


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  В.А. Небольсин
« 30 » августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Статистическая физика»

Направление подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Профиль Техника и физика низких температур

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2016

Автор программы  /Янченко Л.И. /

**Заведующий кафедрой
Физики твердого тела**  / Калинин Ю.Е. /

Руководитель ОПОП  / Калядин О.В. /

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины - овладение студентами основными положениями статистической физики, которые составляют основу подготовки специалистов в области электронной техники и физики твердого тела.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- ознакомить обучающихся с основными методами рассмотрения систем многих частиц; - сформировать у обучающихся представления о статистическом подходе к определению энтропии, температуры, давления; о количественной и качественной связи между различными термодинамическими функциями; - ознакомить с основными функциями распределения, научить применять их для описания реальных физических систем; - обеспечить приобретение студентами теоретических знаний и практического опыта при решении задач статистического характера.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Статистическая физика» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Статистическая физика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовностью использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

ПК-1 - способностью к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик

ПКВ-7 - готовностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способен привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	Знать - основные статистические методы для описания макроскопических систем с большим числом частиц;
	Уметь - применять методы статистической физики в профессиональной деятельности ;

	<p>Владеть - основными математическими методами статистической физики; методами вычислений, связанных с исследованием конденсата Бозе-Эйнштейна, со статистическими свойствами света и квантовых низкоразмерных структур и кластеров ;</p>
ПК-1	<p>Знать - три начала термодинамики, термодинамические функции состояния, фазовые равновесия и фазовые превращения; элементы неравновесной термодинамики, классическая и квантовая статистики, кинетические явления, системы заряженных частиц, конденсированное состояние;</p>
	<p>Уметь - использовать указанные методы для описания термодинамических и электромагнитных явлений в средах, как в классическом, так и квантово-механическом пределах ;</p>
	<p>Владеть – способами применения современных методов статистической физики к решению актуальных научных проблем; проводить качественные теоретические оценки явлений в микромире с позиций статистической физики</p>
ПКВ-7	<p>Знать - квантовую статистика газов и твердых тел; статистика фотонов и спектр излучения абсолютно черного тела; статистическая физика неравновесных систем.</p>
	<p>Уметь применять математический аппарат статистической физики в теоретических исследованиях; пользоваться теоретическими знаниями при анализе разнообразных явлений в твердых телах (полупроводниках, металлах, диэлектриках);</p>
	<p>Владеть физическими основами и математическим аппаратом статистической физики;</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Статистическая физика» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость академические часы	108	108
з.е.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основные результаты термодинамического метода	Методы рассмотрения систем многих частиц. Постулаты термодинамики Первый закон термодинамики Второй закон термодинамики Третий закон термодинамики. Термодинамические потенциалы Химический потенциал Фазы. Фазовые переходы	6	6	24	36
2	Статистический метод	Фазовое пространство Теорема Лиувилля о сохранении фазового объема Микроканоническое распределение Каноническое	6	6	24	36

		распределение Большое каноническое распределение				
3	Физические задачи, решаемые с использованием распределения Гиббса	Классический идеальный газ Квантовые идеальные газы Теплоемкость газов и твердых тел	6	6	24	36
Итого			18	18	72	108

Лекции

СЕМЕСТР 4

№ п/п	Тема лекции	Объем часов
1	Предмет статистической физики. Методы рассмотрения систем многих частиц. Равновесные состояния. Первый постулат термодинамики. Теплообмен и температура. Второй постулат термодинамики. Уравнения состояния. Третий постулат термодинамики.	1
2	Первое начало термодинамики. Полная и внутренняя энергия системы идеального газа. Основное уравнение термодинамики для равновесных процессов. Равновесные процессы	1
3	Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Цикл. Теорема Карно. Принцип существования энтропии. Принцип возрастания энтропии	1
4	Третье начало термодинамики. Следствия из третьего начала термодинамики. Характеристические функции. Представление основного уравнения термодинамики через характеристические функции. Характеристические переменные. Основные свойства характеристических функций. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Характеристические функции в роли термодинамических потенциалов	1
5	Термодинамика систем с переменным числом частиц. Химический потенциал. Большой термодинамический потенциал. Условия термодинамического равновесия. Критерии устойчивости равновесия. Условия равновесия и устойчивости для однородной системы. Принцип Ле Шателье - Брауна	1
6	Фазы. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса	1
7	Статистический метод. Пространство состояний. Интегралы движения. Фазовое пространство. Свойства фазовой траектории. Фазовое пространство частицы одноатомного идеального газа, заключенного в сосуде заданного объема. Фазовое пространство одноатомного идеального газа, заключенного в сосуд, объемом V , содержащий	1

	заданное число одноатомных частиц. Микросостояния квантовых систем	
8	Теорема Лиувилля. Следствия из теоремы Лиувилля. Статистическое распределение. Функция статистического распределения. Метод ансамблей Гиббса. Временное среднее. Статистический ансамбль. Усреднение по ансамблю. Эргодическая гипотеза	1
9	Принцип равной вероятности. Микроканоническое распределение Гиббса. Функция распределения по энергии. Микроканонический ансамбль. Статистическое определение энтропии. Аддитивность энтропии. Закон возрастания энтропии Метод Больцмана. Статистическое обоснование начал термодинамики	1
10	Каноническое распределение. Свойства канонического распределения. Вычисление термодинамических параметров с использованием канонического распределения	1
11	Способы вычисления статистической суммы. Классическое каноническое распределение. Большое каноническое распределение.	1
12	Максвелл - Больцмановский одноатомный газ (классический идеальный одноатомный газ). Основные термодинамические функции и уравнение состояния идеального газа. Распределение Максвелла-Больцмана	1
13	Квантовые идеальные газы. Распределения Ферми и Бозе. Вывод распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Распределение квантовых частиц по энергиям. Полная функция распределения. Распределение Больцмана. Критерий вырождения	1
14	Ферми-газ. Плотность состояний. Критерий вырождения Ферми-газа. Вырожденный газ фермионов	1
15	Влияние температуры на распределение Ферми-Дирака. Бозе-газ. Конденсация Бозе - Эйнштейна. Электромагнитное излучение как фотонный газ	1
16	Бозе-газ фотонов. Плотность состояний бозе-газа. Формула Планка. Закон Кирхгофа для излучения абсолютно черного тела. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина (закон смещения Вина)	1
17	Теплоемкость газов и твердых тел. Классическая теория. Затруднения классической теории теплоемкости. Теплоемкость кристаллов по Дебаю. Плотность состояний фононов. Дебаевская частота	1
18	Решеточная теплоемкость. Электронный вклад в теплоемкость металлов	1
Итого часов		18

Практические занятия

СЕМЕСТР 4

№ п/п	Тема практического занятия	Объем часов	Форма контроля
1	Законы и уравнения состояния идеальных газов.	4	Решение задач
2	Первый и второй законы термодинамики	2	Решение задач
3	Характеристические функции	2	Решение задач
4	Фазовые равновесия. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса	4	Решение задач
5	Модельная система элементарных магнитов (спинов). Оценка остроты максимума допустимых состояний, аддитивность энтропии	2	Решение задач
6	Канонический ансамбль. Распределения Гиббса	2	Решение задач
7	Распределения Максвелла и Больцмана	2	Решение задач
8	Распределения Ферми-Дирака	2	Решение задач
9	Распределения Бозе - Эйнштейна	4	Зачет
Итого часов		18	

Самостоятельная работа студента (СРС)

СЕМЕСТР 6

Неделя семестра	Вид СРС	Форма контроля	Объем часов
1	Применение первого закона термодинамики к изопротессам в идеальном газе.	Опрос	4
2	Теплоемкость твердых тел	Решение задач Доклад на семинаре	6
3	Макроскопические величины как	Реферат	4

	фазовые средние		
4	Уравнения движения в форме Ньютона, Лагранжа, Гамильтона	Семинар. Решение задач	4
5	Фазовое пространство частицы одноатомного идеального газа, заключенного в сосуде заданного объема.	Опрос	4
6	Фазовое пространство одноатомного идеального газа, заключенного в сосуд, объемом V , содержащий заданное число одноатомных частиц	Решение задач	6
7	Изучение теоретического материала. Применение распределения Гиббса к реальным системам	Опрос	4
8	Подготовка к коллоквиуму	Решение задач	4
9	Связь термодинамических функций со статистическим интегралом. Вывод основных термодинамических уравнений с помощью канонического распределения Гиббса	Коллоквиум Опрос	4
10	Сопоставление квантовых статистик	Опрос	4
11	Излучение абсолютно черного тела. Спектральная плотность объемной плотности равновесного теплового излучения	Решение задач	6
12-14	Функция распределения Планка. Закон Стефана - Больцмана	Решение задач	4
15	Определение флуктуации	Опрос Доклад на семинаре	4
16-17	Изучение теоретического материала Элементы теории флуктуаций.	Опрос Решение задач	8
18	Подготовка к зачету	Зачет	6
Итого часов:			72

