

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 29.06.2026 10:25:50
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bf598f3b6cd77a485b9a8788b8527373



МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистическая физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

| | | | |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 1 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)
Статистическая физика**

Направление подготовки (специальность)
03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль)
Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Присваиваемая квалификация (степень)
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Челябинск, 2026 г.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистическая физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 2

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Перечень формируемых компетенций
3. Содержание оценочных средств по дисциплине
 - 3.1. Виды оценочных средств
 - 3.2. Содержание оценочных средств
4. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации
 - 4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации
 - 4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистическая физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

| | | | |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 3 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.03.03 Радиофизика

Направленность (профиль): Телекоммуникационные системы и информационные технологии

Дисциплина: Статистическая физика

Семестр: 8

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Система оценивания: оценивание результатов осуществляется в рамках 5-балльной системы с использованием балльно-рейтинговой системы.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной

Изучение дисциплины «Статистическая физика» направлено на формирование следующих компетенций:

| Коды компетенции (по ФГОС) | Содержание компетенций согласно ФГОС | Индикаторы достижения компетенций согласно ОПОП | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|----------------------------|---|---|--|
| ОПК-1 | Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности | ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области физики и радиофизики. ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках физики и радиофизики. ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, теорем, законов физики и радиофизики для решения задач профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности. | <u>Знать:</u> Для достижения ОПК-1.1: теоретические основы, основные понятия, законы, подходы для изучения термодинамических систем в рамках статистической физики; основные методы для изучения термодинамических систем в рамках классического и квантового подходов статистической физики; <u>Уметь:</u> Для достижения ОПК-1.2: понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию по разделу теоретической физики "Статистическая физика", пользоваться теоретическими основами, |



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистическая физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

| | | | |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 4 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | основными понятиями, законами и моделями статистической физики; <u>Владеть:</u> Для достижения ОПК-1.3: методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации, навыком решения конкретных физических задач |
|--|--|--|--|

3. СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

3.1 Виды оценочных средств

| № п/п | Код компетенции/ планируемые результаты обучения | Контролируемые темы/ разделы | Наименование оценочного средства для текущего контроля | Наименование оценочного средства на промежуточной аттестации/№ задания |
|-------|--|---|--|--|
| 1 | ОПК-1 <u>Знать:</u> Для достижения ОПК-1.1: теоретические основы, основные понятия, законы, подходы для изучения термодинамических систем в рамках статистической физики; основные методы для изучения термодинамических систем в рамках классического и квантового подходов статистической физики; | Введение. Общие методы равновесной статистической механики | задачи к практическим занятиям | Тест (Раздел 1); задачи к практическим занятиям (тема 1); вопросы к экзамену №1-5 |
| 2 | <u>Уметь:</u> Для достижения ОПК-1.2: понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию по разделу теоретической физики "Статистическая физика", пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями статистической физики; | Равновесные ансамбли. Канонические распределения | задачи к практическим занятиям; контрольная работа | Тест (Раздел 2); задачи к практическим занятиям (тема 1-3); вопросы к экзамену №6-19 |
| 3 | | Теория идеальных равновесных систем | задачи к практическим занятиям; контрольная работа | Тест (Раздел 3); задачи к практическим занятиям (тема 3-5); вопросы к экзамену |



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистическая физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

| | | | |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 5 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|

| | | | | |
|--|---|--|--|--------|
| | <u>Владеть:</u> Для достижения ОПК-1.3: методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации, навыком решения конкретных физических задач | | | №20-34 |
|--|---|--|--|--------|

3.2 Содержание оценочных средств

Задачи к практическим заданиям

Полный перечень заданий приведен в методических указаниях: Лаппа А.В., Зарезина А.С. Распределения Гиббса, Максвелла, Больцмана: методические указания. Челябинск: Челябинский государственный университет, 2009. Методические указания доступны для студентов в библиотеке университета.

Типовая контрольная работа (раздел 2-3)

1. Вычислить гамильтониан одномерного гармонического осциллятора в точке $x = (p, q)$ со следующими параметрами: масса = n (кг), коэффициент упругости = $8/n$ (Н/м), $q = n/2$ (м), $p = 2 \cdot n$ (кг·м/с). n - номер варианта контрольной работы.
2. Вычислить параметр вырождения и определить вырожденный или нет ферми-газ при заданных параметрах. Плотность газа = 10^n (м⁻³), масса частицы = 10^{-2n} (кг), температура = n (К). n - номер варианта контрольной работы.

Типовые вопросы к экзаменационному тесту

| № п/п | Формулировка вопроса | Варианты ответов |
|---|--|---|
| Раздел 1. Введение. Общие методы равновесной статистической механики | | |
| 1. | Принцип равенства априорных вероятностей заключается в том, что фазовая функция распределения является функцией: | 1. только энергии (гамильтониана) системы в данный момент времени 2. только обобщенных координат и импульсов системы 3. только энергии квантового состояния системы в данный момент времени 4. только температуры системы |
| 2. | Какая из приведенных величин имеет физический смысл "вероятности нахождения системы в данный момент времени в квантовом состоянии $ n\rangle$:" | 1. диагональные элементы матрицы плотности 2. фазовая плотность вероятности 3. число заполнения квантового уровня 4. механический макропараметр |
| 3. | Какой из приведенных макроскопических параметров является тепловым? | 1. Энтропия 2. Давление 3. Объем 4. Температура |



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистическая физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

| | | | |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 6 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|

| | | |
|-----|--|--|
| 4. | Какой из приведенных макроскопических параметров является механическим? | 1. Энергия 2. Энтропия 3. Объем 4. Температура |
| 5. | Принцип равенства априорных вероятностей в квантовом подходе заключается в том, что: | 1. диагональные элементы матрицы плотности являются функцией только энергии квантового состояния системы 2. диагональные элементы матрицы плотности являются функцией только температуры системы 3. диагональные элементы матрицы плотности являются функцией только обобщенных координат и импульсов системы 4. фазовая функция распределения является функцией только энергии квантового состояния системы в данный момент времени |
| 6. | Какая из приведенных величин имеет физический смысл "вероятности нахождения системы в данный момент времени в фазовой точке внутри единичного элемента фазового пространства": | 1. фазовая плотность вероятности 2. диагональные элементы матрицы плотности 3. число заполнения квантового уровня 4. механический макропараметр |
| 7. | В классическом подходе состояние системы определяется: | 1. фазовой плотностью вероятностей 2. гамильтонианом системы 3. матрицей плотности 4. температурой |
| 8. | В квантовом подходе состояние системы определяется: | 1. диагональными элементами матрицы плотности 2. фазовой плотностью вероятностей 3. гамильтонианом системы 4. средней энергией системы |
| 9. | Основной постулат классической статистики гласит: | 1. положение системы в каждый момент времени является случайным и определяется фазовой плотностью распределения 2. положение системы в каждый момент времени описывается уравнениями Гамильтона 3. положение системы в каждый момент времени описывается средней энергией системы |
| 10. | Основной постулат квантовой статистики гласит: | 1. положение системы в каждый момент времени является случайным и определяется диагональными элементами матрицы плотности 2. положение системы в каждый момент времени описывается средней энергией системы 3. положение системы определяется уравнением фон Неймана |
| 11. | Смысл теоремы Лиувилля заключается: | 1. сохранение фазового объема 2. якобиан любой системы равен единице 3. положение системы в каждый момент времени является случайным и определяется якобианом системы 4. положение системы в каждый момент времени описывается фазовой точкой |

Раздел 2. Равновесные ансамбли. Канонические распределения



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистическая физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

| | | | |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 7 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|

| | | |
|-----|--|--|
| 12. | Для канонического распределения связь между термодинамическими макропараметрами и параметрами распределения устанавливается между: | 1. Свободной энергией системы и статистической суммой 2. Энтропией и статистической суммой 3. Давлением и статистическим интегралом 4. Энергией и температурой |
| 13. | Укажите верное соотношение для вычисления статистического интеграла для канонического распределения: | 1. $\Omega_{кл}(E) = \int \delta(H(x) - E) dx$ 2. $A = \int e^{-\beta H(x)} dx$ 3. $z = \sum_n e^{-\beta E_n}$ 4. $z_{\bar{\sigma}} = \sum_N \sum_n e^{-\beta(E_n^{(N)} - \mu N)}$ |
| 14. | Укажите верное соотношение для вычисления статистической суммы для канонического распределения: | 1. $\Omega_{кл}(E) = \int \delta(H(x) - E) dx$ 2. $A = \int e^{-\beta H(x)} dx$ 3. $z = \sum_n e^{-\beta E_n}$ 4. $z_{\bar{\sigma}} = \sum_N \sum_n e^{-\beta(E_n^{(N)} - \mu N)}$ |
| 15. | Укажите верное соотношение для вычисления большой статистической суммы для большого канонического канонического распределения: | 1. $\Omega_{кл}(E) = \int \delta(H(x) - E) dx$ 2. $A = \int e^{-\beta H(x)} dx$ 3. $z = \sum_n e^{-\beta E_n}$ 4. $z_{\bar{\sigma}} = \sum_N \sum_n e^{-\beta(E_n^{(N)} - \mu N)}$ |
| 16. | Каноническое распределение описывает системы, взаимодействующие с окружающей средой посредством обмена: | 1. энергией 2. энергией и веществом 3. веществом 4. ничем не обменивается |
| 17. | Большое каноническое распределение описывает системы, взаимодействующие с окружающей средой посредством обмена: | 1. энергией и веществом 2. энергией 3. веществом 4. ничем не обменивается |
| 18. | Для канонического распределения связь между термодинамическими макропараметрами и параметрами распределения устанавливается соотношением: | 1. $-kT \ln z = F$ (F – свободная энергия) 2. $-kT \ln z = E$ (E – средняя энергия) 3. $-kT \ln z_{\bar{\sigma}} = \Omega_{\bar{\sigma}}$ |
| 19. | Для большого канонического распределения связь между термодинамическими макропараметрами и параметрами распределения устанавливается соотношением: | 1. $-kT \ln z = F$ (F – свободная энергия) 2. $-kT \ln z = E$ (E – средняя энергия) 3. $-kT \ln z_{\bar{\sigma}} = \Omega_{\bar{\sigma}}$ |
| 20. | Каноническое классическое распределение имеет вид: | 1. $F(x) = \Omega_{кл}^{-1}(E) \delta(H(x) - E)$ 2. $F(x) = A^{-1} e^{-\beta H(x)}$ 3. $\omega_n = z^{-1} e^{-\beta E_n}$ 4. $\omega_{N,n} = z_{\bar{\sigma}}^{-1} e^{-\beta(E_n^{(N)} - \mu N)}$ |
| 21. | Большое каноническое квантовое распределение имеет вид: | 1. $F(x) = \Omega_{кл}^{-1}(E) \delta(H(x) - E)$ 2. $F(x) = A^{-1} e^{-\beta H(x)}$ 3. $\omega_n = z^{-1} e^{-\beta E_n}$ 4. $\omega_{N,n} = z_{\bar{\sigma}}^{-1} e^{-\beta(E_n^{(N)} - \mu N)}$ |
| 22. | Каноническое квантовое распределение имеет вид: | 1. $F(x) = \Omega_{кл}^{-1}(E) \delta(H(x) - E)$ 2. $F(x) = A^{-1} e^{-\beta H(x)}$ 3. $\omega_n = z^{-1} e^{-\beta E_n}$ 4. $\omega_{N,n} = z_{\bar{\sigma}}^{-1} e^{-\beta(E_n^{(N)} - \mu N)}$ |



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистическая физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

| | | | |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 8 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|

| | | |
|--|--|--|
| 23. | Вириал гармонического осциллятора совпадает с его: | 1. потенциальной энергией 2. кинетической энергией 3. импульсом 4. частотой колебания |
| 24. | Средняя кинетическая энергия системы, приходящаяся на одну степень свободы равна: | 1. $\bar{E}_i = \frac{kT}{2}$, i - степень свободы 2. $\bar{E}_i = \frac{3kT}{2}$, i - степень свободы 3. $\bar{E}_i = \frac{ikT}{2}$, i - степень свободы 4. $\bar{E}_n = \frac{nkT}{2}$, n - число степеней свободы |
| 25. | Средний вириал системы, приходящийся на одну степень свободы равен: | 1. $\bar{v}_i = \frac{kT}{2}$, i - степень свободы 2. $\bar{v}_i = \frac{3kT}{2}$, i - степень свободы 3. $\bar{v}_i = \frac{ikT}{2}$, i - степень свободы 4. $\bar{v}_n = \frac{nkT}{2}$, n - число степеней свободы |
| Раздел 3. Теория идеальных равновесных систем | | |
| 26. | Калорическое уравнение состояния БИГ имеет вид: | 1. $\bar{E} = \frac{3}{2}NkT$ 2. $\bar{E} = NkT$ 3. $\bar{E} = \frac{2}{3}NkT$ 4. $\bar{E} = \frac{1}{3}NkT$ |
| 27. | Укажите правильное соотношение для статистической суммы БИГ: | 1. $Z_N = \frac{z_1^N}{N!}$ 2. $Z_N = z_1^N$ 3. $Z_N = z_1^N \cdot N!$ |
| 28. | Квантовое распределение Больцмана $\bar{n}_i = \frac{1}{e^{\left(\frac{\epsilon_i - \mu}{kT}\right) - \theta}}$ | 1. $\theta = 0$ 2. $\theta = -1$ 3. $\theta = 1$ |
| 29. | Квантовое распределение Больцмана записывается для: | 1. среднего числа заполнения квантовых уровней 2. плотности распределения частиц в конфигурационном пространстве 3. диагональных элементов матрицы плотности 4. средней энергии газа |
| 30. | Больцмановский идеальный газ - это: | 1. идеальный газ, удовлетворяющий больцмановскому приближению 2. идеальный газ 3. неидеальный газ 4. газ, удовлетворяющий большому каноническому распределению |
| 31. | Калорическое уравнение состояния вида $\bar{E} = \frac{3}{2}NkT$ справедливо для: | 1. БИГ 2. ферми-газа 3. бозе-газа 4. неидеального газа |
| 32. | Соотношение вида $f(\vec{r}) = \frac{N}{Q} e^{-\frac{U(\vec{r})}{kT}}$ представляет собой: | 1. классическое распределение Больцмана 2. квантовое распределение Больцмана 3. классическое распределение Максвелла 4. квантовое распределение Максвелла |



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Физический факультет Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистическая физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

| | | | |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 9 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|--------|------------------------|---------------|

| | | |
|-----|---|--|
| 33. | Выражение вида $pV = NkT$ есть: | <ol style="list-style-type: none"> 1. термическое уравнение состояния БИГ 2. калорическое уравнение состояния БИГ 3. термическое уравнение состояния ферми-газа 4. калорическое уравнение состояния ферми-газа |
| 34. | Как расшифровать БИГ: | Больцмановский идеальный газ |
| 35. | Для какого из указанных газов определено понятие энергии Ферми: | <ol style="list-style-type: none"> 1. ферми-газ 2. идеальный газ 3. больцмановский идеальный газ 4. бозе-газ |
| 36. | Калорическое уравнение состояния невырожденного Бозе-газа состоит из: | <ol style="list-style-type: none"> 1. двух уравнений 2. трех уравнений 3. одного уравнения 4. не определено для данного газа |
| 37. | Принцип Паули определен для: | <ol style="list-style-type: none"> 1. ферми-газа 2. бозе-газа 3. БИГ 4. идеального газа |
| 38. | Фотонный газ является: | <ol style="list-style-type: none"> 1. бозе-газом 2. ферми-газом 3. БИГ 4. идеальным газом |
| 39. | В выражении для среднего числа заполнения квантовых уровней $\bar{n}_i = \frac{1}{e^{\left(\frac{\varepsilon_i - \mu}{kT}\right) - \theta}}$ параметр $\theta = 1$ для: | <ol style="list-style-type: none"> 1. бозе-газа 2. ферми-газа 3. БИГ 4. идеального газа |
| 40. | В выражении для среднего числа заполнения квантовых уровней бозе-газа $\bar{n}_i = \frac{1}{e^{\left(\frac{\varepsilon_i - \mu}{kT}\right) - 1}}$ параметр μ есть: □ | <ol style="list-style-type: none"> 1. химический потенциал 2. энергия Ферми 3. параметр вырождения 4. для данного газа не определен |
| 41. | Указать название уравнения состояния $\bar{E} = \frac{3}{2} NkT$ | Калорическое уравнение состояния |
| 42. | Указать название уравнения состояния $pV = NkT$ | Термическое уравнение состояния |
| 43. | Для какого газа определен принцип Паули: | Ферми-газ |
| 44. | Для какого газа определено понятие "температуры конденсации": | Бозе- газ |
| 45. | Чему равно максимальное значение химического потенциала для сильно вырожденного бозе-газа? | 0 |

3.2.2 Перечень задач для промежуточной аттестации

| № п/п | Формулировка задачи | Ответ |
|---|---------------------|-------|
| Раздел 2. Равновесные ансамбли. Канонические распределения | | |



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистическая физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

| | | | |
|----------------------|---------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 11 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|---------|------------------------|---------------|

6. Классическое микроканоническое распределение.
7. Квантовое микроканоническое распределение.
8. Квазизамкнутые подсистемы.
9. Классическое каноническое распределение.
10. Квантовое каноническое распределение.
11. Термодинамический смысл параметров канонического распределения.
12. Распределение Максвелла.
13. Теорема о равномерном распределении распределении средней кинетической энергии по степеням свободы.
14. Теорема о вириале.
15. Квантовое большое каноническое распределение.
16. Классическое большое каноническое распределение.
17. Термодинамический смысл параметров большого канонического распределения.
18. *Термодинамическая эквивалентность МКР и КР.
19. *Термодинамическая эквивалентность КР и БКР.
20. Больцмановское приближение.
21. *Статистическая сумма и статистический интеграл одноатомного идеального газа.
22. Термодинамика одноатомного невырожденного идеального газа.
23. Классическое распределение Больцмана.
24. *Большая статистическая сумма и большой термодинамический потенциал квантового идеального газа.
25. Распределение Бозе-Эйнштейна, Ферми-Дирака.
26. Квантовое распределение Больцмана.
27. Уравнения состояния квантового идеального газа.
28. Слабо вырожденный идеальный газ.
29. Сильно вырожденный идеальный ферми-газ.
30. Сильно вырожденный идеальный бозе-газ.
31. Бозе-эйнштейновская конденсация.
32. Термодинамика слабо вырожденного ферми-газа (электронный газ).
33. Слабо вырожденный бозе-газ.
34. *Фотонное излучение. Распределение Планка. Формула Рэлея-Джинса. Формула Вина. Закон смещения Вина

Примечание: *отмечены вопросы, не входящие в список вопросов «теоретического минимума».

4. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена в два этапа.

1 этап представляет собой компьютерный тест из 15 вопросов, охватывающих материал теоретического минимума. Успешное прохождение данного этапа заключается в ответе как минимум на 12 вопросов и оценивается на «удовлетворительно».

По желанию студента 1 этап экзамена может быть заменен на традиционный устный ответ по экзаменационному билету. В этом случае оценка «удовлетворительно»



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистическая физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

| | | | |
|----------------------|---------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 12 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|---------|------------------------|---------------|

ставится в случае успешной сдачи «теоретического минимума», который включает: знание основных понятий, название и физический смысл величин, вид основных распределений и соотношений (без вывода), определяемых 1-ым и 2-ым вопросами билета (на этом этапе 3-ий вопрос билета, т.е. задача, игнорируется).

Продолжительность – 30 минут.

4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Максимальный балл за **посещение лекционных занятий** – 6 баллов, за **посещение практических занятий** – 4 балла.

Задания к практическим занятиям студенты выполняют в течение семестра на практических занятиях и дома. Задачи сгруппированы по темам практических занятий. В течение семестра студент должен сдать отчет по каждой теме. Отчет по теме считается сданным вовремя, если он сдан в течение месяца после изучения темы на практическом занятии. Отчет подразумевает решение задач из предложенного списка задач и умение объяснить ход решения 1-2 задач из темы. Максимальный балл за сдачу всех тем – 40 баллов.

Критерии оценивания отчета по темам практических занятий:

| Оценка | Отлично | Хорошо | Удовлетворительно | Неудовлетворительно |
|--|--|--|--|---------------------|
| Характеристики ответа | Решено > 80% задач, отчет сдан вовремя | Решено >80% задач, отчет сдан не вовремя | Решено <80% задач, отчет сдан не вовремя | Задачи не решены |
| Баллы | 12-15 баллов | 10-11 баллов | 5-9 баллов | 0 баллов |
| Уровень освоения проверяемых компетенций | высокий | средний | базовый | недостаточный |

Также в течение семестра проводится **одна контрольная работа** по разделам: «Равновесные ансамбли. Канонические распределения», «Теория идеальных равновесных систем». На контрольной работе студенту предлагается решить 2 задачи. Максимальный балл за контрольную работу – 10 баллов.

Критерии оценивания контрольной работы:

| Характеристики ответа | Баллы | Уровень освоения проверяемых компетенций |
|--|-------|--|
| Правильно и с пояснениями решены две задачи | 10 | высокий |
| Написаны две задачи, правильно и с пояснениями | 9-7 | средний |



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистическая физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

| | | | |
|----------------------|---------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 13 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|---------|------------------------|---------------|

| | | |
|--|-----|---------------|
| решена одна задача, в другой ошибки | | |
| Правильно и с пояснениями решена одна задача | 6 | |
| Написана одна задача, но есть ошибки | 5-3 | базовый |
| Частично решена одна задача | 2-1 | недостаточный |

Таким образом, за работу в семестре студент может получить максимум 60 баллов.

Экзамен проходит в письменно-устной форме. Максимальный балл – 40 баллов. Экзамен состоит из 2 этапов.

На первом этапе студент выполняет тест из 15 вопросов. Продолжительность – 30 минут. Критерии оценивания: каждый правильный ответ – 1 балл. Максимальное количество баллов – 15. Чтобы тест был зачтен, студент должен дать правильные ответы по крайней мере на 12 вопросов из 15.

| | | |
|--|--------------|---------------|
| Оценка | Зачтено | Незачтено |
| Баллы | 15-12 баллов | 11-0 баллов |
| Уровень освоения проверяемых компетенций | базовый | недостаточный |

2 этап представляет собой ответ на вопросы из билета. Если студент за время работы в семестре отчитался по всем темам задач, он освобождается от решения задачи на экзамене.

Максимальный балл за ответы по билету – 40 баллов.

Критерии оценивания теоретических вопросов:

| Характеристики ответа | Баллы | Уровень освоения проверяемых компетенций |
|---|---------|--|
| Ответил на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения, задача полностью решена, студент правильно обосновывает принятые решения. Возможны несущественные ошибки. | 35 – 40 | высокий |
| Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при выводе формул и решении задачи или отсутствие некоторых элементов вывода. | 25 – 34 | средний |



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистическая физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

| | | | |
|----------------------|---------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 14 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|---------|------------------------|---------------|

| | | |
|---|---------|---------------|
| Знает «теоретический минимум», т.е. отвечает на вопрос базового уровня и знает основные понятия, соотношения (без вывода), название и физический смысл величин по другим вопросам билета. | 10 – 24 | базовый |
| Не может ответить на вопрос базового уровня | 0 | недостаточный |

При подведении итогов учитываются результаты текущей аттестации. Полученные за текущую аттестацию баллы суммируются с баллами, полученными за каждый этап при прохождении промежуточной аттестации:

Критерии оценивания экзамена:

- 0-50 баллов - неудовлетворительно (2);
- 51-70 баллов - удовлетворительно (3);
- 71-90 баллов - хорошо (4);
- 91-100 баллов - отлично (5).

Особенности проведения процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обозначены в рабочей программе дисциплины (модуля).

Уровни сформированности компетенций определяется следующим образом:

1. Высокий уровень сформированности компетенций соответствует оценке отлично: предполагает формирование компетенций на высоком уровне: студент свободно владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Статистическая физика», что позволяет формулировать выводы и участвовать в дискуссии по учебным вопросам данной дисциплины; полностью сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и уверенно владеть навыком их решения;
2. Средний уровень соответствует оценке хорошо: предполагает формирование компетенций на среднем уровне: студент хорошо владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Статистическая физика»; сформировано умение применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач по статистической физике;
3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно: предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач по статистической физике;
4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно: студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом раздела теоретической физики «Статистическая физика»; не владеет навыками решения базовых задач по статистической физике.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)
Физический факультет
Кафедра общей и теоретической физики

Фонд оценочных средств по дисциплине «Статистическая физика» по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика»
направленность «Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

| | | | |
|----------------------|---------|------------------------|---------------|
| Версия документа - 1 | стр. 15 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|----------------------|---------|------------------------|---------------|

Фонд оценочных средств дисциплины (модуля) одобрен и рекомендован:

Проректор по учебной работе _____ утверждено 27.02.26 А.А. Саламатов

Ученым советом физического факультета

Протокол заседания № 04 от 05.02.2026

Председатель Ученого совета
физического факультета

согласовано

М.А. Загребин

Заседанием кафедры общей и теоретической физики

Протокол заседания № 06 от 05.02.2026

Заведующий кафедрой

согласовано

А.Е. Майер

Автор (составитель)

А.С. Зарезина

**Структура фондов оценочных средств соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО «ЧелГУ»
от 27 сентября 2022 №573-1**