

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет
Кафедра теоретической физики**

УТВЕРЖДАЮ
Декан ФФ
А. Е. Бондарь
« 04 » 2020 г.



**Рабочая программа дисциплины
ТЮТОРИАЛ ПО ТЕРМОДИНАМИКЕ И СТАТИСТИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ 2**

направление подготовки: **03.03.02 Физика, Курс 4, семестр 7**
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения: **Очная**

Семестр	Общий объём	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачёт	Дифференцированный зачёт	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	36		16		20					
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - в интерактивных формах 16 часов (практические занятия)										
Компетенции: ОПК-3										

Разработчик:
к.ф.-м.н., доцент

Д. Ю. Иванов

И. о. зав. кафедрой ТФ ФФ НГУ
к.ф.-м.н., доцент

А. И. Черных

Ответственный за образовательную программу,
д.ф.-м.н., проф.

С. В. Цыбуля

Новосибирск, 2020

Содержание	
Аннотация	3
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.	4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.	5
5. Перечень учебной литературы.	5
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.	6
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	6
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.	7
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	7
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.	7

Аннотация

к рабочей программе дисциплины
«Тьюториал по термодинамике и статистической физике 2»
Направление: **03.03.02 Физика**
Направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Программа дисциплины «Тьюториал по термодинамике и статистической физике 2» составлена в соответствии с требованиями СУОС по направлению подготовки **03.03.02 Физика, направленность «Общая и фундаментальная физика»**, а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ.

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы и реализуется для студентов четвёртого курса физического факультета кафедрой теоретической физики.

Дисциплина ведётся параллельно с обязательной дисциплиной «Термодинамика и статистическая физика 2» и предоставляет возможность обучающимся получать дополнительные разъяснения и развить навыки по решению тех же типов задач, которые рассматриваются в рамках курса «Термодинамика и статистическая физика 2».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника общепрофессиональной компетенции:

ОПК-3 Способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

- **Владеть:** навыками решения задач по термодинамике и статистической физике.

Дисциплина рассчитана на один семестр. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

Текущий контроль: проверка решения задач, заданных на самостоятельную подготовку.

Промежуточная аттестация: не предусмотрена.

Общая трудоёмкость рабочей программы дисциплины составляет **36** академических часов / **1** зачётная единица.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Учебная дисциплина «Тьюториал по термодинамике и статистической физике 2» предназначена для развития навыков решения задач по термодинамике и статистической физике.

Дисциплина является обязательной и способствует развитию общепрофессиональной компетенции:

ОПК-3 Способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.

Дисциплина проводится в форме практических занятий, на которых решаются типовые задачи по термодинамике и статистической физике, проводится разбор заданий, выполняемых обучающимися в рамках самостоятельной работы. Существенным элементом образовательных технологий является не только умение студента найти решение задачи, но и способность доходчиво донести его до всей аудитории. Умение ответить на вопросы сокурсников и преподавателя развивает навыки, которые будут необходимы в дальнейшей профессиональной деятельности студента.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Владеть:** навыками решения задач по термодинамике и статистической физике (ОПК-3).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Тьюториал по термодинамике и статистической физике 2» реализуется в осеннем семестре 4 курса для бакалавров, обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика. Общая и фундаментальная физика. Для восприятия дисциплины требуется предварительная подготовка студентов по электродинамике, математике (дифференциальное и интегральное исчисления). Дисциплина является обязательной. Она ведётся параллельно с обязательной дисциплиной «Термодинамика и статистическая физика 2» и предоставляет возможность обучающимся получать дополнительные разъяснения и приобрести дополнительные навыки по решению тех же типов задач, которые рассматриваются в рамках курса «Термодинамика и статистическая физика 2».

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объём	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачёт	Дифференцированный зачёт	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	36		16		20					
Всего 36 часов / 1 зачётная единица, из них: - в интерактивных формах 16 часов (практические занятия)										
Компетенции: ОПК-3										

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия, консультации, самостоятельная работа студента и её текущий контроль преподавателями во время практических занятий. Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: проверка решения задач, выполненных студентами в рамках самостоятельной работы, разбор обучающимися у доски решения задач, предлагаемых непосредственно во время практических занятий.

