

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИКА

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

Декан физико-математического факультета

_____/ Нальгиева М. А.
от « 21 » 05 2024г.

_____/ Кульбужев Б. С.
от « 21 » 05 2024г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Физическая кинетика»
(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки –
03.03.02 Физика
(код, наименование)

Направленность: **Физика**

Квалификация выпускника – *бакалавр физики*

Форма обучения очная

Магас, 2024

Фонд оценочных средств по дисциплине «Физическая кинетика» включает все виды оценочных средств, позволяющих проконтролировать освоение обучающимися профессиональных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, предусмотренных Федеральным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.03.02_Физика (квалификация «Бакалавр») и рабочей программой дисциплины «Физическая кинетика».

Назначение фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств (ФОС) составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Физическая кинетика» на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям соответствующей основной профессиональной образовательной программы (ОПОП). ФОС является составной частью рабочей программы дисциплины.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Физическая кинетика» включает в себя: перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП; описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания; типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП; методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- объективности: разные студенты должны иметь равные возможности добиться успеха.

Основными параметрами и свойствами ФОС являются:

- предметная направленность (соответствие предмету изучения конкретной учебной дисциплины);
- содержание (состав и взаимосвязь структурных единиц, образующих содержание теоретической и практической составляющих учебной дисциплины);
- объем (количественный состав оценочных средств, входящих в ФОС);
- качество оценочных средств и ФОС в целом, обеспечивающее получение объективных и достоверных результатов при проведении контроля с различными целями.

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1 Перечень формируемых компетенций

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи. УК-1.2. Находит и критически анализирует информацию,	Знать: Анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие Уметь: Осуществлять поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов

	поставленных задач	<p>необходимую для решения поставленной задачи.</p> <p>УК-1.3. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p> <p>УК-1.4. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.</p> <p>УК-1.5. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>Владеть: При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения</p>
ПК -3	готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	<p>ПК-3.1. Понимает физические основы методов и средства преобразования информации, обмена информацией на расстоянии с помощью радиоэлектронных средств и технологий.</p> <p>ПК-3.2. Владеет методологией математического моделирования физических процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ.</p> <p>ПК-3.3. Применяет цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности.</p> <p>ПК-3.4. Применяет современные информационные средства при подготовке данных при составлении обзоров, отчетов и научных публикаций.</p>	<p>Владеть: методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований.</p> <p>Уметь: осмысленно выбирать научный метод проведения физических исследований.</p> <p>Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований</p>

1.2 ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основное уравнение термодинамики неравновесных процессов. Уравнение	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое

	баланса. Закон сохранения различных физических величин.		занятие. Тест
2.	Уравнение производства энтропии и её производство в однородном твердом теле. Устойчивость стационарных состояний, принцип Ле Шателье. Невозможность упорядочения в области линейных необратимых процессов.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
3	Термоэлектрические явления. Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Эффект Томсона	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
4	Термомеханические и механокалорические эффекты.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
5	Характерные времена релаксации для изучения броуновского движения.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
6	Плотность изображающих точек или функция распределения неравновесного состояния. Цепи Маркова. Принцип детального равновесия.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
7	Уравнение Ланжевена. Связь между В и D. Соотношение Эйнштейна.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
8	Основная задача броуновского движения. Вычисление плотности $q(x)$ в момент t_0 в состоянии $q(x)=q$ в момент Уравнение Смолуховского).	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
9	Уравнение Эйнштейна - Фоккера - Планка	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
10	Формула Найквиста. Неравновесная функция распределения	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
11	Точные решения для функции распределения. Цепочка уравнений Боголюбова.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
12	Кинетические уравнение самосогласованного поля. Уравнение Власова.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
13	Газокинетические уравнение Больцмана.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
14	H- теорема Больцмана. Связь H- теоремы с энтропией.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
15	Теория флуктуации. Расчет функции энергии малой подсистемы заданного объема в термостате, когда к ней применимо каноническое распределение.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест
16	Ограничение точности пружинных весов за	УК-1	Опрос.

