантования. Квантово-механическое описание поведения куперовских пар. Туннелирование электронных пар через контакт двух сверхпроводников. Эффекты Джозефсона - стационарный и нестационарный.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Вероятности. Дискретные случайные величины. Функция распределения. Фазовое пространство Функция распределения. Фазовое пространство	6
2	2	Каноническое распределение Гиббса. Системы с переменным числом частиц. Распределение Больцмана Распределение Максвелла Квантовое распределение Ферми- Дирака, его применение к электронному газу. Распределение Бозе-Эйнштейна. Фотонный газ.	5
3	3	Уравнение Смолуховского. Уравнение Фоккера-Планка. Кинетическое уравнение Больцмана. Н- теория Больцмана.	5
4	4	Интеграл столкновений в приближении времени релаксации. Уравнение диффузии. Подвижность частиц.	8
5	5	Сверхпроводимость и сверхтекучесть	8
		Итого:	32

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Браун А. Г. Основы статистической физики: Учебное пособие [Электронный ресурс]/ А.Г. Браун, И.Г. Левитина. - 3-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 120 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (обложка) ISBN 978-5-16-010234-4, 300 экз. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=478437>

2. 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.

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. - Библиогр.: с. 111. - ISBN 978-5-7410-0825-6.

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

Газеты: Поиск, Вестник РФФИ.

Журналы: Наука и жизнь, Вестник ОГУ, ЖЭТФ, УФН, периодические журналы издательства «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> - «Универсарium», 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

- Операционная система Windows
- Интегрированный пакет Microsoft Office
- Архиватор 7 ZIP

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 оснащено 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.