

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 05.09.2025 12:05:42
Уникальный программный ключ:
04c19ed8bb98f3b6c077a48009a078808322523



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 «Физическая кинетика» по направлению подготовки (специальности)
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

**Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации
по дисциплине (модулю)
Физическая кинетика**

Направление подготовки (специальность)
03.03.02 Физика

Направленность (профиль)
Физика

Присваиваемая квалификация (степень)
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Челябинск, 2025 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 «Физическая кинетика» по направлению подготовки (специальности)
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика 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 «Физическая кинетика» по направлению подготовки (специальности)
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 3

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 03.03.02 Физика

Направленность (профиль): Физика

Дисциплина: Физическая кинетика

Семестр: 8

Форма промежуточной аттестации: зачет

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 «Физическая кинетика» 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 физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области физико-математических и (или) естественных наук; ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках физико-математических и (или) естественных наук; ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, законов физико-математических и (или) естественных наук для решения задач профессиональной деятельности.	<u>Знать:</u> Для достижения ОПК-1.1: теоретические основы, основные понятия, законы и модели физической кинетики; <u>Уметь:</u> Для достижения ОПК-1.2: понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию по разделу теоретической физики "Физическая кинетика", пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физической кинетики; <u>Владеть:</u> Для достижения ОПК-1.3: физическими и математическими методами обработки и анализа информации по разделу теоретической физики "Физическая кинетика"



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 «Физическая кинетика» по направлению подготовки (специальности)
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 4

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

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 и модели физической кинетики; <u>Уметь:</u> Для достижения ОПК-1.2: понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию по разделу теоретической физики "Физическая кинетика", пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями физической кинетики; <u>Владеть:</u> Для достижения ОПК-1.3: физическими и математическими методами обработки и анализа информации по разделу теоретической физики "Физическая кинетика"	Основные понятия, подходы в физической кинетике. Цепочка уравнений Боголюбова	Задачи к практическому занятию №1	Вопросы к зачету № 1-3
		Кинетические уравнения	Задачи к практическому занятию №2	Вопросы к зачету № 4-12
		Статистическое обоснование гидродинамики	задачи к практическим занятиям №3	Вопросы к зачету № 13-16

3.2 Содержание оценочных средств

Вопросы к тестированию остаточных знаний

1. **Физическая кинетика — это:**

- 1) макроскопическая теория процессов, происходящих в неравновесных средах.
- 2) микроскопическая теория процессов, происходящих в неравновесных средах.
- 3) микроскопическая теория процессов, происходящих в равновесных средах.
- 4) теория, рассматривающая динамику свойств системы
- 5) теория, которая рассматривает молекулярное строение вещества.

2. **Уравнение Лиувилля имеет вид:**

$$1. \frac{\partial F}{\partial t} = [F, H], 2. \frac{\partial F}{\partial t} = [H, F], 3. i\hbar \frac{\partial F}{\partial t} = [F, H], \frac{\partial F}{\partial x} = [H, F]$$

3. **Уравнению Лиувилля удовлетворяет:**

1. волновая функция,



2. **одночастичная функция распределения,**
3. многочастичная функция распределения,
4. фазовая плотность распределения,
5. энтропия.

$$\frac{\partial F}{\partial t} = [H, F]$$

4. **В уравнении Лиувилля** *символ H это:*

1. H - функция,
2. оператор Гамильтона,
3. **функция Гамильтона,**
4. термодинамический потенциал Гиббса

$$\frac{\partial F}{\partial t} = [H, F]$$

5. **В уравнении Лиувилля** *скобки обозначают:*

1. простые скобки,
2. коммутатор,
3. **скобки Пуассона,**
4. интеграл.

6. **Аргументами фазовой плотности распределения являются:**

1. координаты частицы и время,
2. импульсы частицы и время,
3. **фазовые координаты всех частиц системы и время,**
4. давление и объем в системе.

7. **Аргументами одночастичной функции распределения являются:**

1. координаты частицы и время,
2. импульсы частицы и время,
3. **фазовые координаты всех частиц системы и время,**
4. координаты и импульсы частицы, и время.