- промежуточная аттестация: не предусмотрена.

Общая трудоёмкость рабочей программы дисциплины составляет 1 зачётную единицу.

- практические занятия – 16 часов;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 20 часов;

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (практические занятия) составляет 16 часов.

Работа с обучающимися в интерактивных формах составляет 16 часов (практические занятия).

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Программа практических занятий (16 часов)

Занятие 1-8. Решение задач по теме:

1. Концентрация свободных носителей в полупроводниках, роль примесных атомов.
2. Бозе-эйнштейновская конденсация. Свойства равновесного излучения.
3. Термодинамические величины для колебаний решётки в модели Дебая.
4. Теория Ландау для фазовых переходов.
5. Флуктуации основных термодинамических величин и их корреляции.
6. Кинетическое уравнение, интеграл столкновений.
7. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Продольные волны в плазме.
8. Теорема Онзагера о симметрии кинетических коэффициентов в приложении к термоэлектрическим явлениям.

Самостоятельная работа студентов (20 часов)

Перечень занятий на СРС	Объём, час
Подготовка к практическим занятиям (выполнение заданий)	20

5. Перечень учебной литературы.

5.1. Основная литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика, Ч.1. — Изд. 3-е, доп. — М.: Наука, 1976. — 583 с.: ил. — (Теоретическая физика, т. V).
2. Коткин Г.Л. Лекции по статистической физике: учебное пособие: [для студентов физических факультетов вузов]. — М-во образования Рос. Федерации, Новосиб. гос. ун-т. — Новосибирск: Редакционно-издательский центр НГУ, 2003. — 171 с.: ил.

3. Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. — Изд. 3-е, стер. — Новосибирск: Сиб. унив. изд-во: Изд-во Новосиб. ун-та, 2001. — 608 с.: ил.
4. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Статистическая физика. Ч.2. Теория конденсированного состояния. — 1978. — 447 с.: ил. — (Теоретическая физика, т. IX).
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — 1982. — 620 с.: ил. — («Теоретическая физика», том VIII).
6. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Физическая кинетика. — Москва: Наука, 1979. — 527 с.: граф. — (Теоретическая физика, т. X).
7. Коткин Г.Л., Образовский Е.Г. Задачи по статистической физике: учебное пособие: [для студентов физического факультета НГУ]. — Федер. агентство по образованию, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак. — Новосибирск: Редакционно-издательский центр НГУ, 2007. — 159 с.: ил.

5.2. Дополнительная литература

1. Гинзбург И.Ф. Введение в физику твёрдого тела Основы квантовой механики и статистической физики с отдельными задачами физики твёрдого тела: учеб. пособие [для вузов]. — Санкт-Петербург и др.: Лань, 2007. — 537 с.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика, Ч.1. — Изд. 3-е, доп. — М.: Наука, 1976. — 583 с.: ил. — (Теоретическая физика, т. V).
2. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Статистическая физика. Ч.2. Теория конденсированного состояния. — 1978. — 447 с.: ил. — (Теоретическая физика, т. IX).
3. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Физическая кинетика. — Москва: Наука, 1979. — 527 с.: граф. — (Теоретическая физика, т. X).

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть «Интернет».

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины «Тьюториал по термодинамике и статистической физике 2» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе практических занятий: проверка решения задач, выполненных студентами в рамках самостоятельной работы, разбор обучающимися у доски решения задач, предлагаемых непосредственно во время практических занятий.

Промежуточная аттестация

Не предусмотрена.

