

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталья Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.08.2026 14:27:59
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bff679172803da5b7b559fcb9e2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

УТВЕРЖДЕНО
на Ученом совете ФГАОУ ВО
«Государственный университет
просвещения»
Протокол № 8 от 27 марта 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

Кинетическая теория газов и физическая газовая динамика

Научная специальность: 1.3.3. Теоретическая физика

Форма обучения: очная

г. Москва

2026 г.

Автор-составитель:

Кузнецов Михаил Михайлович, доктор физико-математических наук,
профессор кафедры теоретической физики

Рабочая программа дисциплины «Кинетическая теория газов и физическая газовая динамика» составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951.

Дисциплина относится к образовательному компоненту и является дисциплиной по выбору.

Рецензент:

Жачкин В.А., доктор физ.-мат. наук, профессор,
профессор кафедры общей физики и методики преподавания физики МГОУ

.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5-6
4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУ- ЧАЮЩИХСЯ.....	6-8
5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧ- НОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	8-12
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ....	12-13
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Целью дисциплины «Кинетическая теория газов и физическая газовая динамика» является ознакомление аспирантов с концептуальными основами дисциплины «Кинетическая теория газов и физическая газовая динамика» как современной комплексной фундаментальной науки; формирование естественнонаучного мировоззрения на основе знания особенностей, основных принципов и закономерностей развития Вселенной; интеллектуальное развитие аспирантов через систему классических и современных естественнонаучных концепций.

Задачи дисциплины:

- ознакомить аспирантов с основными проблемами, закономерностями, историей и тенденциями развития кинетической теории квантовой плазмы, в которых раскрываются фундаментальные научные проблемы современной науки;
- сформировать понимание принципов преемственности, соответствия и непрерывности в изучении природы;
- дать представление о революциях в физике и смене научных мировоззрений как ключевых этапах развития естествознания;
- сформировать понимание сущности фундаментальных законов природы, определяющих облик современного естествознания, к которым сводится множество законов физики;
- сформировать знания, необходимые для изучения смежных дисциплин;
- расширить кругозор, сформировать научное мышление и научное мировоззрение, основанное на синтезе естественнонаучных и гуманитарных концепций.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- характеристики идеальной и неидеальной плазмы;
- характеристики квантовой плазмы;
- статистическую физику распределений Ферми, Ферми-Дирака и Максвелла-Больцмана;
- предельный переход распределения Ферми-Дирака в распределение Ферми для вырожденной плазмы;
- предельный переход распределения Ферми-Дирака в распределение Максвелла-Больцмана для невырожденной плазмы.

уметь:

- применять законы статистической физики и термодинамики к описанию классической и квантовой плазмы;
- пользоваться системным подходом к анализу изучаемых процессов и явлений в их взаимосвязи с другими процессами и явлениями;
- использовать современные информационно-коммуникативные технологии в процессе научной деятельности.

владеть:

- математическим аппаратом классической и квантовой плазмы для решения физических задач;
- навыками и методологией научно-исследовательской работы;

- навыками работы с источниками информации: учебной, научной, научно-популярной литературой, сетью Интернет для профессиональной деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Кинетическая теория газов и физическая газовая динамика» входит в вариативную часть Блока 1 программы и является дисциплиной по выбору, содержит решение уравнений Шредингера, Власова, Шредингера-Больцмана и Власова-Больцмана соответственно для квантовой и классической плазмы, устанавливает связь между решениями Шредингера-Больцмана и Власова-Больцмана. Основу для изучения дисциплины составляют программы по общему курсу физики и курсу теоретической физики. Знание современных фундаментальных научных положений естествознания, его мировоззренческих и методологических выводов является необходимым элементом подготовки специалистов в любой области деятельности.

Дисциплина «Кинетическая теория газов и физическая газовая динамика» связана с дисциплиной «Теоретическая физика».

3. ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объём дисциплины

Показатель объёма дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объём дисциплины в зачётных единицах	4
Объём дисциплины в часах	144
Лекции	6
Практические занятия	12
Самостоятельная работа	90
Контроль	36
Контактная работа	18

Форма промежуточной аттестации - зачёт с оценкой в 3 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

По очной форме обучения

Наименование разделов (тем) с кратким содержанием	Количество часов			
	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Контроль
Тема 1. Поперечная и продольная диэлектрические функции (проницаемости) квантовой и классической бесстолкновительной плазмы. Преобразование уравнения Шредингера в квантовое кинетическое уравнение Вигнера. Преобразование нелинейного по векторному потенциалу уравнения Вигнера. Условие калибровки.	1	-	11	5
Тема 2. Продольная диэлектрическая функция квантовой и классической столкновительной плазмы с постоянной частотой столк-	-	2	11	5

новений. Электрический ток в квантовой и классической плазме.				
Тема 3. Продольная диэлектрическая функция квантовой и классической столкновительной плазмы с переменной частотой столкновений. Частные случаи плазмы Ферми-Дирака.	1	-	12	5
Тема 4. Поперечная диэлектрическая функция квантовой и классической столкновительной плазмы с постоянной частотой столкновений. Электрический ток в квантовой и классической плазме.	1	2	11	5
Тема 5. Поперечная диэлектрическая функция квантовой и классической столкновительной плазмы с переменной частотой столкновений. Частные случаи плазмы Ферми-Дирака.	-	2	11	4
Тема 6. Магнитная восприимчивость квантовой плазмы и диамагнетизм Ландау. Осцилляции Фриделя квантовой и классической столкновительной плазмы. Коновские особенности вырожденной столкновительной и бесстолкновительной плазмы.	1	2	12	4
Тема 7. Генерирование электрических токов в классической и квантовой плазмах поперечным электромагнитным полем, представляющим собой бегущую гармоническую волну. Генерирование электрических токов двумя электромагнитными волнами.	1	2	11	4
Тема 8. Решение кинетического уравнения Власова-Больцмана для столкновительной плазмы. Решение кинетического уравнения Вигнера для столкновительной плазмы. Нелинейный анализ уравнений Шредингера-Больцмана и Вигнера.	1	2	11	4
Итого:	6	12	90	36

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методическое обеспечение	Формы отчетности
Тема 1. Поперечная и продольная диэлектрические функции (проницаемости) квантовой и классической бесстолкновительной плазмы.	Уравнение непрерывности для квантовой плазмы. Калибровка и уравнение Вигнера.	11	Подготовка к семинарским и практическим занятиям, изучение литературы.	Программа курса, учебно-методические и учебные пособия по дисциплине.	Контрольная работа
Тема 2. Продольная диэлектрическая функция квантовой и классической столкновительной	Выбор малых параметров. Изменение энергии электронов на характерных длинах задачи.	11	Подготовка к семинарским и практическим занятиям, изучение литературы.	Программа курса, учебно-методические и учебные пособия по дисциплине.	Опрос

плазмы с постоянной частотой столкновений.					
Тема 3. Продольная диэлектрическая функция квантовой и классической столкновительной плазмы с переменной частотой столкновений.	Поперечная диэлектрическая функция квантовой столкновительной плазмы. Сравнение с формулой Мермина.	12	Подготовка к семинарским и практическим занятиям, изучение литературы.	Программа курса, учебно-методические и учебные пособия по дисциплине.	Опрос
Тема 4. Поперечная диэлектрическая функция квантовой и классической столкновительной плазмы с постоянной частотой столкновений.	Формулы для поперечных электрической проводимости и диэлектрической проницаемости с переменной частотой столкновений.	11	Подготовка к семинарским и практическим занятиям, изучение литературы.	Программа курса, учебно-методические и учебные пособия по дисциплине.	Коллоквиум
Тема 5. Поперечная диэлектрическая функция квантовой и классической столкновительной плазмы с переменной частотой столкновений.	Продольная диэлектрическая проницаемость квантовой вырожденной плазмы с постоянной частотой столкновений. Случаи невырожденной плазмы.	11	Подготовка к семинарским и практическим занятиям, изучение литературы.	Программа курса, учебно-методические и учебные пособия по дисциплине.	Опрос
Тема 6. Магнитная восприимчивость квантовой плазмы и диамагнетизм Ландау.	Магнитные и диамагнитные свойства квантовой плазмы. Диамагнетизм Ландау. Осцилляции Фриделя. Коновские особенности вырожденной плазмы.	12	Подготовка к семинарским и практическим занятиям, изучение литературы.	Программа курса, учебно-методические и учебные пособия по дисциплине.	Контрольная работа
Тема 7. Генерирование электрических токов в классической и квантовой плазмах поперечным электромагнитным полем, представляющим	Генерирование поперечного и продольного электрических токов поперечным электромагнитным полем.	11	Подготовка к семинарским и практическим занятиям, изучение литературы.	Программа курса, учебно-методические и учебные пособия по дисциплине.	Контрольная работа

