МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
Декан
физико-математического
факультета
Н.Б. Федорова
«31» августа 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Уровень основной профессиональной образовательной программы
бакалавриат

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) подготовки Математика и Физика

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП нормативный срок освоения 5 лет

Факультет (институт) физико-математический

Кафедра общей и теоретической физики и МПФ

Рязань, 2020

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Статистическая физика» являются формирование у обучающихся компетенций в процессе изучения основных физических законов поведения систем многих частиц в газообразном, жидком и твердом состояниях

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1.Дисциплина Б1.В.ДВ.01.01 «Статистическая физика» относится к части формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 (дисциплина по выбору).

2.2.Для изучения данной дисциплины необходимы следующие предшествующие дисциплины:

- Общая физика
- Математическая физика

2.3.Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

- Выпускная квалификационная работа

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающих профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Код и содержание компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть (навыками)
1	2	3	4	5	6
1.	ПК-9. Способен применять предметные знания при реализации образовательного процесса и решения исследовательских задач в предметной области и области образования	ПК-9.1. Применяет теоретические и практические знания для решения исследовательских задач в предметной области и области образования	Определения микро- и макро- состояний макроскопической системы классических и квантовых частиц, понятия статистический ансамбль, статистическая функция распределения и матрица плотности; Способы определения средних значений макроскопических величин с помощью канонических распределений Гиббса, статистические свойства частиц бозонов и частиц фермионов; Пределы применимости термодинамического и статистического описания физических систем	Находить оптимальные способы описания конкретных макроскопических систем; Определять применимость термодинамического и статистического описания к физическим системам; Решать стандартные задачи термодинамики и статистической физики	Терминологией статистической физики; математическим аппаратом статистической физики; навыками определения средних значений макроскопических величин с помощью распределений Гиббса
		ПК-9.3. Устанавливает	Основы статистического	Ставить и решать	Системой знаний об

		содержательные, методологические и мировоззренческие связи предметной области со смежными научными областями.	подхода при анализе явлений и процессов в природе и технике Ключевую проблематику в области статистической физики Отличия статистического и термодинамического подходов при описании явлений природы и техники Методологическое и мировоззренческое значение начал термодинамики	задачи статистической физики на основе знания основ физики Анализировать физическую сущность явлений и процессов природы и техники на основе статистического подхода	фундаментальных физических законах и теориях статистической физики Приемами анализа явлений статистической физики Навыками решения задач статистической физики

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			№ 9
			часов
1		2	3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)		52	52
В том числе:		-	-
Лекции (Л)		14	14
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)		38	38
Лабораторные работы (ЛР)			
Иные виды занятий			
2. Самостоятельная работа студента (всего)		56	56
3. Курсовая работа (при наличии)	КП		
	КР		
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),	З	З
	экзамен (Э)		
ИТОГО: общая трудоемкость	часов	108	108
	зач. ед.	3	3

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий ЭИОС университета (Moodle), Zoom, MS Teams и других.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Содержание разделов дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
9	1	*Основные принципы статистической физики*	Пример простой системы. Макроскопические и микроскопические состояния. Статистическое распределение. Ансамбль Гиббса. Теорема Лиувилля. Средние по времени. Приближение к равновесию. Основной постулат статистической физики. Микроканоническое распределение. Каноническое распределение Гиббса. Большое каноническое распределение. Энтропия. Термодинамические соотношения. Элементы квантовой статистической физики. Статистический оператор, матрица плотности. Уравнение Неймана. Квантовый вариант микроканонического распределения, энтропия. Квантовомеханический вывод большого

			канонического распределения.
	2	*Статистические распределения для идеальных газов*	Распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Распределение Больцмана. Столкновения молекул. Закон равнораспределения. Квантование поступательного движения. Равновесное тепловое излучение, фотонный газ. Тепловое движение атомов в кристалле. Фононный газ. Среднеквадратичное смешение атомов в кристалле. Бозе-Эйнштейновская конденсация. Вырожденный Ферми-газ. Электронный газ в металле. Теплоемкость вырожденного электронного газа. Электроны в полупроводниках. Собственные полупроводники. Примесные полупроводники.
	3	*Неидеальные газы.*	Отклонение газов от идеальности. Разложение по степеням плотности (вириальное разложение). Формула Ван-дер-Ваальса. Полностью ионизованный газ.
	4	*Теория флуктуаций. Элементы физической кинетики.*	Флуктуации энергии, объема, числа частиц. Флуктуации основных термодинамических величин. Корреляция флуктуаций во времени. Флуктуационный предел чувствительности измерительных приборов. Уравнение Смолуховского. Принцип детального равновесия. Уравнение Фоккера-Планка. Уравнение кинетического баланса. Вывод формулы Планка по Эйнштейну. Кинетическое уравнение Больцмана.

