

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет
имени Коста Левановича Хетагурова»*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Физика конденсированного состояния. Термодинамика.
Статистическая физика. Физическая кинетика»**

Направление 03.03.02 ФИЗИКА

Профили: «Физика конденсированного состояния»

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Год начала подготовки – 2026

Утверждена в составе ОПОП

Составитель: доцент кафедры физики конденсированного состояния В.И. Кесаев

Владикавказ 2026

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетные единицы (252 часа). Форма промежуточной аттестации – экзамен

	Очная форма обучения	
Курс	4	
Семестр	7	8
Лекции	48	42
Практические занятия	32	28
СРП	18	
Итого аудиторных занятий	98	70
Самостоятельная работа	28	20
Форма контроля	зачёт	экзамен
Контроль		36
Общее количество часов	252	

2. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины:

- дать полное представление о дисциплине «Физика конденсированного состояния. Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика» как заключительной части базового университетского курса теоретической физики.
- раскрыть суть статистического описания макропроцессов как основы научного метода исследования проблемы многих тел.
- изложить основы современной статистической механики и исследований конденсированных тел.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование:

- правильного научного мировоззрения;
- мотивации к совершенствованию своего профессионального уровня как физика; - способности с помощью освоенных теоретических методов решать прикладные задачи;
- владение навыками самостоятельной работы в исследовании актуальных проблем статистической механики, физики твердого тела и т.п.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование:

- правильного научного мировоззрения;
- мотивации к совершенствованию своего профессионального уровня как физика;
- способности с помощью освоенных теоретических методов решать прикладные задачи; - владение навыками самостоятельной работы в исследовании актуальных проблем статистической механики, физики твердого тела и т.п.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП: Базовая часть. Б1.О.21.04

Данная учебная дисциплина включена в раздел Б1.О.21.04 Общепрофессиональный основной образовательной программы 03.03.02 Физика. Осваивается на 4 курсе, 7-8 семестр.

Для освоения данной дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках освоения дисциплин модуля «Общая физика» («Механика», «Молекулярная физика»), модуля «Математика»: «Дифференциальные уравнения», «Интегральные уравнения и вариационное исчисление»; модуля «Теоретическая физика»: «Термодинамика» и является предшествующей для дисциплины «Физика конденсированного состояния».

4. Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы):

Коды компетенций	Содержание компетенций	
ПК-2	Способен развивать и применять фундаментальные математические и физические основы связи и информационно-коммуникационных технологий	ПК-2.1: Создает условия для достижения обучающимися всех видов образовательных результатов (предметных, метапредметных и личностных) ПК-2.2: Анализирует компоненты образовательной среды и их дидактические возможности, критерии и показатели психологической безопасности ПК-2.3: Понимает алгоритм проектирования психодидактического компонента образовательной среды ПК-2.4: Демонстрирует экспертные методы оценки эффективности и развивающего потенциала образовательной среды
ПК-4	Способен реализовывать фундаментальные и прикладные исследования в области физики Космоса	ПК-4.1. Анализирует отечественный и зарубежный опыт по разработке методов проведения физических исследований с помощью современной приборной базы. ПК-4.2. Демонстрирует знание принципов организации и проведения экспериментальных исследований. ПК-4.3. Выбирает и использует соответствующие ресурсы,

		современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений. ПК-4.4. Оформляет результаты исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических разработок.
--	--	---

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

Коды компетенций ОПОП	Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП		
	Знать	Уметь	Владеть
ПК-2	основные тенденции развития средств обучения физике: - дидактических материалов, учебного оборудования, пособий для ТСО, программно педагогических средств и возможностей их применения в учебном процессе; - современное оборудование физического кабинета, правила его эксплуатации и хранения;	- создавать экспериментальные установки с использованием нового оборудования и программных средств; - диагностировать и устранять неисправности в работе учебных экспериментальных установок.	практическими умениями в области поиска информации о новых информационных технологиях обучения, современном учебном оборудовании и рекомендациях по его применению; - сведениями об основных производителях учебной техники и программнопедагогических средств; - навыками простейшего ремонта учебных приборов.
ПК-4	- приемы повышения эффективности выполнения демонстраций и лабораторных опытов; - технологию разработки и настройки учебных экспериментальных установок (УЭУ); - основные закономерности формирования у учащихся	- создавать экспериментальные установки с использованием нового оборудования и программных средств; - диагностировать и устранять неисправности в работе учебных экспериментальных установок.	практическими умениями в области поиска информации о новых информационных технологиях обучения, современном учебном оборудовании и рекомендациях по его применению; - сведениями об основных производителях учебной техники и программнопедагогических средств; - навыками простейшего ремонта учебных приборов.

	экспериментальных умений; - правила техники безопасности при проведении физического эксперимента.		
--	--	--	--

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей и профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

[Введите текст]

5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

Номер	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Литература
		л	пр	Содержание	Часы		
1	Общие положения статистической механики. Статистический способ описания физических явлений. Невозможность решения и анализа этого решения для N – частичной системы ($N \sim 10^{23}$). Адекватно усреднение. Отказ от информации (части). Среднее по времени.	6 (6)	4 (4)	Разбор решенных задач из[2,3].	6	Устный опрос, сообщения по вопросам темы,	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
2	Термодинамика (как следствие статистической механики) Эргодичность. Динамический хаос. Синэргетика А. Эргодическая гипотеза. Среднее по ансамблю. Биллиарды. Синая. Диффузия Арнольда. Универсальность (критерий Фейнгенбаума)	6 (6)	4 (4)	Разбор решенных задач из[2,3].	5	Устный опрос, доклад, конспект,	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
3	Каноническое распределение Гиббса и связанные темы. Основы статистической физики. Функция распределения. Ее свойства. Теорема Лиувилля. Уравнение Лиувилля. Зависимость функции распределения от аддитивных интегралов движения. Возможный вид функции распределения для замкнутых систем. Матрица плотности. Среднее значение макроскопические величины в квантовой статистике.	6 (4)	4 (4)	Разбор решенных задач из[2,3].	5	Устный опрос, доклад, конспект,	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
4	Большое каноническое распределение.	6 (6)	4	Разбор решенных задач	6	Устный опрос,	[1], [2],

	Квантовые идеальные газы (св-ва). Определение энтропии и закон возрастания энтропии. Еще раз о синэргетике. Определение энтропии. Формула вычисления энтропии (вариационный принцип – аналог принципа наименьшего действия). Самоорганизация (нарушение закона возрастания?)		(2)	из[2,3].		конспект, доклад,	[3], [4], [5], [6]
5	Применение к твердым телам и жидкостям (Модели Дебая, Уленбека, Перкуса). Определение основных термодинамических величин. Определение P , V , T . Адиабатический процесс. Первый закон термодинамики.	10(8)	4 (4)	Разбор решенных задач из[2,3].	6	Устный опрос, конспект, доклад,	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
6	Термодинамические потенциалы. Преобразование Лежандра. Определение E , W , F , G . Их физический смысл.(раскрыть). Зависимость термодинамических величин от числа частиц. Определение химического потенциала μ . Определение «большого» потенциала Ω . Теорема о малых добавках. Зависимость потенциалов от N (числа частиц).			Разбор решенных задач из[2,3].	5	Устный опрос, конспект, доклад,	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
7	Соотношение между термодинамическими величинами. Определение якобианов и техника работы с ними. Применение якобианов к выводу соотношений между термодинамическими величинами. Пример: (выразить адиабатическую сжимаемость через изотермическую)	4 (4)	4 (2)	Разбор решенных задач из[2,3].	5	Устный опрос, конспект, доклад,	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
8	Различные термодинамические процессы. Принцип Ле – Шателье. Максимальная работа, совершаемая телом в различных изопроцессах. Процесс Джоуля – Томсона Работа холодильной машины. Термодинамика в релятивистской области. Микроканоническое распределение Гиббса.	6 (6)	4 (4)	Разбор решенных задач из[2,3].	6		

	Равновесие. Иерархия временных масштабов (Боголюбов). Самый общий вид равновесной функции распределения. $\rho \sim \delta(E-E_0)$.						
9	Вывод канонического распределения Гиббса. Постановка проблемы (тело в термостате?) Статистическая сумма в обеих статистиках. Вывод Распределения Гиббса. Распределение Максвелла. Свободная энергия канонического ансамбля – 2 часа. Вывод формулы $F = -T \ln Z$.	4 (6)	4 (2)	Разбор решенных задач из [2,3].	4	Устный опрос, конспект, доклад,	[1], [2], [3], [4], [5], [6]
	ИТОГО	48/42	32/28		48		

Примечания:

- Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.
- В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также с использованием Webex, платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на сайте СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

6. Образовательные технологии

Традиционные лекции и практические (семинарские) занятия с использованием современных интерактивных технологий. Лекции с использованием мультимедийных презентаций, лекции-беседы, лекции-диалоги, эвристические лекции, лекциивизуализации, практические занятия, самостоятельная работа студентов, компьютерное тестирование.

Лекция-диалог – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

Лабораторное занятие - форма учебного занятия, при которой студент под руководством преподавателя проводит естественные или имитационные эксперименты или опыты с целью подтверждения отдельных теоретических положений определенной учебной дисциплины, приобретает практические навыки работы с лабораторным оборудованием, оборудованием, вычислительной техникой, измерительной аппаратурой, методикой экспериментальных исследований. Лабораторные занятия не только закрепляют теоретические знания, но и позволяют студенту глубоко изучать механизм применения этих знаний, овладевать важным для специалиста умением интеллектуального проникновения в те естественно-технические или производственные процессы, которые исследуют на лабораторном занятии. Под влиянием этой формы занятий студентов часто возникают новые идеи научного и технического характера, которые используются в курсовых, квалификационных, дипломных работах. Лабораторные занятия в значительной степени обеспечивают отработку умений и навыков принятия практических решений в реальных условиях производства.

Лабораторные занятия не только закрепляют теоретические знания, но и позволяют студенту глубоко изучать механизм применения этих знаний, овладевать важным для специалиста умением интеллектуального проникновения в те естественно-технические или производственные процессы, которые исследуют на лабораторном занятии. Под влиянием этой формы занятий студентов часто возникают новые идеи научного и технического характера, которые используются в курсовых, квалификационных, дипломных работах. Лабораторные занятия в значительной степени обеспечивают отработку умений и навыков принятия практических решений в реальных условиях производства.

Перечень тем лабораторных занятий определяется рабочей программой учебной дисциплины. Количество студентов на таких занятиях не превышает половины академической группы. Приступая к работе в лаборатории, студенту следует знать, что любое несоблюдение расписания занятий и дисциплины будет считаться нарушением его служебных обязанностей. Преподаватель, который впервые встречается со студентами на вводном занятии, должен ознакомить их с общими правилами работы в лаборатории, которые они обязаны неукоснительно выполнять.

Онлайн-семинар – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника (Zoom, Meet, Skype и др.).

Используются интерактивные методы обучения: ситуационные задачи, исследовательский метод обучения, деловые игры, подготовка и публичная защита рефератов. Используются рейтинговая технология, технологии дистанционного обучения. Используются интерактивные методы обучения: ситуационные задачи, исследовательский метод обучения, деловые игры, подготовка и публичная защита рефератов.

7. Методические указания по дисциплине

7.1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

К видам самостоятельной работы при изучении данной дисциплины относится:

- подготовка презентаций;
- подготовка информационных сообщений;
- составление схемы;
- самостоятельное изучение литературы по теме и составление по ней конспектов;
- работа со справочными материалами (терминологическими и иными словарями, энциклопедиями) и т.д.

Темы и формы внеаудиторной самостоятельной работы, ее трудоёмкость содержатся в разделе 5.

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы

Критерии оценки контрольной работы могут быть как общие, так и частные. К общим критериям можно отнести следующие:

- соответствие контрольной работы теме;
- глубина и полнота раскрытия темы;
- адекватность передачи содержания первоисточника; логичность, связность; доказательность;
- структурная упорядоченность (наличие введения, основной части, заключения, их оптимальное соотношение);
- оформление (наличие плана, списка литературы, культура цитирования, сноски и т. д.); языковая правильность.

Частные критерии относятся к конкретным структурным частям контрольной работы: введению, основной части, заключению.

1. Критерии оценки введения: наличие обоснования выбора темы, ее актуальности; наличие сформулированных целей и задач работы; наличие краткой характеристики первоисточников.

2. Критерии оценки основной части: структурирование материала по разделам, параграфам, абзацам; наличие заголовков к частям текста и их соответствие содержанию; проблемность и разносторонность в изложении материала; выделение в тексте основных понятий и терминов, их толкование; наличие примеров, иллюстрирующих теоретические положения.

3. Критерии оценки заключения: наличие выводов по результатам анализа; выражение своего мнения по проблеме; наличие приложения: рисунков и схем (при необходимости).

Все требования к контрольной работе сообщаются задолго до его написания. Общая оценка за контрольную работу выставляется следующим образом: от 65% до 80% - «удовлетворительно»; 80-90% - «хорошо»; 90-100% - «отлично».

Задания для самостоятельной работы студентов по дисциплине

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе по дисциплине могут быть следующих видов:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;
- выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий;
- решение задач;
- моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Самостоятельная работа студентов включает выполнение домашних заданий к каждому лабораторному и практическому занятию. Задания содержат устную подготовку по теоретическим вопросам.

Для подготовки к занятиям студенты пользуются учебниками и учебными пособиями, указанными в списке рекомендованной литературы, а также интернетисточниками. Все методические материалы представлены в системе дистанционного обучения СОГУ (Сайт ДО СОГУ на площадке системы «MOODLE» по ссылке: <http://lms.nosu.ru/>).

Критерии формирования оценок при представлении конспектов

1. Конспект соответствует предложенной теме, имеет вступление, основную часть и заключение; в лабораторной работе представлены цель работы, ее ход с описанием экспериментальной работы, сделаны выводы по работе – 2 б.
2. Тема раскрыта полностью, студент продемонстрировал способность анализировать разные представленные результаты теоретических и экспериментальных исследований, правильно выполнены все расчеты и приведены уравнения реакций, дана полная характеристика полученных химических соединений – 2 б.

Максимальное количество баллов – 4.