10.2. Типовые задания, предлагаемые для самостоятельной подготовки и разбираемые на практических занятиях

ЗАДАНИЕ №1

1. Найти вклад в теплоемкость от электронов и дырок в чистом полупроводнике.
2. Идеальный бозе-газ находится в центральном поле $U(r)=m\omega^2 r^2/2$. Ниже точки бозе-конденсации найти энтропию, теплоемкость газа и скачок теплоемкости в этой точке. Также, ниже точки бозе-конденсации, найти значение концентрации газа в точке $r=0$.
3. Определить скорость звука $v_s^2=(dP/dQ)_S$ в газе, нагретом до столь высокой температуры, что давление равновесного излучения сравнимо с давлением самого газа.
4. В модели Дебая найти средний квадрат отклонения от равновесного положения $\langle u^2 \rangle$ атомов углерода в решетке алмаза при комнатной температуре (Температура Дебая для алмаза $\Theta=2000$ К). Определить отношение u/d в точке плавления калия $T_{ml}=336$ К ($\Theta=130$ К). Среднее расстояние между ближайшими соседями в решетке калия равно $d=4.5 \times 10^{-8}$ см.

ЗАДАНИЕ №2

1. Возбужденное ядро железа, Fe^{57*} , находясь в одном из узлов кристаллической решетки испускает γ -квант, $Fe^{57*} \rightarrow Fe^{57} + \gamma$, с энергией $\hbar\omega_\gamma=14.4$ кэВ. Используя модель Дебая, оценить вероятность излучения гамма-кванта без отдачи (эффект Мессбауэра) при комнатной температуре (температура Дебая для железа $\Theta=460$ К).
2. Найти скачок коэффициента теплового расширения в модели Ландау фазовых переходов второго рода.
3. Найти скачок теплоемкости латуни состава $Cu_{1+k}Zn_{1-k}$ в точке упорядочивания сплава. Кристаллическая решетка – кубическая объемноцентрированная. Использовать приближение молекулярного поля, учитывая лишь взаимодействия ближайших соседей.
4. Найти квазистатические флуктуации энергии в объеме V , если объем тела и число частиц в нем фиксированы $\langle (\Delta E)^2 \rangle_{V,N}$, если объем может флуктуировать $\langle (\Delta E)^2 \rangle_N$, а число частиц фиксировано, в случае, если фиксирован объем, но переменено число частиц $\langle (\Delta E)^2 \rangle_V$.

ЗАДАНИЕ №3

1. Для бинарного раствора найти флуктуации интенсивных термодинамических параметров: давления P , температуры T , концентрации $c=n/N$. Получить также выражения для корреляций флуктуаций этих величин $\langle \Delta P \Delta T \rangle$, $\langle \Delta c \Delta T \rangle$, $\langle \Delta c \Delta P \rangle$.
2. При температуре T к струне приложена сила F так, что ее равновесное состояние – отрезок длины L . Найти среднюю флуктуацию отклонения точек струны в поперечном направлении, $\langle \zeta^2(x) \rangle$, в зависимости от x , положения точки от конца струны.
3. Контур состоит из двух сопротивлений R_1 и R_2 , температуры которых равны T_1 и T_2 , и катушки индуктивности L , соединенных последовательно (кольцом). Найти, какая энергия передается от одного сопротивления к другому за счет флуктуации тока в цепи.
4. Хорошо сколлимированный электронный пучок радиуса 1 мм выпускают в воздух. Энергия электронов 5 МэВ. Оценить поперечный размер пучка на расстоянии 1 м.

ЗАДАНИЕ №4

1. Найти изменение сопротивления проводника при включении магнитного поля \mathbf{B} , перпендикулярно электрическому полю \mathbf{E} , если есть два типа носителей заряда, например, электроны и дырки.
2. Рассматривается бесстолкновительная плазма с вырожденной электронной компонентой и невырожденной ионной. Найти закон дисперсии продольных волн, скорость которых много больше тепловых скоростей ионов, но много меньше скоростей электронов (ионный звук). Сравнить скорость волн со скоростью звука, определяемым соотношением $v_s^2 = dP/d\rho$, где давление обеспечивается электронным газом, а плотность – ионами.
3. Вычислить коэффициент теплопроводности для газа нейтральных молекул, принимая для интеграла столкновений τ - приближение.

**Лист актуализации рабочей программы
по дисциплине «Тьюториал по термодинамике и статистической физике 2»
по направлению подготовки 03.03.02 Физика
Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Учёного совета ФФ НГУ	Подпись ответственного