2.2. Перечень лабораторных работ (при наличии), примерная тематика курсовых работ

Лабораторный практикум *не предусмотрен*

Примерная тематика курсовых работ *не предусмотрена*

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

Самостоятельная работа осуществляется в объеме 56 часов.

Видами СРС являются:

- Изучение основной и дополнительной литературы
- Разбор стандартных и нестандартных заданий
- Работа с конспектами лекций
- Подготовка реферата / доклада
- Выполнение домашних заданий
- Подготовка обзора
- Подготовка к контрольной работе
- Подготовка проекта

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

(*см. Фонд оценочных средств*)

4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по дисциплине не предусмотрена

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год
1	2
1	Байков, В.И. Теплофизика: термодинамика и статистическая физика / В.И. Байков, Н.В. Павлюкевич. – Минск : Вышэйшая школа, 2018. – 448 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560679 (дата обращения: 29.07.2020)
2	Ефремов, Ю.С. Статистическая физика и термодинамика : учебное пособие / Ю.С. Ефремов. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. – 208 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428682 (дата обращения: 29.07.2020)

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год
1	2
1.	Амирханов, Д.Г. Техническая термодинамика : учебное пособие / Д.Г. Амирханов, Р.Д. Амирханов ; ред. Е.И. Шевченко ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. – 264 с. : табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428258 (дата обращения: 29.07.2020)
2.	Кондратьев, А.С. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории : учебное пособие / А.С. Кондратьев, П.А. Райгородский. – Москва : Физматлит, 2007. – 254 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68401 (дата обращения: 29.07.2020)
3.	Краснопевцев, Е.А. Спецглавы физики: статистическая физика равновесных систем : [16+] / Е.А. Краснопевцев ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 387 с. : ил., табл. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575483 (дата обращения: 29.07.2020)
4.	Минаев, А.М. Термодинамика в материаловедении : учебное пособие / А.М. Минаев, Д.М. Мордасов, Н.Б. Бадирова ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2015. – 80 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444651 (дата обращения: 29.07.2020)
5.	Термодинамика и статистическая физика : практикум / сост. Л.В. Михнев, Е.А. Бондаренко ; Министерство образования и науки РФ, Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный

	университет (СКФУ), 2016. – 125 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467404 (дата обращения: 29.07.2020)

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. «Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://e-lanbook.com (дата обращения: 29.07.2020).
2. BOOK.ru [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://www.book.ru (дата обращения: 29.07.2020).
3. Moodle [Электронный ресурс] : среда дистанционного обучения / Ряз. гос. ун-т. – Рязань, [Б.г.]. – Доступ, после регистрации из сети РГУ имени С.А. Есенина, из любой точки, имеющей доступ к Интернету. – Режим доступа: http://e-learn2.rsu.edu.ru/moodle2 (дата обращения: 29.07.2020).
4. Znanium.com [Электронный ресурс] : [база данных]. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://znanium.com (дата обращения: 29.07.2020).
5. Труды преподавателей [Электронный ресурс] : коллекция // Электронная библиотека Научной библиотеки РГУ имени С.А. Есенина. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://dspace.rsu.edu.ru/xmlui/handle/123456789/3 (дата обращения: 29.07.2020).
6. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://www.biblioclab.ru (дата обращения: 29.07.2020).
7. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://www.biblio-online.ru (дата обращения: 29.07.2020).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Guide to physics on the web [Электронный ресурс]. ─ Режим доступа: http://www.physics.org (дата обращения: 29.07.2020)
2. PHYSICS TODAY [Электронный ресурс] : [сайт «Физика сегодня»]. ─ Режим доступа: http://www.physicstoday.org, свободный (дата обращения: 29.07.2020).
3. Курс видеолекций по физике твердого тела [Электронный ресурс]. ─ Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=V24J2QtLAbo&list=PLXV9J9QKlSLcbN68xAEo4CuvETO_FrO4r (дата обращения: 29.07.2020)
4. Физическая энциклопедия [Электронный ресурс] : [электронная энциклопедия] // Энциклопедия физики и техники. – Режим доступа: http://femto.com.ua/, свободный (дата обращения 29.07.2020)