собой бегущую гармоническую волну.					
Тема 8. Решение кинетического уравнения Власова-Больцмана для столкновительной плазмы.	Генерирование поперечного и продольного электрических токов двумя поперечными электромагнитными полями. Нелинейный анализ. Метод двух малых параметров.	11	Подготовка к семинарским и практическим занятиям, изучение литературы.	Программа курса, учебно-методические и учебные пособия по дисциплине.	Коллоквиум

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примеры домашних заданий

1. Оцените среднее расстояние между электронами l_e , дебаевский радиус r_D , плазменный параметр $N_D = 4/3 \pi r_D^3 n$, электронную ленгмюровскую частоту ω_p для следующих условий: а) межзвёздный газ; б) ионосфера; в) солнечная корона; г) солнечная атмосфера; д) лабораторная плазма.
2. Оценить дебаевский радиус r_D для плазмы, состоящей из электронов и ионов с зарядом $Z \gg 1$.
3. В момент времени $t = 0$ электроны плазмы приобрели скорость $v_x = v_0 \cos(kx_0)$, где x_0 – начальная координата электрона. Считая ионы неподвижными, а начальное распределение плотности электронов однородным и равным n_0 , описать движение электронов.
4. Плотность ионов в плазме как функция координат имеет вид ступеньки: она равна n_0 при $x < 0$ и $n_0 + n$ при $x > 0$, причём $n \ll n_0$. Найти распределение потенциала и плотности электронов, если электронная температура равна T .
5. Вычислите циклотронные частоты протонов и электронов в магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл, а также тепловые скорости и ларморовские радиусы, если температуры $T_e = T_i = 100$ эВ.
6. Доказать, что магнитное поле не изменяет энергию заряженной частицы.
7. В открытой магнитной ловушке плазма удерживается между двумя магнитными пробками. Каким должно быть отношение продольной и поперечной скорости $v_{||}/v_{\perp}$ заряженной частицы, находящейся в середине ловушки между пробками, чтобы частица отразилась от пробок и удерживалась в ловушке? Какая сила изменяет $v_{||}$ частицы вдоль магнитных силовых линий?
8. Определите максимальную концентрацию плазмы с $T_i = T_e = 10$ кэВ, удерживаемой магнитным полем $B = 5$ Тл, если $\beta = 0,1$. Вычислите магнитное давление.
9. Вычислите времена столкновений (времена потери импульса и энергии) для дейтериевой плазмы с $T_i = T_e = 15$ кэВ, $n_i = n_e = 10^{20} \text{ м}^{-3}$.
10. Оцените время удержания плазмы, состоящей из равных количеств дейтерия и трития (и электронов), в открытой магнитной ловушке. Плазма в открытой ловушке удерживается между двумя пробками. Магнитное поле в центре ловушки

$B_{\min} = 3$ Тл, в пробках – $B_{\max} = 9$ Тл. Температура плазмы $T = 15$ кэВ, $\beta = 0,4$. При каких значениях угла θ ионы не будут удерживаться в такой ловушке?

Темы рефератов

1. Плотность поперечного электрического тока в вырожденной квантовой плазме.
2. Плотность поперечного электрического тока в невырожденной квантовой плазме.
3. Плотность продольного электрического тока в вырожденной квантовой плазме.
4. Плотность продольного электрического тока в невырожденной квантовой плазме.
5. Магнитные свойства вырожденной квантовой плазмы.
6. Диамагнетизм Ландау вырожденной квантовой плазмы.

Вопросы на зачёте

1. Параметры классической плазмы. Функция распределения.
2. Параметры квантовой плазмы.
3. Вырожденная квантовая плазма Ферми.
4. Невырожденная квантовая плазма Максвелла-Больцмана.
5. Плазма с произвольной степенью вырождения электронного газа Ферми-Дирака.

5.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Сопоставимость рейтинговых показателей аспиранта по разным дисциплинам и Балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости аспирантов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний аспирантов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов – это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут аспирантом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

Шкала соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам:

100 – 81 баллов – «отлично» (5); 80 – 61 баллов – «хорошо» (4); 60 – 41 баллов – «удовлетворительно» (3); до 40 баллов – «неудовлетворительно».

Ответ обучающегося на экзамене или зачёте оценивается в баллах с учётом шкалы соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам.

Оценка по 5-балльной системе		Оценка по 100-балльной системе
5	Зачтено	81 – 100
4	Зачтено	61 – 80
3	Зачтено	41 – 60
2	Не зачтено	0 – 40

Процедура оценивания знаний и умений состоит из следующих составных элементов:

- 1) учёт посещаемости лекционных и практических занятий осуществляется по ведомости, представленной ниже в форме таблицы;
- 2) текущий контроль.

Требования к реферату

По дисциплине «Кинетическая теория газов и физическая газовая динамика» аспиранты выполняют и защищают по одному реферату в 4 семестре. Тему реферата аспирант выбирает самостоятельно. При выполнении реферата аспирант использует все возможные ресурсы: учебную, научную, справочную литературу, сеть «Интернет» и др. Реферат оформляется в виде публикации в электронном виде, распечатывается на бумаге формата

А4.

Защита реферата осуществляется в виде краткой презентации темы работы: цели, основных положений, результатов исследований, выводов и списка используемых источников. Презентация выполняется в формате PowerPoint или PDF. На защите аспирант должен ответить на несколько вопросов на понимание темы работы.

Баллы за реферат:

0 – 4: аспирант показывает полное незнание темы выполненной работы;

5 – 8: аспирант в целом показывает незнание темы работы, однако высказывает отдельные правильные ответы или соображения;

9 – 12: аспирант в целом показывает понимание темы работы, но в ответах имеется много ошибок, недостатков и недочётов;

13 – 16: аспирант показывает понимание темы работы, а в ответах может быть до трёх негрубых ошибок, недостатков и недочётов.

17 – 20: аспирант показывает хорошее знание темы работы, а ответы не содержат негрубых ошибок, недостатков и недочётов.

Требования к зачёту

Для допуска к зачёту нужно выполнить все домашние задания, пройти все опросы, а также защитить один реферат по выбору аспиранта. На зачёте аспирант должен ответить на два теоретических вопроса.

Баллы за каждый вопрос на зачёте:

0 – 6: аспирант не ответил на вопрос;

7 – 12: аспирант в целом не ответил на вопрос, но подход к ответу правильный;

13 – 18: аспирант в целом ответил на вопрос, но в ответе имеются ошибки, недостатки или недочёты;

19 – 25: аспирант правильно ответил на вопрос, а в ответе могут быть несущественные недочёты или ошибки.

Баллы за зачёт складываются из баллов за ответ на каждый вопрос:

0 – 20 баллов – «неудовлетворительно»; 21 – 30 баллов – «удовлетворительно»; 31 – 40 баллов – «хорошо»; 41 – 50 баллов – «отлично».

Итоговая оценка складывается из оценок за посещение занятий, за опросы, за домашние задания, за реферат, а также за зачёт **с оценкой не менее «удовлетворительно»**. Максимальная итоговая оценка – 100 баллов. Аспирант получает оценку «зачёт», если итоговая оценка составляет не менее 50 баллов. В противном случае аспирант получает оценку «незачёт».