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-2	Знать - основные статистические методы для описания макроскопических систем с большим числом частиц;	Тесты, решение задач, ответы на практических занятиях, выполнение самостоятельных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь - применять методы статистической физики в профессиональной деятельности	Тесты, решение задач, ответы на практических занятиях, выполнение самостоятельных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть - основными математическими методами статистической физики; методами вычислений, связанных с исследованием конденсата	Тесты, решение задач, ответы на практических занятиях, выполнение самостоятельных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	Бозе-Эйнштейна, со статистическими свойствами света и квантовых низкоразмерных структур и кластеров ;			
ПК-1	Знать - три начала термодинамики, термодинамические функции состояния, фазовые равновесия и фазовые превращения; элементы неравновесной термодинамики, классическая и квантовая статистики, кинетические явления, системы заряженных частиц, конденсированное состояние;	Тесты, решение задач, ответы на практических занятиях, выполнение самостоятельных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь - использовать указанные методы для описания термодинамических и электромагнитных явлений в средах, как в классическом, так и квантово-механическом пределах ;	Тесты, решение задач, ответы на практических занятиях, выполнение самостоятельных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть – способами применения современных методов статистической физики к решению актуальных	Тесты, решение задач, ответы на практических занятиях, выполнение самостоятельных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	научных проблем; проводить качественные теоретические оценки явлений в микромире с позиций статистической физики			
ПКВ-7	Знать - квантовую статистику газов и твердых тел; статистика фотонов и спектр излучения абсолютно черного тела; статистическая физика неравновесных систем.	Тесты, решение задач, ответы на практических занятиях, выполнение самостоятельных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять математический аппарат статистической физики в теоретических исследованиях; пользоваться теоретическими знаниями при анализе разнообразных явлений в твердых телах (полупроводниках, металлах, диэлектриках);	Тесты, решение задач, ответы на практических занятиях, выполнение самостоятельных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть физическими основами и математическим аппаратом статистической физики;	Тесты, решение задач, ответы на практических занятиях, выполнение самостоятельных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре

для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-2	Знать - основные статистические методы для описания макроскопических систем с большим числом частиц;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь - применять методы статистической физики в профессиональной деятельности ;	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирована верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть - основными математическими методами статистической физики; методами вычислений, связанных с исследованием конденсата Бозе-Эйнштейна, со статистическими свойствами света и квантовых низкоразмерных структур и кластеров ;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирована верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	Знать - три начала термодинамики, термодинамические функции состояния, фазовые равновесия и фазовые превращения; элементы неравновесной термодинамики, классическая и квантовая статистики, кинетические явления, системы заряженных частиц, конденсированное состояние;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь - использовать	Решение стандартных	Продемонстрирована верный	

	указанные методы для описания термодинамических и электромагнитных явлений в средах, как в классическом, так и квантово-механическом пределах ;	ых практических задач	ход решения в большинстве задач	
	Владеть – способами применения современных методов статистической физики к решению актуальных научных проблем; проводить качественные теоретические оценки явлений в микромире с позиций статистической физики	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать и верный ход решения в большинстве задач	
ПКВ-7	Знать - квантовую статистику газов и твердых тел; статистика фотонов и спектр излучения абсолютно черного тела; статистическая физика неравновесных систем.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь применять математический аппарат статистической физики в теоретических исследованиях; пользоваться теоретическими знаниями при анализе разнообразных явлений в твердых телах (полупроводниках, металлах, диэлектриках);	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать и верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть физическими основами и математическим аппаратом статистической физики;	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрировать и верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Найти для кислорода отношение удельной теплоемкости при постоянном давлении к удельной теплоемкости при постоянном объеме.
2. До какой температуры охладится воздух, находящийся при температуре 0 °С, если он расширяется адиабатически от объема V_1 до объема $V_2 = 2V_1$?
3. Чему равна энергия теплового движения 20 г кислорода при температуре 10 °С? Какая часть этой энергии приходится на долю поступательного движения и какая часть на долю вращательного?
4. Найти изменение энтропии при изобарическом расширении 8 г гелия от объема 10 л до объема 25 л.
5. Объяснить, при каких условиях к электронам в металле применима: 1) классическая статистика; 2) квантовая статистика.
6. Объяснить, при каких условиях можно принять статистику Максвелла-Больцмана к электронам в металле. Пользуясь распределением Ферми-Дирака, получить распределение Максвелла-Больцмана.
7. Определить функцию распределения для электронов, находящихся на энергетическом уровне E для случая $E - E_F \ll kT$, пользуясь: 1) статистикой Ферми- Дирака; 2) статистикой Максвелла-Больцмана. [1) $1/2$; 2) 1].
8. Определить функцию распределения Ферми-Дирака при $T \neq 0$ для электронов, находящихся на уровне Ферми. Объяснить полученный результат. [$\langle N(E) \rangle = 1/2$].
9. Какая статистика описывает фононный газ? Почему?
10. Объяснить целесообразность введения фононов, а также перечислить их свойства.
11. Объяснить причину электрического сопротивления металлов с точки зрения квантовой теории электропроводимости металлов.

12. Объяснить на основе квантовой теории отсутствие заметного отличия в теплоемкостях металлов и диэлектриков.
13. Объяснить физический смысл энергии Ферми.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач (минимум 10 вопросов для тестирования с вариантами ответов)

1. Вычислить энергию Ферми для алюминия при $T = 0$ К.
2. Найти разницу энергий в единицах kT между электроном на уровне Ферми и электроном, находящемся на уровне, вероятность заполнения которого 0,2.
3. Металл находится при температуре $T = 0$ К. Определить, во сколько раз число электронов с кинетической энергией от $E_f/2$ до E_f больше числа электронов от 0 до $E_f/2$.
4. Вследствие изменения температуры абсолютно черного тела максимум спектральной плотности сместился с 2,4 мкм на 0,8 мкм. Как и во сколько раз изменилась энергетическая светимость тела и максимальная спектральная плотность энергетической светимости?
5. Температура абсолютно черного тела равна 2 кК. Определить спектральную плотность энергетической светимости для длины волны 600 нм.
6. Температура абсолютно черного тела равна 2 кК. Определить энергетическую светимость в интервале длин волн от 590 нм до 610 нм
7. Абсолютно черное тело находится при температуре 2900 К. В результате остывания этого тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на 9 мкм. До какой температуры охладилось тело?
8. Пылинки массой 10^{-18} г взвешены в воздухе. Определить толщину слоя воздуха, в пределах которого концентрация пылинок различается не более чем на 1%. Температура воздуха во всем объеме одинакова и равна 300 К.
9. В атмосфере находятся частицы пыли, имеющие массу $8 \cdot 10^{-22}$ кг и объем $5 \cdot 10^{-23}$ м³. Найти уменьшение их концентрации на высотах 3 м и 30 м. Воздух находится при нормальных условиях.
10. Барометр в кабине самолета все время показывает одинаковое

давление 79 кПа. Но температура за бортом самолета изменилась с 5 °С до 1 °С. На сколько изменилась высота полета? Давление у поверхности земли считать нормальным.

11. Кусок металла объема 20 см³ находится при температуре 0 К. Определить число свободных электронов, импульсы которых отличаются от максимального импульса не более, чем на 0,1 p_{\max} . Энергия Ферми 5 эВ.

12. Определить концентрацию свободных электронов в металле при 0 К. Энергию Ферми принять равной 1 эВ.

13. Вычислить среднюю кинетическую энергию электронов в металле при 0 К, если уровень Ферми 7 эВ.

14. Найти долю свободных электронов в металле при 0 К, кинетическая энергия которых больше половины максимальной.

15. Объяснить, при каких условиях к электронам в металле применима:
1) классическая статистика; 2) квантовая статистика.