Методические указания для преподавателей по проведению практических занятий по дисциплине

В начале занятия рекомендуется рассмотреть соответствующий теоретический материал. Затем идет практический разбор изучаемого материала, решаются задачи из сборников по введению в языкознание, разбирается каждый конкретный пример.

В начале практического занятия следует обратить на теоретические вопросы по теме занятия. Первоначально идет изложение теоретического материала темы занятия. Затем в ряде вопросов преподавателя следует сконцентрировать внимание на основных идеях темы занятия. Вопросы должны включать в себя различные вариации элементарных ситуаций, отображающих основные идеи темы занятия в их взаимной взаимосвязи. Задаваемые вопросы должны быть конкретными и максимально проявлять в студентах их сообразительность.

После предварительной части следует начинать разбирать вопросы, имеющие более длинные сценарии взаимодействия основных идей темы занятия.

Устный опрос требует от преподавателя большой предварительной подготовки: тщательного отбора содержания, всестороннего продумывания вопросов, задач и примеров, которые будут предложены, путей активизации деятельности всех студентов группы в процессе проверки, создания на занятии деловой и доброжелательной обстановки.

Различают фронтальный, индивидуальный и комбинированный опрос.

Фронтальный опрос проводится в форме беседы преподавателя с группой. Он органически сочетается с повторением пройденного, являясь средством для закрепления знаний и умений. Его достоинство в том, что на активную умственную работу можно вовлечь всех студентов группы. Для этого вопросы должны допускать краткую форму ответа, быть лаконичными, логически взаимосвязанными друг с другом, даны в такой последовательности, чтобы ответы студентов в совокупности могли раскрыть содержание раздела, темы. С помощью фронтального опроса преподаватель имеет возможность проверить выполнение студентами домашнего задания, выяснить готовность группы к изучению нового материала, определить сформированность основных понятий, усвоение нового учебного материала, который был только что разобран на занятии.

Индивидуальный опрос предполагает обстоятельные, связные ответы студентов на вопрос, относящийся к изучаемому учебному материалу, поэтому он служит важным учебным средством развития речи, памяти, мышления студентов. Чтобы сделать такую проверку более глубокой, необходимо ставить перед студентами вопросы, требующие развернутого ответа.

Вопросы для индивидуального опроса должны быть четкими, ясными, конкретными, емкими, иметь прикладной характер, охватывать основной, ранее пройденный материал программы. Их содержание должно стимулировать студентов логически мыслить, сравнивать, анализировать, доказывать, подбирать убедительные примеры, устанавливать причинно-следственные связи, делать обоснованные выводы и этим способствовать объективному выявлению знаний студентов.

Вопросы обычно задают всей группе и после небольшой паузы, необходимой для того, чтобы студенты поняли его и приготовились к ответу, вызывают для ответа конкретного студента.

Письменная проверка, наряду с устной, является важнейшим методом контроля знаний, умений и навыков студентов. Однородность работ, выполняемых студентами, позволяет предъявлять ко всем одинаковые требования, попытается объективность оценки результатов обучения. Применение этого метода дает возможность в наиболее короткий срок одновременно проверить усвоение учебного материала всеми студентами группы, определить направления для индивидуальной работы с каждым.

Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе (выполнение домашних заданий).

8. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

8.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Контрольные задания (демоверсии) для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

№	Компетенция	Задания для диагностики сформированности компетенций	Ссылки
Задания открытого типа			
Задания для диагностики развития теоретических знаний			
1.	ПК-2, ПК-4	Статистический способ описания физических явлений. Невозможность решения и анализа этого решения для N – частичной системы ($N \sim 10^{23}$). Адекватно усреднение. Среднее по времени.	
2.	ПК-2, ПК-4	Эргодичность. Динамический хаос. Синэргетика. Эргодическая гипотеза. Среднее по ансамблю. Биллиарды. Синая. Диффузия Арнольда.	Там же, с. 16.
3.	ПК-2, ПК-4	Основы статистической физики. Функция распределения. Ее свойства. Теорема Лиувилля. Уравнение Лиувилля. Зависимость функции распределения от аддитивных интегралов движения. Возможный вид функции распределения для замкнутых систем. Матрица плотности. Среднее значение макроскопические величины в квантовой статистике.	Там же, с. 16.
4.	ПК-2, ПК-4	Определение энтропии и закон возрастания энтропии. Еще раз о синэргетике. Определение энтропии. Формула вычисления энтропии (вариационный принцип – аналог принципа наименьшего действия). Самоорганизация (нарушение закона возрастания?)	Там же, с. 18-19.
5.	ПК-2, ПК-4	Определение основных термодинамических величин. Определение P , V , T . Адиабатический процесс. Первый закон термодинамики. Термодинамические потенциалы. Преобразование Лежандра. Определение E , W , F , G . Их физический смысл.(раскрыть). Зависимость термодинамических величин от числа числа	Там же, с. 22.

		Определение химического потенциала μ . Определение «большого» потенциала Ω . Теорема о малых добавках. Зависимость потенциалов от N (числа частиц).	
6.	ПК-2, ПК-4	Соотношение между термодинамическими величинами. Определение якобианов и техника работы с ними. Применение якобианов к выводу соотношений между термодинамическими величинами. Пример: (выразить адиабатическую сжимаемость через изотермическую)	Там же, с. 23.
7.	ПК-2, ПК-4	Различные термодинамические процессы. Принцип Ле – Шателье. Максимальная работа, совершаемая телом в различных изопроцессах. Процесс Джоуля Томсона Работа холодильной машины. Термодинамика в релятивистской области. Микроканоническое распределение Гиббса.	Там же, с. 23.
8.	ПК-2, ПК-4	Вывод канонического распределения Гиббса. Постановка проблемы (тело в термостате?) Статистическая сумма в обеих статистиках. Вывод Распределения Гиббса. Распределение Максвелла. Свободная энергия канонического ансамбля – 2 часа. Вывод формулы $F = -T \ln Z$.	Там же, с. 24.

Методика формирования результирующей оценки

Минимальное количество баллов, которое студент может набрать в ходе изучения курса для получения экзамена, – 50; максимальное – 100. Баллы складываются из следующих показателей: за регулярные выступления и работу на лабораторных и практических занятиях, решение задач и выполнение самостоятельной работы – до 20 баллов за каждый рубеж; за тестирование – до 15 баллов на каждой рубежной контрольной, до 30 баллов на устном ответе.

Контрольные задания (демоверсии) для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

1) Типовые задания для практических (лабораторных) занятий

1. Освоение навыков вычисления средних значений физических величин заданных распределений p .
2. Использование решений стохастических уравнений (Ланжевена, Смолуховского, ФоккераПланка). Свойства корреляционных функций.
3. Решение уравнения Луивилля.

4. Термодинамические вычисления. Задачи на различные термодинамические процессы.
5. Идеальные газы (классические и квантовые). Вычисление их термодинамических величин из первых принципов.
6. Разбор задач (решенных) из задачников[2,3]

Оценка	Критерий оценки устного и письменного ответа на практическом занятии
5	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, ответ структурирован, даны правильные аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется высокий уровень участия в дискуссии.
4	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, даны правильные, аргументированные ответы на уточняющие вопросы, но имеются неточности, при этом ответ неструктурирован и демонстрируется средний уровень участия в дискуссии.
3	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется низкий уровень участия в дискуссии, ответ неструктурирован, информация трудна для восприятия.
2	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, демонстрируется слабое владение категориальным аппаратом, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, участие в дискуссии отсутствует, ответ неструктурирован, информация трудна для восприятия.

2) Тематика рефератов для самостоятельной работы (для формирования компетенций ПК-2; ПК-4)

1. Среднее по ансамблю.
2. Матрица плотности.
3. Энтропия.
4. Микроканоническое распределение Гиббса.
5. Каноническое распределение Гиббса.
6. Адиабатный процесс.
7. Термодинамические потенциалы.
8. Идеальный классический газ.
9. Распределение Больцмана.
10. Распределение Ферми.
11. Распределение Бозе.
12. Квантовый идеальный газ.

Оценочный лист защиты рефератов (докладов)

Оценка	Критерий оценки краткого сообщения
5	Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, тема полностью раскрыта, сообщение структурировано, даны правильные аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется высокий уровень участия в дискуссии.
4	Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, тема

	полностью раскрыта, даны правильные, аргументированные ответы на уточняющие вопросы, но имеются неточности, при этом сообщение не структурировано и демонстрируется средний уровень участия в дискуссии.
3	Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется низкий уровень участия в дискуссии, сообщение не структурировано, информация трудна для восприятия.
2	Содержание краткого сообщения соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, демонстрируется слабое владение категориальным аппаратом, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, участие в дискуссии отсутствует, сообщение не структурировано, информация трудна для восприятия.

4) Вопросы и задачи к рубежным контрольным работам (ПК-2; ПК-4):

Задачи к 1-ой контрольной:

Задача 1. Дано распределение для случайной величины $p(x)$. Найти нормировочный множитель и среднее значение $f(x)$.

Задача 2. Решить уравнение Ланжевана с заданным коррелятором $\langle f(t)f(t+\tau) \rangle$. Найти коэффициент диффузии.

Задача 3. Вероятность того, что для некоторой системы значения величин x и y находятся в $[x, x+dy]$ и $[y, y+dy]$ дается выражением $dW(x, y) = e \exp[-2(x^2+y^2)] dx dy$, $x, y \in \mathbb{R}$. Найти плотность вероятности того, что значение величины x будет равно 2.

Задача 4. Доказать, что для теплоемкостей C_p и C_v выполняется соотношение $C_p - C_v = T \alpha_p^2 \rho \epsilon^{-1} T$, где α_p – изобарический коэффициент теплового расширения, ϵ – изотермический коэффициент сжимаемости.

Задача 5. Доказать, что если для канонического ансамбля средняя энергия $\langle E \rangle$, то $\langle E^2 \rangle - \langle E \rangle^2 = T^2 C_v$.

Задачи ко 2-ой контрольной :

Задача 1. Определить энергию и давление для идеального газа, состоящего из N частиц и находящегося в объеме V , если энергия частицы $\epsilon = a\sqrt{p}$, p – импульс.

Задача 2. Написать распределение Максвелла для идеального газа, находящегося в сосуде, движущийся с постоянной скоростью $\vec{v}$ (ответ обосновать)

Задача 3. Определить среднее число столкновений в единицу времени отдельной частицы идеального газа с другими в двумерном случае.

Задача 4. Идеальный газ заключен в сосуд (цилиндр), который закрыт подвижным поршнем массы M . Найти уравнение состояния газа.

Задача 5. Доказать, что если для канонического ансамбля средняя энергия $\langle E \rangle$, то $\langle E - \langle E \rangle \rangle^2 = T^2 C_V$.

Критерии оценивания:

Всего в контрольной 5 задач. За каждый правильный ответ – 5 балл.

Промежуточный контроль - итоговая оценка знаний студента, осуществляется по накопительной системе суммированием баллов, полученных в процессе текущего и рубежного контроля.

Форма промежуточного контроля – экзамен.

Проведение текущего и промежуточного контроля по дисциплине осуществляется в соответствии с Положением СОГУ.¹

Методика формирования результирующей оценки²³

В ходе текущего контроля студенты могут набрать 0-100 баллов:

1 –я контрольная - максимально 50 баллов; из них:

От 0 до 25 баллов (рубежная аттестация) – тестирование в центре тестирования СОГУ или контрольная работа;

От 0 до 25 баллов (текущая оценка) – активная работа за данный период на семинарских (практических) занятиях

2-я контрольная аттестация – максимально 50 баллов; из них:

От 0 до 25 баллов (рубежная аттестация) – тестирование в центре тестирования СОГУ;

От 0 до 25 баллов (текущая оценка) – активная работа за данный период на семинарских (практических) занятиях Промежуточный контроль: **Для экзамена:**

За устный ответ на экзамене студент получает 0-50 баллов.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 56-100 баллов, автоматически получают «Экзамен».

Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

**Шкала итоговой академической успеваемости студентов
по дисциплине**

Система оценок СОГУ		
Форма контроля	Сумма баллов	Название
Экзамен	86 - 100	отлично
	71-85	хорошо

1 Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры и специалитета в СОГУ (в последней редакции от 08.07.20 г. Пр. № 173).

2 В соответствии с Положением о БРС оценивания обучающихся очной формы по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата и специалитета в ФГБОУ ВО СОГУ (от 3.03.2018 г., пр. № 47)

	56-70	удовлетворительно
Зачёт	56-100	зачтено
	0-55	не зачтено

Зачет проводится в устной форме.

Критерии оценки

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, показал готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала, способность к самосовершенствованию на основе традиционной нравственности, исчерпывающе, последовательно, логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами поиска необходимой информации в справочных и интернет-ресурсах, использует в ответе материал словарей, правильно и творчески строит диалогическую речь, владеет навыками говорения, письма, чтения и перевода с объема, необходимым для осуществления профессиональной деятельности;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, не показал достаточной готовности к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала, способности к самосовершенствованию на основе традиционной нравственности, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания по проверке навыков говорения, чтения и перевода текста в объеме, необходимом для осуществления профессиональной деятельности.

Вопросы для подготовки к экзамену (ПК-2; ПК-4):

1. Среднее по ансамблю.
2. Квантовый идеальный газ.
3. Свойства функции распределения замкнутых систем.
4. Распределение Бозе.
5. Зависимость функции распределения от интегралов движения.
6. Распределение Ферми.
7. Матрица плотности.
8. Распределение Больцмана.
9. Энтропия.
10. Идеальный классический газ.
11. Микроканоническое распределение Гиббса.
12. Свободная энергия канонического ансамбля.
13. Каноническое распределение Гиббса.
14. Термодинамические потенциалы.
15. Определение давления и температуры.
16. Адиабатный процесс.

Вопросы для подготовки к зачету (ПК-2; ПК-4):

1. Распределение Больцмана (вывод).
2. Распределение Ферми (вывод).
3. Распределение Бозе (вывод).
4. Уравнение состояния квантового идеального газа (вывод).

5. Температурная зависимость внутренней энергии идеального ферми-газа при $T \rightarrow 0$.
6. Температурная зависимость внутренней энергии идеального бозе-газа при $T \rightarrow 0$.
7. Магнетизм идеального ферми-газа(электроны).
8. Бозе-конденсация.
9. Чёрные излучения.
10. Вторично-квантованный Гамильтониан.
11. Оператор эволюции. Теория возмущений для многочастичной системы.
12. Вывод числа состояний для электронного газа в однородном магнитном поле.
13. Найти явный вид оператора $\hat{a}_k(t), \hat{a}_k^+(t)$ в представлении Гейзенберга (представлении взаимодействия), если оператор преобразования $\hat{U}(t) = e^{iH_0 t/\hbar}$, где $\hat{H}_0$ – гамильтониан идеального ферми – газа.
14. Найти (оценить) величину температуры вырождения для ферми-газа, состоящего из ядер ^3He если их концентрация $n \approx 10^{16} \text{ см}^{-3}$.
- 15.

Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Этап	Форма контроля	Критерии оценивания (процент от максимального кол-ва баллов)			
		86-100 %	71-85%	60-70%	Менее 60%
1. Текущий контроль (max. 20 баллов за 1 модуль)					
		4 балла	3 балла	2 балла	1 баллов
	Посещение занятий (max 4 б.)	Студент посетил более 85% занятий	Студент посетил 71-85% занятий	Студент посетил 56-70% занятий	Студент посетил менее 55% занятий
		11-13 баллов	8-10 баллов	6-7 баллов	0-5 баллов
	Текущая работа в течение модуля (max 13 б.)	Студент активно работает на занятиях, отлично выполняет все задания преподавателя.	Студент активно работает на занятиях, хорошо выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, удовлетворительно выполняет задания преподавателя.	Студент недостаточно активно работает на занятиях, неудовлетворительно выполняет задания преподавателя.
		3 балла	2 балла	1 балл	0 баллов
	Доклад, презентация (max 3 б.) / опорный конспект (max 3 б.)	Тема полностью раскрыта. Основательное владение материалом. Высокий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Академический стиль изложения.	Тема в основном раскрыта. Хорошее владение материалом. Средний уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Хороший стиль изложения.	Тема частично раскрыта. Удовлетворительное владение материалом. Низкий уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Удовлетворительный стиль изложения.	Тема не раскрыта. Неудовлетворительное владение материалом. Недостаточный уровень самостоятельности, логичности, аргументированности. Неудовлетворительный стиль изложения.
2. Рубежный контроль (15 б. за 1 модуль)					
		14-15 баллов	11-13 балл	08-10 баллов	0-7 баллов
	Контрольная работа	Правильно выполнены все	Правильно выполнена большая	Задания выполнены более чем	Задания выполнены менее чем

		задания. Продemonстрирова н высокий уровень владения материалом. Студент способен на практике применять знания и умения в ходе выполнения конкретных заданий.	часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирова н хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продemonстрирова н удовлетворительны й уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	наполовину. Продemonстрирован неудовлетворительн ый уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.
3. Итоговый контроль по дисциплине					
		26–30 баллов	20–25 балла	15–19 баллов	0–14 баллов
	Экзамен/ зачет	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента.	Дан полный ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно- следственные связи. Но допущены незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.	Дан недостаточно полный ответ. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно- следственные связи. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины или дан неполный ответ и допущены грубые ошибки. Речь неграмотная. Уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

[1] Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц.

Статистическая физика. Т.5.

-М. : «Наука», 1976, 583с. **Задачники:**

[2] Л. Г. Гречко, В. И. Сугаков и др.

Сборник задач по теоретической физике -М.

: «Высшая школа», 1972, 333с.

[3] Дж. Кронин, Д. Гринберг, В. Телегди Сборник задач с решениями по физике

-М. : «Атомиздат», 1975, 336с.

современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы, электронные образовательные ресурсы

Обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам (требуется регистрация в библиотеке СОГУ):

1. Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ (ЭБД РГБ) (<https://dvs.rsl.ru>).
2. ЭБС «Университетская библиотека online» (<https://biblioclub.ru>).
3. ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru» (<http://elibrary.ru>).
4. Универсальная баз данных East View (<https://dlib.eastview.com>). Логин: Khetagurov; Пароль: Khetagurov
5. ЭБС «Консультант студента». <http://www.studentlibrary.ru>
6. ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям (www.biblio-online.ru)
7. Информационно-правовой портал «Гарант» (<http://www.garant.ru/>).
8. Справочная правовая система Консультант Плюс (<http://www.consultant.ru/>).

Материально-техническое оснащение дисциплины:

Проведение дисциплины обеспечено всем необходимым: лабораторным оборудованием, приборами, материалами, оперативным доступом к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

Университет обеспечивает возможность свободного использования компьютерных технологий. Все компьютерные классы университета объединены в локальную сеть, со всех учебных компьютеров имеется выход в Интернет.

Обеспечивается доступ к информационным ресурсам, к базам данных, в читальных залах к справочной и научной литературе, к периодическим изданиям в соответствии с направлением подготовки. Компьютеры оснащены необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

Ауд. 30 Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска

Ауд. 30 Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска

Ауд. 27 Лаборатории: компьютерные классы: преподавательский стол, преподавательский стул, столы обучающихся, стулья, классная доска, мультимедийный комплекс (проектор, экран), колонки, ПК преподавателя, ПК обучающихся, программное обеспечение: Adobe flash player 31; Adobe reader 10; Java 6.0; K-Lite Codec Pack; Win rar; Microsoft Office 10; Microsoft Visio 10; Microsoft Visual studio; Kaspersky Endpoint Security

Библиотека, в том числе читальный зал: столы, стулья, ПК обучающихся, программное обеспечение: Adobe flash player 31; Adobe reader 10; Java 6.0; K-Lite Codec Pack; Win rar; Microsoft Office 10; Microsoft Visio 10; Microsoft Visual studio; Kaspersky Endpoint Security

Состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование	№ договора (лицензия)	Страна производитель
1.	Windows 10 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
2.	Windows 10 Pro for Workstations	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
3.	Windows 8.1 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
4.	Windows 8.1 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
5.	Windows 8 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
6.	Windows 8 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
7.	Windows 7 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
8.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
9.	Office Standard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
10.	Office Standard 2013	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
11.	Office Standard 2010	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.	США
12.	Система тестирования Sunrav WEB Class	№468 от 03.12.2013 ИП Сунгатулин Р.Т.(бессрочно)	Россия
13.	Программное обеспечение 1С: Предприятие. Бухгалтерский Учет. Типовая конфигурация 8 сетевая версия	№ СД/108 от 29.08.2017 г. (максимум-софт) бессрочно	Россия
14.	Система компьютерной верстки MikTex	Лицензия FSF/Debian (Свободное программное обеспечение) (бессрочно)	
15.	Kasperksy Endpoint Security	До 22.01.2024 г.	Россия
16.	Программное обеспечение для редактирования химических формул Isis Draw	Свободное программное обеспечение(бессрочно)	США
17.	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат. ВУЗ»	№ 6262 от 09.01.2023 г. (действителен до 31.12.2023 г.) с ОАО «Анти-Плагиат»	Россия
18.	Программное обеспечение 1С: Предприятие 8.3 Управление торговлей	№КП /108 от 29.08.2017 г. с ООО «Максимум»(бессрочно)	Россия
19.	Программное обеспечение 1С: зарплата и кадры гос. учреждения 8	№СД./ №126., 01.07.2020 г. «МАКСИМУМ-СОФТ» бессрочно	Россия
20.	Программное обеспечение 1С: бюджет	№СД/76 01.03.2017 г. «максимум-софт» (бессрочно)	Россия

21.	Автоматизированная система «Управление –Деканат БРС»	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611830 от 06.02.2015 г. (бессрочно)	СОГУ
22.	Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»	Разработка СОГУ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611829 от 06.02.2015 г. (бессрочно)	СОГУ
23.	Планы	№8867, от 09.01.2023 г. (09.01.2023г. до 31.12.2023 г.) ООО ЛММИС	Россия
24.	VSDESK	№ 210406/01 от 06.04.2021 г. ИП И.А. Сергеевич Тех. под. 07.04.2022 г.	Россия
25.	«Галактика»	от 14.03.2022 г. (примерная дата)	Россия
26.	DIRECTUM RX – Система электронного документооборота	ООО Галактика ИТ договор № 120320/Д/А от 14.03.2022 г. (примерная дата)	Россия
27.	Услуги связи (доступ к сети интернет)	ООО Алком № AL-0044 от 01.02.2022 г.-31.12.2022 г.	Россия
28.	MOODLE	Бесплатное российское	США (бесплатное российское)
29.	«Галактика РУЗ»	Лицензия бессрочная Тех. сопровождение от 14.03.2022 г.	Россия
30.	Личный кабинет абитуриента	Лицензия бессрочная Тех. сопровождение от 14.03.2022 г.	Россия
31.	Личный кабинет студента/сотрудника	Лицензия бессрочная Тех. сопровождение от 14.03.2022 г.	Россия
32.	Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ (ЭБД РГБ)	https://dvs.rsl.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
33.	ЭБС «Университетская библиотека ONLINE»	https://biblioclub.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
34.	ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	http://elibrary.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
35.	Универсальная база данных East View	https://dlib.eastview.com	США
36.	ЭБС «Консультант студента» Студенческая электронная библиотека по медицинскому и фармацевтическому образованию, а также по естественным и точным наукам в целом.	http://www.studentlibrary.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
37.	ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный	www.biblio-online.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия

	читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям		
38.	КЭП (домен на яндексе)	бесплатное	Россия
39.	РусГард	бесплатное	Россия
40.	ViPNet		Россия