

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Талорский Д.А.



_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Статистическая физика Б3.Б.3.6

Направление подготовки: 011200.62 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Хамзин А.А.

Рецензент(ы):

Деминов Р.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Прошин Ю. Н.

Протокол заседания кафедры No _____ от "_____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No _____ от "_____" _____ 201__ г

Регистрационный No 6130117

Казань
2017

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Хамзин А.А. Кафедра теоретической физики Отделение физики , Ajrat.Hamzin@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины "Статистическая физика" являются: изучение основных методов, законов и моделей статистической физики, распределений равновесной статистической физики, основ теории флуктуаций.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.Б.3 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.62 Физика и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина входит в базовую часть профессионального цикла (Б.3). Для освоения дисциплины необходимы знания дисциплин: математический анализ, дифференциальные уравнения, теория вероятностей, классическая и квантовая механика, электродинамика. Освоение дисциплины будет способствовать успешной профессиональной деятельности, позволит в дальнейшем изучать курсы общенаучного и профессионального циклов основной образовательной программы магистратуры.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК - 1 (общекультурные компетенции)	ОК - 1, 3, 7, 16; ПК- 1,2,4, 5,10: способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук
ОК - 3 (общекультурные компетенции)	способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ОК - 7 (общекультурные компетенции)	способностью критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности
ОК -16 (общекультурные компетенции)	способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности навыки работы с информацией из различных источников
(ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
ПК-10 (профессиональные компетенции)	способностью понимать и излагать получаемую информацию и представлять результаты физических исследований
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки)

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

теоретические основы статистической физики; иметь представление о современном состоянии в указанном разделе теоретической физики

2. должен уметь:

формулировать и доказывать основные результаты статистической физики

3. должен владеть:

навыками вычисления (в простых задачах) макроскопических характеристик системы

4. должен продемонстрировать способность и готовность:

к дальнейшему обучению

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Основы статистического метода исследования макроскопических систем.	7	1-2	4	5	0	Устный опрос Письменное домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Основные распределения статистической механики равновесных систем.	7	2-4	6	7	0	Письменное домашнее задание Устный опрос
3.	Тема 3. Идеальные газы	7	4-6	8	6	0	Контрольная работа Письменное домашнее задание
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Экзамен
	Итого			18	18	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основы статистического метода исследования макроскопических систем.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Предмет и методы термодинамики и статистической физики. Микросостояния в классической механике. Уравнение Лиувилля. Микросостояния в квантовой механике. Матрица плотности. Уравнение Лиувилля - Неймана. Микроканоническое распределение. Эргодическая гипотеза. Некоторые модельные системы статистической физики

практическое занятие (5 часа(ов)):

Решение задач 1.1, 1.4, 1.6, 1.9, 1.14, 1.16, 1.17, 1.18, 1.20 из пособия [1] основной литературы.

Тема 2. Основные распределения статистической механики равновесных систем.

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Термодинамические контакты систем. Энтропия и температура, флуктуации. Второе начало термодинамики. Химический потенциал. Большое каноническое и каноническое распределения (ансамбли). Эквивалентность равновесных ансамблей. Различные представления энтропии. Функции распределения Ферми - Дирака и Бозе - Эйнштейна

практическое занятие (7 часа(ов)):

Решение задач 2.1, 2.3, 2.5, 2.6, 2.7, 2.13 (а,с), 2.15, 2.17, 2.18, 2.22 из пособия [1] основной литературы

Тема 3. Идеальные газы

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Одночастичный спектр. Классический идеальный газ. Теплоемкость двухатомного идеального газа. Смеси идеальных газов. Идеальный газ в силовом поле. Распределение Максвелла по скоростям в идеальном газе. Вырожденный идеальный Ферми-газ. Вырожденный Бозе-газ. Бозе-конденсация. Черное излучение. Термодинамика кристаллической решетки. Теория Дебая

практическое занятие (6 часа(ов)):

Решение задач 4.2, 4.3, 4.5, 4.7, 4.8, 4.12, 4.13, 4.15, 4.16, 4.17, 4.19, 4.21, 4.25, 4.39, 4.28, 4.32, 4.33, 4.35 из пособия [1] основной литературы

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Основы статистического метода исследования макроскопических систем.	7	1-2	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Основные распределения статистической механики равновесных систем.	7	2-4	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к устному опросу	6	устный опрос
3.	Тема 3. Идеальные газы	7	4-6	подготовка домашнего задания	8	домашнее задание
				подготовка к контрольной работе		
Итого					36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Курсы лекций и практических занятий, организованные по стандартной технологии. Применение бально-рейтинговой системы оценки знаний при текущем контроле успеваемости.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Основы статистического метода исследования макроскопических систем.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи 1.2, 1.5, 1.10, 1.11, 1.12, 1.15, 1.19 из пособия [1] основной литературы

устный опрос , примерные вопросы:

Функция распределения и матрица плотности. Уравнение Лиувилля. Микроканоническое распределение.

Тема 2. Основные распределения статистической механики равновесных систем.

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи 2.2, 2.4, 2.8, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13 (b, d), 2.14, 2.16, 2.21 из пособия [1] основной литературы

устный опрос , примерные вопросы:

Фазовые траектории частиц для модельных систем. Расчет статистических весов, энтропии для модельных систем. Расчет средних значений физических величин с помощью канонического распределения

Тема 3. Идеальные газы

домашнее задание , примерные вопросы:

Задачи 4.4, 4.6, 4.7, 4.9, 4.14, 4.18, 4.22, 4.23, 4.27, 4.29, 4.34, 4.40 из пособия [1] основной литературы

контрольная работа , примерные вопросы:

Применение распределения Максвелла по скоростям. Вырожденные Ферми- и Бозе-газы

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

Приложение 1. Экзаменационные вопросы.

1. Макроскопические системы, макроскопические состояния, микроскопические состояния, статистический вес макроскопического состояния, статистическая гипотеза.
2. Фазовое пространство, фазовая траектория. Функция статистического распределения. Статистические ансамбли.
3. Уравнение Лиувилля, теорема Лиувилля.
4. Статистический оператор, матрица плотности, свойства матрицы плотности.
5. Уравнение Лиувилля-Неймана.
6. Микроканоническое распределение.
7. Эргодическая гипотеза. Квазиэргодические системы.
8. Спиновая система.
9. Система одинаковых осцилляторов.
10. Связь между числом квантовых состояний и объемом в фазовом пространстве.
11. Термодинамические контакты систем.
12. Распределение (конфигурация) полной энергии по подсистемам, вероятность распределения.
13. Энтропия и температура. Свойства энтропии.
14. Энтропия и температура спиновой системы. Отрицательные температуры.
15. Химический потенциал.
16. Большое каноническое распределение. Большая статсумма.
17. Каноническое распределение. Статсумма.
18. Классическая форма канонического и большого канонического распределений.
19. Эквивалентность равновесных ансамблей
20. Функция распределения Ферми-Дирака.
21. Функция распределения Бозе-Эйнштейна.
22. Энтропия по Больцману.
23. Частицы в ящике. Внутренняя структура частиц.
24. Химический потенциал, внутренняя энергия, уравнение состояния классического идеального газа.
25. Свободная энергия, энтропия, теплоемкость, статсумма идеального газа.
26. Квантовый объем, его физический смысл.
27. Теплоемкость двухатомного идеального газа.
28. Смесь идеальных газов.
29. Идеальный газ в силовом поле. Барометрическая формула.
30. Распределение Максвелла по скоростям в идеальном газе.
31. Различные формы распределения Максвелла-Больцмана.
32. Плотность распределения одночастичных состояний по энергиям.
33. Вырожденный идеальный Ферми-газ. Температура Ферми.
34. Теплоемкость вырожденного Ферми-газа.
35. Вырожденный Бозе-газ. Бозе-конденсация.
36. Формула Планка для распределения интенсивности излучения по частотам.
37. Энергия излучения, давление излучения, теплоемкость излучения.
38. Излучение из полости. Закон Стефана-Больцмана.
39. Колебания кристаллической решетки. Модель Дебая. Температура Дебая.

40. Теплоемкость решетки при низких и высоких температурах.

7.1. Основная литература:

- 1.Аминов, Л.К. Термодинамика и статистическая физика: конспекты лекций и задачи : для студентов физического факультета / Л.К. Аминов; Казан. гос. ун-т, Физ. фак.-Казань: Издательство Казанского государственного университета, 2008.-179 с.
2. Ландау, Л.Д. Статистическая физика: Учеб.пособие для студ.ун-тов / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского.-М.: Физматлит, Б.г..-(Теоретическая физика;Т.5). Ч.1.-5-е изд.,стереотип.-2005.-616 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2230/>
3. Ансельм А.И. Основы статистической физики и термодинамики. - изд. Лань. - 2007. - 448с. <http://e.lanbook.com/view/book/692/>

7.2. Дополнительная литература:

1. Лифшиц Е. М. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 томах Т. 9: Статистическая физика. Ч. 2. Теория конденсированного состояния / Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский .? Издание 4-е, исправленное .? Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004 .? 496 с.
2. Кондратьев А.С., Райгородский П.А. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории, М.: Физматлит. 2007. - 254 с. <http://e.lanbook.com/view/book/2209/>

7.3. Интернет-ресурсы:

- ЭОР на www.twirpx.com - http://www.twirpx.com/files/#category_42
- Мир математических уравнений EqWorld - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/statphys.htm>
- Новая электронная библиотека [newlibrary.ru](http://www.newlibrary.ru) - http://www.newlibrary.ru/genre/nauka/fizika/termodinamika__statisticheskaja_fizika/
- сайт кафедры теоретической физики - http://www.kpfu.ru/main_page?p_sub=8205
- ЭБС Книгафонд - <http://www.knigafund.ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Статистическая физика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.62 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено.

Автор(ы):

Хамзин А.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Деминов Р.Г. _____

"__" _____ 201__ г.