16. Определить отношение концентраций свободных электронов при $T = 0$ К в литии и цезии, если известно, что уровни Ферми в этих металлах равны 4,72 эВ, 1,53 эВ.

17. Определить число свободных электронов, занимающих в среднем уровень энергии, равной энергии Ферми.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Методы рассмотрения систем многих частиц. Динамический метод изучения систем многих частиц.

2. Методы рассмотрения систем многих частиц. Термодинамический метод изучения систем многих частиц.

3. Методы рассмотрения систем многих частиц. Статистический метод.

4. Полная и внутренняя энергия систем многих частиц.

5. Первое начало термодинамики. Основное уравнение термодинамики для равно-весных процессов.

6. Второе начало термодинамики.

7. Принцип существования энтропии.

8. Принцип возрастания энтропии.

9. Третье начало термодинамики. Следствия из третьего начала термодинамики.

10. Представление основного уравнения термодинамики через характеристические функции.

11. Характеристические переменные. Основные свойства

характеристических функций. Уравнения Гиббса-Гельмгольца.

12. Характеристические функции в роли термодинамических потенциалов.

13. Условие термодинамического равновесия. Устойчивость равновесия.

14. Дифференциальные уравнения термодинамики в независимых переменных T и V и их интегрирование.

15. Классическое описание состояния механической системы. Уравнения движения в форме Ньютона.

16. Уравнения движения в форме Лагранжа.

17. Уравнения движения в форме Гамильтона.

18. Интегралы движения.

19. Фазовое пространство.

20. Фазовое пространство частицы одноатомного идеального газа, заключенного в сосуд объемом V .

21. Фазовое пространство одноатомного идеального газа, заключенного в сосуд объемом V и содержащего N одноатомных частиц.

22. Квазиклассическое выражение для числа микросостояний системы в выделенном объеме фазового пространства $\Delta\Gamma$.

23. Метод ансамблей Гиббса.

24. Теорема Лиувилля. Принцип равной вероятности.

25. Микроканоническое распределение Гиббса.

26. Статистическое определение энтропии.

27. Статистическое определение температуры. Перенос тепла от горячего тела к холодному.

28. Статистическое определение химического потенциала. Самопроизвольный массообмен между подсистемами.

29. Каноническое распределение Гиббса.

30. Большое каноническое распределение Гиббса.

31. Максвелл-Больцмановский идеальный газ.

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные результаты термодинамического метода	ОПК-2, ПК-1, ПКВ-7	Тест, контрольная работа, защита реферата,
2	Статистический метод	ОПК-2, ПК-1, ПКВ-7	Тест, контрольная работа, защита реферата,
3	Физические задачи, решаемые с использованием распределения Гиббса	ОПК-2, ПК-1, ПКВ-7	Тест, контрольная работа, защита реферата,

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1.Ландау Л.Д., Лифшиц Е.В. Под ред. Л.П. Питаевского Теоретическая физика: В 10 т.: том 5, ч.1: Статистическая физика. Учеб. Пособие, , М.: Физматлит, 2002 г., 616 с. Печатн.

- 2 Ландау Л.Д. Электродинамика сплошных сред М: Наука, 1982, 621 с.
- 3 Ландау Л.Д. Физическая кинетика М: Наука, 1979, 528 с.
4. Л.И. Янченко Методические указания к практическим занятиям по курсу «Статистическая физика» для студентов направления 140400 «Техническая физика» очной формы обучения / ГОУВПО. «Воронежский государственный технический университет» Воронеж, ВГТУ, 2009. 33 с. Печ
5. И.М. Шушлебин, Л.И.Янченко Учебное пособие «Избранные главы теоретической физики: статистическая физика» для лекционных и практических занятий по дисциплине «Теоретическая физика» и «Статистическая физика» ФГБОУ ВО «ВГТУ» Воронеж 2019. 89 с Эл.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Автоматизированный измерительный комплекс сбора и предварительной обработки экспериментальных данных

Графическая обработка экспериментальных данных Origin 8.0

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.
2. Учебно-научная лаборатория “Нанотехнологии и наноматериалы”.
3. Учебно-научная лаборатория “Технология материалов электронной техники”.
4. Учебно-научная лаборатория “Физических методов исследования”.
Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами .

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Статистическая физика» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета статистических закономерностей систем большого числа классических и квантовых частиц. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.