

Рабочая программа составлена  
И.Н. Орлова к.ф.-м.н., доцент,

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

"\_\_" \_\_\_\_\_ 2015\_ г.

Заведующий кафедрой (Баранов А.М.)

Одобрено научно-методическим советом ИМФИ \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 2015\_ г.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ (Кейв М.А.)  
(ф.и.о., подпись)

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

Статистическая физика и термодинамика

(наименование)

**для студентов основной образовательной программы бакалавриата**

**440305 – “Педагогическое образование”, профили “Физика и информатика”**

(наименование, шифр)

**по очной форме обучения**

**КАФЕДРА:** физики

**СОСТАВИТЕЛИ:** к.ф.-м.н., доц., И.Н. Орлова



# ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОМУ КОМПЛЕКСУ ДИСЦИПЛИНЫ

Статистическая физика

(наименование)

для студентов образовательной профессиональной программы

для студентов основной образовательной программы бакалавриата

440305 – “Педагогическое образование”, профили “Физика и информатика“

(наименование, шифр)

по очной форме обучения

Учебно-методический комплекс дисциплины (УМКД) «Статистическая физика» включает в себя следующие элементы:

1. Пояснительная записка;
2. Учебная программа дисциплины;
3. Ресурсное обеспечение дисциплины (карта ресурсов);
4. Рейтинг-контроль;
5. Учебные материалы;
6. Методические рекомендации для студентов и преподавателей;
7. Контрольно-измерительные материалы для самостоятельной работы студентов.

## **Учебная программа дисциплины**

Учебная программа дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и студентов, участвующих в процессе изучения дисциплины.

Учебная программа дисциплины состоит из следующих документов:

- *Выписка из государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (050100.62) Педагогическое образование.*
- *Примерная программа дисциплины, рекомендованная Министерством образования Российской Федерации 050100 Педагогическое образование, профиль Физика;*
- *Рабочая модульная программа дисциплины.*
- *Лист внесения изменений;*
- *Учебно-методическая карта дисциплины;*
- *Карта самостоятельной работы студента по дисциплине;*
- *Протокол согласования рабочей программы с другими дисциплинами специальности;*
- *Анализ результатов обучения и перечень корректирующих мероприятий по учебной дисциплине.*

### **Карта ресурсов**

Карта ресурсов данной дисциплины представлена следующими документами:

- *Карта литературного обеспечения дисциплины;*
- *Карта обеспеченности учебными материалами дисциплины;*
- *Карта обеспеченности оборудованием дисциплины.*

### **Рейтинг-контроль**

Рейтинг контроль данной дисциплины представлен следующими документами:

- *Технологическая карта дисциплины;*
- *Журналы рейтинга студентов по дисциплине (образец).*

### **Учебные материалы**

Учебные материалы по данной дисциплине содержат следующие дидактические материалы, представленные в электронном виде (CD-диск), так и в традиционном (бумажном):

***Обязательные учебные материалы:***

- *Контрольный тест;*
- *Сборник вопросов и задач для самостоятельной работы;*
- *Вопросы к экзамену;*
- *Экзаменационные билеты с перечнем задач;*

***Дополнительные учебные материалы:***

- *Тексты лекций;*
- *Практикум по дисциплине;*
- *Электронная библиотека по дисциплине (CD-диск, содержащий книги в формате djvu и pdf);*

**Автор учебно-методического комплекса дисциплины**

Доцент кафедры физики, к.ф.-м.н., Орлова И.Н.

**Выписка**  
**из федерального государственного образовательного стандарта**  
**высшего профессионального образования**

по направлению подготовки 440305 – “Педагогическое образование”, утвержденного приказом министра образования и науки Российской Федерации

**IV. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ**  
**ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКАЛАВРОВ**

**4.1.** Область профессиональной деятельности бакалавров включает образование, социальную сферу, культуру.

**4.2.** Объектами профессиональной деятельности бакалавров являются обучение, воспитание, развитие, образовательные системы.

**4.3.** Бакалавр по направлению подготовки **050100 Педагогическое образование** готовится к следующим видам профессиональной деятельности:

педагогическая;

культурно-просветительская;

научно-исследовательская.

*в области научно-исследовательской деятельности:*

сбор, анализ, систематизация и использование информации по актуальным проблемам науки и образования;

разработка современных педагогических технологий с учетом особенностей образовательного процесса, задач воспитания, обучения и развития личности;

проведение экспериментов по использованию новых форм учебной и воспитательной деятельности, анализ результатов.

## **V. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ БАКАЛАВРИАТА**

**5.1. Выпускник должен обладать следующими общекультурными компетенциями (ОК):**

способностью использовать знания о современной естественнонаучной картине мира в образовательной и профессиональной деятельности, применять методы математической обработки информации, теоретического и экспериментального исследования (ОК-4);

**5.2. Выпускник должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):**



способностью использовать систематизированные теоретические и практические знания гуманитарных, социальных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач (ОПК-2);

способностью к подготовке и редактированию текстов профессионального и социально значимого содержания (ОПК-5);

в области научно-исследовательской деятельности:

готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для определения и решения исследовательских задач в области образования (ПК-11);

способностью разрабатывать современные педагогические технологии с учетом особенностей образовательного процесса, задач воспитания и развития личности (ПК-12);

способностью использовать в учебно-воспитательной деятельности основные методы научного исследования (ПК-13).

**7.4.** В учебной программе каждой дисциплины (модуля) должны быть четко сформулированы конечные результаты обучения в органичной увязке с осваиваемыми знаниями, умениями и приобретаемыми компетенциями в целом по ООП.

Общая трудоемкость дисциплины не может быть менее двух зачетных единиц (за исключением дисциплин по выбору обучающихся). По дисциплинам, трудоемкость которых составляет более трех зачетных единиц должна выставляться оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»).

7.6. Максимальный объем учебной нагрузки обучающихся не может составлять более 54 академических часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы по освоению ООП и факультативных дисциплин, устанавливаемых вузом дополнительно к ООП и необязательными для изучения обучающимися.

Объем факультативных дисциплин не должен превышать 10 зачетных единиц за весь период обучения.

7.7. Максимальный объем аудиторных учебных занятий в неделю при освоении ООП при очной форме обучения составляет 27 академических часов, с учетом специфики направления подготовки. В указанный объем не входят обязательные аудиторные занятия по физической культуре.

**ПРИМЕРНАЯ ПРОГРАММА КУРСА  
“ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА.”**

**IV. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА**

*Введение.* Макроскопическая система. Динамический и статистический методы в физике.

Принцип микроскопической обратимости и необратимость процессов в макромире. Динамический хаос.

Краткий обзор основных понятий и законов термодинамики.

*Основные положения статистической физики.* Микросостояния квантовой и классической макросистем. Фазовое пространство. Статистический ансамбль и статистическое распределение. Макросостояния. Термодинамические величины как средние по ансамблю и как средние по времени. Понятие о флуктуациях.

Статистическая природа необратимости. Статистическое равновесие. Микроканоническое распределение, принцип равновероятности.

Энтропия в квантовой и классической теориях. Закон возрастания энтропии.

*Статистическая термодинамика.* Внутренняя энергия. Температура. Абсолютный нуль. Отрицательная температура.

Обратимые и необратимые процессы. Адиабатические процессы. Давление.

Статистический смысл теплоты и работы. Первое начало термодинамики.

Второе начало термодинамики. Основное термодинамическое тождество. Максимальная работа процессов. Метод круговых процессов. Теоремы Карно. Эффект Джоуля–Томсона.

Третье начало термодинамики. Свойства вещества вблизи абсолютного нуля.

Термодинамические потенциалы. Метод термодинамических потенциалов. Экстремальные свойства термодинамических потенциалов.

Химический потенциал. Основные термодинамические соотношения для систем с переменным числом частиц.

*Статистические распределения для системы в термостате.* Каноническое распределение. Распределение Гиббса. Распределение по энергиям. Статистическая сумма и статистический интеграл. Их связь со свободной энергией и уравнениями состояния макросистемы. Флуктуации энергии в термостате.

Большое каноническое распределение.  $\Omega$ - потенциал и основные термодинамические соотношения для систем с переменным числом частиц. Флуктуации числа частиц системы.

*Основные применения распределения Гиббса.* Распределение Максвелла. Закон равнораспределения кинетической энергии по степеням свободы. Классическая теория теплоемкостей идеального газа и кристаллов и ее трудности. Квантовый подход к проблеме теплоемкостей.

Теплоемкость двухатомных газов. Характеристические температуры.

Распределение Больцмана для молекул идеального газа.

Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Статсумма и термодинамические функции газа, слабо отклоняющегося от идеального.

*Квантовые статистики идеального газа.* Распределение Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Условия перехода к классической статистике, критерий вырождения.

Свободные электроны в металлах как вырожденный Ферми-газ. Внутренняя энергия, теплоемкость и давление электронного газа в металлах. Ферми-газ в астрофизических объектах: белые карлики и нейтронные звезды.

Явление Бозе-конденсации. Понятие о сверхтекучести.

Равновесное тепловое излучение как фотонный газ. Статистический вывод законов равновесного излучения.

*Равновесие фаз и фазовые переходы.* Условия равновесия двух фаз вещества и его устойчивости. Фазовые переходы первого рода. Плавление, кристаллизация, испарение, конденсация, сублимация. Кривая равновесия фаз. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Температурная зависимость давления насыщенного пара. Критическая точка.

Зародыши новой фазы. Метастабильные состояния. Явления перегрева и переохлаждения.

Равновесие трех фаз вещества.

Понятие о фазовых переходах второго рода.

Соотношения Эренфеста. Параметр порядка. Теория фазовых переходов Ландау.

Условия равновесия в многокомпонентных и многофазных системах. Правило фаз Гиббса. Равновесие в химических реакциях. Закон действующих масс.

*Элементы теории флуктуаций.* Формула Эйнштейна для вероятности флуктуаций. Вероятность флуктуаций для системы в термостате. Распределение Гаусса и флуктуации основных термодинамических величин. Броуновское движение. Формула Эйнштейна-Смолуховского. Флуктуационный предел чувствительности измерительных приборов.

*Основы теории неравновесных процессов.* Функция распределения неравновесного макросостояния. Кинетическое уравнение Больцмана. Интеграл столкновений. H-теорема и принцип микроскопической обратимости. Приближение времени релаксации. Явления переноса. Коэффициенты диффузии, теплопроводности и вязкости.

Локальное термодинамическое равновесие. Понятие о диссипативных структурах и самоорганизации.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Красноярский государственный педагогический университет  
им. В.П. Астафьева  
Кафедра теоретической физики

# **Статистическая физика**

## **Рабочая модульная программа учебной дисциплины**

**для студентов основной образовательной программы бакалавриата**

**440305 – “Педагогическое образование”, профили “Физика и информатика”**

---

(наименование, шифр)  
**по очной форме обучения**

Красноярск 2015

Составители:

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теоретической физики И.Н. Орлова

Рецензенты:

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры  
общей физики В.А. Орлов

доктор физико-математических наук, профессор А.А. Иванов



О63 Орлова И.Н., Рабочая программа учебной дисциплины «Основы теоретической физики. Статистическая физика и термодинамика.» для студентов и преподавателей физической специальности КГПУ. - Красноярск: РИО КГПУ, 2015. - 54 с.

© Красноярский государственный  
педагогический университет, 2015

© Орлова И.Н.

# Введение

Программа дисциплины «Основы теоретической физики. Статистическая физика и термодинамика.» отражает структуру учебного курса в составе теоретического курса физики для подготовки бакалавров по направлению Педагогическое образование (440305) по профилю физика и информатика.

Программа составлена на основе следующих документов:

8. «Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования» направление 440305.
9. «Стандарт учебно-методического комплекса дисциплины в КГПУ им. В.П. Астафьева», Красноярск 2011г.
- 10.«Стандарт модульно-рейтинговой системы подготовки студентов в КГПУ им. В.П. Астафьева», Красноярск 2006г.

Данная учебная дисциплина является частью теоретического курса в педагогическом университете. В этой части курса раскрывается идеология статистического описания систем, статистическая суть 2-го начала термодинамики, формируются общий подход к описанию любых термодинамических систем, связь термодинамического и статистического подходов к описанию систем... Изучение данного раздела требует некоторой математической подготовки в области теории вероятности. Минимальные сведения по теории вероятностей включены в состав соответствующих учебных элементов.

Большое внимание уделяется обсуждению физических явлений, управляемых законами термодинамики. Одним из источников экспериментальных данных является экскурс в драматичную историю научного эксперимента, разрушающего «стройность» классического подхода в описании явлений микро- и макромира.

Вкратце, требования к знаниям студентов после изучения курса статистической физики состоят в следующем. Студент должен знать суть статистического подхода в описании физических явлений и систем, применяя термодинамический формализм, уметь описывать состояния простых физических систем, знать в чем заключается несостоятельность классического подхода. Он должен уметь применять статистический подход для качественного анализа физических явлений. В ряде отобранных простых физических ситуаций студент должен уметь проводить не только качественный, но и количественный анализ, применяя понятие распределения вероятности и термодинамического потенциала.

Экзаменационные билеты к курсу, поэтому, составлены как подборки качественных и полукачественных задач (см. список вопросов экзаменационных заданий).

В качестве учебников мы рекомендуем не только издания хорошо известные, признанные и являющиеся эталонами, но и собственные методические разработки: тексты лекций, методические рекомендации к семинарским занятиям (электронный и печатный варианты).

Модульный подход к учебному курсу

**обеспечивает обязательность** проработки основного материала главных модулей программы,

**раскрывает четкую и прозрачную структуру** учебного материала и требований к итоговой аттестации студентов,

**предусматривает** некоторую **вариативность** в выборе содержания и глубины проработки материалов, вынесенных на индивидуальную и самостоятельную работу студентов,

**регулирует и расставляет акценты** в работе преподавателя в части индивидуальной работы и управления самостоятельной работой студентов.

Как и большинство курсов по естественнонаучным дисциплинам, курс «Основы теоретической физики. Статистическая физика и термодинамика.» в основе своей содержит идеологию деятельностного подхода в подготовке компетентных учительских кадров.

## **I. Цели и задачи изучения курса «Основы теоретической физики. Статистическая физика и термодинамика.»**

Учебная программа была создана силами кафедры общей и теоретической физики КГПУ. В разработке курса принимали активное участие Круглов В.Б., Иванов А.А.

Программа полностью удовлетворяет требованиям государственных стандартов по соответствующим физическим специальностям (см. Введение). Программа предназначена для подготовки кадров по специальностям «учитель физики» и «бакалавр физического образования» .

Учебный курс призван:

- 11.обеспечить свой вклад в структуру компетентности учителя физики,
- 12.ввести слушателей в круг научных проблем, решаемых разделами физики «Статистическая физика» и «Термодинамика»,
- 13.обеспечить знания экспериментальных средств и усвоение законов статистической физики на уровне, необходимом для успешной трудовой деятельности специалистов в общеобразовательной школе и профильной школе с углубленным изучением физики,
- 14.развить умения решения творческих задач по изучаемому разделу, умения эффективного использования законов и методов в решении практических и теоретических задач.

В целом: вооружить будущего современного, прогрессивного учителя физики необходимыми знаниями (их структурирование), умениями, навыками для успешного выполнения профессиональных задач и дальнейшего собственного непрерывного самосовершенствования.

Задачами при реализации данной программы являются:

1. овладение знаниями:
  - а) теоретических основ науки, терминологии, истории становления,
  - б) методов экспериментальных и теоретических исследований,
  - с) предмета и объекта исследований данной науки,
2. овладение навыками:
  - а) решения расчетных задач,
  - б) работы с учебной и научной литературой,

с) овладение умением решения творческих и нестандартных задач.

Содержание модульной программы «Статистическая физика» включает в себя следующие структурные единицы:

- **Модуль 1.** «Тепловое равновесие. Основные параметры»:
  - Учебный элемент 1.1 «Основные определения. Флуктуации плотности в классическом газе, Примеры подсчета числа доступных состояний. Энтропия»,
  - Учебный элемент 1.2 «Термодинамическое равновесие. 2-ой закон термодинамики. Необратимость, причинность»,
  - Учебный элемент 1.3 «Основные интенсивные параметры термодинамического равновесия. Первое начало термодинамики. Неравенство Клаузиуса.»
- **Модуль 2.** «Статистические распределения»:
  - Учебный элемент 2.1 «Каноническое и большое каноническое распределения»,
  - Учебный элемент 2.2 «Статистические распределения (Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна, Максвелла, Больцмана)»,
  - Учебный элемент 2.3 «Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы»,
  - Учебный элемент 2.4 Колебательная теплоемкость двухатомных молекул, Вращательная теплоемкость двухатомных молекул. Общее поведение теплоемкости»,
- **Модуль 3.** «Термодинамические системы»:

- Учебный элемент 3.1 «Теплоемкость электронного газа»,
- Учебный элемент 3.2 «Теплоемкость твердого тела (фононного газа)»,
- Учебный элемент 3.3 «Теплоемкость фотонного газа. Законы излучения абсолютно черного тела»
- Учебный элемент 3.4 Статистические характеристики одноатомного идеального газа»
- **Модуль 4.** «Формализм термодинамики»:
  - Учебный элемент 4.1 «Математический аппарат термодинамики. “Теория флуктуаций»
  - Учебный элемент 4.2 «Фазовые переходы»

## II. Объем дисциплины и виды деятельности

Учебный курс рассчитан на один семестр

Виды деятельности	Кол. часов
Лекции	26
Лабораторные	24
Экзамены	1 з.е.
Индивидуальная работа	22
Итого	108



## **II. Методическое обеспечение дисциплины**

### **Учебно-методическое обеспечение лекций**

#### **Модуль 1.**

#### **«Тепловое равновесие. Основные параметры»**

##### ***Учебный элемент 1.1 (Лекция 1)***

**«Основные определения. Флуктуации плотности в классическом газе, Примеры подсчета числа доступных состояний. Энтропия»**

##### **Рассматриваемые вопросы:**

1. Предмет и задачи статфизики, основные определения.
2. Флуктуации плотности в классическом газе.
3. Понятие физического “никогда”.
4. Доступные состояния в системе из  $N$  спинов.
5. Число доступных состояний квантового газа невзаимодействующих частиц.

##### **Ключевые слова:**

Флуктуация, число доступных состояний, вероятность макросостояния, Доступные микросостояния, пространство главных квантовых чисел, Энтропия.

### ***Учебный элемент 1.2 (Лекция 2)***

«Термодинамическое равновесие. 2-ой закон термодинамики. Необратимость, причинность.»

#### **Рассматриваемые вопросы:**

15. Понятие энтропии.

16. Распределение энергии между подсистемами, находящимися в тепловом контакте.

17. 2-й закон термодинамики. Необратимость, причинность.

#### **Ключевые слова:**

Число доступных микросостояний, вероятность макросостояния, термодинамическое равновесие, причинность, необратимость, направление протекания процессов.

### ***Учебный элемент 1.3 (Лекция 3)***

«Основные интенсивные параметры термодинамического равновесия. Первое начало термодинамики. Неравенство Клаузиуса.»

#### **Рассматриваемые вопросы:**

18. Температура.

19. Химпотенциал.

20. Давление.

21. Первое начало термодинамики.

22. Основное термодинамическое неравенство.

**Ключевые слова:**

Энтропия объединенной системы, поведение энтропии при приближении к равновесию, тепловое равновесие, химическое равновесие, механическое равновесие, температура, химпотенциал, давление, направление потоков тепла, частиц, направление движения границы, химическая работа, механическая работа, равновесный процесс, неравновесный процесс.

## **Модуль 2.**

### **«Статистические распределения»**

#### ***Учебный элемент 2.1 (Лекция 4)***

##### **«Каноническое и большое каноническое распределения»**

**Рассматриваемые вопросы:**

1. Каноническое распределение Больцмана.
2. Большое каноническое распределение Гиббса.

**Ключевые слова:**

Термостат, теплообмен, диффузный обмен, резервуар, вероятность состояния, распределение вероятности.

### ***Учебный элемент 2.2 (Лекция 5)***

«Статистические распределения»

#### **Рассматриваемые вопросы:**

1. Распределение Ферми-Дирака.
2. Распределение Бозе-Эйнштейна.
3. Распределение Максвелла-Больцмана.
4. Классический предел квантовых статистик.

#### **Ключевые слова:**

Среднее число частиц в данном квантовом состоянии, среднее число частиц в интервале энергий, энергия Ферми, вероятность состояния, плотность вероятности, критерий вырождения, температура вырождения.

### ***Учебный элемент 2.3 (Лекция 6)***

«Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы, Колебательная теплоемкость двухатомных газов, «Вращательная теплоемкость двухатомных газов. Общее поведение теплоемкости.»

### ***Учебный элемент 2.4 (Лекция 7)***

Колебательная теплоемкость двухатомных газов, «Вращательная теплоемкость двухатомных газов. Общее поведение теплоемкости.»

### **Модуль 3.**

## **«Термодинамические системы»**

### ***Учебный элемент 3.1 (Лекция 8)***

**«Теплоемкость электронного газа»**

#### **Рассматриваемые вопросы:**

1. Качественное рассмотрение.
2. Количественное рассмотрение.

#### **Ключевые слова:**

Число частиц в интервале энергий, интеграл по спектру, плотность орбиталей, энергия Ферми, уровень Ферми, абсолютно вырожденный газ.

### ***Учебный элемент 3.2 (Лекция 9)***

**«Теплоемкость твердого тела (фононного газа)»**

### ***Учебный элемент 3.3 (Лекция 10)***

«Теплоемкость фотонного газа. Законы излучения абсолютно черного тела. Статистические характеристики одноатомного идеального газа»

#### **Рассматриваемые вопросы:**

1. Непосредственное определение макропараметров
2. Определение параметров через статсумму.

#### **Ключевые слова:**

Интеграл по спектру, число состояний в интервале энергий, число частиц в интервале энергий.

### ***Учебный элемент 3.4 (Лекция 11)***

«Статистические характеристики одноатомного идеального газа»

#### **Рассматриваемые вопросы:**

3. Непосредственное определение макропараметров
4. Определение параметров через статсумму.

#### **Ключевые слова:**

Интеграл по спектру, число состояний в интервале энергий, число частиц в интервале энергий.

## **Модуль 4.**

# «Формализм термодинамики»

## Учебный элемент 4.1 (Лекция 12)

«Математический аппарат термодинамики, Теория флуктуаций»

### Рассматриваемые вопросы:

23. Термодинамические потенциалы.
24. Характеристические функции. Характеристические тройки параметров.
25. Соотношения Максвелла.
26. Общие условия термодинамического равновесия.
27. Связь статистического и термодинамического способов описания мира.
28. Связь  $C_p$  и  $C_v$  для произвольной термодинамической системы. Калорическое уравнение.
29. Распределение Гаусса.
30. Флуктуации основных термодинамических величин  $S, p, T, V$ .
31. Флуктуации энергии, числа частиц и др. (неосновных)
32. Отличия и сходство флуктуаций интенсивных и экстенсивных параметров.
33. Явления, обусловленные флуктуациями. Молекулярное рассеяние света.

### Ключевые слова:

Свободная энергия, энтальпия, термодинамический потенциал Гиббса, характеристические переменные, вид термодинамического неравенства в различных переменных, “замкнутая система”, статсумма, уравнение Майера. Флуктуации, критическая опалесценция, формула Найквиста, голубой цвет неба.

### ***Учебный элемент 4.2 (Лекция 13)***

«Фазовые переходы»

#### **Рассматриваемые вопросы:**

34. Условия сосуществования фаз. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
35. Фазовые переходы 1 и 2-го рода.
36. Уравнение Эренфеста.
37. Классификация фазовых переходов.

#### **Ключевые слова:**

Фаза, фазовый переход, фазовая диаграмма, скрытая теплота перехода, кривая сосуществования, кривая фазовых переходов, метастабильные состояния.



## Управление самостоятельной работой.

В этом разделе кратко представлен материал, который может быть вынесен на самостоятельное изучение студентами с обязательным и регулярным контролем со стороны преподавателя. Важно отметить, что на выходном модуле (экзамен) данные темы представлены равноправно с тематикой аудиторных занятий, и требования по глубине усвоения данных тем должны быть не ниже, чем к вопросам, рассматриваемым подробно на лекциях. К каждому модулю прилагается список задач для самостоятельного решения, которые защищаются студентами на консультациях. Отчет по самостоятельной работе студенты обязаны предоставлять после изучения каждого модуля дисциплины.

Итак, здесь освещены темы, которые могут быть изучены в следующих видах деятельности:

- Самостоятельное изучение с последующим отчетом в виде ответов на контрольные вопросы преподавателя.
- Реферат, с последующим выступлением на лабораторно-практическом занятии.
- Преподаватель дает творческие задания, в перспективе перерастающие в курсовые и/или дипломные работы.
- Прочие виды самостоятельной деятельности студентов.

## **Модуль 1.**

### **«Тепловое равновесие. Основные параметры»**

#### **Вопросы для самостоятельного изучения:**

- Элементы теории вероятностей. Биноминальное распределение.
- Различные формулировки 2-го закона термодинамики.
- Понятие необратимости, причинности.

## **Модуль 2.**

### **«Статистические распределения»**

#### **Вопросы для самостоятельного изучения:**

- Распределение Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
- Теорема о равномерном распределении энергии

## **Модуль 3.**

### **«Термодинамические системы»**

**Вопросы для самостоятельного изучения:**

- Электронный газ.
- Законы излучения абсолютно черного тела.
- Идеальный газ.

**Модуль 4.**

**«Формализм термодинамики»**

**Вопросы для самостоятельного изучения:**

- Уравнения состояний, связь  $C_p$  и  $C_v$  для произвольных систем.
- Примеры явлений, обусловленных термодинамическими флуктуациями.
- Реальные газы. Модель Ван-дер-Ваальса.

## Экзаменационные задания

В каждом экзаменационном билете содержится теоретический вопрос по одному из модулей и несколько практических заданий (задачи расчетные или качественные). В программе экзамена представлены все учебные элементы модулей. На подготовку отводится 1 час. Разрешается свободно пользоваться литературой. Выполненные (частично выполненные) задания студент защищает в устном ответе преподавателю. Беседа с каждым студентом длится не более 15 минут.

При такой форме экзаменационного испытания студент не полагается на случай, а вынужден при подготовке к экзамену в равной степени уделить внимание всем модулям дисциплины. Итоговая оценка определяется по рейтинговой системе, в которой учтены все виды деятельности студента на протяжении семестра, в том числе качество прохождения промежуточного контроля по модулям. Итоговую оценку можно повысить, отчитавшись по дополнительным заданиям.

## Литература

38. Киттель “Статистическая термодинамика”

39. БКФ “Статистическая физика”

40. Терлецкий “Термодинамика”

41. Василевский, Мултановский “Статистическая физика и термодинамика”

42. Ноздрев, Сенкевич “Термодинамика”

2. Сборник задач под ред. Серовой, Янкиной для пединститутов.

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЕ

Статистическая физика

(наименование)

**для студентов образовательной профессиональной программы**

для студентов основной образовательной программы бакалавриата

440305– “Педагогическое образование”, профили “Физика и информатика“

(наименование, шифр)

по очной форме обучения

Модули. Наименование разделов и тем	Всего часов (з.е.)	Аудиторных часов		Внеаудиторных часов	Результаты обучения и воспитания		Формы и методы контроля
		Лекции	Лабораторных		Знания, умения, навыки	компетенции	
<b>Модуль 1</b> «Тепловое равновесие. Основные параметры»	16	6	6	4	Системный подход к анализу литературы. Навыки поиска информации в сети интернет и каталогизация. Умение решать учебные качественные задачи СФ.	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.  Выступления  Рефераты
Учебный элемент 1.1 «Основные определения. Флуктуации плотности в классическом газе, Примеры подсчета числа доступных состояний. Энтропия»	6	2	2	2	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент 1.2	6	2	2	2	Умение решать учебные	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16	Защита

«Термодинамическое равновесие. 2-ой закон термодинамики. Необратимость, причинность»					качественные задачи СФ. Владение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент 1.3 «Основные интенсивные параметры термодинамического равновесия. Первое начало термодинамики. Неравенство Клаузиуса.»	4	2	2	-	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Владение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
<b>Модуль 2</b> «Статистические распределения»	24	8	8	8	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Владение навык Владение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент 2.1 «Каноническое и большое каноническое распределения»	6	2	2	2	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Владение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент 2.2 «Статистические распределения (Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна, Максвелла, Больцмана)»	6	2	2	2	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Владение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент 2.3 «Теорема о	6	2	2	2	Умение решать учебные качественные задачи	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5	Защита

равнораспределении энергии по степеням свободы”					СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ПК-7,11,12,13	самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент 2.4 Колебательная теплоемкость двухатомных молекул, Вращательная теплоемкость двухатомных молекул. Общее поведение теплоемкости»	6	2	2	2	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
<b>Модуль 3.</b> «Термодинамические системы»	20	8	8	4	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент 3.1 «Теплоемкость электронного газа»	6	2	2	2	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент 3.2 «Теплоемкость твердого тела (фононного газа)»	4	2	2	-	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент	4	2	2	-	Умение решать учебные	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16	

3.3 «Теплоемкость фотонного газа. Законы излучения абсолютно черного тела»					качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельных решенных задач.
Учебный элемент 3.4 «Статистические характеристики одноатомного идеального газа»	6	2	2	2	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельных решенных задач.
<b>Модуль 4.</b> «Формализм термодинамики»	10	4	4	2	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельных решенных задач.
Учебный элемент 4.1 «Математический аппарат термодинамики. «Теория флуктуаций»	4	2	2	-	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельных решенных задач.
Учебный элемент 4.2 «Фазовые переходы»	6	2	2	2	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельных решенных задач.



# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЕ

Статистическая физика

(наименование)

для студентов образовательной профессиональной программы

для студентов основной образовательной программы бакалавриата

440305 – “Педагогическое образование”, профили “Физика и информатика“

(наименование, шифр)

по очной форме обучения

Модули. Наименование разделов и тем	Всего часов (з.е.)	Аудиторных часов		Внеаудиторных часов	Результаты обучения и воспитания		Формы и методы контроля
		Лекции	Лабораторных		Знания, умения, навыки	компетенции	
<b>Модуль 1</b> «Тепловое равновесие. Основные параметры»	16	6	6	4	Системный подход к анализу литературы. Навыки поиска информации в сети интернет и каталогизация. Умение решать учебные качественные задачи СФ.	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.  Выступления  Рефераты
Учебный элемент 1.1 «Основные определения. Флуктуации плотности в классическом газе, Примеры подсчета числа доступных состояний. Энтропия»	6	2	2	2	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент 1.2	6	2	2	2	Умение решать учебные	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16	Защита

«Термодинамическое равновесие. 2-ой закон термодинамики. Необратимость, причинность»					качественные задачи СФ. Владение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент 1.3 «Основные интенсивные параметры термодинамического равновесия. Первое начало термодинамики. Неравенство Клаузиуса.»	4	2	2	-	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Владение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
<b>Модуль 2</b> «Статистические распределения»	24	8	8	8	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Владение навык Владение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент 2.1 «Каноническое и большое каноническое распределения»	6	2	2	2	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Владение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент 2.2 «Статистические распределения (Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна, Максвелла, Больцмана)»	6	2	2	2	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Владение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент 2.3 «Теорема о	6	2	2	2	Умение решать учебные качественные задачи	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5	Защита

равнораспределении энергии по степеням свободы”					СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ПК-7,11,12,13	самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент 2.4 Колебательная теплоемкость двухатомных молекул, Вращательная теплоемкость двухатомных молекул. Общее поведение теплоемкости»	6	2	2	2	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
<b>Модуль 3.</b> «Термодинамические системы»	20	8	8	4	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент 3.1 «Теплоемкость электронного газа»	6	2	2	2	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент 3.2 «Теплоемкость твердого тела (фононного газа)»	4	2	2	-	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельно решенных задач.
Учебный элемент	4	2	2	-	Умение решать учебные	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16	

3.3 «Теплоемкость фотонного газа. Законы излучения абсолютно черного тела»					качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельных решенных задач.
Учебный элемент 3.4 «Статистические характеристики одноатомного идеального газа»	6	2	2	2	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельных решенных задач.
<b>Модуль 4.</b> «Формализм термодинамики»	10	4	4	2	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельных решенных задач.
Учебный элемент 4.1 «Математический аппарат термодинамики. «Теория флуктуаций»	4	2	2	-	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельных решенных задач.
Учебный элемент 4.2 «Фазовые переходы»	6	2	2	2	Умение решать учебные качественные задачи СФ. Овладение методами оценки достоверности получаемых результатов	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Защита самостоятельных решенных задач.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ВНЕАУДИТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Статистическая физика

(наименование)

для студентов образовательной профессиональной программы

для студентов основной образовательной программы бакалавриата

440305– “Педагогическое образование”, профили “Физика и информатика“

(наименование, шифр)

по очной форме обучения

Номер модуля	Номер темы	Трудоемкость и сроки выполнения	Планируемые результаты (компетенции)	Содержание	Основные учебные действия	Формы и методы самоконтроля	Формы и методы контроля и оценивания
1	1.1	1 неделя (6 ч)	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Предмет и задачи статфизики. Распределение N классич. Ч-ц по половинам сосуда. Физическое “никогда”	Работа с литературой. Самостоятельное решение задач.	Сравнение с известными результатами. Не противоречивость законам.	Устная защита результатов деятельности
	1.2	1 неделя (6 ч)	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Доступные состояния в системе спинов. Квант. газ невзаим. ч-ц	Работа с литературой. Самостоятельное решение задач.	Сравнение с известными результатами. Не противоречивость законам.	Устная защита результатов деятельности
	1.3	1 неделя (4 ч)	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Энтропия. Распределение энергии между подсистемами,	Работа с литературой. Самостоятельное решение задач.	Сравнение с известными результатами. Не	Устная защита результатов деятельности

				находящ. в тепл. контакте. Термод. равновесие, 2ой закон термодинамики. Необратимость, причинность. Температура. Химпотенциал. Давление. Начало термодинамики. Основное термод. неравенство.		противоречивость законам.	
2	2.1	1 неделя (6 ч)	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Распределение Больцмана. Распределение Гиббса.	Работа с литературой. Самостоятельное решение задач.	Сравнение с известными результатами. Не противоречивость законам.	Устная защита результатов деятельности
	2.2	1 неделя (6 ч)	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Распредел-я Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна, Максвелла	Работа с литературой. Самостоятельное решение задач.	Сравнение с известными результатами. Не противоречивость законам.	Устная защита результатов деятельности
	2.3	1 неделя (6 ч)	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Теорема о равномерном распределении	Работа с литературой. Самостоятельное решение задач.	Сравнение с известными результатами. Не противоречивость законам.	Устная защита результатов деятельности
	2.4	1 неделя (6 ч)	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Теплоемкости кл. газов.	Работа с литературой. Самостоятельное решение задач.	Сравнение с известными результатами. Не	Устная защита результатов деятельности

						противоречивость законам.	
3	3.1	1 неделя (6 ч)	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Качеств. и количеств. рассмотрение теплоемкости электронного газа. Плотность орбителей	Работа с литературой. Самостоятельное решение задач.	Сравнение с известными результатами. Не противоречивость законам.	Устная защита результатов деятельности. Письменные контрольные работы
	3.2	1 неделя (4 ч)	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Электронный газ. 12. Теплоемкость твердого тела.	Работа с литературой. Самостоятельное решение задач.	Сравнение с известными результатами. Не противоречивость законам.	Устная защита результатов деятельности. Письменные контрольные работы
	3.3	1 неделя (4 ч)	-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Теплоемкость фотонного газа.	Работа с литературой. Самостоятельное решение задач.	Сравнение с известными результатами. Не противоречивость законам.	Устные выступления, рефераты. Письменные контрольные работы
	3.4	1 неделя (6 ч)	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Законы излуч АЧТ	Работа с литературой. Самостоятельное решение задач.	Сравнение с известными результатами. Не противоречивость законам.	Устные выступления, рефераты. Письменные контрольные работы
4	4.1	1 неделя (4 ч)	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Термод. потенциалы. Характеристические функции. Соотн-я Максвелла и др. Распределение Гаусса. Флуктуации	Работа с литературой. Самостоятельное решение задач.	Сравнение с известными результатами. Не противоречивость законам.	Устные выступления, рефераты.

				основных термод. величин. Молекул. рассеяние света.			
	4.2	1 неделя (6 ч)	ОК-1,2,4,6,7,9,10,16 ОПК-3,5 ПК-7,11,12,13	Условия сосущ-я фаз. Уравнение Клапейрона- Клаузиуса. Классификация фазовых переходов.	Работа с литературой. Самостоятельное решение задач.	Сравнение с известными результатами. Не противоречиво сть законам.	Устные выступления, рефераты.



**Протокол согласования учебной программы с другими дисциплинами направления и профиля  
на 2014\_\_ / \_\_2015\_\_ учебный год**

Наименование дисциплин, изучение которых опирается на данную дисциплину	Кафедра	Предложения об изменениях в дидактических единицах, временной последовательности изучения и т.д.	Принятое решение (протокол №, дата) кафедрой, разработавшей программу
Математика	Матанализа	Уделить внимание изучению вероятностный распределений, элементам комбинаторики	Протокол № 2 от 25 октября 2014 года
Физика твердого тела	Физики	Подчеркнуть связь особых свойств кристаллических твердых тел с их тепловыми свойствами. Уделить внимание квантовому подходу в описании тепловых свойств решеток.	Протокол № 2 от 25 октября 2014 года

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Председатель НМС

---

"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Лист внесения изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе на 201\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

- 1.
- 2.
- 3.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Внесенные изменения утверждаю

Заведующий кафедрой

Декан

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

# АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ И ПЕРЕЧЕНЬ КОРРЕКТИРУЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Статистическая физика

---

(наименование)

для студентов образовательной профессиональной программы

для студентов основной образовательной программы бакалавриата

440305 – “Педагогическое образование”, профили “Физика и информатика“

---

(наименование, шифр)

по очной форме обучения

**КАРТА ЛИТЕРАТУРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ  
«СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»**

Статистическая физика

(наименование)

для студентов образовательной профессиональной программы  
для студентов основной образовательной программы бакалавриата  
440305 – “Педагогическое образование”, профили “Физика и информатика”

(наименование, шифр)

по очной форме обучения

№ п/п	Наименование	Наличие место/ (кол-во экз.)	Потребность	Примечания
	<b>Модуль №1</b> <b>«Тепловое равновесие. Основные параметры»</b>			
1	БКФ “Статистическая физика”	Библ./20	40	
2	Киттель “Статистическая термодинамика”	Библ./30	20	
3	Терлецкий “Термодинамика”	Библ./2	10	
4	Василевский, Мултановский “Статистическая физика и термодинамика”	Библ./5	10	
5	Ноздрев, Сенкевич “Темодинамика”	Библ./2	5	
	<b>Модуль №2</b> <b>«Статистические распределения»</b>			
1	БКФ “Статистическая физика”	Библ./20	40	

2	Киттель “Статистическая термодинамика”	Библ./30	20	
3	Терлецкий “Термодинамика”	Библ./2	10	
4	Василевский, Мултановский “Статистическая физика и термодинамика”	Библ./5	10	
5	Ноздрев, Сенкевич “Термодинамика”	Библ./2	5	
<b>Модуль №3</b>				
<b>«Термодинамические системы»</b>				
1	БКФ “Статистическая физика”	Библ./20	40	
2	Киттель “Статистическая термодинамика”	Библ./30	20	
3	Терлецкий “Термодинамика”	Библ./2	10	
4	Василевский, Мултановский “Статистическая физика и термодинамика”	Библ./5	10	
5	Ноздрев, Сенкевич “Термодинамика”	Библ./2	5	
<b>Модуль №4</b>				
<b>«Формализм термодинамики»</b>				
1	БКФ “Статистическая физика”	Библ./20	40	
2	Киттель “Статистическая термодинамика”	Библ./30	20	
3	Терлецкий “Термодинамика”	Библ./2	10	
4	Василевский, Мултановский “Статистическая физика и термодинамика”	Библ./5	10	
5	Ноздрев, Сенкевич “Термодинамика”	Библ./2	5	
6	Сивухин “Термодинамика и молекулярная физика”	Библ./30	40	

(включая источники на электронных носителях, базы информационных ресурсов)

Приложение 5

## КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ УЧЕБНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ДИСЦИПЛИНЫ

### СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Статистическая физика

(наименование)

для студентов образовательной профессиональной программы

для студентов основной образовательной программы бакалавриата

440305 – “Педагогическое образование”, профили “Физика и информатика“

(наименование, шифр)

по очной форме обучения

№ п/п	Наименование	Вид	Форма доступа	Рекомендуемое использование	Потребность	Альтернатив. замены	Отв.	Стоимость
1	Лекции и тематика семинарских занятий по дисциплине	Печатный, электронный	Кафедра, компьютерная сеть	для самост. раб., подгот. к экзамену	50 экз.	рекомендуемая литература	ведущий преподаватель	50 руб/экз
2	Сборник вопросов и задач для самостоятельной работы	Печатный, электронный	Кафедра, компьютерная сеть	для самост. раб.	50 экз.	рекомендуемая литература	--/--	20 руб/экз
3	Элементарный тест по дисциплине	Печатный, электронный	Кафедра, компьютерная сеть	для контроля	50 экз.	—	--/--	20 руб/экз
4	Вопросы к экзамену	Печатный, электронный	Кафедра, компьютерная сеть	для подгот. к экзамену	50 экз.	—	--/--	1 руб/экз
5	Экзаменационные билеты	Печатный, электронный	Кафедра, компьютерная сеть	для подгот. к экзамену	50 экз.	—	--/--	30 руб/экз
6	Электронная библиотека по статфизике	электронный	компьютерная сеть	для самост. раб.	—	рекомендуемая литература	--/--	бесплатно
7	Хороший мел	—	—	для проведения аудиторных занятий	1 кг/семестр	Маркер+бел.доска интерактивная доска	администрация	50 руб- ...

**КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ОБОРУДОВАНИЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

Статистическая физика

(наименование)

для студентов образовательной профессиональной программы

для студентов основной образовательной программы бакалавриата

440305 – “Педагогическое образование”, профили “Физика и информатика“

(наименование, шифр)

по очной форме обучения

№ п/п	Наименование	Кол-во	Форма использования	Ответствен- ный
1	Комплект для демонстрации видео	1	Демонстрация материалов лекций, семинарских, практических занятий, учебных и научных видеоматериалов	
2	Сетевой сервер	1	Организация дистанционной формы обучения, контакт обучающегося с тьютором, доступ к образовательным ресурсам	
3	Персональные компьютеры	достат	Доступ к образовательным ресурсам во время самостоятельной работы студентов	



## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины/курса	Уровень/ступень образования (бакалавриат, магистратура)	Статус дисциплины в рабочем учебном плане (А, В, С)	Количество зачетных единиц/кредитов
<b>Статистическая физика</b>	Бакалавр	А	3 кредита (ЗЕТ)
Смежные дисциплины по учебному плану			
Предшествующие: Математика, Информатика, Теория вероятностей, Общая и экспериментальная физика, Квантовая механика			
Последующие: Основы теоретической физики (физика твердого тела, физика ядра и элементарных частиц)			

БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ № 1			
Тепловое равновесие. Основные параметры			
	Форма работы	Количество баллов	
		min	Max
Текущая работа (6 лекций + 8 семинаров)	Посещаемость занятий (1 занятие – 1 балл)	<b>40</b>	<b>56</b>
	Решение задач у доски (1 задача – 1 балл)	<b>4</b>	<b>12</b>
	Активность (выступление, доклад)	<b>4</b>	<b>8</b>
	Решение задач для самостоятельной работы	<b>4</b>	<b>8</b>
	Реферат	<b>0</b>	<b>8</b>

Промежуточный рейтинг- контроль	Контрольная №1 (тестирование)	<b>8</b>	<b>12</b>
Итого		<b>60</b>	<b>100</b>

БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ № 2 Статистические распределения			
	Форма работы	Количество баллов	
		min	max
Текущая работа (5 лекций + 6 семинаров)	Посещаемость занятий (1 занятие – 1 балл)	<b>32</b>	<b>44</b>
	Решение задач у доски (1 задача – 1 балл)	<b>4</b>	<b>12</b>
	Активность (выступление, доклад)	<b>4</b>	<b>8</b>
	Реферат	<b>0</b>	<b>8</b>
	Решение задач для самостоятельной работы	<b>4</b>	<b>8</b>
Промежуточный рейтинг- контроль	Контрольная №2 (тестирование)	<b>16</b>	<b>20</b>
Итого		<b>60</b>	<b>100</b>

БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ № 3 Термодинамические системы	
---	--

	Форма работы	Количество баллов	
		Min	max
Текущая работа (2 лекции + 3 семинара)	Посещаемость занятий (1 занятие – 1 балл)	<b>20</b>	<b>25</b>
	Решение задач у доски (1 задача – 1 балл)	<b>5</b>	<b>15</b>
	Активность (выступление, доклад)	<b>5</b>	<b>10</b>
	Реферат	<b>0</b>	<b>10</b>
	Решение задач для самостоятельной работы	<b>15</b>	<b>10</b>
Промежуточный рейтинг- контроль	Контрольная №3 (тестирование)	<b>15</b>	<b>30</b>
Итого		<b>60</b>	<b>100</b>

БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ № 4 Формализм термодинамики			
	Форма работы	Количество баллов	
		Min	max
Текущая работа (6 лекций + 1 семинар)	Посещаемость занятий (1 занятие – 1 балл)	<b>25</b>	<b>30</b>
	Решение задач у доски (1 задача – 1 балл)	<b>5</b>	<b>15</b>
	Активность (выступление, доклад)	<b>5</b>	<b>10</b>
	Реферат	<b>0</b>	<b>10</b>

	Решение задач для самостоятельной работы	<b>10</b>	<b>10</b>
Промежуточный рейтинг-контроль	Контрольная №4 (тестирование)	<b>15</b>	<b>25</b>
Итого		<b>60</b>	<b>100</b>

Итоговый модуль			
Содержание	Форма работы	Количество баллов	
		min	Max
	Экзамен	<b>60</b>	<b>100</b>
Итого		<b>60</b>	<b>100</b>

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ (добор баллов)			
Базовый модуль	Форма работы	Количество баллов	
		min	max
М №1	Составление библиографии по теме	<b>0</b>	<b>2</b>
	Тестирование	<b>0</b>	<b>5</b>
М № 2	.....	<b>0</b>	
Итого		<b>0</b>	<b>10</b>
Общее количество баллов по дисциплине		min	Max

(по итогам изучения всех модулей, *без учета*  
дополнительного модуля)

**300**

**500**

ФИО преподавателя: Орлова И.Н. \_\_\_\_\_

Утверждено на заседании кафедры «\_\_»\_\_\_\_\_2012\_\_г. Протокол №\_\_\_\_\_

Зав. кафедрой Чиганов А.С. \_\_\_\_\_





С -- Решение задач для самостоятельной работы

К1 – контрольная1 (тестирование) – промежуточный рейтинг-контроль модуля

$\Sigma 1$  – сумма баллов, набранных при изучении базового модуля № 1.

$\Sigma$  – сумма баллов по дисциплине (итоговый рейтинг).

$\Sigma д$  – сумма баллов в дополнительном модуле



Методические рекомендации  
по организации практических занятий и самостоятельной работы студентов  
по курсу

**Статистическая физика**

(наименование)

**для студентов образовательной профессиональной программы**

для студентов основной образовательной программы бакалавриата

440305 – “Педагогическое образование”, профили “Физика и информатика“

(наименование, шифр)

по очной форме обучения

- **Виды самостоятельной работы и их объем в часах**

Учебным планом дисциплины на самостоятельную работу студенту отведено 34 часа. В самостоятельную входят следующие виды работ:

Таблица 1.

Виды самостоятельных работ	Объем работ в часах
изучение теоретического курса;	12
решение задач.	10
Всего	22

Порядок выполнения видов работ указан в таблице 2.

Следует строго выполнять график ведения самостоятельной работы.

Таблица 2.

График самостоятельной работы студентов по дисциплине  
Статистическая физика

(наименование)

для студентов образовательной профессиональной программы

для студентов основной образовательной программы бакалавриата

440305 – “Педагогическое образование”, профили “Физика и информатика“

(наименование, шифр)

по очной форме обучения

Часов на сам. работу		Недели учебного процесса семестра																
Всего	По видам	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
22	Т – 49	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т
	З – 53	РЗ	РЗ	РЗ	РЗ	РЗ	РЗ	РЗ	РЗ	РЗ	СЗ	РЗ	РЗ	РЗ	РЗ	РЗ	РЗ	СЗ

**Условные обозначения:** Т – изучение теоретического курса; З - задачи; РЗ – решение задач; СЗ – сдача задач;

- **Теоретическое изучение курса**

Курс лекций по дисциплине «Основы теоретической физики. Статистическая физика и термодинамика.», который необходимо изучить студентам, является семестровым и рассчитан на 34 академических часа (17 лекций). Он поделен на 4 базовых модуля. Содержание курса представлено ниже.

Студентам при изучении дисциплины следует обратить внимание на своевременность проработки текущего теоретического и практического материалов в силу его объемности, новизны и относительной сложности, а также большого числа различных подходов к описанию, излагаемых в литературе, и не пренебрегать посещением занятий

Активность студентов при решении задач на семинарских занятиях, обсуждении теории, при выполнении домашних заданий учитывается в журнале преподавателя, ее количественное выражение составляет рейтинг студента по дисциплине и является неотъемлемой частью при выставлении оценки на экзамене. Студентам не следует переоценивать при подготовке к экзамену значимость осведомленности по теоретической части курса: знание теории не гарантирует получение положительной оценки на экзамене, в равной доле оценивается также владение навыками решения задач по разделам дисциплины. Особо отличившиеся студенты премируются выставлением экзамена-“автомат”.

На экзамене разрешается пользоваться любой литературой (учебники, конспекты, взаимопомощь, ...), однако, как показывает опыт, эти меры не способны помочь не подготовленному заранее, не работавшему систематически студенту.

- **Программа курса**
- **БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ № 1**

*Тепловое равновесие. Основные параметры*

**Лекция 1.** Предмет и задачи статфизики. Распределение  $N$  классических частиц по половинам сосуда. Физическое “никогда”

**Семинар 1.** Элементы теории вероятностей

**Лекция 2.** Примеры подсчета числа доступных состояний. Энтропия

**Семинар 2.** Подсчет числа доступных состояний.

**Лекция 3.** Термодинамическое равновесие. (Обсуждение понятия энтропии. Распределение энергии между подсистемами, находящимися в тепловом контакте. Термодинамическое равновесие, 2ой закон термодинамики. Необратимость, причинность.)

**Семинар 3.** Термодинамическое равновесие.

**Лекция 4,5.** Основные интенсивные параметры термодинамического равновесия. (Температура. Химпотенциал. Давление. Первое начало термодинамики. Неравенство Клаузиуса.)

**Семинар 4.** Отрицательные температуры в системе спинов.

**Семинар 5.** Химический потенциал и др.

**БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ № 2**

## Статистические распределения

**Лекция 6.** Каноническое и большое каноническое распределения.

**Семинар 6,7.** Каноническое распределение (в т.ч. Аномалия Шоттки, 3-ий закон термодинамики; магнитное охлаждение; связь средней энергии, дисперсии энергии и др со статсуммой, зависимость относительной флуктуации энергии от числа частиц)

**Лекция 7,8.** Статистические распределения (Распределения Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна. Переход от квантового описания к классическому. Распределение Максвелла-Больцмана. Классический предел квантовых статистик. Условия применимости классического описания. Критерий вырождения.)

**Семинар 8.** Распределение Максвелла-Больцмана.

**Лекция 9.** Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.

**Семинар 9.** Гармонический осциллятор. Колебательная теплоемкость двухатомных молекул.

**Семинар 10.** Вращательная теплоемкость двухатомных молекул.

## БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ № 3

### *Термодинамические системы*

**Лекция 10,11.** Теплоемкость электронного газа (Качественное, точное рассмотрение. Плотность орбиталей в модели свободных электронов.)

**Семинар 11.** Электронный газ.

**Семинар 12,13.** Теплоемкость твердого тела (фононного газа).

**Семинар 14.** Теплоемкость фотонного газа. Законы излучения абсолютно черного тела.

**Лекция 12.** Статистические характеристики одноатомного идеального газа. (самост.изуч.)

## БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ № 4

### *Формализм термодинамики*

**Лекция 13,14.** Математический аппарат термодинамики. (Термодинамические потенциалы. Характеристические функции. Соотношения Максвелла. Экстремальность потенциалов в равновесии. Связь со статсуммой. Связь  $C_p$  и  $C_v$  для произвольной термодинамической системы.)

**Семинар 15.** Математический аппарат термодинамики.

**Лекция 15,16.** Теория флуктуаций.

**Семинар 16.** Теория флуктуаций.

**Лекция 17.** Фазовые переходы (Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Уравнения Эренфеста. Классификация фазовых переходов по Эренфесту.)

**Семинар 17.** Теория флуктуаций.

•

• **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

2. Киттель “Статистическая термодинамика”
3. БКФ “Статистическая физика”
4. Терлецкий “Термодинамика”
5. Василевский, Мултановский “Статистическая физика и термодинамика”
6. Ноздрев, Сенкевич “Термодинамика”
7. Сборник задач под ред. Серовой, Янкиной для пединститутов.
8. Ландау, Лифшиц. Статистическая физика, т. 1.
9. М. Садовский. Статистическая физика.