

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет педагогики, психологии и коммуникативистики

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по учебной работе, качеству  
образования – первый проректор

Хагуров Т.А.

«31» мая 2019г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.08.11 ТЕРМОДИНАМИКА, СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА И ФИЗИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

Направление подготовки *44.03.05 Педагогическое образование*  
(с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) *Технологическое образование, Физика*

Программа подготовки *академическая*

Форма обучения *очная*

Квалификация выпускника – *бакалавр*

Краснодар 2019

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профиль: «Технологическое образование», «Физика»

Программу составил:

Парфенова И.А., доц., канд.техн.наук, доц.



Заведующий кафедрой (разработчика) технологии и предпринимательства  
протокол № 15 «24» апреля 2019 г.  
Заведующий кафедрой  
технологии и предпринимательства

  
подпись

Сажина Н.М.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры технологии и предпринимательства  
протокол № 15 «24» апреля 2019 г.  
Заведующий кафедрой  
технологии и предпринимательства

  
подпись

Сажина Н.М.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета педагогики,  
психологии и коммуникативистики  
«25» апреля 2019 г., протокол № 9.  
Председатель УМК факультета

  
подпись

В.М. Гребенникова

Эксперты:

Заведующий кафедрой радиофизики и нанотехнологий  
физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ»  
доктор физико-математических наук, профессор



Г.Ф. Копытов

Генеральный директор ООО «КПК»,  
кандидат педагогических наук, доцент



Ю.А. Половодов

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины

Курс «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика» нацелен на изучение законов и методов термодинамики, статистической физики и физической кинетики, получение навыков использования их для решения конкретных физических задач.

### 1.2 Задачи дисциплины

- раскрыть роль фундаментальных принципов и методов термодинамики, статистической физики и физической кинетики;
- научить использовать современный математический аппарат для решения конкретных задач;
- рассмотреть основные проблемы термодинамики, статистической физики и физической кинетики;
- сформировать у студентов знания и навыки, позволяющие самостоятельно решать прикладные задачи.

### 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика» относится к Модулю "Основы предметных знаний по профилю «Физика»". Модуль относится к обязательной части и является базовым теоретическим и практическим основанием для подготовки бакалавров по профилю «Физика».

Изучение дисциплины «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика» базируется на знаниях, умениях, навыках, сформированных в процессе изучения дисциплины «Математические методы в физике», «Квантовая механика» и школьном курсе физики.

Освоение данной дисциплины является основой для последующего изучения дисциплин: «Астрофизика и методика ее преподавания», «Техника и методика физического эксперимента», а также для последующего прохождения педагогической практики, подготовки к итоговой государственной аттестации.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Дисциплина «Теоретическая механика и основы механики сплошных сред» обеспечивает инструментарий формирования следующих профессиональных компетенций бакалавров

ПК-1 – Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по технологическому и физическому образованию в профессиональной деятельности;

ПК-2 – Способен конструировать содержание технологического и физического образования в соответствии с требованиями ФГОС основного и среднего общего образования, с уровнем развития современной науки и с учетом возрастных особенностей обучающихся;

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *профессиональных компетенций (ПК)*

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	Способен осваивать и использовать	предмет, цель, задачи и	приобретать новые научно-	навыками применения

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		базовые научно-теоретические знания и практические умения по технологическому и физическому образованию в профессиональной деятельности	методы физики, её место в системе наук; фундаментальные физические теории и законы; понимать, анализировать физическую сущность явлений и процессов, происходящих в природе и технике	теоретические знания	физических теорий к анализу простейших теоретических и прикладных вопросов
2.	ПК-2	Способен конструировать содержание технологического и физического образования в соответствии с требованиями ФГОС основного и среднего общего образования, с уровнем развития современной науки и с учетом возрастных особенностей обучающихся	методы и приёмы постановки физического эксперимента, способы его математической обработки; знать методы и приёмы решения конкретных физических задач, физические приложения математических понятий	применять базовые знания для решения теоретических и практических физических задач, правильно организовывать физические наблюдения и эксперименты, анализировать их результаты, осуществлять построение математических моделей физических явлений и процессов	навыками проведения физических наблюдений и экспериментов, решения простейших теоретических и прикладных задач

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика» составляет 3 зач.ед. (108 часов) их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		9			
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>48,3</b>	<b>48,3</b>			

<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		<b>42</b>	<b>42</b>			
Занятия лекционного типа		10	10	-	-	-
Лабораторные занятия		-	-	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		32	32	-	-	-
		-	-	-	-	-
<b>Иная контактная работа:</b>						
Контроль самостоятельной работы (КСР)		6	6			
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>24</b>	<b>24</b>			
Проработка учебного (теоретического) материала		8	8	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		4	4	-	-	-
Реферат		4	4	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		8	8	-	-	-
<b>Контроль:</b>						
экзамен		35,7	35,7			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	-	-	-
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>48,3</b>	<b>48,3</b>			
	<b>зач. ед</b>	<b>3</b>	<b>3</b>			

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины «Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика» (для студентов ОФО).

№ разд ела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Основные принципы статистической физики	9	1	4	-	4
2.	Термодинамика равновесных систем	9	1	4	-	4
3.	Статистические распределения для идеальных систем	10	2	4	-	4
4.	Неидеальные системы	10	2	4	-	4
5.	Фазовое и химическое равновесие	10	2	4	-	4
6.	Теория флуктуаций и броуновское движение	10	2	6	-	2
7.	Кинетические уравнения	10	2	6	-	2
	<b>Всего</b>		<b>10</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>24</b>

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование разделов	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Основные принципы статистической физики	<p>История предмета.  Термодинамическая система как объект исследования.  Термодинамический принцип аддитивности. Классы аддитивности</p> <p>Описание термодинамических систем. Фазовое пространство. Фазовая траектория. Статистический ансамбль. Функция статистического распределения и ее свойства.  Эргодичность. Термодинамическое равновесие. Статистическая независимость. Квазизамкнутые системы. Флуктуации физических величин. Теорема Лиувилля.  Постулат о микроканоническом распределении. Квантовая статистика. Статистический оператор и его свойства. Энтропия и статистический вес.</p>	Опрос
2.	Термодинамика равновесных систем	<p>Термодинамические величины. Температура. Макроскопическое движение. Внешние воздействия. Адиабатический процесс. Давление. Работа и количество тепла. Теплоемкость. Термодинамические потенциалы. Первый и второй закон термодинамики. Теорема Карно. ТД неравенства. Третий закон термодинамики и его следствия. Недостижимость абсолютного нуля температур. Поведение теплоемкости вблизи абсолютного нуля</p> <p>Метод ТД потенциалов.  Термодинамика газов.  Методы охлаждения газов (процесс Джоуля-Томсона, расширение газа в пустоту и т.д.). Термодинамика магнетиков. Магнитное охлаждение парамагнетиков. Магнитострикция.  Термодинамика диэлектриков.  Пьезоэффект. Термодинамика стержней. Термодинамика плазмы</p>	Опрос

3.	Статистические распределения для идеальных систем	<p>Идеальный больцмановский газ. Распределение Больцмана. Свободная энергия идеального газа. Уравнение состояния. Идеальный газ с постоянной теплоемкостью. Закон равнораспределения. Пределы применимости идеального больцмановского газа.</p> <p>Статистика Ферми-Дирака. Ферми-газ при низких температурах. Электронный газ в металлах.</p> <p>Статистика Бозе-Эйнштейна. Бозе-газ при низких температурах.</p> <p>Теплоемкость двухатомного газа. Вклад вращательных, колебательных и электронных степеней свободы. Учет взаимодействий ядерного спина и молекулярного вращения (орто- и пара- водород, орто- и пара-дейтерий)</p> <p>Статистическая теория равновесного излучения. Формула Планка для плотности равновесного излучения. Предельные случаи низких и высоких частот. Формулы Релея-Джинса и Вина. Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана. Теплоемкость и давление равновесного излучения.</p> <p>Теория теплоемкости твердых тел. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Теория теплоемкости твердого тела Эйнштейна. Основы теории Дебая теплоемкости твердых тел.</p> <p>Статистическая физика твердых тел, находящихся в электрических и магнитных полях. Расчет зависимости диэлектрической восприимчивости тел от температуры. Формула Дебая и закон Кюри. Зависимость магнитной восприимчивости твердых тел от температуры. Закон Кюри – Вейсса.</p>	Опрос
----	---	---	-------

4.	Неидеальные системы	<p>Неидеальный газ. Учет молекулярного взаимодействия в системе. Системы с коротко действующими силами, Уравнение состояния классического слабо неидеального газа. Вириальное разложение. Расчет первых поправок к основным ТД величинам. Формула Ван-дер-Ваальса.</p> <p>Теория классических равновесных неидеальных систем. Системы с дальним взаимодействием. Уравнение состояния полностью ионизированной плазмы. Расчет первых поправок к основным ТД функциям</p>	Контрольная работа
5.	Фазовое и химическое равновесие	<p>Фазовое равновесие и фазовые переходы. ТД системы с переменным числом частиц. Химический потенциал. Условия равновесия двух фаз. Классификация ФП. ФП 1-го рода. Формула Клайперона-Клаузиуса. Критическая точка. Условия равновесия трех фаз. Фазовое равновесие гетерогенной системы с учетом сил поверхностного натяжения. ФП 2-го рода. Уравнения Эренфеста.</p> <p>Общие условия равновесия в химически реагирующих системах. Равновесные химические реакции в смеси идеальных газов. Закон действующих масс. Константа химического равновесия. Тепловой эффект химической реакции. Уравнение Вант-Гоффа</p>	Опрос



6.	Теория флуктуаций и броуновское движение	<p>Теория флуктуаций основных термодинамических величин. Метод корреляционных функций.</p> <p>Броуновское движение и случайные процессы. Физические характеристики броуновского движения. Стохастические дифференциальные уравнения. Формулы для средних значений от квадратов изменений импульса и смещения. Уравнение Смолуховского. Уравнение Фоккера-Планка и его простейшие применения. Спектральные представления в теории случайных процессов. Временные корреляционные функции. Спектральная плотность случайного гауссовского процесса. Тепловые шумы и обобщенная формула Найквиста</p>	Реферат, опрос
7.	Кинетические уравнения	<p>Иерархия временных и пространственных масштабов. Интеграл столкновений Боголюбова. Переход к интегралу столкновений Больцмана. Свойства интеграла столкновений Больцмана. Функция распределения Максвелла. H-теорема Больцмана. Статистическое обоснование уравнений газовой динамики. Построение уравнений гидродинамического приближения; кинетическое уравнение для легкой компоненты; уравнение кинетического баланса</p> <p>Микроскопические уравнения для заряженных частиц и поля. Параметры разреженной плазмы. Приближение вторых корреляционных функций (поляризационное приближение). Интеграл столкновений Балеску-Ленарда. Эффективный потенциал. Интеграл столкновений Ландау. Свойства интегралов столкновений для разреженной плазмы. Приближение бесстолкновительной плазмы. Затухание Ландау.</p>	Опрос

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Структура практических занятий:

1. Проверка наличия выполненного задания самостоятельной работы.
2. Выборочная проверка наличия и правильности выполнения домашнего задания.
3. Разбор типичных ошибок, возникших в самостоятельной работе.
4. Рассмотрение теоретических оснований для практики текущей темы.
5. Разбор практических методов и решение соответствующих задач.
6. Корректировка заданий для самостоятельной работы студентов.

На некоторых практических занятиях проводится аудиторная контрольная работа.

#### **Темы семинаров по дисциплине**

1. Основные принципы статистической физики
2. Термодинамика равновесных систем
3. Статистические распределения для идеальных систем
4. Неидеальные системы
5. Фазовое и химическое равновесие
6. Теория флуктуаций и броуновское движение
7. Кинетические уравнения

#### **2.3.3 Лабораторные занятия**

*Не предусмотрено*

#### **2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)**

*Не предусмотрено*

#### **2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов по дисциплине состоит из заданий, соответствующих каждому практическому занятию.

Внеаудиторными формами и инструментами самостоятельной работы студентов по дисциплине являются:

- выполнение домашних заданий (практических и теоретических);
- выполнение домашних контрольных работ (как средство подготовки к аудиторным контрольным работам);
- подготовка к практическим занятиям, работа с лекционным материалом;
- подготовка к экзамену.