5.5. Периодические издания

1. Известия вузов. Физика [Текст] : ежемесячный научный журнал / учредители : Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет». – 1958, январь - . – Томск, 2016 - . – Ежемес. – ISSN 0021-3411.

2. Успехи физических наук [Текст] : [научный журнал] / учредитель : [Российская академия наук]. – 1918, апрель - . – Москва, 2016 - . – Ежемес. – ISSN 0042-1294.

3. Сайт журнала «Техническая физика» — URL: https://journals.ioffe.ru/articles/19172 (дата обращения: 29.07.2020)

4. Сайт журнала «Научный журнал русского физического общества» — URL: http://www.rusphysics.ru/ (дата обращения: 29.07.2020)

5. Сайт журнала «Синергия наук» — URL: http://synergy-journal.ru/ (дата обращения: 29.07.2020)

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, помещения для проведения практических занятий.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и семинарские занятия.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

Семинарские занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, решения стандартных и нестандартных задач различной степени сложности, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов, либо студентам предлагается ознакомиться с нормативными документами. Обсуждение сообщения или изученных материалов совмещается с

рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. Завершающий этап предполагает разбор задач по изучаемой теме. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам.

При подготовке к семинару студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

8. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА:

1. Операционная система Windows Pro (договор №65/2019 от 02.10.2019);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор № 14-ЗК-2020 от 06.07.2020 г.);
3. Офисное приложение LibreOffice (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений FastStoneImageViewer (свободно распространяемое ПО);
6. PDF ридер FoxitReader (свободно распространяемое ПО);
7. PDF принтер doPdf (свободно распространяемое ПО);
8. Медиа проигрыватель VLC media player (свободно распространяемое ПО);
9. Запись дисков ImageBurn (свободно распространяемое ПО);
10. DJVU браузер DjVu Browser Plug-in (свободно распространяемое ПО);

При реализации дисциплины с применением (частичным применением) дистанционных образовательных технологий используются: вебинарная платформа Zoom (договор б/н от 10.10.2020г.); набор веб-сервисов MS office365 (бесплатное ПО для учебных заведений https://www.microsoft.com/ru-ru/education/products/office); система электронного обучения Moodle (свободно распространяемое ПО).

9. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ

План лекций

Лекция 1. Введение в статистическую физику (3 часа)

1. Предмет статистической физики и термодинамики. Различие в термодинамическом и статистическом подходах к описанию теплового движения материи.
2. Макроскопическое и микроскопическое состояния и особенности их описания. Макро- и микропараметры.
3. Статистическое распределение. Метод статистических ансамблей Гиббса.
4. Каноническое и микроканоническое распределения.
5. Статистическая термодинамика
6. Элементы квантовой статистической термодинамики

Лекция 2. Квантовые статистические распределения (2 часа)

1. Квантовые идеальные системы и их особенности
2. Распределение Бозе-Эйнштейна
3. Распределение Ферми-Дирака
4. Классические системы.

Лекция 3. Приложения квантовых распределений (2 часа)

1. Тепловое движение атомов в кристалле. Представления о фононах.
2. Конденсация Бозе- Эйнштейна. Сверхтекучесть.
3. Вырождение ферми-газа. Электронный газ в металле.
4. Носители заряда в полупроводниках. Собственная и примесная проводимость в терминах статистических распределений**.**

Лекции 4-5. Неидеальные газы (3 часа)

1. Представление о неидеальных газах. Отклонение газов от идеальности.
2. Усложнение модели идеального газа представлениями о неидеальности.
3. Разложение основного уравнения по степеням плотности (вириальное разложение). Вириальные коэффициенты.
4. Формула Ван-дер-Ваальса как приближение вириального разложения.
5. Уравнения Дитеричи, Бертло, Клаузиуса.
6. Физика реального газа. Критическая температура.

Лекция 6. Теория флуктуаций (2 часа)

1. Представление о флуктуациях как следствии микроскопического строения вещества. Тепловые и квантовомеханические причины флуктуаций.
2. Флуктуации основных термодинамических величин и их расчет.
3. Равновесие и его устойчивость.
4. Броуновское движение. Уравнение Смолуховского
5. Чувствительность измерительных приборов. Флуктуации как причина существования предела чувствительности.

Лекция 7. Элементы физической кинетики (2 часа)

1. Особенности неравновесных систем и протекающих в них процессов с точки зрения статистической физики.
2. Представление о термодинамических силах и потоках. Детальное и локальное равновесие. Теорема Онсагера.
3. Уравнение Фоккера-Планка.
4. Уравнение кинетического баланса. Вывод формулы Планка по Эйнштейну.
5. Кинетическое уравнение Больцмана. Н-теорема Больцмана.

План семинарских занятий

Семинар 1. Статистическая физика: история и современное состояние

Цель занятия: Познакомиться с историей статистической физики, ее современной проблематикой и основными направлениями развития.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Особенности тепловой формы движения материи как объекта статистической физики.
2. Зарождение термодинамического и молекулярно-кинетического подходов к изучению теплоты.
3. Развитие статистической физики.
4. Структура и проблематика современной статистической физики.
5. Место статистической физики в системе физического знания.

Практическое задание: сравните историю развития, проблематику и направления развития термодинамики и статистической физики как развития термодинамического и молекулярно-кинетического подходов к изучению тепловых явлений.

Семинары 2-3. Описание статистической (термодинамической) системы

Цель занятия: проанализировать особенности описания систем на языке статистической физики, установить связь с термодинамическим описанием.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Макро- и микросостояния системы. Макро- и микропараметры.
2. Взаимосвязь макро- и микропараметров. Понятие средних по времени.
3. Основной постулат статистической физики.

Практическое задание: разобрать типовые задачи описания систем и расчета параметров с термодинамической и статистической позиций.

Семинары 4 - 5. Элементы квантовой статистической физики

Цель занятия: сформировать представление об особенностях квантовой статистической физики.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Особенности квантовых статистических систем.
2. Матрица плотности как способ описания квантовых систем.
3. Уравнение Лиувилля и уравнение фон Неймана
4. Квантовый вариант канонического распределения.
5. Процедура исследования квантовой статистической системы с помощью канонического распределения.
6. Квантовое большое каноническое распределение Гиббса.

Практическое задание: разберите основные особенности квантовых систем и рассмотрите типовые задачи элементарной квантовой статистической физики.

Семинары 6 - 7. Статистика идеальных газов (общее рассмотрение)

Цель занятия: выявить общие особенности идеальных газов различной природы.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Идеальные газы. Представление чисел заполнения
2. Каноническая и большая каноническая сумма для идеального газа
3. Системы одинаковых частиц
4. Статистика Бозе- Эйнштейна. Идеальный бозе-газ
5. Статистика Ферми-Дирака. Идеальный ферми-газ
6. Статистика Больцмана. Идеальный классический газ.

Практическое задание: освойте основные подходы к расчету термодинамических параметров идеальных газов.

Семинары 8 - 9. Идеальные одноатомные и неодноатомные газы

Цель занятия: проанализировать примеры идеальных систем в статистической физике, сформировать навыки применения теоритических представлений об идеальных газах к конкретным физическим системам

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Общие представления одноатомных квантовых газов
2. Особенности вырожденного и невырожденного идеального одноатомного газа
3. Нерелятивистский бозе- и ферми-газ
4. Модель идеального неодноатомного газа
5. Учет вращений при рассмотрении неодноатомных систем
6. Учет колебаний при рассмотрении неодноатомных систем.
7. Электронные переходы в молекулах газов

Практическое задание: разберите основные приемы расчета термодинамических параметров для квантовых одноатомных и неодноатомных газов.

Семинар 10. Примеры идеальных газов

Цель занятия: сформировать представление об особенностях одноатомных и неодноатомных газов

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Состояния с отрицательной абсолютной температурой
2. Равновесное тепловое излучение тел как идеальный газ фотонов. Формула Планка
3. Представления о тепловом движении атомов в кристалле как газе виртуальных частиц – фононов. Качественная теория теплоемкости твердых тел
4. Бозе-Эйнштейновская конденсация. Сверхтекучесть
5. Электронный газ в металле и полупроводниках
6. Примесная проводимость в полупроводниках

Практическое задание: познакомиться в рамках подготовки тематического обзора с современными представлениями об идеальных газах и их приложениях к реальным системам

Семинар 11. Неидеальные газы

Цель занятия: выявить особенности усложнения модели газа, отклоняющегося от идеального

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Реальные газы. Уравнение состояния
2. Разложение по степеням плотности (вириальное разложение)
3. Уравнение Ван-дер-Ваальса как первое приближение вириального разложения
4. Критическая точка. Критические параметры
5. Другие уравнения, описывающие реальный газ

Практическое задание: разобрать типовые задачи расчета критических параметров на основе уравнений, описывающих реальный газ.

Семинары 12 - 13. Решение задач

Цель занятия: отработать практические навыки решения задач статистической физики по изученным разделам.

Практическое задание: разобрать типовые задачи расчета термодинамических параметров статистическими методами для различных систем.

Семинар 14. Контрольная работа по пройденному материалу

Цель занятия: проверить сформировавшиеся представления и умения по изученным темам дисциплины.

Контрольная работа включает в себя три задания:

Задача по первому разделу. Проверяет владение аппаратом статистической физики, знание терминологии статистической физики.

Задание по второму разделу. Проверяет знания основ описания идеальных газов частиц различной природы, умения и навыки выбора статистики и расчета макропараметров.

Задание по третьему разделу. Проверяет умения и навыки применения представлений об идеальных и неидеальных газах при анализе реальных физических систем.

Семинар 15. Системы с сильным взаимодействием

Цель занятия: сформировать представление об особенностях систем с сильным взаимодействием

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Приближение молекулярного поля
2. Приближение Брэгга - Вильямса
3. Кооперативные явления
4. Функции распределения в многочастичной системе

Практическое задание: выявить особенности систем с сильным взаимодействием, установить особенности их изучения с применением аппарата статистической физики.

Семинар 16. Теория флуктуаций

Цель занятия: проанализировать особенности анализа флуктуаций

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Представления о флуктуациях
2. Канонические распределения в теории флуктуаций
3. Квазитермодинамическая теория флуктуаций
4. Флуктуации равновесного излучения
5. Флуктуации в классических системах
6. Рассеяние света на флуктуациях плотности
7. Флуктуационный предел чувствительности измерительных приборов

Практическое задание: познакомиться с понятием и характеристиками флуктуаций и рассмотреть примеры анализа флуктуаций.

Семинар 17. Броуновское движение. Элементы физической кинетики

Цель занятия: познакомится с представлением о броуновском движении и элементами физической кинетики

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Характер движения броуновской частицы
2. Уравнение Смолуховского
3. Уравнение Фоккера - Планка
4. Уравнение кинетического баланса. Вывод формулы Планка по

Эйнштейну

5. Кинетическое уравнение Больцмана

Практическое задание: разобрать типовые задачи анализа броуновского движения.

Семинары 18 - 19. Защита проектов

Цель занятия: представить результаты проектов по дисциплине.

Практическое задание: представьте отчеты о выполненных проектах**.**

Рефераты по дисциплине предполагают анализ литературы по предложенной тематики и представление материалов для общего обсуждения для более полного охвата материала и отработки навыков постановки исследовательских заданий.

Примерная тематика рефератов:

1. Теорема Цермело-Пуанкаре. Парадокс возврата
2. Статистический смысл основных положений термодинамики
3. Статистика Ферми-Дирака и ее приложения
4. Вероятность и функция распределения в классической статистике.
5. Теорема Лиувилля.
6. Матрица плотности в классической статистике.
7. Термодинамическое равновесие с молекулярной точки зрения Микроканоническое распределение и область его применения
8. Каноническое распределение. Применение классической статистики к идеальному газу.
9. Распределение Максвелла – Больцмана.
10. Реальный газ и классическая статистическая физика
11. Системы с переменным числом частиц
12. Статистическое толкование закона возрастания энтропии и обратимости/ необратимости термодинамических процессов.
13. Понятие температуры с позиций статистической физики.
14. Статистический подход к тепловым машинам и циклам.
15. Теорема Нернста
16. Идеальные газы.
17. Статистика Бозе-Эйнштейна. Идеальный бозе-газ.
18. Статистика Ферми-Дирака. Идеальный фреми-газ.
19. Статистика Больцмана. Идеальный классический газ.
20. Газы из бозонов и фермионов. Флуктуации и измерительные приборы.
21. Принцип Больцмана
22. Молекулярное рассеяние света
23. Броуновское движение

Методика написания рефератов и докладов

Целью написания рефератов является:

- привитие студентам навыков библиографического поиска необходимой литературы (на бумажных носителях, в электронном виде);

- привитие студентам навыков компактного изложения мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу в письменной форме, научно грамотным языком и в хорошем стиле;

- приобретение навыка грамотного оформления ссылок на используемые источники, правильного цитирования авторского текста;

- выявление и развитие у студента интереса к определенной научной и практической проблематике с тем, чтобы исследование ее в дальнейшем продолжалось в подготовке и написании курсовых и дипломной работы и дальнейших научных трудах.

Основные задачи студента при написании реферата:

- с максимальной полнотой использовать литературу по выбранной теме (как рекомендуемую, так и самостоятельно подобранную) для правильного понимания авторской позиции;

- верно (без искажения смысла) передать авторскую позицию в своей работе;

- уяснить для себя и изложить причины своего согласия (несогласия) с тем или иным автором по данной проблеме.

Требования к содержанию:

- материал, использованный в реферате, должен относится строго к выбранной теме;

- необходимо изложить основные аспекты проблемы не только грамотно, но и в соответствии с той или иной логикой (хронологической, тематической, событийной и др.)

- при изложении следует сгруппировать идеи разных авторов по общности точек зрения или по научным школам;

- реферат должен заканчиваться подведением итогов проведенной исследовательской работы: содержать краткий анализ-обоснование преимуществ той точки зрения по рассматриваемому вопросу, с которой Вы солидарны.

Структура реферата.

1. Начинается реферат с титульного листа.

Образец оформления титульного листа для реферата:

2. За титульным листом следует Оглавление. Оглавление - это план реферата, в котором каждому разделу должен соответствовать номер страницы, на которой он находится.

3. Текст реферата. Он делится на три части: введение, основная часть и заключение.

а) Введение - раздел реферата, посвященный постановке проблемы, которая будет рассматриваться и обоснованию выбора темы.

б) Основная часть - это звено работы, в котором последовательно раскрывается выбранная тема. Основная часть может быть представлена как цельным текстом, так и разделена на главы. При необходимости текст реферата может дополняться иллюстрациями, таблицами, графиками, но ими не следует "перегружать" текст.

в) Заключение - данный раздел реферата должен быть представлен в виде выводов, которые готовятся на основе подготовленного текста. Выводы должны быть краткими и четкими. Также в заключении можно обозначить проблемы,

которые "высветились" в ходе работы над рефератом, но не были раскрыты в работе.

4. Список источников и литературы. В данном списке называются как те источники, на которые ссылается студент при подготовке реферата, так и все иные, изученные им в связи с его подготовкой. В работе должно быть использовано не менее 5 разных источников, из них хотя бы один – на иностранном языке (английском или французском). Работа, выполненная с использованием материала, содержащегося в одном научном источнике, является явным плагиатом и не принимается. Оформление Списка источников и литературы должно соответствовать требованиям библиографических стандартов (см. Оформление Списка источников и литературы).

Объем и технические требования, предъявляемые к выполнению реферата.

Объем работы должен быть, как правило, не менее 12 и не более 20 страниц. Работа должна выполняться через одинарный интервал 12 шрифтом, размеры оставляемых полей: левое - 25 мм, правое - 15 мм, нижнее - 20 мм, верхнее - 20 мм. Страницы должны быть пронумерованы.

Расстояние между названием части реферата или главы и последующим текстом должно быть равно трем интервалам. Фразы, начинающиеся с "красной" строки, печатаются с абзацным отступом от начала строки, равным 1 см.

При цитировании необходимо соблюдать следующие правила:

- текст цитаты заключается в кавычки и приводится без изменений, без произвольного сокращения цитируемого фрагмента (пропуск слов, предложений или абзацев допускается, если не влечет искажения всего фрагмента, и обозначается многоточием, которое ставится на месте пропуска) и без искажения смысла;
- каждая цитата должна сопровождаться ссылкой на источник, библиографическое описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов.

Подготовка научного доклада выступает в качестве одной из важнейших форм самостоятельной работы студентов.

Научный доклад представляет собой исследование по конкретной проблеме, изложенное перед аудиторией слушателей.

Работа по подготовке доклада включает не только знакомство с литературой по избранной тематике, но и самостоятельное изучение определенных вопросов. Она требует от студента умения провести анализ изучаемых государственно-правовых явлений, способности наглядно представить итоги проделанной работы, и что очень важно – заинтересовать аудиторию результатами своего исследования. Следовательно, подготовка научного доклада требует определенных навыков.

Подготовка научного доклада включает несколько этапов работы:

1. Выбор темы научного доклада;
2. Подбор материалов;
3. Составление плана доклада. Работа над текстом;
4. Оформление материалов выступления;
5. Подготовка к выступлению.

Структура и содержание доклада

Введение - это вступительная часть научно-исследовательской работы. Автор должен приложить все усилия, чтобы в этом небольшом по объему разделе показать актуальность темы, раскрыть практическую значимость ее, определить цели и задачи эксперимента или его фрагмента.

Основная часть. В ней раскрывается содержание доклада.

Как правило, основная часть состоит из теоретического и практического разделов.

В теоретическом разделе раскрываются история и теория исследуемой проблемы, дается критический анализ литературы и показываются позиции автора.

В практическом разделе излагаются методы, ход, и результаты самостоятельно проведенного эксперимента или фрагмента.

В основной части могут быть также представлены схемы, диаграммы, таблицы, рисунки и т.д.

В заключении содержатся итоги работы, выводы, к которым пришел автор, и рекомендации. Заключение должно быть кратким, обязательным и соответствовать поставленным задачам.

Список использованных источников представляет собой перечень использованных книг, статей, фамилии авторов приводятся в алфавитном порядке, при этом все источники даются под общей нумерацией литературы. В исходных данных источника указываются фамилия и инициалы автора, название работы, место и год издания.

Приложение к докладу оформляются на отдельных листах, причем каждое должно иметь свой тематический заголовок и номер, который пишется в правом верхнем углу, например: «Приложение 1».

Требования к оформлению доклада

Объем доклада может колебаться в пределах 5-15 печатных страниц; все приложения к работе не входят в ее объем.

Доклад должен быть выполнен грамотно, с соблюдением культуры изложения.

Обязательно должны иметься ссылки на используемую литературу.

Должна быть соблюдена последовательность написания библиографического аппарата.

Критерии оценки доклада

- актуальность темы исследования;
- соответствие содержания теме;
- глубина проработки материала; правильность и полнота использования источников;
- соответствие оформления доклада стандартам.

Методика подготовки проекта

Проект представляет собой комплексное практическое задание, направленное на закрепление умений и навыков формулировать и решать исследовательские задачи и использовать профессиональную информацию.

Проектное задание может выполняться индивидуально или в малых группах.

Этапы подготовки проекта

Подготовка

- Постановка исследовательской задачи и обоснование ее актуальности;
- Разработка структуры проекта;

Планирование

- Определение источников необходимой информации;
- Определение способов сбора и анализа информации:
- Определение способа представления результатов (формы проекта);
- Установление процедур и критериев оценки результатов проекта;
- Распределение задач (обязанностей) между участниками проекта (случае группового выполнения).

Выполнение проекта

- Сбор и уточнение информации (основные инструменты: интервью, опросы, наблюдения, эксперименты и т.п.);
- Выявление и обсуждение альтернатив, возникших в ходе выполнения проекта;
- Выбор оптимального варианта хода проекта;
- Поэтапное выполнение исследовательских задач проекта.

Выводы

- Анализ информации;
- Формулирование выводов.

Обобщающий этап: оформление результатов.

Доработка проектов с учетом замечаний и предложений

Подготовка к публичной защите проектов

- Подготовка отчета о ходе выполнения проекта с объяснением полученных результатов (возможные формы отчета: устный отчет, устный отчет с демонстрацией материалов, письменный отчет);
- Генеральная репетиция публичной защиты проектов;
- Анализ выполнения проекта, достигнутых результатов (успехов и неудач) и причин этого.

Представление (защита) проекта и оценка его результатов

- Подготовка отчета о ходе выполнения проекта с объяснением полученных результатов (возможные формы отчета: устный отчет, устный отчет с демонстрацией материалов, письменный отчет);
- Анализ выполнения проекта, достигнутых результатов (успехов и неудач) и причин этого.

Заключительный этап:

- Публичная защита проектов осуществляется на итоговом занятии. Результаты выполнения проекта оцениваются по итогам рассмотрения комиссией представленного продукта с краткой пояснительной запиской, презентации обучающегося и отзыва руководителя.

Методика подготовки к зачету

1. Подготовка к зачету заключается в изучении и тщательной проработке

студентом учебного материала дисциплины с учетом учебников, материалов лекционных и семинарских занятий, сгруппированным в виде контрольных вопросов и заданий, а также проработки основных видов заданий.

2. Зачет по курсу проводится в виде беседы по билетам. В билет включается теоретический вопрос и две задачи.

3. На зачете по билетам студент дает ответы на вопросы по билетам и выполняет практические задания. Студент имеет право отвечать на вопросы билета без подготовки по его желанию.

Преподаватель имеет право задавать дополнительные вопросы, если студент недостаточно полно осветил тематику вопроса или не полностью решил задачи.

На зачете приветствуется:

Свободное владение материалом, проявляющееся в выходе за пределы тематики конкретного вопроса с целью оптимального его освещения.

Демонстрация знаний дополнительного материала

Грамотное решение задач

Четкие ответы на дополнительные вопросы экзаменатора.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов);
- разобрать стандартные практические задания по курсу

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
Декан
физико-математического
факультета
Н.Б. Федорова
«31» августа 2020 г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Уровень основной профессиональной образовательной программы бакалавриат

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) подготовки Математика и Физика

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП нормативный срок освоения 5 лет

Факультет (институт) физико-математический

Кафедра общей и теоретической физики и МПФ

Рязань, 2020

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Статистическая физика» являются формирование у обучающихся компетенций в процессе изучения основных физических законов поведения систем многих частиц в газообразном, жидком и твердом состояниях.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Статистическая физика» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 (дисциплина по выбору).

Дисциплина изучается на 5 курсе (9 семестр).

3. Трудоемкость дисциплины:

3 зачетные единицы, 108 академических часов.

4 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ПК-9.1

Знать: определения микро- и макро- состояний макроскопической системы классических и квантовых частиц, понятия статистический ансамбль, статистическая функция распределения и матрица плотности; способы определения средних значений макроскопических величин с помощью канонических распределений Гиббса, статистические свойства частиц бозонов и частиц фермионов; пределы применимости термодинамического и статистического описания физических систем

Уметь: находить оптимальные способы описания конкретных макроскопических систем; определять применимость термодинамического и статистического описания к физическим системам; решать стандартные задачи термодинамики и статистической физики

Владеть: терминологией статистической физики; математическим аппаратом статистической физики; навыками определения средних значений макроскопических величин с помощью распределений Гиббса

ПК-9.3

Знать: основы статистического подхода при анализе явлений и процессов в природе и технике; ключевую проблематику в области статистической физики; отличия статистического и термодинамического подходов при описании явлений природы и техники; методологическое и мировоззренческое значение начал термодинамики

Уметь: ставить и решать задачи статистической физики на основе знания основ физики; анализировать физическую сущность явлений и процессов природы и техники на основе статистического подхода

Владеть: системой знаний об фундаментальных физических законах и теориях статистической физики; приемами анализа явлений статистической физики
Навыками решения задач статистической физики

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

Зачет (9 семестр).

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий.