

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 2

от 26.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА (ЧАСТЬ 2)

Направление подготовки
(специальность)

[1] 03.03.01 Прикладные математика и физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
8	3	108	12	36	0		33	0	Э
Итого	3	108	12	36	0	0	33	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе изложены основы физики неравновесных явлений в молекулярных газах. Рассмотрены закономерности и механизмы явлений переноса в пространственно неоднородном разреженном газе и в смеси газов, а также неравновесные явления. Наряду с кинетикой газов рассмотрены вопросы кинетики конденсированного состояния, включая динамику фазовых переходов.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются ознакомление студентов с кинетической теорией неравновесных явлений в газах, изучение методов решения уравнения Больцмана, методов расчета процессов переноса в разреженных и плотных газах. ознакомление с кинетической теорией многофазных систем, теории переноса в металлах и диэлектриках, изучение методов решения уравнения Фоккера-Планка, изучение динамики фазовых переходов.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Кинетическая теория неравновесных явлений и процессов в газах занимает важное место в освоение практических методик расчета прикладных задач, возникающих в научно исследовательской и инженерно – внедренческой работе. Наряду со знаниями основ теории, бакалавры получают практические навыки решения уравнения Больцмана и получения из него уравнений, определяющих течения разреженных и плотных газов в различных условиях.

Кинетическая теория многофазных систем занимает важное место в освоение практических методик расчета прикладных задач, возникающих в научно исследовательской и инженерно – внедренческой работе.

Наряду со знаниями основ теории, студенты получают практические навыки решения уравнения Фоккера-Планка, расчета коэффициентов переноса в металлах и диэлектриках.

Уровень сложности теоретических и практических заданий полностью соответствует требованиям государственного образовательного стандарта.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
--	---------------------------	---	---

		опыта)	
научно-исследовательский			
Участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации	Природные и социальные явления и процессы	ПК-2 [1] - Способен выбирать и применять необходимое оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.044	З-ПК-2[1] - Знать современное оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области. ; У-ПК-2[1] - Уметь критически оценивать, выбирать оборудования, инструментов и методов исследований в избранной предметной области ; В-ПК-2[1] - Владеть навыками выбора и применения оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области.
Участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации	Природные и социальные явления и процессы	ПК-3.1 [1] - Способен применять физико-теоретические концепции, аналитические методы, методы обработки экспериментальных данных в области физики кинетических явлений <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011, 40.044, 40.104	З-ПК-3.1[1] - Знать физико-теоретические концепции, аналитические методы, методы обработки экспериментальных данных в области физики кинетических явлений; У-ПК-3.1[1] - Уметь применять физико-теоретические концепции, аналитические методы, методы обработки экспериментальных данных в области физики кинетических явлений; В-ПК-3.1[1] - Владеть аналитическими методами, методами обработки экспериментальных данных в области

			физики кинетических явлений
Участие в проведении теоретических исследований, построении физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений, в проведении аналитических исследований в предметной области по профилю специализации	Природные и социальные явления и процессы	ПК-3.2 [1] - Способен применять методы математической и теоретической физики, методы математического и компьютерного моделирования процессов в области физики кинетических явлений <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011, 40.044, 40.104	3-ПК-3.2[1] - Знать методы математической и теоретической физики, методы математического и компьютерного моделирования процессов в области физики кинетических явлений; У-ПК-3.2[1] - Уметь применять методы математической и теоретической физики, методы математического и компьютерного моделирования процессов в области физики кинетических явлений; В-ПК-3.2[1] - Владеть методами математической и теоретической физики, методами математического и компьютерного моделирования процессов в области физики кинетических явлений
		ПК-13 [1] - Способен организовывать лабораторные занятия со студентами в области электрофизики, измерительной техники, лазерных технологий и импульсных процессов. <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 01.003	

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал
------------------	-------------------------	--------------------------

воспитания Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17)	дисциплин 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно- исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно- исследовательские проекты.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием

		новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам

		поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
--	--	--

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>8 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	8/16/0		25	Зд-8	3-ПК-13, У-ПК-

							13, В- ПК- 13, 3-ПК- 3.2, У- ПК- 3.2, В- ПК- 3.2, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 3.1, У- ПК- 3.1, В- ПК- 3.1
2	Часть 2	9-15	4/20/0		25	БДЗ-15	3-ПК- 13, У- ПК- 13, В- ПК- 13, 3-ПК- 3.2, У- ПК- 3.2, В- ПК- 3.2, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 3.1, У- ПК-

							3.1, В- ПК- 3.1
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		12/36/0		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	Э	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3.1, У-ПК-3.1, В-ПК-3.1, 3-ПК-3.2, У-ПК-3.2, В-ПК-3.2, 3-ПК-13, У-ПК-13, В-ПК-13

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
БДЗ	Большое домашнее задание
Зд	Задание (задача)
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел	Темы занятий / Содержание	Лек.,	Пр./сем.	Лаб.,
-------	---------------------------	-------	----------	-------

и		час.	, час.	час.
	8 Семестр	12	36	0
1-8	Часть 1	8	16	0
1	Колебания кристаллической решетки. Колебания кристаллической решетки. Уравнение движения атомов кристалла. Обратная решетка. Зоны Бриллюэна. Условие Борна-Кармана. Плотность состояний. Фононы, равновесное распределение. Теплоемкость. Модель Дебая.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	Неравновесная функция распределения фононов. Неравновесная функция распределения фононов. Кинетическое уравнение для фононов. t-приближение. Уравнение переноса потока энергии. Поток энергии, тензор теплопроводности, коэффициент теплопроводности.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Ангармонизм движения атомов кристалла Ангармонизм движения атомов кристалла. Взаимодействие фононов. Парадокс Пайлерса. Процессы с перебросом. Зависимость времени релаксации и коэффициента теплопроводности диэлектриков от температуры.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Явление переноса в металлах Явление переноса в металлах. Модель электронного газа. Равновесное распределение. Поверхность Ферми. Кинетическое уравнение для электронов. t-приближение. Уравнение переноса электрического тока. Закон Ома, эффект Холла, термо-ЭДС. Неравновесная функция распределения электронов при протекании тока. Теплопроводность металла.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Вычисление коэффициентов переноса металлов. Вычисление коэффициентов переноса металлов. Плотность состояний. Коэффициенты теплопроводности, электропроводности, Холла, термоэлектрический коэффициент. Закон Видемана-Франца.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Зависимость коэффициентов переноса в металлах от температуры Зависимость коэффициентов переноса в металлах от температуры. Процессы поглощения и излучения фонона. Времена релаксации тока и потока энергии. Случаи высокой и низкой температуры.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Уравнение Фоккера-Планка Уравнение Фоккера-Планка. Релаксация по импульсам примеси тяжелого газа в легком газе. Столкновительный интеграл Фоккера-Планка. Дрейф частиц и диффузия частиц в пространстве импульсов. Уравнение Лонжевена, коэффициент трения, случайная сила, коррелятор случайной силы. Связь уравнения Лонжевена с уравнением Фоккера-Планка.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Динамика адсорбции частиц на поверхности твердого тела Динамика адсорбции частиц на поверхности твердого тела. Характерные времена задачи. Вероятность захвата частиц поверхностью. Диффузия частиц на поверхности. Модель динамики взаимодействия частиц с поверхностью. Иерархия характерных времен.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

9-15	Часть 2	4	20	0
9	Случай быстрой релаксации частиц в потенциальном поле Случай быстрой релаксации частиц в потенциальном поле. Уравнение Смолуховского. Вычисление вероятности выхода частицы из потенциальной ямы в случае быстрой релаксации.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Случай медленной релаксации частиц в потенциальном поле Случай медленной релаксации частиц в потенциальном поле. Кинетическое уравнение. Вероятность выхода частицы из потенциальной ямы в случае медленной релаксации. Вероятность десорбции частицы при произвольной релаксации.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Динамика фазовых переходов I рода. Динамика фазовых переходов I рода. Термодинамическая теория образования зародышей. Критический размер зародыша. Функция распределения зародышей по размерам. Кинетическое уравнение. Скорость роста зародышей и диффузия в пространстве размеров.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Образование новой фазы в пересыщенном растворе. Образование новой фазы в пересыщенном растворе. Скорость зародышеобразования. Явление коалесценции.	Всего аудиторных часов		
		1	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Механизм образования новой фазы на поверхности твердого тела. Механизм образования новой фазы на поверхности твердого тела. Условия роста 2D, 3D зародышей. Методы получения пленок. Динамика поверхности при росте и испарении кристаллов. Послойный рост, огрубление поверхности. Огрубление поверхности, индуцированное адсорбцией. Образование наноструктур.	Всего аудиторных часов		
		0	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	Динамика фазовых переходов II рода Динамика фазовых переходов II рода. Свойства магнетика и рассеяние нейтронов на магнетике в окрестности критической точки. Параметр порядка, его функции.	Всего аудиторных часов		
		0	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Уравнение движения параметра порядка. Уравнение движения параметра порядка. Функция отклика. Спектр времен релаксации параметра порядка. Критическое замедление. Спинодальный распад. Квазипериодические структуры при	Всего аудиторных часов		
		0	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы

Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>8 Семестр</i>
1 - 2	Колебания кристаллической решетки, фононы. Плотность состояний. Кинетическое уравнение для фононов. Перенос энергии фононами. Колебания кристаллической решетки, фононы. Плотность состояний. Кинетическое уравнение для фононов. Перенос энергии фононами.
3 - 4	Электронный газ, распределение Ферми-Дирака. Электронный газ, распределение Ферми-Дирака. Уравнение переноса энергии и заряда. Коэффициенты электропроводности и теплопроводности. Процессы релаксации в электронном газе.
5 - 6	Уравнение Фоккера-Планка. Уравнение Фоккера-Планка. Релаксация по импульсам в бинарных газах.
7 - 8	Релаксация частиц в потенциальном поле. Релаксация частиц в потенциальном поле. Случай быстрой и медленной релаксации.
9 - 10	Взаимодействие газа с поверхностью. Взаимодействие газа с поверхностью. Кондесация и испарение с поверхности. Динамика адсорбции. Процессы диффузии по поверхности. Коэффициенты диффузии.
11 - 12	Фазовые переходы 1 рода. Фазовые переходы 1 рода. Теория Фольмера-Вебера. Динамика образования новой фазы. Коалесценция.
13 - 15	Фазовые переходы 2 рода. Фазовые переходы 2 рода. Уравнение для параметра порядка. Критическое замедление. Процессы релаксации метастабильных состояний.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс реализует компетентностный подход и предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий (компьютерные практикумы, разбор домашних заданий, система контрольно-измерительных материалов, включая тесты) а также, проведение занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-13	З-ПК-13	Э, Зд-8, БДЗ-15
	У-ПК-13	Э, Зд-8, БДЗ-15
	В-ПК-13	Э, Зд-8, БДЗ-15
ПК-2	З-ПК-2	Э, Зд-8, БДЗ-15
	У-ПК-2	Э, Зд-8, БДЗ-15
	В-ПК-2	Э, Зд-8, БДЗ-15
ПК-3.1	З-ПК-3.1	Э, Зд-8, БДЗ-15
	У-ПК-3.1	Э, Зд-8, БДЗ-15
	В-ПК-3.1	Э, Зд-8, БДЗ-15
ПК-3.2	З-ПК-3.2	Э, Зд-8, БДЗ-15
	У-ПК-3.2	Э, Зд-8, БДЗ-15
	В-ПК-3.2	Э, Зд-8, БДЗ-15

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения
60-64			

			логической последовательности в изложении программного материала.
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	Ф	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Ч-49 Кинетика разреженного газа : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. ЭИ С 24 Физическая химия : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ Б82 Физическая кинетика атомных процессов в наноструктурах : учебное пособие для вузов, В. Д. Борман, В. Н. Тронин, В. И. Троян, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
4. 539.1 Б82 Физическая кинетика атомных процессов в наноструктурах : учебное пособие для вузов, В. Д. Борман, В. Н. Тронин, В. И. Троян, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 53 Л22 Теоретическая физика Т.10 Физическая кинетика, , М.: Наука, 1979

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Для успешного обучения по данной дисциплине студент должен знать: основные понятия общей, статистической физики и гидрогазодинамики, а также знать основы математического, векторного и тензорного анализа. Курс разбит на 2 семестра по два раздела в каждом. Основные темы:

Уравнение Больцмана

Методы решения уравнения Больцмана

Течение и диффузия в газах

Явления переноса в сильно разреженных газах

Явления переноса в диэлектриках

Явления переноса в металлах

Случайные процессы. Уравнения Ланжевена и Фоккера-Планка

Кинетика фазовых переходов.

Аттестация разделов представлена следующими формами контроля:

– Задание

На выбор преподавателя студенту выдается 2 вопроса из перечисленного ниже списка вопросов. Время на подготовку – не более 40 минут. В рамках предложенных тем вопросов, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а так же роль и активность отдельных студентов.

- Большое домашнее задание

Студенту после 8 недели выдается список задач по теме курса. Оценивается умение и владение навыками физических расчетов, логически четко и исчерпывающе отвечать на дополнительные вопросы.

Успешное прохождение студентом аттестации отвечает диапазону 15-25 баллов по итогам каждой аттестации.

При подготовке к текущему контролю и итоговому контролю рекомендуется пользоваться следующей литературой:

1. Физическая кинетика атомных процессов в наноструктурах : учебное пособие для вузов, В. Д. Борман, В. Н. Тронин, В. И. Троян, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

2. Теоретическая физика Т.10 Физическая кинетика, Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский, Москва: Физматлит, 2007

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Для успешного обучения по данной дисциплине студент должен знать: основные понятия общей, статистической физики и гидрогазодинамики, а также знать основы математического, векторного и тензорного анализа. Курс разбит на 2 семестра по два раздела в каждом. Основные темы:

Уравнение Больцмана

Методы решения уравнения Больцмана

Течение и диффузия в газах

Явления переноса в сильно разреженных газах

Явления переноса в диэлектриках

Явления переноса в металлах

Случайные процессы. Уравнения Ланжевена и Фоккера-Планка

Кинетика фазовых переходов.

Аттестация разделов представлена следующими формами контроля:

– Задание

На выбор преподавателя студенту выдается 2 вопроса из перечисленного ниже списка вопросов. Время на подготовку – не более 40 минут. В рамках предложенных тем вопросов, преподаватель может задавать обобщающие вопросы, охватывающие несколько тем, или конкретные задачи-проблемы группе (два и более) студентов с целью оценить работу студентов в коллективе, а так же роль и активность отдельных студентов.

- Большое домашнее задание

Студенту после 8 недели выдается список задач по теме курса. Оценивается умение и владение навыками физических расчетов, логически четко и исчерпывающе отвечать на дополнительные вопросы.

Успешное прохождение студентом аттестации отвечает диапазону 15-25 баллов по итогам каждой аттестации.

При подготовке к текущему контролю и итоговому контролю рекомендуется пользоваться следующей литературой:

1. Физическая кинетика атомных процессов в наноструктурах : учебное пособие для вузов, В. Д. Борман, В. Н. Тронин, В. И. Троян, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

2. Теоретическая физика Т.10 Физическая кинетика, Е. М. Лифшиц, Л. П. Питаевский, Москва: Физматлит, 2007

Автор(ы):

Тронин Иван Владимирович, к.ф.-м.н.