Виды самостоятельной работы студентов:

1. Работа с научной и учебно-методической литературой (указывается далее).
2. Прохождение тестирования обучающего и контролирующего характера.
3. Написание рефератов (примерные темы указываются далее)
4. Изучение обязательной и дополнительной литературы;
5. Выполнение самостоятельных заданий на практических занятиях;
7. Поиск информации по заданной теме в сети Интернет;
8. Самоконтроль и взаимоконтроль выполненных заданий;
9. Подготовка к написанию контрольных работ, тестов, сдача экзамена.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка учебного (теоретического) материала	Аксенова, Е.Н. Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика (главы курса): учебное пособие / Е.Н. Аксенова. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 72 с. Ефремов, Ю. С. Статистическая физика и термодинамика: учебное пособие для академического бакалавриата / Ю. С.

		Ефремов. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 207 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <a href="http://www.biblio-online.ru/book/38A30CB7-9FEA-44E7-AF1E-7B7E7FB9551A">www.biblio-online.ru/book/38A30CB7-9FEA-44E7-AF1E-7B7E7FB9551A</a> .
2	Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	Миронова, Г.А. Молекулярная физика и термодинамика в вопросах и задачах: учебное пособие / Г.А. Миронова, Н.Н. Брандт, А.М. Салецкий. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 480 с. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 264 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — Режим доступа: <a href="http://www.biblio-online.ru/book/2E7231EE-A291-461D-876C-02EF3A8CCEBC">www.biblio-online.ru/book/2E7231EE-A291-461D-876C-02EF3A8CCEBC</a> .
3	Реферат	Детлаф, А. А. Курс физики / А. А. Детлаф. - М.: Высшая школа, 2002. - 717 с. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике /И. Е. Иродов. - СПб: Издательство «Лань», 2006. -416 с. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 т. Том 1. Механика. Молекулярная физика: учебное пособие / И.В. Савельев. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 436 с. Калашников, Н.П. Общая физика. Сборник заданий и руководство к решению задач: учебное пособие / Н.П. Калашников, С.С. Муравьев-Смирнов. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 524 с.
4	Подготовка к текущему контролю	Аксенова, Е.Н. Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика (главы курса): учебное пособие / Е.Н. Аксенова. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 72 с. Ефремов, Ю. С. Статистическая физика и термодинамика: учебное пособие для академического бакалавриата / Ю. С. Ефремов. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 207 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: <a href="http://www.biblio-online.ru/book/38A30CB7-9FEA-44E7-AF1E-7B7E7FB9551A">www.biblio-online.ru/book/38A30CB7-9FEA-44E7-AF1E-7B7E7FB9551A</a> . Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 264 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — Режим доступа: <a href="http://www.biblio-online.ru/book/2E7231EE-A291-461D-876C-02EF3A8CCEBC">www.biblio-online.ru/book/2E7231EE-A291-461D-876C-02EF3A8CCEBC</a> .

### 3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС при реализации различных видов учебной работы в процессе изучения модуля «Общая и экспериментальная физика» предусматривается использование в учебном процессе следующих активных и интерактивных форм проведения занятий:

- лекции;
- тестирования с использованием активных и интерактивных форм проведения занятий;
- подготовка письменных рефератов по темам курса.

Темой реферата должна быть история открытия конкретного физического закона или развитие представлений о природе конкретного явления. Кроме того, темой реферата

может служить научная деятельность в области физики отдельных ученых и научных школ.

При организации самостоятельной работы занятий используются следующие образовательные технологии: учебно-методическое сопровождение дисциплины, работа с литературой, пакеты прикладных программ, локальные (университетские, факультетские, кафедральные) и глобальные компьютерные сети и др.

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
9	Л	Создание проблемных ситуаций, использование компьютерных демонстраций	6
	ПР	Коллективное решение физических задач и тестовых заданий, работа в малых группах	10

#### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

##### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

##### Вопросы для устного или письменного опроса

1. ТД принцип аддитивности. Классы аддитивности.
2. Фазовое пространство. Фазовая траектория. Статистический ансамбль. Функция статистического распределения и ее свойства. Эргодичность.
3. ТД равновесие. Статистическая независимость. Квазизамкнутые системы. Флуктуации физических величин.
4. Теорема Лиувилля.
5. Постулат о микроканоническом распределении.
6. Квантовая статистика. Статистический оператор и его свойства.
7. Энтропия и статистический вес.
8. Термодинамические величины. Температура. Адиабатический процесс. Давление.
9. Термодинамические потенциалы.
10. Первый и второй закон термодинамики. Теорема Карно. Третий закон термодинамики и его следствия. Поведение теплоемкости вблизи абсолютного нуля.
11. ТД неравенства. Принцип Ле Шателье-Брауна.
12. Работа и количество тепла. Теплоемкость.
13. Методы охлаждения газов (процесс Джоуля-Томсона, расширение газа в пустоту и т.д.)
14. Термодинамика магнетиков. Магнитное охлаждение парамагнетиков. Магнитострикция. Термодинамика диэлектриков. Пьезоэффект.
15. Фазовые переходы. ТД системы с переменным числом частиц. Химический потенциал. Условия равновесия двух фаз. Классификация ФП. ФП 1-го рода. Формула Клайперона-Клаузиуса. Критическая точка. Условия равновесия трех фаз.
16. Фазовое равновесие гетерогенной системы с учетом сил поверхностного натяжения.
17. ФП 2-го рода. Уравнения Эренфеста.
18. Термодинамика ФП “проводник-сверхпроводник”.
19. Каноническое распределение Гиббса. Распределение Максвелла. Примеры: классический и квантовый осциллятор, классический и квантовый ротатор.
20. Свободная энергия в распределении Гиббса.

21. Большое каноническое распределение Гиббса.
22. ТД эквивалентность канонических распределений.
23. Идеальный больцмановский газ. Распределение Больцмана. Пределы применимости идеального больцмановского газа.
24. Свободная энергия идеального газа. Уравнение состояния.
25. Закон равнораспределения.
26. Теплоемкость двухатомного газа. Вклад вращательных, колебательных и электронных степеней свободы.
27. Учет взаимодействий ядерного спина и молекулярного вращения (орто- и пара-водород, орто- и пара-дейтерий).
28. Статистическая теория равновесного излучения. Формула Планка для плотности равновесного излучения. Предельные случаи низких и высоких частот. Формулы Релея-Джинса и Вина. Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана. Теплоемкость равновесного излучения. Давление равновесного излучения.
29. Теплоемкость твердых тел. Модель Дебая. Модель Эйнштейна. Закон Дюлонга-Пти.
30. Теория классических равновесных неидеальных систем. Учет молекулярного взаимодействия в системе. Потенциал Ленарда-Джонса. Уравнение состояния классического слабонеидеального газа. Вириальное разложение. Расчет первых поправок к основным ТД функциям газа Ван-дер-Ваальса.
31. Теория классических равновесных неидеальных систем. Системы с дальним взаимодействием. Уравнение состояния полностью ионизованной плазмы. Расчет первых поправок к основным ТД функциям
32. Статистика Ферми-Дирака и статистика Бозе-Эйнштейна. Уравнение состояния слабовыврожденного газа.
33. Ферми- газ при низких температурах. Электронный газ в металлах.
34. Бозе- газ при низких температурах. Бозе-Эйнштейновская конденсация.
35. Броуновское движение и его физические характеристики.
36. Формулы для средних значений от квадратов изменений импульса и смещения.
37. Временные масштабы и характер эволюции системы.
38. Случайные стационарные Марковские процессы.
39. Уравнение Смолуховского.
40. Уравнение Фоккера-Планка и его простейшие применения.
41. Временные корреляционные функции.
42. Спектральная плотность случайного гауссовского процесса.
43. Тепловые шумы и обобщенная формула Найквиста
44. Иерархия временных и пространственных масштабов.
45. Интеграл столкновений Боголюбова. Свойства интеграла столкновений Больцмана.
46. H-теорема Больцмана. Необратимый характер эволюции макроскопических систем.
47. Уравнения газовой динамики в нулевом приближении по газодинамическому параметру (уравнения переноса для идеального газа).
48. Микроскопические уравнения для заряженных частиц и поля. Параметры разреженной плазмы.
49. Приближение вторых корреляционных функций (поляризационное приближение).
50. Интеграл столкновений Балеску-Ленарда. Эффективный потенциал.
51. Интеграл столкновений Ландау. Свойства интегралов столкновений для разреженной плазмы.
52. Приближение бесстолкновительной плазмы. Затухание Ландау

## Темы рефератов (примерные)

1. Агрегатные состояния вещества. Основные признаки
2. Термодинамическая температура
3. Эмпирические шкалы температур
4. Элементы комбинаторики
5. Теоремы сложения и умножения вероятностей, условная вероятность.
6. Дискретные случайные величины, закон распределения дискретных случайных
7. величин. Математическое ожидание и дисперсия
8. Понятие флуктуации, среднее число частиц, зависимость флуктуаций от числа частиц в системе.
9. Экспериментальная проверка распределения Максвелла
10. Опыты Перрена
11. Атмосферы планет
12. Определение длины свободного пробега молекул
13. Броуновское движение
14. Демон Максвелла
15. Поверхностное натяжение. Капиллярные явления
16. Термоэлектрические явления.
17. Ламинарное и турбулентное течение. Число Рейнольдса.
18. Диаграмма состояния трехфазной системы. Тройная точка
19. Определение водяного эквивалента калориметра и термометра.
20. Определение удельной теплоёмкости твёрдых тел.
21. Определение термического коэффициента давления газа.
22. Изучение поверхностного натяжения жидкостей.
23. Определение удельной теплопроводности твёрдых тел.
24. Определение относительной и абсолютной влажности воздуха.
25. Определение удельной теплоёмкости воздуха при постоянном давлении.
26. Определение отношения молярных теплоёмкостей  $C_p/C_V$  для воздуха.
27. Измерение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити.
28. Определение коэффициента внутреннего трения жидкостей по методу Пуазейля.
29. Определение коэффициента внутреннего трения и средней длины свободного пробега молекул воздуха.
30. Определение удельной теплоты кристаллизации и изменения энтропии при охлаждении олова.
31. Исследование функции распределения электронов вольфрамового термокатода.
32. Изучение распределения частиц в гравитационном поле Земли.
33. Определение универсальной газовой постоянной и механического эквивалента тепла методом изобарного расширения
34. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости по методу максимального движения в пузырьке
35. Определение отношения удельных теплоемкостей методом Клемана и Дезорма
36. Определение радиуса капилляров

## 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

### Вопросы промежуточной аттестации.

1. Термодинамический и статистический подходы к изучению макроскопических систем.
2. Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ).
3. Основное уравнение МКТ.
4. Идеальный газ.
5. Газовые законы. Уравнение Клапейрона-Менделеева.
6. Распределения Максвелла и Больцмана.
7. Термодинамическая система, параметры её состояния.
8. Внутренняя энергия, работа газа и количество теплоты.
9. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.
10. Второе начало термодинамики. Тепловые машины.
11. Цикл Карно.
12. Теорема Нернста.
13. Уравнение Ван-дер-Ваальса, изотермы Ван-дер-Ваальса и Эндрюса.
14. Свойства жидкостей. Поверхностное натяжение. Смачивание. Давление Лапласа. Капиллярные явления.
15. Свойства твёрдых тел. Аморфные и кристаллические тела.
16. Диаграмма состояния. Тройная точка.
17. Фазовые переходы первого и второго родов. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **5.1 Основная литература:**

1. Аксенова, Е.Н. Общая физика. Термодинамика и молекулярная физика (главы курса) [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.Н. Аксенова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 72 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103058>.
2. Миронова, Г.А. Молекулярная физика и термодинамика в вопросах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.А. Миронова, Н.Н. Брандт, А.М. Салецкий. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3718>.
3. Ефремов, Ю. С. Статистическая физика и термодинамика: учебное пособие для академического бакалавриата / Ю. С. Ефремов. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 207 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). Режим доступа: [www.biblio-online.ru/book/38A30CB7-9FEA-44E7-AF1E-7B7E7FB9551A](http://www.biblio-online.ru/book/38A30CB7-9FEA-44E7-AF1E-7B7E7FB9551A).
4. Белов, Г. В. Термодинамика в 2 ч. Часть 1: учебник и практикум для академического бакалавриата / Г. В. Белов. — 3-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2018. — 264 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс). — Режим доступа: [www.biblio-online.ru/book/2E7231EE-A291-461D-876C-02EF3A8CCEBC](http://www.biblio-online.ru/book/2E7231EE-A291-461D-876C-02EF3A8CCEBC).

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Детлаф, А. А. Курс физики / А. А. Детлаф. - М.: Высшая школа, 2002. - 717 с.
2. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике /И. Е. Иродов. - СПб: Издательство «Лань», 2006. -416 с.
3. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 т. Том 1. Механика. Молекулярная физика: учебное пособие / И.В. Савельев. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 436 с.
4. Калашников, Н.П. Общая физика. Сборник заданий и руководство к решению задач: учебное пособие / Н.П. Калашников, С.С. Муравьев-Смирнов. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 524 с.

### **5.3. Периодические издания:**

1. Известия ВУЗов. Серия: Физика
2. Физика в школе
3. Физика твердого тела
4. Вестник МГУ. Серия: Физика. Астрономия
5. Вестник СПбГУ. Серия: Физика. Химия

### **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

<http://elibrary.ru/> eLIBRARY – Научная электронная библиотека

<http://www.edu.ru> - Каталог образовательных интернет-ресурсов.

<http://ru.wikipedia.org> - сетевая энциклопедия «Википедия»

<http://www.college.ru> - сайт, содержащий открытые учебники по естественнонаучным дисциплинам

<http://www.edu.ru> - Российское образование - Федеральный портал.

<http://www.elementy.ru> - сайт, содержащий информацию по всем разделам дисциплины

<http://www.krugosvet.ru> - сетевая энциклопедия «Кругосвет».

<http://www.naturalscience.ru> - сайт, посвященный вопросам естествознания

### **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Рекомендации по освоению дисциплины на лекционных занятиях:

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту и рекомендованной учебной литературе материал предыдущей лекции;
- бегло ознакомиться с содержанием очередной лекции по основным источникам литературы в соответствии с рабочей программой дисциплины;
- при затруднениях необходимо обратиться к лектору по графику его консультаций или на практических занятиях.

Рекомендации по освоению дисциплины на практических занятиях:

- на занятия носить конспект лекций и рекомендованный сборник задач;
- до очередного практического занятия по конспекту и рекомендованной учебной литературе проработать теоретический материал, соответствующий теме занятия;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения.

### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

#### **8.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

Microsoft Windows 8, 10

Microsoft Office Professional Plus

#### **8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

В процессе работы над курсом студенты могут использовать электронные учебные пособия, размещенные в сети интернет, а также книги электронной библиотечной системы.

<http://elibrary.ru/> eLIBRARY – Научная электронная библиотека.

<http://www.edu.ru> - Каталог образовательных интернет-ресурсов.

<http://ru.wikipedia.org> - сетевая энциклопедия «Википедия».



<http://www.college.ru> - сайт, содержащий открытые учебники по естественнонаучным дисциплинам.

<http://www.edu.ru> - Российское образование - Федеральный портал.

<http://www.krugosvet.ru> - сетевая энциклопедия «Кругосвет».

<http://www.naturalscience.ru> - сайт, посвященный вопросам естествознания.

### **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного, семинарского типа 350080 г. Краснодар, ул. Сормовская, 173, №22 Учебная мебель (столы, стулья), персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, проектор, экран, меловая доска, лабораторные комплексы для учебной практической и проектной деятельности по естественнонаучным дисциплинам
2.	Семинарские занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного, семинарского типа 350080 г. Краснодар, ул. Сормовская, 173, №22 Учебная мебель (столы, стулья), персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, проектор, экран, меловая доска, лабораторные комплексы для учебной практической и проектной деятельности по естественнонаучным дисциплинам
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного, семинарского типа 350080 г. Краснодар, ул. Сормовская, 173, №22 Учебная мебель (столы, стулья), персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, проектор, экран, меловая доска, лабораторные комплексы для учебной практической и проектной деятельности по естественнонаучным дисциплинам
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного, семинарского типа 350080 г. Краснодар, ул. Сормовская, 173, №22 Учебная мебель (столы, стулья), персональный компьютер с выходом в сеть Интернет, проектор, экран, меловая доска, лабораторные комплексы для учебной практической и проектной деятельности по естественнонаучным дисциплинам
5.	Самостоятельная работа	Библиотека (Краснодар, ул. Сормовская, 173) Учебная мебель (столы, стулья), персональные компьютеры с выходом в сеть Интернет.