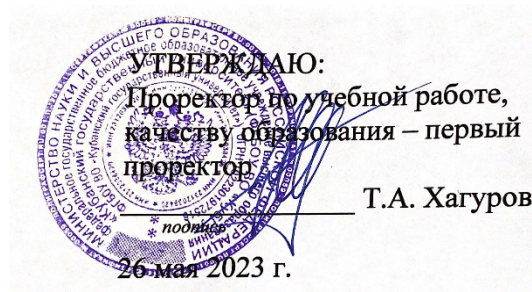


Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет педагогики, психологии и коммуникативистики



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.18.11 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 *заочная*

Квалификация выпускника – *бакалавр*

Краснодар 2023

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

код и наименование направления подготовки

Программу составили:

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



подпись

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры технологии и предпринимательства протокол № 13 «22» мая 2023 г.

Заведующий кафедрой  
технологии и предпринимательства

Сажина Н.М.



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры технологии и предпринимательства протокол № 10 «23» мая 2023 г.

Заведующий кафедрой  
технологии и предпринимательства

Сажина Н.М.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета педагогики, психологии и коммуникативистики протокол № 10 «23» мая 2023 г.

Председатель УМК факультета Гребенникова В.М.



подпись

Рецензенты:

Богатов Н.М. Заведующий кафедрой физики и информационных систем физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ» доктор физико-математических наук, профессор

Половодов Ю.А. Генеральный директор ООО «КПК», кандидат педагогических наук, доцент

## 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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1. Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по предмету в профессиональной деятельности</b>	
ИПК-1.1. Понимает сущность, закономерности, принципы и особенности изучаемых явлений и процессов, базовых теорий в области физики и технологии	знает предмет, цель, задачи и методы физики, её место в системе наук; фундаментальные физические теории и законы; понимать, анализировать физическую сущность явлений и процессов, происходящих в природе и технике
	умеет приобретать новые научно-теоретические знания
	владеет навыками применения физических теорий к анализу простейших теоретических и прикладных вопросов
<b>ПК-2. Способен конструировать содержание образования в предметной области в соответствии</b>	

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<b>с требованиями ФГОС основного и среднего общего образования, с уровнем развития современной науки и с учетом возрастных особенностей обучающихся</b>	
ИПК-2.1. Определяет приоритетные направления развития образовательной системы РФ, требования ФГОС, примерных образовательных программ по учебным предметам «Физика» и «Технология»	знает методы и приёмы постановки физического эксперимента, способы его математической обработки; знает методы и приёмы решения конкретных физических задач, физические приложения математических понятий
	умеет 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
	владеет 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

Вид учебной работы	Всего часов	Курс (часы)				
		3				
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>14,3</b>	<b>14,3</b>				
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>14</b>	<b>14</b>				
Занятия лекционного типа	4	4	-	-	-	
Лабораторные занятия	-	-	-	-	-	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	10	10	-	-	-	
<b>Иная контактная работа:</b>						
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-				
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3				
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>85</b>	<b>85</b>				
Курсовая работа	-	-	-	-	-	
Проработка учебного (теоретического) материала	40	40	-	-	-	
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	20	20	-	-	-	
Реферат	10	10	-	-	-	
Подготовка к текущему контролю	15	15	-	-	-	
<b>Контроль:</b>	<b>8,7</b>	<b>8,7</b>				
Подготовка к экзамену	8,7	8,7				
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	-	-	-
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>14,3</b>	<b>14,3</b>			
	<b>зач. ед</b>	<b>3</b>	<b>3</b>			

	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>36,3</b>	<b>36,3</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).

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Основные принципы статистической физики. Термодинамика равновесных систем	17	2	-	-	15
2.	Статистические распределения для идеальных систем	18	2	2	-	14
3.	Неидеальные системы	16	-	2	-	14
4.	Фазовое и химическое равновесие	16	-	2	-	14
5.	Теория флуктуаций и броуновское движение	16	-	2	-	14
6.	Кинетические уравнения	16	-	2	-	14
	<b>Всего</b>		<b>4</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>85</b>

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование разделов	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1.	<p>Основные принципы статистической физики</p> <p>Термодинамика равновесных систем</p>	<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.  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

2.	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
----	---	--	-------

3.	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
4.	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



5.	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
6.	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 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 и методические материалы

##### 4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «название дисциплины».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме заданий опроса, доклада-презентации, и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к экзамену.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

##### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

			Наименование оценочного средства

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Основные принципы статистической физики	ПК-1	Опрос	Вопрос на экзамене 1-3
2	Термодинамика равновесных систем	ПК-1	Опрос	Вопрос на экзамене 4-5
3	Статистические распределения для идеальных систем	ПК-1	Опрос	Вопрос на экзамене 6-8
4	Неидеальные системы	ПК-1	Контрольная работа	Вопрос на экзамене 9-10
5	Фазовое и химическое равновесие	ПК-2	Опрос	Вопрос на экзамене 11-13
6	Теория флуктуаций и броуновское движение	ПК-2	Реферат, опрос	Вопрос на экзамене 14-15
7	Кинетические уравнения	ПК-2	Опрос	Вопрос на экзамене 16-17

### Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
ПК-1 Способен осваивать и использовать базовые научно-теоретические знания и практические умения по технологическому и физическому образованию в профессиональной деятельности	<b>Знает –</b> основные результаты и практические приложения	<b>Знает –</b> некоторые аспекты математического аппарата; основные результаты и практические приложения	<b>Знает –</b> математический аппарат; основные результаты и практические приложения
	<b>Умеет –</b> решать задачи для простых моделей	<b>Умеет –</b> решать задачи для простых моделей;	<b>Умеет –</b> решать задачи для простых моделей;

		анализировать физический смысл основных формул	анализировать физический смысл основных формул, уравнений и результатов
	<b>Владеет –</b> некоторыми методами математических преобразований для получения некоторых физических результатов	<b>Владеет –</b> некоторыми методами математических преобразований для получения основных физических результатов	<b>Владеет –</b> методами математических преобразований для получения основных физических результатов
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	<b>Знает -</b> методы и приёмы постановки физического эксперимента	<b>Знает -</b> методы и приёмы постановки физического эксперимента, способы его математической обработки;	<b>Знает -</b> методы и приёмы постановки физического эксперимента, способы его математической обработки; методы и приёмы решения конкретных физических задач, физические приложения математических понятий

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**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 равномерного распределения.

26. Теплоемкость двухатомного газа. Вклад вращательных, колебательных и электронных степеней свободы.

27. Учет взаимодействий ядерного спина и молекулярного вращения (орто- и параводород, 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

**Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством:** ПК-1 (знать), ПК-2 (знать).

### **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

**Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством:** ПК-1 (знать), ПК-2 (знать).

#### **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.

**Перечень части компетенции, проверяемых оценочным средством:** ПК-1 (знать, уметь, владеть), ПК-2 (знать, уметь, владеть).

#### **4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

##### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания на экзамене**

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является экзамен. Студенты обязаны сдать экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом

Экзамен по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения экзамена: письменно.

Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результат сдачи экзамена заноситься преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

**Критерии оценки:**

**оценка «отлично»:** глубокие исчерпывающие знания всего программного материала, логически последовательные, полные, грамматически правильные и конкретные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов комиссии; использование в необходимой мере в ответах языкового материала, представленного в рекомендуемых учебных пособиях и дополнительной литературе.;

**оценка «хорошо»:** твёрдые и достаточно полные знания всего программного материала, последовательные, правильные, конкретные ответы на поставленные вопросы при свободном реагировании на замечания по отдельным вопросам;

**оценка «удовлетворительно»:** знание и понимание основных вопросов программы, наличие не более 50% ошибок в освещении отдельных вопросов билета;

**оценка «неудовлетворительно»:** непонимание сущности излагаемых вопросов, грубые ошибки в ответе, неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы экзаменаторов.

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания контрольных работ:**

Компонентом текущего контроля по дисциплине является контрольная работа в виде письменного решения задач.

Максимальное количество баллов, которое студенты могут получить за правильное решение задач на контрольной работе, составляет 5 баллов.

Ступени уровней освоения компетенций	Вид задания	Количество баллов
Пороговый	Контрольная работа	3
Базовый	Контрольная работа	4
Продвинутый	Контрольная работа	5

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания опроса**

Форма проведения – письменный опрос.

Длительность опроса – 20 минут.

**Критерии оценки:**

- **оценка «зачтено»** выставляется за: умение использовать естественнонаучные и математические знания для анализа физических явлений и решения практических задач, умение понимать причинно-следственные связи, понимать сущность физических явлений.

- **оценка «не зачтено»** выставляется за: неспособность выявить причинно-следственные связи, отсутствие навыков анализировать физический смысл основных формул, уравнений, неумение решать задачи для простых моделей и интерпретировать их результаты.

**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).

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

### **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. 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 темы занятия;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) — дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

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

### **7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий**

- электронные учебники и пособия, демонстрируемые с помощью компьютера и мультимедийного проектора,
- интерактивные доски,
- электронные энциклопедии и справочники,
- тренажеры и программы тестирования,
- образовательные ресурсы Интернета,
- видео и аудиотехника.

### **7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения**

Microsoft Windows 8, 10

Microsoft Office Professional Plus

### **7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и 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> - 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.

## **8. Материально-техническое обеспечение 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.