	счет флуктуаций.	ПК -3	Практическое занятие. Тест
17	Флуктуации основных термодинамических параметров. Принцип Больцмана.	УК-1 ПК -3	Опрос. Практическое занятие. Тест

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

код компетенции	Этапы формирования компетенций (темы дисциплин)																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
УК-1.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

II. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

2.1 Структура фонда оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

№ темы	код контролируемой компетенции или ее части	Наименование оценочного средства	
		текущий контроль	промежуточная аттестация
1	УК-1 ПК -3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
2	УК-1 ПК -3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
3	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
4	УК-1 ПК -3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
5	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
6	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
7	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
8	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
9	УК-1	- Лабораторная работа;	Экзамен

	ПК -3	-Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	
10	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
11	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
12	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
13	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
14	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
15	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
16	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен
17	УК-1 ПК -3	- Лабораторная работа; -Тестовые задания; -вопросы для обсуждения; -задачи.	Экзамен

2.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ ПО ВИДАМ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование оценочного средства	Характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
УСТНЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА			
1	Собеседование, устный опрос	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

2	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися	Вопросы по темам/разделам дисциплины
3	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
ПИСЬМЕННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА			
4	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
5	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
6	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
7	Лабораторная работа	Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу	Комплект лабораторных заданий
8	Задача	Это средство раскрытия связи между данными и искомым, заданные условием задачи, на основе чего надо выбрать, а затем выполнить действия, в том числе арифметические, и дать ответ на вопрос задачи	Задания по задачам

А) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ ОТВЕТОВ НА УСТНЫЕ ВОПРОСЫ

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов	Оценка/зачет
1	1) полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;	10	отлично

	2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные; 3) излагает материал последовательно и правильно.		
2	студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.	8	хорошо
3	студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки	5-6	удовлетворительно
4	студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал; отмечаются такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом	0	неудовлетворительно

Б) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ

№ п/п	тестовые нормы: % правильных ответов	Количество баллов
1	90-100 %	9-10
2	80-89%	7-8
3	70-79%	5-6
4	50-59%	3-4
5	50-59%	1-2
6	менее 50%	0

В) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов
1	Полное верное решение. В логическом рассуждении и решении нет ошибок, задача решена рациональным способом. Получен правильный ответ. Ясно описан способ решения	9-10
2	Верное решение, но имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение, такие как небольшие логические пропуски, не связанные с основной идеей решения. Решение оформлено не вполне аккуратно, но это не мешает пониманию решения.	7-8
3	Решение в целом верное. В логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок, но задача решена неоптимальным способом или	5-6

	допущено не более двух незначительных ошибок. В работе присутствуют арифметическая ошибка, механическая ошибка или описка при переписывании выкладок или ответа, не искажившие экономическое содержание ответа.	
4	В логическом рассуждении и решении нет ошибок, но допущена существенная ошибка в математических расчетах. При объяснении сложного экономического явления указаны не все существенные факторы	3-4
5	Имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении. Рассчитанное значение искомой величины искажает экономическое содержание ответа. Доказаны вспомогательные утверждения, помогающие в решении задачи.	2
6	Рассмотрены отдельные случаи при отсутствии решения. Отсутствует окончательный численный ответ (если он предусмотрен в задаче). Правильный ответ угадан, а выстроенное под него решение - безосновательно	1
7	Решение неверное или отсутствует	0

Г) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ РЕФЕРАТОВ

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов
1	Выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы	9-10
2	Основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.	7-8
3	Имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы	4-6
4	Тема освоена лишь частично; допущены грубые ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.	1-3
5	Тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы	0

Д) КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

№ п/п	Критерии оценивания	Количество баллов
1	Абсолютное понимание сути вопросов, безукоризненное знание основных понятий и положений, логически и лексически грамотно изложенные, содержательные, аргументированные и исчерпывающие ответы	19-20

2	Глубокое твердое знание основных понятий и положений по вопросам, структурированные, последовательные, полные, правильные ответы	17-18
3	Глубокие знания материала, правильное понимание сути вопросов, знание основных понятий и положений по вопросам, содержательные, полные и конкретные ответ на вопросы. Наличие несущественных или технических ошибок	15-16
4	Твердые, достаточно полные знания, хорошее понимание сути вопросов, правильные ответы на вопросы, минимальное количество неточностей, небрежное оформление	13-14
5	Твердые, но недостаточно полные знания, по сути верное понимание вопросов, в целом правильные ответы на вопросы, наличие неточностей, небрежное оформление	11-12
6	Общие знания, недостаточное понимание сути вопросов, на-личие большого числа неточностей, небрежное оформление	9-10
7	Относительные знания, наличие ошибок, небрежное оформление	5-8
8	Поверхностные знания, наличие грубых ошибок, отсутствие логики изложения материала	1-4
9	Отсутствие ответа, дан ответ на другие вопросы, списывание в ходе выполнения работы, наличие на рабочем месте тех-нических средств, в том числе телефона	0

III ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСОВЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Контрольные вопросы.

1. Основное уравнение термодинамики неравновесных процессов.
2. Уравнение баланса. Закон сохранения различных физических величин.
3. Уравнение производства энтропии и её производство в однородном твердом теле.
4. Соотношение взаимности Онзагера.
5. Устойчивость стационарных состояний, принцип Ле Шателье. Невозможность упорядочения в области линейных необратимых процессов.
6. Термоэлектрические явления. Эффект Зеебека. Эффект Пельтье. Эффект Томсона.
7. Термомеханические и механокалорические эффекты
8. Характерные времена релаксации для изучения броуновского движения.
9. Плотность изображающих точек или функция распределения неравновесного состояния. Цепи Маркова.
10. Уравнение Смолуховского.
11. Принцип детального равновесия.
12. Уравнение Ланжевена.
13. Связь между B и D . Соотношение Эйнштейна.
14. Основная задача броуновского движения. Вычисление плотности вероятности произвольной обобщенной координаты.
15. Определение плотности вероятности перехода системы из состояния $q(x)$ в момент t_0 в состояние $q(x)=q$ в момент t (Уравнение Смолуховского).
16. Уравнение Эйнштейна - Фоккера - Планка.
17. Формула Найквиста.
18. Неравновесная функция распределения.
19. Точные решения для функции распределения. Цепочка уравнений Боголюбова.
20. Кинетические уравнение самосогласованного поля. Уравнение Власова.
21. Газокинетические уравнение Больцмана.

22. Н- теорема Больцмана. Связь Н- теоремы с энтропией.
23. Теория флуктуации. Расчет функции энергии малой подсистемы заданного объема в термостате, когда к ней применимо каноническое распределение.
24. Ограничение точности пружинных весов за счет флуктуаций.
25. Флуктуации основных термодинамических параметров. Принцип Больцмана.

Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.