8. **Если $F_1(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t)$ - одночастичная функция распределения ($\iint F_1(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t) d\mathbf{r} d\mathbf{p} = 1$), то**

1. $F_1(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t)$ - вероятность частице иметь координату \mathbf{r} и импульс \mathbf{p} в момент t ;

2. $\iint F_1(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t) d\mathbf{r} d\mathbf{p}$ - энергия системы

3. $F_1(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t) d\mathbf{r} d\mathbf{p}$ - **вероятность определенной частице находиться внутри**

элемента объема $d\mathbf{r}$ с импульсом внутри элемента $d\mathbf{p}$ в момент t ;

4. $F_1(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t) d\mathbf{r} d\mathbf{p} dt$ - среднее число частиц, вошедших в элемент объема $d\mathbf{r}$ с импульсом внутри элемента $d\mathbf{p}$ за время dt ;

9. **Цепочка уравнений БГККИ – это:**



$$1. \frac{\partial f_n}{\partial t} = \sum_{i,j=1}^n [H_{i,j}, f_n] + \frac{N}{V} \sum_{i=1}^n \int dx_{n+1} [H_{i,n+1}, f_{n+1}], n = 1, 2, \dots$$

$$2. \frac{\partial f_n}{\partial t} = \sum_{i=1}^n [H_i, f_n] + \sum_{i < j=1}^n [H_{i,j}, f_n] + \frac{(N-n)}{V} \sum_{i=1}^n \int dx_{n+1} [H_{i,n+1}, f_{n+1}], n = 1, 2, \dots, N$$

$$3. \frac{\partial f_n}{\partial t} = \sum_{i=1}^n [H_i, f_n] + \frac{(N-n)}{V} \sum_{i=1}^n \int dx_{n+1} [H_{i,n+1}, f_{n+1}], n = 1, 2, \dots, N,$$

$$4. \frac{\partial f_n}{\partial t} = \sum_{i=1}^n \int dx_i [H_i, f_i] + \frac{(N-n)}{V} \sum_{i=1}^n \int dx_{n+1} [H_{i,n+1}, f_{n+1}], n = 1, 2, \dots, N,$$

10. Уравнение свободномолекулярного течения – это:

$$1. \frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{g} \frac{\partial f}{\partial \mathbf{p}} = 0,$$

$$2. \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial x} + \mathbf{g} \frac{\partial f}{\partial \mathbf{p}} = 0,$$

$$3. \frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{v} \frac{\partial f}{\partial \mathbf{r}} + \mathbf{g} \frac{\partial f}{\partial \mathbf{p}} = 0,$$

$$4. \frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{v} \frac{\partial f}{\partial \mathbf{r}} + \mathbf{g} \frac{\partial f}{\partial \mathbf{p}} = \bar{n}$$

11. Решением кинетического уравнения является:

1. Фазовая плотность распределения системы,
2. Многочастичная функция распределения,
3. Одночастичная функция распределения,
4. Энтропия системы.

12. Какое из следующих уравнений не является кинетическим:

1. уравнение свободно молекулярного течения,
2. уравнение Власова,
3. уравнения Больцмана,
4. уравнение Лиувилля?

13. Область применимости уравнения свободномолекулярного течения:

1. разреженные бесстолкновительные газы,
2. разреженные газы,
3. бесстолкновительная плазма,
4. жидкости.

14. Область применимости уравнения Власова:

1. разреженные бесстолкновительные газы,
2. разреженные газы,
3. бесстолкновительная плазма,
4. жидкости.

15. Область применимости уравнения Больцмана:



1. разреженные бесстолкновительные газы,
2. разреженные газы,
3. бесстолкновительная плазма,
4. жидкости.

16. Уравнение Власова (один тип частиц) – это:

1. $\frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{v} \frac{\partial f}{\partial \mathbf{r}} + (\mathbf{g} + \mathbf{g}') \frac{\partial f}{\partial \mathbf{p}} = 0, \quad \mathbf{g}' = \int d\mathbf{r}' \mathbf{g}(\mathbf{r}, \mathbf{r}') \int dt f(\mathbf{r}', \mathbf{p}, t),$
2. $\frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{v} \frac{\partial f}{\partial \mathbf{r}} + (\mathbf{g} + \mathbf{g}') \frac{\partial f}{\partial \mathbf{p}} = 0, \quad \mathbf{g}' = \int d\mathbf{r}' \mathbf{g}(\mathbf{r}, \mathbf{r}') \int d\mathbf{p} f(\mathbf{r}', \mathbf{p}, t),$
3. $\frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{v} \frac{\partial f}{\partial \mathbf{p}} + (\mathbf{g} + \mathbf{g}') \frac{\partial f}{\partial \mathbf{r}} = 0, \quad \mathbf{g}' = \int d\mathbf{r}' \mathbf{g}(\mathbf{r}, \mathbf{r}') \int d\mathbf{p} f(\mathbf{r}', \mathbf{p}, t),$
4. $\frac{\partial f}{\partial t} + (\mathbf{g} + \mathbf{g}') \frac{\partial f}{\partial \mathbf{r}} + \mathbf{v} \frac{\partial f}{\partial \mathbf{p}} = 0, \quad \mathbf{g}' = \int d\mathbf{r}' \mathbf{g}(\mathbf{r}, \mathbf{r}') \int d\mathbf{p} f(\mathbf{r}', \mathbf{p}, t),$

Примечание: всюду $f \equiv f(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t)$

17. Самосоглазованное поле - это:

- 1) поле, которое действует на систему частиц,
- 2) поле, интеграл от которого равен 1.
- 3) усредненное поле, действующее на частицу со стороны остальных частиц системы.
- 4) усредненное поле, действующее на систему частиц со стороны выбранной частицы системы.
- 5) потенциальная энергия взаимодействия всех частиц системы.

18. Уравнение Больцмана – это:

1. $\frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{v} \frac{\partial f}{\partial \mathbf{r}} = \iint d\mathbf{p}'_2 d\Omega |\mathbf{v}_2 - \mathbf{v}| \sigma(\Omega) [ff'_2 - ff_2]$
2. $\frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{v} \frac{\partial f}{\partial \mathbf{r}} = \iint d\mathbf{p}_2 d\Omega |\mathbf{v}_2 - \mathbf{v}| \sigma(\Omega) [ff'_2 - ff_2]$
3. $\frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{g} \frac{\partial f}{\partial \mathbf{p}} = \iint d\mathbf{p}_2 d\Omega |\mathbf{v}_2 - \mathbf{v}| \sigma(\Omega) [ff'_2 - ff_2]$
4. $\frac{\partial f}{\partial t} + \mathbf{v} \frac{\partial f}{\partial \mathbf{r}} = \iint d\mathbf{p}_2 d\Omega |\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}| \sigma(\Omega) [ff'_2 - ff_2]$

Примечание: всюду $f \equiv f(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t), f' \equiv f(\mathbf{r}, \mathbf{p}', t), f_2 \equiv f(\mathbf{r}, \mathbf{p}_2, t), f'_2 \equiv f(\mathbf{r}, \mathbf{p}'_2, t)$

19. Смысл решения уравнения Больцмана:

1. $f = f(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t)$ - плотность распределения числа частиц по координатам, импульсам и времени,
2. $f = f(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t)$ - плотность распределения числа частиц по координатам и импульсам в фиксированный момент времени,



3. $f = f(x, t)$ - фазовая плотность распределения системы в фиксированный момент времени,

4. $f = f(\mathbf{r}, t)$ - плотность распределения числа частиц по координатам в фиксированный момент времени,

5. $f = f(\mathbf{p}, t)$ - плотность распределения числа частиц по импульсам в фиксированный момент времени,

20. *H-функция Больцмана – это:*

1. $\int f(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t) \exp\{\ln f(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t)\} d\mathbf{r}d\mathbf{p},$

2. $\int f(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t) \ln f(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t) dt,$

3. $\int f(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t) \ln f(\mathbf{r}, \mathbf{p}', t) d\mathbf{r}d\mathbf{p},$

4. $\int f(\mathbf{r}, \mathbf{p}, t) e^{-H(x)/kT} d\mathbf{r}d\mathbf{p}.$

21. *H- теорема Больцмана гласит о том, что H-функция системы с течением времени*

- 1) не изменяется,
- 2) неограниченно растет,
- 3) неограниченно убывает,
- 4) уменьшается и достигает своего минимального значения в равновесном состоянии.

22. *Решением уравнения Больцмана в тепловом равновесии является:*

1. Каноническое распределение,
2. Распределение Больцмана,
3. Распределение Максвелла,
4. Распределение Пуассона.

Вопросы к зачету

1. Уравнение Лиувилля для системы бесструктурных частиц в приближении парных взаимодействий.
2. Многочастичные функции распределения.
3. Цепочка уравнений ББГКИ.
4. Понятие кинетического уравнения. Первое уравнение цепочки ББГКИ.
5. Уравнение свободномолекулярного течения.
6. Уравнение Власова.
7. Уравнение Больцмана в форме Боголюбова.
8. Уравнение Больцмана в форме Больцмана.
9. Энтропия Гиббса, Микроскопическая обратимость.
10. H-теорема Больцмана и парадокс макроскопической необратимости.
11. Парадокс макроскопической необратимости.
12. Переход к равновесию в Больцмановской теории. Принцип детального равновесия.
13. Статистическое обоснование гидродинамики. Уравнения баланса.



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 «Физическая кинетика» по направлению подготовки (специальности)
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1

стр. 9

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

14. Газодинамика идеального газа.
15. Гидродинамика вязкой жидкости.
16. Газодинамические коэффициенты переноса.

4. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Порядок проведения промежуточной аттестации

В п.4.2 приведена балльно-рейтинговая оценка всех мероприятий, проводимых в течение семестра. Для получения зачета необходимо набрать более 60 баллов. Если в течение семестра студент зарабатывает требуемое количество баллов, зачет он получает «автоматом». В противном случае, недостающее количество баллов студент зарабатывает на зачете. Критерии оценивания зачетных мероприятий приведены в п. 4.2.

4.2. Результаты промежуточной аттестации и уровни сформированности компетенций

Начисляемые баллы за выполнение плановых заданий

№ п/п	Перечень контрольных мероприятий	Максимальный рейтинговый балл
1	2	3
1.	Посещение лекционных занятий	16
2.	Посещение практических занятий	6
3.	Отчет по практическим заданиям	45
4.	Билет (зачет)	30
	ИТОГО	100

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 – 30 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	10-15 баллов	8-12 баллов	5-10 балла	0 баллов
Уровень освоения проверяемых компетенций	высокий	средний	базовый	недостаточный



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 «Физическая кинетика» по направлению подготовки (специальности)
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Версия документа - 1	стр. 10	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	---------	------------------------	---------------

Таким образом, за работу в семестре студент может получить максимум 67 баллов.

Зачет проходит в письменно-устной форме и представляет собой ответ на 2 вопроса билета. Максимальный балл за ответы по билету – 33 балла.

Критерии оценивания ответов на вопросы:

Характеристики ответа	Баллы	Уровень освоения проверяемых компетенций
Ответил на оба вопроса билета, воспроизведя соответствующие математические выкладки и логические рассуждения. Возможны несущественные ошибки.	20-33	высокий
Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, но при этом допускаются негрубые ошибки при выводе формул.	10-19	средний
Знает «теоретический минимум», т.е. отвечает на вопрос базового уровня и знает основные понятия, соотношения (без вывода), название и физический смысл величин.	5-9	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:

0-60 баллов - незачтено;

61-100 баллов - зачтено.

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, 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; сформировано умение применять



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 «Физическая кинетика» по направлению подготовки (специальности)
03.03.02 «Физика» направленности (профилю) Физика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

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

полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач и владеть навыками решения базовых задач;

3. Базовый уровень соответствует оценке удовлетворительно:
предполагает формирование компетенций на начальном уровне: студент знает «теоретический минимум» и недостаточно владеет методами решения базовых задач;
4. Низкий уровень соответствует оценке неудовлетворительно:
студент не владеет основной терминологией и понятийным аппаратом; не владеет навыками решения базовых задач по данной дисциплине.

