

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

**Наименование образовательной программы: Прикладная физика плазмы и управляемый
термоядерный синтез**

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Физическая кинетика разреженных систем**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Елецкий А.В.
	Идентификатор	Rd77ddbe5-YeletsyAV-fcb275b5

А.В. Елецкий

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лукашевский М.В.
	Идентификатор	Re4b7e3cb-LukashevskyMV-6844ab

М.В.
Лукашевский

Заведующий
выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дедов А.В.
	Идентификатор	R72c90f41-DedovAV-d71cc7f4

А.В. Дедов

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Готов анализировать и моделировать технологические процессы, используемые в атомной энергетике, термоядерных исследованиях, плазменных установках

ИД-4 Владеет основными подходами, применяемыми при анализе работы систем, содержащих неравновесные газообразные или слабоионизованные субстанции и объекты атомной физики

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Неравновесная плазма (Проверочная работа)
2. Неустойчивость газового разряда (Проверочная работа)
3. Основы физической кинетики (Проверочная работа)
4. Перенос излучения (Проверочная работа)

БРС дисциплины

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основы физической кинетики (Проверочная работа)
КМ-2 Неравновесная плазма (Проверочная работа)
КМ-3 Неустойчивость газового разряда (Проверочная работа)
КМ-4 Перенос излучения (Проверочная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Основы физической кинетики					
Разреженные системы		+			
Неравновесная плазма					
Явления переноса в равновесном газе			+		

Неравновесная слабоионизованная плазма		+		
Неустойчивость газового разряда				
Неравновесные молекулярные газы			+	
Механизмы контракции газового разряда			+	
Перенос излучения				
Перенос резонансного излучения в газах				+
Кинетика образования зародышей и роста кластеров в неравновесных газах и парах				+
Вес КМ:	25	25	25	25

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-4ПК-1 Владеет основными подходами, применяемыми при анализе работы систем, содержащих неравновесные газообразные или слабоионизованные субстанции и объекты атомной физики	Знать: методы оценки вклада того или иного процесса в общую картину работы практически значимых систем, содержащих неравновесные газы или плазму основные типы неравновесных разреженных систем Уметь: выбирать адекватный подход к определению влияния того или иного неравновесного процесса на рабочие характеристики соответствующей системы или устройства разбираться во временной иерархии неравновесных процессов и оценивать характерные скорости их протекания в условиях работы практически	КМ-1 Основы физической кинетики (Проверочная работа) КМ-2 Неравновесная плазма (Проверочная работа) КМ-3 Неустойчивость газового разряда (Проверочная работа) КМ-4 Перенос излучения (Проверочная работа)

		значимых систем	
--	--	-----------------	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Основы физической кинетики

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение письменной работы по билетам.

Краткое содержание задания:

Проверка знаний по теме “Основы физической кинетики”

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные типы неравновесных разреженных систем	1. Оценить, при каких электронных температурах плазма с плотностью электронов 10^{19} см^{-3} не является идеальной 2. На основании кинетического уравнения Больцмана в τ -приближении оценить коэффициент теплопроводности ксенона. Сечение упругого рассеяния атомов определить на основании справочных данных по диффузии.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Неравновесная плазма

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение письменной работы по билетам.

Краткое содержание задания:

Проверка знаний по темам “Явления переноса в равновесном газе” и “Неравновесная слабоионизованная плазма”

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы оценки вклада того или иного процесса в общую картину работы практически значимых систем, содержащих неравновесные газы или плазму	1. Коэффициент тройной рекомбинации электрона и иона неона при температуре 1 эВ равен $1.7 \cdot 10^{-28} \text{ см}^6/\text{с}$. Определить константу скорости ударной ионизации аргона при этих условиях. 2. Используя экспериментальную зависимость коэффициента ионизации атомов электронным ударом (коэффициента Таунсенда) α от приведенной напряженности электрического поля в Ne, определить значение константы скорости ионизации при $E/N = 100 \text{ Тд}$

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто, выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Неустойчивость газового разряда

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение письменной работы по билетам.

Краткое содержание задания:

Проверка знаний по темам “Неравновесные молекулярные газы” и “Механизмы контракции газового разряда”

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: выбирать адекватный	1. Определить доплеровскую ширину линии

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
подход к определению влияния того или иного неравновесного процесса на рабочие характеристики соответствующей системы или устройства	излучения молекулы CO с энергией 1500 см^{-1} 2.Из сопла газодинамического CO-лазера истекает CO при начальной температуре 2800 К. На вылете из сопла поступательная температура составляет 77 К, в то время как колебательная температура остается неизменной. Определить номер колебательно-вращательного перехода, для которого коэффициент усиления активной среды принимает максимальное значение.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Перенос излучения

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение письменной работы по билетам.

Краткое содержание задания:

Проверка знаний по темам “Перенос резонансного излучения в газах” и “Кинетика образования зародышей и роста кластеров в неравновесных газах и парах”

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: разбираться во временной иерархии неравновесных процессов и оценивать характерные скорости их протекания в условиях работы практически значимых систем	1.Рассматриваем разряд в молекулярном водороде при температуре электронов 1.5 эВ. Определить концентрацию электронов, при которой скорость тройной рекомбинации электронов равна скорости диссоциативной рекомбинации. Температура газа комнатная. 2.Оценить концентрацию электронов в разряде

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	азота, при которой скорость объемной рекомбинации заряженных частиц совпадает со скоростью их диффузионного ухода на стенки. Радиус разрядной трубки равен 5 см, давление газа равно 20 мм рт. ст., температура комнатная.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

№ 1. Кинетическое уравнение Больцмана. Н-теорема Больцмана.

№ 2. Коэффициенты переноса в приближении твердых сфер. Приближение Чепмена-Энскога.

Процедура проведения

1. Студент получает билет.
2. Готовиться к ответу в течение 1 часа, делая необходимые записи в листе ответа.
3. Отвечает на вопросы экзаменатору.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-1} Владеет основными подходами, применяемыми при анализе работы систем, содержащих неравновесные газообразные или слабоионизованные субстанции и объекты атомной физики

Вопросы, задания

1. № 1. Симметрия кинетических коэффициентов. Уравнение Смолуховского. Кинетическое уравнение Больцмана. Н-теорема Больцмана. Уравнение Фоккера-Планка.
- № 2. Профиль Фойхта. Фоторезонансная плазма.
2. № 1. Кинетическое уравнение для электронов в электрическом поле. Функция распределения электронов по энергиям в электрическом поле с учетом упругих соударений электронов с атомами. Соотношение Эйнштейна.
- № 2. Распределение заряженных частиц по сечению газоразрядной камеры. Условие контракции газового разряда.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какова зависимость подвижности ионов в чужом газе K от температуры T ?

Ответы:

1. $K \sim T^0$
2. $K \sim T$
3. $K \sim T^{-1}$
4. $K \sim T^2$

Верный ответ: 1

2. Какова зависимость потенциала взаимодействия иона и атома от межъядерного расстояния на далеких расстояниях?

Ответы:

1. $V = R^{-1}$
2. $V = R^{-2}$
3. $V = R^{-4}$
4. $V = R^{-6}$

Верный ответ: 3

3. Какова зависимость кажущейся ширины линии резонансного излучения $\Delta\omega$ от радиуса разрядной трубки R в случае лоренцовского механизма уширения линии?

Ответы:

1. $\Delta\omega \sim R^{1/2}$
2. $\Delta\omega \sim R^{-1/2}$
3. $\Delta\omega \sim R$
4. $\Delta\omega \sim R^{-1}$

Верный ответ: 1

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих.