

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Димитровградский инженерно-технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ДИТИ НИЯУ МИФИ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель руководителя

_____ Т.И. Романовская
«__» _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА»

Специальность _____ *03.03.02 Физика*

Квалификация выпускника _____ *Бакалавр*

Специализация _____ *Медицинская физика*

Форма обучения _____ *очная*

Выпускающая кафедра _____ *Кафедра общей и медицинской физики*

Кафедра-разработчик рабочей программы _____ *Кафедра общей и медицинской физики*

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточ- ного контроля (экз./зачет/кр)
8	(144) 4	22	22	-	64	Экзамен
Итого	(144) 4	22	22	-	64	Экзамен

Димитровград
2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	3
3 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	3
4 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
5 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	4
6 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	7
7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)	9
8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
10 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	14

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины: изучение статистических методов описания классических и квантовых макроскопических систем, изучение статистических методов описания физических явлений, формирование у студентов знаний и умений, позволяющих моделировать физические явления, используя положения статистической физики и проводить численные расчеты соответствующих физических величин.

Задачи: рассмотрение статистических методов описания свойств вещества, структуры и математическую форму основных уравнений статистической механики, особенности их использования при описании различных явлений; анализирование основных принципов моделирования физических явлений, рассмотрение способов вычисления физических величин, характеризующих явления.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ООП ВО по специальности *03.03.02 Физика*.

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ПК-3 Способен проводить сбор, обработку, анализ и обобщение научно-технической информации, передового отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; способен к подготовке обзоров на основе изучения и анализа полученной информации и собственного профессионального опыта	З-ПК-3 Знать: возможности применения на практике знаний, полученных при освоении профильных физических дисциплин. У-ПК-3 Уметь: применять полученные профессиональные знания на практике. В-ПК-3 Владеть: навыками проведения физических исследований по заданной тематике и обработки полученных результатов.
ПК-5 Способен использовать современные методы обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	З-ПК-5 Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований. У-ПК-5 Уметь: осмысленно выбирать научный метод проведения физических исследований. В-ПК-5 Владеть: методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований.

В результате изучения дисциплины студент бакалавра должен:

Знать:

- возможности применения на практике знаний, полученных при освоении профильных физических дисциплин;
- способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований.

Уметь:

- применять полученные профессиональные знания на практике.
- осмысленно выбирать научный метод проведения физических исследований.

Владеть:

- навыками проведения физических исследований по заданной тематике и обработки полученных результатов
- методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований

исследований.

3 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Статистическая физика относится к части, формируемой участниками образовательных отношений модуля по выбору учебного плана по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

4 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	В18 - формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.

5 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины Статистическая физика составляет 4 зачетных единиц (ЗЕТ), 144 академических часов.

Таблица 5.1 - Объём дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр	
		8	
Контактная работа с преподавателем в том числе: – аудиторная по видам учебных занятий	44	44	
– лекции			22
– практические занятия			22
Самостоятельная работа обучающихся в том числе:	64	64	
– изучение теоретического курса			30
– домашние задачи			34
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Экзамен (36)	Экзамен (36)	
Итого по дисциплине	144	144	

Таблица 5.2 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, включая самостоятельную работу студентов, акад. часы								Формируемые индикаторы освоения компетенций
		Лекции	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	Лабораторные работы	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа	в том числе в форме практической подготовки	Всего часов	
1 семестр										
1	Введение	4	-				10		14	ПК-3, ПК-5
2	Классические системы статистической физики	9	11				27		47	ПК-3, ПК-5
3	Квантовая статистическая физика	9	11				27		47	ПК-3, ПК-5
ИТОГО:		22	22				64		108	

5.2 Содержание дисциплины

Таблица 5.3 - Лекционный курс

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
8 семестр				
1	1	Тема 1. Введение. Предмет статистической физики	2	
2	1	Тема 2. Методы статистической физики.	4	
3	2	Тема 3. Основные положения классической статистической физики. Фазовое пространство. Обобщенные координаты. Уравнения Лагранжа и Гамильтона. Скобка Пуассона. Уравнение Лиувилля. Фазовый ансамбль и фазовая плотность вероятности. Теорема Лиувилля.	2	
4	2	Тема 4. Микроканоническое распределение. Эргодическая гипотеза. Явный вид фазовой плотности вероятности для микроканонического распределения в адиабатически изолированной системе. Термодинамический смысл фазового объема. Связь энтропии и температуры с Параметрами микроканонического распределения.	2	
5	2	Тема 5. Каноническое распределение Гиббса. Явный вид Фазовой плотности вероятности для изотермической равновесной системы. Связь канонического распределения Гиббса и	4	

		термодинамических параметров. Вероятностный смысл энтропии. Распределение Гиббса для систем с переменным числом частиц. Вычисление свободной энергии и других термодинамических параметров идеального газа. Числа заполнения для идеального газа. Реальный газ и вириальное разложение. Вывод уравнения Ван-Дер-Ваальса для реального газа с учетом парного взаимодействия молекул. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы и среднем вириале. Приложения теоремы о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы: гармонический осциллятор. Теплоемкость идеального газа и твердых тел. Классическая теория равновесного излучения. Вывод формулы Рэлея-Джинса. Термодинамика классической плазмы.		
6	3	Тема 6. Основные положения квантовой статистической физики. Основные законы квантовой механики. Квантовый статистический ансамбль. Матрица плотности квантового статистического ансамбля. Квантовое распределение Больцмана. Статистики Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Фотонный газ и статистика Бозе-Эйнштейна. Приложение статистики Ферми-Дирака к электронному газу в металле. Бозеконденсация в системе бозонов	4	
7	3	Тема 7. Квантовое каноническое распределение. Квантовая статистическая сумма. Свободная энергия. Квантовый гармонический осциллятор. Формула Планка для спектральной плотности излучения абсолютно черного тела. Законы Вина и Стефана-Больцмана. Теплоемкость твердых тел в модели Дебая. Квантовая статистика систем тождественных частиц. Теория равновесных флуктуаций. Вычисление среднеквадратичных флуктуаций методом Гиббса. Приложения метода Гиббса к конкретным термодинамическим системам.	4	
Итого:			22	

Таблица 5.4 - Практические занятия

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия и перечень дидактических единиц	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе в форме практической подготовки
8 семестр				
1	2	Методы статистической физики	2	
2	2	Основные положения классической статистической физики	3	

3-4	2	Микроканоническое распределение	4	
5-6	2	Каноническое распределение Гиббса. Приложения канонического распределения Гиббса к классическим системам	4	
7-8	3	Основные положения квантовой статистической физики	4	
9-10	3	Квантовое каноническое распределение	5	
Итого:			22	

Таблица 5.5 – Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Таблица 5.6 – Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	Вид самостоятельной работы студента	Трудоемкость, часов
1	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	10
	Домашние задачи	
2	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	27
	Подготовка к текущему контролю (тестированию)	
	Домашние задачи	
	Подготовка к лекциям	
3	Подготовка к аудиторным практическим занятиям	27
	Подготовка к промежуточному контролю (контрольная работа)	
	Домашние задачи	
	Подготовка к лекциям	
Итого:		64

6 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы и дающие наиболее эффективные результаты освоения дисциплины:

1. ЛЕКЦИЯ, мастер-класс (Лк, МК) – передача учебной информации от преподавателя к студентам, как правило с использованием компьютерных и технических средств, направленная в основном на приобретение студентами новых теоретических и фактических знаний. Наиболее распространенные виды (формы) организации учебного процесса для достижения определенных результатов обучения и компетенций:

Информационная лекция

Проблемная лекция – в отличие от информационной лекции, на которой сообщаются сведения, предназначенные для запоминания, на проблемной лекции знания вводятся как «неизвестное», которое необходимо «открыть». Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. При этом выдвигаемая проблема требует не однотипного решения, готовой схемы которого нет. Данный тип лекции строится таким образом, что деятельность студента по ее усвоению приближается к поисковой, исследовательской. На подобных лекциях обязателен диалог преподавателя и студентов.

Лекция-визуализация – учит студента преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, выделяя при этом наиболее значимые и существенные элементы. На лекции используются схемы, рисунки, чертежи и т.п., к подготовке которых привлекаются обучающиеся. Проведение лекции сводится к связному развернутому комментированию преподавателем подготовленных наглядных пособий. При этом важна логика и ритм подачи учеб-

ного материала. Данный тип лекции хорошо использовать на введения студентов в новый раздел, тему, дисциплину.

Лекция с разбором конкретной ситуации, изложенной в устно или в виде короткого диафильма, видеозаписи и т.п.; студенты совместно анализируют и обсуждают представленный материал.

2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА (СР) – изучение студентами теоретического материала, подготовка к лекциям, лабораторным работам, практическим и семинарским занятиям, оформление конспектов лекций, написание рефератов, отчетов, курсовых работ, проектов, работа в электронной образовательной среде и др. для приобретения *новых теоретических и фактических знаний, теоретических и практических умений*.

3. КОНСУЛЬТАЦИЯ, тьюторство (Конс., тьют.) – индивидуальное общение преподавателя со студентом, руководство его деятельностью с целью передачи опыта, углубления *теоретических и фактических знаний*, приобретенных студентом на лекциях, в результате самостоятельной работы, в процессе выполнения курсового проектирования и др.

4. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ (Пр. зан.) – решение конкретных задач (математическое моделирование, расчеты и др.) на основании теоретических и фактических знаний, направленное в основном на приобретение *новых фактических знаний и теоретических умений*.

5. СЕМИНАР, коллоквиум (Сем., колл.) – систематизация теоретических и фактических знаний в определенном контексте (подготовка и презентация материала по определенной теме, обсуждение ее, формулирование выводов и заключения), направленная в основном на приобретение *новых фактических знаний и теоретических умений*.

Типы практических занятий, используемых при изучении дисциплины:

Кейс-метод. Его название происходит от английского слова «кейс» – папка, чемодан, портфель (в то же время «кейс» можно перевести и как «случай, ситуация»). Процесс обучения с использованием кейс-метода представляет собой имитацию реального события, сочетающую в целом адекватное отражение реальной действительности, небольшие материальные и временные затраты и вариативность обучения. Учебный материал подается студентам виде проблем (кейсов), а знания приобретаются в результате активной и творческой работы: самостоятельного осуществления целеполагания, сбора необходимой информации, ее анализа с разных точек зрения, выдвижения гипотезы, выводов, заключения, самоконтроля процесса получения знаний и его результатов.

Основные виды образовательных технологий

Дистанционные образовательные технологии – образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Для проведения занятий с использованием электронного образования и дистанционных образовательных технологий используются следующие образовательные технологии и средства освоения дисциплины:

- электронная информационно-образовательная среда НИЯУ МИФИ – Режим доступа <https://eis.mephi.ru/>;
- платформа для проведения on-line конференций и вебинаров ZOOM – Режим доступа <https://zoom.us/>;
- файлообменная система Google Диск – Режим доступа <https://drive.google.com/>;
- система обмена текстовыми сообщениями для мобильных и иных платформ с поддержкой голосовой и видеосвязи WhatsApp;
- социальная сеть ВКонтакте;
- электронная почта преподавателей и студентов.

Примерами применения дистанционных образовательных технологий являются занятия, на которых обучающийся не присутствует (скажем, по болезни), но выполняет задания и общается с преподавателем по электронной почте, или преподаватель консультирует обучающихся во внеурочное время через блог или сайт.

Виды дистанционного обучения: лекции (сетевые или видеозапись), виртуальные экскурсии, практические работы (семинары), проектная деятельность, телеконференции со специалистами

ми, форумы, обсуждения, дискуссии, консультации индивидуальные или групповые, тестирование.

Кейсовая – технология основывается на использовании наборов (кейсов) текстовых, аудиовизуальных и мультимедийных учебно-методических материалов и их рассылке для самостоятельного изучения учащимся при организации регулярных консультаций у преподавателей.

Телевизионно-спутниковая технология основана на применении интерактивного телевидения: теле- и радиолекции, видеоконференции, виртуальные практические занятия и т.д.

Сетевые технологии используют телекоммуникационные сети для обеспечения учащихся учебно-методическим материалом и взаимодействия с различной степенью интерактивности между преподавателем и учащимся.

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

Работа в команде – совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности.

Проблемное обучение – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Контекстное обучение – мотивация студентов к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. При этом знания, умения, навыки даются не как предмет для запоминания, а в качестве средства решения профессиональных задач.

Обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности студента за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.

Индивидуальное обучение – выстраивание студентом собственной образовательной траектории на основе формирования индивидуальной образовательной программы с учетом интересов студента.

Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.

Опережающая самостоятельная работа – изучение студентами нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

Фонд оценочных средств, включающий все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать сформированность у обучающихся компетенций и индикаторов их достижения, предусмотренных ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 03.03.02 Физика, ООП и рабочей программой дисциплины *«Статистическая физика»*, приведен в Приложении.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

Входной контроль по дисциплине.

- в форме тестирования.

Примерный вариант входного контроля:

1. Энтальпия H определяется соотношением

1. $H = U - TS$

2. $H = U + PV$

3. $H = U - PV + TS$

4. $H = U + TS$

5. $H = U - TS - PV$

2. Расширение идеального газа в пустоту сопровождается

1. Сохранением энтропии

2. Сохранением внутренней энергии

3. Уменьшением температуры

4. Сохранением свободной энергии

5. Сохранением энтальпии

3. Выразить зависимость энтальпии от объёма в изотермических процессах через уравнение состояния

$$1. \left(\frac{\partial H}{\partial V}\right)_T = -T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + V\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$$

$$2. \left(\frac{\partial H}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$$

$$3. \left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_T = -T\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P - P\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$$

$$4. \left(\frac{\partial H}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + V\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$$

$$5. \left(\frac{\partial H}{\partial V}\right)_P = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + V\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T$$

4. Большой термодинамический потенциал Ω определяется соотношением

$$1. \Omega = U - PV$$

$$2. \Omega = -PV$$

$$3. \Omega = U + TS$$

$$4. \Omega = -TS + PV$$

$$5. \Omega = U - TS - PV$$

5. Второе начало термодинамики приводит к следующему выражению для разности теплоёмкостей $C_P - C_V$, выраженному через уравнение состояния данной массы вещества

$$1. C_P - C_V = \left[\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V + P \right] \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

$$2. C_P - C_V = T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

$$3. C_P - C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

$$4. C_P - C_V = P \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$$

$$5. C_P - C_V = \left[T \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V + P \right] \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

6. Выделить экстенсивные термодинамические величины (два верных варианта ответа)

1. Химический потенциал

2. Свободная энергия

3. Давление

4. Внутренняя энергия

5. Температура

7. Как изменяется в процессе цикла Карно с идеальным газом энтропия термостата-холодильника?

1. Увеличивается на величину, пропорциональную теплу, переданному термостату.

2. Не изменяется.

3. Уменьшается на величину, пропорциональную теплу, переданному термостату.

8. Изменение свободной энергии системы F в изохорных процессах определяется соотношением:

$$1. dF = -PdV$$

$$2. dF = -TdS$$

$$3. dF = PdV$$

$$4. dF = -TdS + VdP$$

9. Изменение химического потенциала в изотермических процессах (ниже v и s – объём и энтропия, приходящиеся на одну частицу системы)

1. $d\mu = vdP - sdT$

2. $d\mu = vdP$

3. $d\mu = PdV$

4. $\mu = \Phi / N$

10. Теплоёмкость C_V одного моля идеального газа равна

1. $C_V = (3/2)RT$

2. $C_V = R$

3. $C_V = (3/2)R$

4. $C_V = (5/2)RT$

5. $C_V = (5/2)R$

Текущий контроль студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателями, ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- защита рефератов;
- устные опросы.

Примерные вопросы к устному опросу:

1. Вывод распределения Максвелла.
2. Средние значения скорости V_x и $|V|$ в равновесном газе.
3. Средние значения квадрата скорости и кинетической энергии в равновесном газе.
4. Поток частиц. Давление и температура идеального газа.
5. Теорема Лиувилля. Функция распределения микроканонического ансамбля.
6. Энтропия и химический потенциал идеального газа.
7. Тепловое равновесие. Равенство температур частей системы, как следствие микроканонического распределения.

Примерные темы рефератов:

1. Борьба между корпускулярной гипотезой о природе теплоты и теорией теплорода.
2. Зарождение термодинамики.
3. Границы применимости второго начала термодинамики и его вероятностное истолкование.
4. Термодинамические потенциалы. Примеры их применения.
5. Уравнение Гиббса-Гельмгольца и термодинамические потенциалы для идеального газа.
6. Применение первого начала термодинамики к стационарному течению сплошной среды.
7. Второе начало термодинамики по Каратеодори.

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача тестов, отчетов к лабораторным работам и письменных домашних заданий.

Промежуточный контроль студентов производится в следующих формах:

- контрольная работа.

Примерные задачи к контрольной работе:

1. Система состоит из двух спинов $S_1 = 2$ и $S_2 = 1/2$. Найти энтропию системы и вероятность нахождения в состоянии с суммарным спином $S_z = 3/2$.
2. Сферический сосуд радиусом R врыт в землю так, что уровень поверхности земли совпадает с центром сосуда. В сосуде находится газ с массой молекул m и температурой T . Определить наиболее вероятную высоту молекул газа над поверхностью земли.
3. Молекулы массой m могут свободно двигаться по поверхности мыльного пузыря, висящего в воздухе. Какая доля молекул находится в верхней половине пузыря? Температура T , радиус пузыря R , ускорение свободного падения g .

Промежуточный контроль по результатам 8 семестра по дисциплине проходит в форме письменного экзамена (теоретические вопросы).

Пример заполненного экзаменационного билета:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Дмитровградский инженерно-технологический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ДИТИ НИЯУ МИФИ)

Физико-технический факультет
Кафедра общей и медицинской физики

Направление подготовки (специальность)

Дисциплина
Статистическая физика

03.03.02 Физика

Форма обучения – очная

Профиль подготовки «Медицинская физика»

Семестр 8

Экзаменационный билет № 1

- 1) Теорема о сохранении фазового объема (Теорема Лиувилля).
- 2) Большое каноническое распределение Гиббса.

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 8.1 – Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

№ п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Количество экземпляров
Основная литература						
1	Семенов В.К.	Статистическая физика и стохастические процессы: учебное пособие	Иваново	Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина	2019	[https://e.lanbook.com/book/154585]
2	Ефремов Ю.С.	Статистическая физика и термодинамика	Барнаул	Алтайский государственный педагогический университет (г. Барнаул)	2023	[https://urait.ru/viewer/statisticheskaya-fizika-i-termodinamika-514993#page/1]
Дополнительная литература						

3	Измаилов Р.Н.	Задачник по курсу «Термодинамика и статистическая физика»	Уфа	Башкирский государственный педагогический университет им.М. Акмуллы	2021	[https://e.lanbook.com/book/219209]
4	Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц	Теоретическая физика. Т.5: Статистическая физика. Ч.1. Учебное пособие для вузов.	Москва	Физматлит	2013	20

8.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень рекомендуемых Интернет сайтов:

1. ЭБС «Лань» на сайте
2. ЭБС НИЯУ МИФИ на сайте <http://library.mephi.ru/>
3. ЭБС «Консультант студента на сайте <https://www.studentlibrary.ru/>
4. <https://urait.ru/> (Образовательная платформа Юрайт)
5. <https://www.studentlibrary.ru/> (Электронная библиотечная система "Консультант студента")
6. <http://www.knigafund.ru/> Электронно-библиотечная система «КнигаФонд»
7. <ftp://elib.diti-mephi.ru> Электронно-библиотечная система ДИТИ НИЯУ МИФИ

Таблица 8.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса	Тематика
1	ЭБС «Лань»	Физико-математические науки Технические науки
2	ЭБС НИЯУ МИФИ	Физико-математические науки Технические науки
3	ЭБС «Консультант студента	Физико-математические науки Технические науки

8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8.3 – Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Наименование	Краткое описание
1	MS Office (Word, Excel, Power Point)	оформление текста, создание презентаций
2	Браузеры: Internet Explorer 10, Internet Explorer 9, Internet Explorer 8, FireFox 10, Safari 5, Google Chrome 17	Специальные программы для просмотра веб-страниц, поиска контента, файлов и их каталогов в Интернете
3	https://docs.google.com/ Документы, Таблицы, Формы, Презентации	оформление текста, создание презентаций

Таблица 8.4 – Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Физика	Физико-математические науки	https://og-ti.ru/
2	Журнальный портал ФТИ им. А.Ф. Иоффе	Техническая физика	https://journals.ioffe.ru/

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
1	Учебная аудитория для проведения занятий № 101 посадочных мест — 16; площадь 59.42 кв.м. Специализированная мебель: учебная доска – 1 шт., стол студенческий – 12 шт., стол преподавательский – 2 шт., стол компьютерный – 12 шт., стулья – 31 шт., кондиционер – 1 шт. Технические средства обучения: компьютеры (монитор, системный блок, клавиатура, мышка) – 10 шт., проектор – 1 шт., экран – 1 шт. Программное обеспечение: ОС Windows XP, Microsoft Office 10	433507, Ульяновская область, г. Димитровград, ул. Куйбышева, д. 297

10 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Конституцией Российской Федерации. Принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020 – ст. 43 – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/;

- Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273-ФЗ (ред. от 17.02.2021), ст. 5, 71, 79 – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/;

- Федеральным законом от 24.11.1995 №181-ФЗ (ред. от 07.03.2017) «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» – Глава III. Ст. 9. ,Ст. 11. Глава IV. Ст. 1 – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8559/;

- Федеральным законом «О ратификации Конвенции о правах инвалидов» от 03.05.2012 №46-ФЗ – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129200/;

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);

- Положением об организации обучения студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья в НИЯУ МИФИ, утвержденным 29.08.2017 г. https://mephi.ru/content/public/uploads/files/education/docs/pl_7.5-15_ver_2.2_0.pdf;

- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (приложение к письму Минобрнауки от 16 апреля 2014 г. №05-785) http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_159405/73804ce294dfe53d86ae9d22b5afde310dc506f7/;

– Требованиями к организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в профессиональных образовательных организациях, в том числе оснащённости образовательного процесса» (приложение к письму Минобрнауки от 18 марта 2014 г. №06-281)
http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_57872/7d7f56523837be788b6cfa5578482a6b178918d3/ .