Московский государственный областной университет

Ведомость учёта текущей успеваемости

Физико-математический факультет

Направление подготовки: 03.06.01 – Физика

Профиль: 1.3.3– «Теоретическая физика»

Дисциплина: Кинетическая теория газов и физическая газовая динамика

Группа № _____

Преподаватель: _____

№ п/п	Фамилия И.О.	Сумма баллов, набранных в семестре				Подпись преподавателя	Сумма баллов за экзамен	Общая сумма баллов	Итоговая оценка (зачёт или не-)	Подпись преподавателя
		Посещение	Опросы	Дом. задания	Защита реферата					

		до 10 баллов	до 10 бал- лов	до 10 бал- лов	до 20 бал- лов		до 50 бал- лов		зачёт)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.										
2.										
3.										

Посещение занятий

Критерии оценивания	Баллы
Аспирант посетил 0 – 30% всех занятий	0 – 1
Аспирант посетил 31 – 50% всех занятий	2 – 4
Аспирант посетил 51 – 75% всех занятий	5 – 7
Аспирант посетил 76 – 100% всех занятий	8 – 10

Опросы

Критерии оценивания	Баллы
Аспирант правильно ответил на 0 – 30% всех заданных вопросов	0 – 1
Аспирант правильно ответил на 31 – 50% всех заданных вопросов	2 – 4
Аспирант правильно ответил на 51 – 75% всех заданных вопросов	5 – 7
Аспирант правильно ответил на 76 – 100% всех заданных вопросов	8 – 10

Домашние задания

Критерии оценивания	Баллы
Аспирант правильно выполнил 0 – 30% всех домашних заданий	0 – 1
Аспирант правильно выполнил 31 – 50% всех домашних заданий	2 – 4
Аспирант правильно выполнил 51 – 75% всех домашних заданий	5 – 7
Аспирант правильно выполнил 76 – 100% всех домашних заданий	8 – 10

Критерии оценивания и баллы за реферат представлены выше.

Зачёт

Уровни оце- нивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Зачтено</i>	Полные и точные ответы на все вопросы. Свободное владение основными терминами и понятиями курса. Последовательное и логичное изложение материала курса. Законченные выводы и обобщения по теме вопросов. Исчерпывающие ответы на вопросы.	41 – 50
<i>Зачтено</i>	Ответы на вопросы содержат от одной до трёх негрубых ошибок. Уверенное владение терминами и понятиями курса. Изложение материала курса почти всегда логично и последовательно. Выводы и обобщения по теме вопросов содержат до трёх логически незаконченных положений. Ответы на вопросы в основном исчерпывающие.	31 – 40
<i>Зачтено</i>	Ответы на вопросы в целом правильные, но содержат более трёх ошибок, в том числе грубых. Владение терминами и понятиями курса неуверенное. Изложение материала часто нелогично и не всегда последовательно. Выводы и обобщения по теме вопросов содержат более трёх логически незаконченных положений. Ответы на вопросы неполные.	21 – 30
<i>Не зачтено</i>	Правильные ответы на менее половины вопросов. Отсутствие владения основными понятиями курса. Материал изложен нелогично, непоследовательно и неправильно. Выводы и обобщения по теме вопросов почти всегда содержат логически незаконченные темы.	0 – 20

Ответ аспиранта на зачете оценивается в % с учетом шкалы соответствия рейтинговых оценок пяти-балльным оценкам:

Оценка по 5-балльной системе	Оценка по 100-балльной системе	Рейтинговая оценка, оценка по системе ECTS
отлично	81-100	A
хорошо	61-80	B
удовлетворительно	41-60	C
неудовлетворительно	21-40	D
Необходимо повторное изучение	0-20	FX

Максимальное количество баллов по сумме всех шкал –100.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Ильгисонис, В.И. Классические задачи физики горячей плазмы [Электронный ресурс] : курс лекций / В.И. Ильгисонис. - Вып. 8. - М. : Издательский дом МЭИ, 2015. - (Серия "Высшая школа физики"). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009260.html>.
2. Савинов В.П Физика высокочастотного емкостного разряда [Электронный ресурс] / Савинов В.П - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115513.html>.
3. Котельников В. А. Математическое моделирование обтекания тел потоками столкновительной и бесстолкновительной плазмы. [Электронный ресурс] / Котельников В. А., Котельников М. В., Гидаспов В. Ю. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112536.html>.

6.2. Дополнительная литература

1. Голант, В.Е. Основы физики плазмы [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Е. Голант, А.П. Жилинский, И.Е. Сахаров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1550>. — Загл. с экрана.
2. Скворцов В.В. Аэродинамические исследования при участии потоков синтезированной и низкотемпературной плазмы [Электронный ресурс] / Скворцов В.В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115155.html>.
3. Магунов А.Н. Теплообмен неравновесной плазмы с поверхностью [Электронный ресурс] / Магунов А.Н. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN592210599.html>.
4. Очкин В.Н. Спектроскопия низкотемпературной плазмы [Электронный ресурс] / Очкин В.Н. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111720.html>.

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <https://dxdy.ru/> – Научный форум dxdy
2. <http://online.mephi.ru/local/staticpage/view.php?page=open-courses> – Образовательный портал НИЯУ МИФИ
3. <https://www.youtube.com/channel/UCimGOl6wSQWDbBFoVMQGzMg/featured> – НАУКА 0+ Лекторий МГУ
4. <https://lectoriy.mipt.ru/course/> – Лекторий МФТИ
5. https://www.youtube.com/channel/UCglW_rYzVGwnzUsWDxbyS_w – Лекции по теоретической физике Новосибирского университета

6. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/> – Ядерная физика в Интернете
7. https://elementy.ru/catalog/t2/Fizika/g31/elektronnye_biblioteki – Каталог «Наука в Рунете»
8. <https://b-ok.xyz/> – Поисковая база литературы
9. <http://physiclib.ru/> – Библиотека по физике
10. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm> – Мир математических уравнений «Eq-World»
11. <http://ois.org.ua/spravka/mat/index.htm> – Электронная библиотека по высшей физике
12. <http://djvu-inf.narod.ru/nplib.htm> – DjVu библиотека по физике и математике
13. <https://school.mephi.ru/netclass/physics/library> – Сетевая школа НИЯУ МИФИ

Электронно-библиотечные системы (ЭБС МГОУ)

14. <https://dlib.eastview.com/> – «ИВИС». Ресурсы East View Publication;
15. <http://znanium.com/> – Znanium.com;
16. <http://biblioclub.ru/> – Университетская библиотека онлайн;

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по проведению лекционных занятий на физико-математическом факультете, по очной и заочной форме обучения. / Бугримов А.Л., Грань Т.Н., Холина С.А. / М.: МГОУ, 2018.
2. Методические рекомендации по проведению лабораторных работ и практических занятий на физико-математическом факультете, по очной и заочной форме обучения. / Бугримов А.Л., Грань Т.Н., Холина С.А. / М.: МГОУ, 2018.
3. Методические рекомендации об организации выполнения и защиты курсовой работы на физико-математическом факультете, по очной и заочной форме обучения. / Бугримов А.Л., Грань Т.Н., Холина С.А. / М.: МГОУ, 2018.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В университете обучающимся обеспечен доступ: к современным профессиональным базам данных и информационным справочным и поисковым системам.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам) и к электронной информационно-образовательной среде МГОУ. Электронно-библиотечная система (электронная библиотека) и электронная информационно-образовательная среда обеспечивают возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), и отвечает техническим требованиям организации, как на территории организации, так и вне её.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МГОУ и ЭБС.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Дисциплина не требует специального оборудования.

Для проведения лекционных и практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации используются аудитории, оборудованные персональным компьютером, меловой и/или интерактивной доской, а также мультимедийным проектором.

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по дисциплине.

Обеспеченность необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security