1. Что изучает предмет «физическая кинетика».
2. Каков характер броуновского движения?
3. Вид уравнения движения броуновской частицы.
4. Как записывается решение уравнения движения броуновской частицы?
5. Получить выражение для дисперсии смещения броуновской частицы.
6. Получить уравнение Смолуховского.
7. Что означает «диффузионное приближение».
8. Является ли уравнение Фоккера - Планка кинетическим уравнением и какой у него вид?
9. Что означает вероятности и Р для случайных процессов?
10. Как надо понимать случайный Марковский стационарный процесс.
11. Что такое корреляционная функция?
12. Для чего нужны кинетические уравнения?
13. Как можно определить эволюцию микроскопического состояния?
14. Какой вид имеет кинетическое уравнение с релаксационным членом вместо интеграла столкновения?
15. Что из себя представляет релаксационный член и зачем он нужен в кинетической теории?
16. Для чего введены частичные функции распределения?
17. Какова связь между одночастичной и двухчастичной функциями распределения в теории Боголюбова?
18. Каков вид цепочки уравнений Боголюбова для неравновесных функций распределения?
19. В чем заключается смысл: «самосогласованное поле».
20. Получить уравнение Власова для одной из компонент плазмы.
21. Что значит линеаризовать уравнение Власова?
22. В чем заключается проблема собственных частот в плазме?
23. Что такое бесстолкновительная плазма и почему там возникает затухание Ландау?
24. В чем заключается принцип детального равновесия?
25. Какой вид имеет интеграл столкновения?
26. Какие основные соображения приводят к уравнению Больцмана?
27. Получить кинетическое уравнение Больцмана.
28. Линеаризованное уравнение Больцмана и его вид.
29. Какие допущения нужно сделать при рассмотрении кинетике легкого газа в среде из тяжелых частиц?
30. Какие явления переноса можно рассмотреть в электронном газе?
31. Какова Лоренцова форма интеграла столкновений?
32. В чем выражается Н -теорема Больцмана?
33. Для чего введено кинетическое уравнение Паули и какое оно имеет вид?
34. К каким задачам можно применить кинетическое уравнение Больцмана.
35. Можно ли точно решить кинетическое уравнение Больцмана и если нет, почему?
36. Каким образом решается приближенное уравнение Больцмана?

**Примерные контрольные тесты для текущего и итогового
контроля подготовленности студентов по курсу.**

1. Уравнение движения броуновской частицы имеет вид:

$$P' + \Gamma P = F(t); \quad P(0) = P_0$$

найти решение этого уравнения

$$1) P = P_0 e^{-\Gamma t}, \quad 2) P = P_0 \int_0^t e^{-\Gamma(t-t_1)} dt, \quad 3) P = P_0 e^{-\Gamma t} \int_0^t e^{-\Gamma(t-t_1)} F(t_1) dt,$$

$$4) P = P_0 e^{-\Gamma t} \int_0^t e^{-\Gamma(t-t_1)} F(t_1) dt_1, \quad 5) P = P_0 e^{-\Gamma t} F(t_1).$$

2. Дисперсия смещения $(x - \bar{x})^2$ броуновской частицы определяется выражением:

$$1) \int_0^t dt_1 \int_0^t dt_2 \frac{1 - e^{-\Gamma t_1}}{\Gamma} \frac{1 - e^{-\Gamma t_2}}{\Gamma} \frac{1}{m^2} \varphi(t_1 - t_2), \quad 2) \int_0^t dt_1 \int_0^t dt_2 \frac{1 - e^{-\Gamma t_1}}{\Gamma},$$

$$3) \int_0^t dt_2 \int_0^t dt_1 \frac{1 - e^{-\Gamma t_1}}{\Gamma} \frac{1}{m^2} \varphi(t_1 - t_2), \quad 4) \int_0^t dt_1 \int_0^{t_1} dt_2 \frac{1 - e^{-\Gamma t}}{\Gamma^2} \frac{1}{m^2} \varphi(t_1 - t_2),$$

$$5) \int_0^t dt_1 \int_0^t dt_2 \frac{1 - e^{-\Gamma t_1}}{\Gamma^2} \varphi(t_2 - t_1) \frac{1}{m^2}.$$

3. Уравнение Смолуховского имеет вид:

$$1) \rho(t_0, x_0 / t, x) = \int \rho(t_0, x_0 / t, x') dx' \rho(t, x' / t + \Delta t, x) dx$$

$$2) \rho(t_0, x_0 / t + \Delta t, x) = \int \rho(t_0, x_0 / t, x') dx' \rho(t, x' / t + \Delta t, x) dx$$

$$3) \rho(t_0, x_0 / t + \Delta t, x) = \int \rho(t_0, x_0 / t, x) dx' \rho(t, x' / t, x) dx$$

$$4) \rho(t, x) = \int \rho(t_0, x / t_0, x') dx'$$

$$5) \rho(t, x / t + \Delta t, x') = \int \rho(t_0, x_0 / t, x) \rho(t, x' / t + \Delta t, x) dx' dx$$

4. 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.

5. Классическое уравнение Лиувилля имеет вид:

$$1) \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0, \quad 2) \frac{\partial \rho}{\partial t} + \{H, \rho(t)\} = 0, \quad 3) \frac{d\rho}{dt} + \{H, \rho(t)\} = 0,$$

$$4) \frac{d\rho}{dt} - \{\rho(t), H\} = 0, \quad 5) \frac{\partial \rho}{\partial t} - \{H, \rho(t)\} = 0.$$

6. Квантовое уравнение Лиувилля записывается в виде:

7. Матрица плотности определяет:

1) состояние системы, 2) описывает состояние смешанной системы,

3) состояние чистого ансамбля, 4) квантово-механическое описание системы, основанное на полном наборе данных о ней,

5) квантово-механическое описание системы, основанное на неполном наборе данных о системе,

8. Гамильтониан системы с парным взаимодействием между частицами имеет вид:

$$1) H = \sum_i \frac{p_i^2}{2m_i}$$

9. Кинетическое уравнение для одночастичной функции распределения $F(t, \vec{r}, \vec{P})$ есть

$$1) \frac{\partial F}{\partial t} + \frac{\vec{P}}{m} \frac{\partial F}{\partial \vec{r}} = 0, \quad 2) \frac{\partial F}{\partial t} + \frac{\partial U}{\partial \vec{r}} \frac{\partial F}{\partial \vec{P}} = \left(\frac{\partial F}{\partial t} \right)_{cm}, \quad 3) \frac{\partial F}{\partial t} + \frac{\vec{P}}{m} \frac{\partial F}{\partial \vec{r}} + \frac{\partial U}{\partial \vec{r}} \frac{\partial F}{\partial \vec{P}} = \left(\frac{\partial F}{\partial t} \right)_{cm},$$

$$4) \frac{\partial F}{\partial t} + \frac{\bar{P}}{m} \frac{\partial F}{\partial \vec{r}} - \frac{\partial U}{\partial \vec{r}} \frac{\partial F}{\partial \bar{P}} = \left(\frac{\partial F}{\partial t} \right)_{cm}, \quad 5) \frac{\partial F}{\partial t} + \frac{\bar{P}}{m} \frac{\partial F}{\partial \vec{r}} - \frac{\partial U}{\partial \vec{r}} \frac{\partial F}{\partial \bar{P}} = 0.$$

10. Кинетическое уравнение с релаксационным членом вместо интеграла столкновения имеет вид:

$$1) \frac{\partial F}{\partial t} + \frac{\bar{P}}{m} \Delta F = \frac{F - F_0}{\tau}, \quad 2) \frac{\partial F}{\partial t} + \frac{\bar{P}}{m} \Delta F - \frac{\partial U}{\partial \vec{r}} \frac{\partial F}{\partial \bar{P}} = \frac{F - F_0}{\tau},$$

$$3) \frac{\partial F}{\partial t} + \frac{\bar{P}}{m} \Delta F = -\frac{F - F_0}{\tau}, \quad 4) \frac{\partial F}{\partial t} + \frac{\bar{P}}{m} \Delta F - \frac{\partial U}{\partial \vec{r}} \frac{\partial F}{\partial \bar{P}} = -\frac{F - F_0}{\tau},$$

$$5) \frac{\partial F}{\partial t} = \frac{\bar{P}}{m} \frac{\partial F}{\partial \vec{r}} + \frac{\partial U}{\partial \vec{r}} \frac{\partial F}{\partial \bar{P}} + \frac{F - F_0}{\tau}.$$

11. Цепочка уравнений Боголюбова записывается в виде:

$$1) \frac{\partial \rho_s}{\partial t} + \bar{L}_s \rho_s = \int dx_{s+1} \theta_{j,s} \rho_{s+1}, \quad 2) \frac{\partial \rho_s}{\partial t} + i \bar{L}_s \rho_s = \int dx_1 \dots dx_s \theta_{j,s} \rho_{s+1},$$

$$3) \frac{\partial \rho_s}{\partial t} + i \bar{L}_s \rho_s = \int \sum_{j=1}^N \theta_{j,s+1} F_{s+1} dx_{s+1}, \quad 4) \frac{\partial \rho_s}{\partial t} = \int \sum_{j=1}^s \theta_{j,s+1} F_{s+1} dx_{s+1},$$

$$5) \frac{\partial \rho_s}{\partial t} + i \bar{L}_s \rho_s = \int \sum_{j=1}^s \theta_{j,s+1} F_{s+1} dx_{s+1}.$$

12. Показать, что если $\frac{\partial F_1}{\partial t} + \frac{\bar{P}_1}{m} \frac{\partial F_1}{\partial \vec{r}_1} = n \int dx_2 \theta_{12} F_2(x_1, x_2, t)$, то $\frac{\partial F_2}{\partial t}$ равняется:

$$1) \left(\frac{\bar{P}_1}{m} \frac{\partial}{\partial \vec{r}_1} - \frac{\bar{P}_2}{m} \frac{\partial}{\partial \vec{r}_2} - \theta_{12} \right) F_2 + n \int dx_3 (\theta_{12} + \theta_{13}) F_3(x_1, x_2, x_3; t).$$

$$2) - \left(\frac{\bar{P}_1}{m} \frac{\partial}{\partial \vec{r}_1} - \frac{\bar{P}_2}{m} \frac{\partial}{\partial \vec{r}_2} \right) F_2 + n \int dx_3 (\theta_{13} + \theta_{23}) F_3,$$

$$3) - \left(\frac{\bar{P}_1}{m} \frac{\partial}{\partial \vec{r}_1} - \frac{\bar{P}_2}{m} \frac{\partial}{\partial \vec{r}_2} \right) F_2 - n \int dx_3 (\theta_{13} + \theta_{23}) F_3,$$

$$5) \left(\frac{\bar{P}_1}{m} \frac{\partial}{\partial \vec{r}_1} + \frac{\bar{P}_2}{m} \frac{\partial}{\partial \vec{r}_2} + \theta_{12} \right) F_2 + n \int dx_3 (\theta_{13} + \theta_{23}) F_3.$$

13. Кинетическое уравнение Власова записывается в виде:

$$1) \frac{\partial \rho}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial P_\alpha} \left\{ \tilde{A}_\alpha \rho + \frac{\partial}{\partial P_\beta} (\beta_{\alpha\beta} \rho) \right\}, \quad 2) \frac{\partial \rho}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial P_\beta} \left\{ \tilde{A}_\beta \rho + \frac{\partial}{\partial P_\alpha} (\beta_{\alpha\beta} \rho) \right\},$$

$$3) \frac{\partial \rho}{\partial t} = A \rho, \quad 4) \frac{\partial \rho}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial P_\alpha} (\tilde{A}_\alpha \rho), \quad 5) \frac{\partial}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial P_\alpha} \left(\frac{\partial}{\partial P_\beta} (\beta_{\alpha\beta} \rho) \right).$$

14. Для одноатомного газа $d\Gamma$ может быть представлено как:

$$1) 2\pi d^3 P M dM, \quad 2) 2\pi d P M^2 dM d\theta_M, \quad 3) 2\pi d^3 P M dM d\theta_M, \quad 4) 4\pi d^3 P M dM d\theta_M,$$

5) $2\pi^2 d^3 P M dM d\theta_M$, где $d\theta_M$ -элемент телесных углов для направления вектора \vec{M} .

15. Принцип детального равновесия показывает, что:

- 1) $\int \omega(\Gamma', \Gamma'_1, \Gamma, \Gamma_1) d\Gamma' d\Gamma'_1 = \int \omega(\Gamma, \Gamma_1, \Gamma', \Gamma'_1) d\Gamma d\Gamma_1$
- 2) $\int \omega(\Gamma, \Gamma_1, \Gamma', \Gamma'_1) d\Gamma' d\Gamma'_1 = \int \omega(\Gamma', \Gamma'_1, \Gamma, \Gamma_1) d\Gamma d\Gamma_1$
- 3) $\int \omega(\Gamma', \Gamma'_1, \Gamma, \Gamma_1) d\Gamma' d\Gamma'_1 = \int \omega(\Gamma, \Gamma_1, \Gamma', \Gamma'_1) d\Gamma' d\Gamma'_1$
- 4) $\int \omega(\Gamma, \Gamma'; \Gamma_1, \Gamma'_1) d\Gamma d\Gamma_1 = \int \omega(\Gamma, \Gamma_1; \Gamma', \Gamma'_1) d\Gamma' d\Gamma'_1$
- 5) $\int \omega(\Gamma, \Gamma'; \Gamma_1, \Gamma'_1) d\Gamma' d\Gamma'_1 = \int \omega(\Gamma', \Gamma'_1; \Gamma, \Gamma_1) d\Gamma' d\Gamma'_1$.

16. Интеграл столкновений $S + \rho$ имеет вид:

- 1) $\int \omega'(\rho' \rho'_1 - \rho \rho_1) d\Gamma_1 d\Gamma' d\Gamma'_1$, 2) $\int \omega'(\rho \rho_1 - \rho' \rho'_1) d\Gamma_1 d\Gamma' d\Gamma'_1$,
- 3) $\int \omega'(\rho' \rho'_1 - \rho \rho_1) d\Gamma d\Gamma' d\Gamma'_1 d\Gamma'_1$, 4) $\int \omega'(\rho \rho_1 - \rho' \rho'_1) d\Gamma d\Gamma_1 d\Gamma' d\Gamma'_1$,
- 5) $\int \omega'(\rho' \rho'_1 + \rho \rho_1) d\Gamma_1 d\Gamma' d\Gamma'_1$.

17. Написать кинетическое уравнение Больцмана.

- 1) $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{g} \nabla \rho = \int \omega'(\rho' \rho'_1 - \rho \rho_1) d\Gamma_1 d\Gamma' d\Gamma'_1$,
- 2) $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{g} \nabla \rho = \int \omega'(\rho \rho_1 - \rho' \rho'_1) d\Gamma_1 d\Gamma' d\Gamma'_1$,
- 3) $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{g} \frac{\partial \rho}{\partial \vec{r}} = \int \omega'(\rho \rho_1 + \rho' \rho'_1) d\Gamma' d\Gamma_1 d\Gamma'_1$,
- 4) $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{g} \nabla \rho = \int \omega'(\rho' \rho'_1 + \rho \rho_1) d\Gamma' d\Gamma d\Gamma'_1$,
- 5) $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{g} \nabla \rho = \int \omega'(\rho' \rho'_1 + \rho \rho_1) d\Gamma d\Gamma' d\Gamma'_1$.

18. H - теорема Больцмана гласит о том, что энтропия системы с течением времени

- 1) не изменяется
- 2) изменяется
- 3) изменяется монотонно
- 4) увеличивается

5) увеличивается, но достигает своего максимального значения в неравновесном состоянии.

19. Самосогласованное поле - это:

- 1) поле, которое действует на систему частиц,
- 2) поле, которое определяется взаимодействием частицы с остальными частицами системы.
- 3) усредненное поле, определяемое определенным образом взаимодействия частиц между собой,
- 4) поле, действующее на систему частиц со стороны выбранной частицы.

5) поле, которое меньше, чем поле взаимодействия между частицами системы.

20. Уравнение Власова для электронов в плазме можно написать в виде

$$\begin{aligned} 1) \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \bar{g} \frac{\partial \rho}{\partial \vec{r}} &= e(\vec{E} + \frac{1}{c} [\bar{g} \vec{B}]), \\ 2) \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \bar{g} \frac{\partial \rho}{\partial \vec{r}} &= e(E + \frac{1}{c} [\bar{g} \vec{B}]) \frac{\partial \rho}{\partial \vec{P}}, \\ 3) \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} - e(\vec{E} + \frac{1}{c} [\bar{g} \vec{B}]) \frac{\partial \rho}{\partial \vec{P}} &= 0, \\ 4) \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \bar{g} \frac{\partial \rho}{\partial \vec{r}} + e(E + \frac{1}{c} [\bar{g} \vec{B}]) \frac{\partial \rho}{\partial \vec{P}} &= 0. \end{aligned}$$

21. Найти стационарное распределение броуновской частицы в сосуде за время

t , используя уравнение Фоккера-Планка $\frac{\partial}{\partial x}(-A\rho + D\frac{\partial \rho}{\partial x}) = 0$

$$1) \quad \rho(x) = \text{conste}^{\frac{-mgx}{\gamma D}}, \quad 2) \quad \rho = ce^{\frac{-KT}{\gamma 6\pi\eta a}}, \quad 3) \quad \rho(x) = \text{conste}^{\frac{mgx}{D}}, \quad 4) \quad \rho(x) = ce^{\frac{mgx}{\gamma D}},$$

$$5) \quad \rho(x) = ce^{\frac{mgx}{\gamma}}.$$

Шкала оценивания, показатели и критерии оценивания образовательных результатов обучающегося

Шкала оценивания	Показатели и критерии оценивания
5, «отлично»	Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.
4, «хорошо»	Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.
3, «удовлетворительно»	Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.

2, «неудовлетворительно»	Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.
--------------------------	---

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е. М. , Питаевский Физическая кинетика / М.:Наука, 1978;
2. Куни Ф.М. Статистическая физика и термодинамика / М.: Наука, 1981;
3. Квасников И.А. Термодинамика и статистическая физика. Теория неравновесных систем / М.: изд. МГУ, 1987.

б) дополнительная литература:

1. Румер Ю.Б, Рывкин М.С. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. Учебное пособие. М.: Наука, 1977;
2. Боголюбов Н.Н. Проблемы динамической теории в статистической физике / Избранные труды. Киев: Наука, 1970;
3. Де Гротт, Мазур П. Неравновесная термодинамика / М.: Мир, 1965;
4. Гречко Л.Г., Сугаков В.И., Томасевич Д.Ф., Федорченко А.М. Задачи по теоретической физике / Изд. «Высшая школа», 1984;
5. Базаров И.П., Геворкян Э.В., Николаев П.Н. Задачи по термодинамике и стат. физике / М.: изд. « Высшая школа», 1997.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Интернет-ресурсы

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm>
2. <http://mat.net.ua/mat/index-fizika.htm>
3. http://ph4s.ru/books_phys.html

Электронные ресурсы ИнГГУ

№/п	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
	Электронная библиотека EastView	http://www.dlib.eastview.com	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
	Справочно-правовая система «Консультант-плюс»	http://www.consultant.ru	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
	База данных «Полпред»	http://www.polpred.com	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть

			ИнГГУ
	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://www.window.edu.ru	Свободный доступ по сети Интернет.
	Информационная система «Экономика. Социология. Менеджмент»	http://www.ecsosman.ru	Свободный доступ по сети Интернет.
	Сайт Высшей аттестационной комиссии	http://www.vak.ed.gov.ru	Свободный доступ по сети Интернет.
	В помощь аспирантам	http://www.dis.finansy.ru	Свободный доступ по сети Интернет.
	Elsevier	http://www.sciencedirect.com ; http://www.scopus.com	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ
	Консультант студента	http://www.studmedlib.ru	Доступ по индивидуальным скретч-картам.
	«Электронная библиотечная система Университетская библиотека ONLINE»	http://www.biblioclub.ru	Доступ возможен с любого компьютера, включённого в университетскую сеть ИнГГУ

9. Программное обеспечение

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ
 - 1.1. Microsoft Windows 7
 - 1.2. Microsoft Office 2007
 - 1.3. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
 - 1.4. Антивирусное ПО Eset Nod32
 - 1.5. Справочно-правовая система “Гарант”

1.6.

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

Таблица 9.1.

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru

«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru -
ЭБС "КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА". Электронная библиотека технического вуза	http://polpred.com/news
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	http://www.studentlibrary.ru -
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	http://e.lanbook.com -
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информио»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнгГУ
Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнгГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru