

Пример рабочей программы дисциплины ООП

Введение в теорию волн в релятивистской плазме

*Лектор: д.ф.-м.н., профессор Поляков Петр Александрович
(кафедра общей физического факультета МГУ)*

Код курса:	
Статус:	обязательный
Аудитория:	специальный
Специализация:	физика
Семестр:	11
Трудоёмкость:	2 з.е.
Лекций:	16 часов
Семинаров:	16 часов
Отчётность:	экзамен
Начальные компетенции:	М-ПК-1, М-ПК-6
Приобретаемые компетенции:	М-ПК-3, М-ПК-4

Аннотация курса

Релятивистская плазма имеет важное значение для ряда явлений астрофизики и космологии, где материя может находиться при таких температурах. Однако, с развитием технологии мощных фемтосекундных лазерных установок релятивистскую плазму стали получать в лабораторных условиях, правда на очень коротких временах. Тематика данного спецкурса посвящена исследованию свойств такой уникальной среды. Релятивистские плазменные эффекты актуальны для сильноточной СВЧ электроники и физики термоядерной плазмы. В спецкурсе изучаются волновые свойства релятивистской плазмы и ее устойчивость при наличии внешнего магнитного поля и его отсутствии.

Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать колебательные свойства релятивистской плазмы и уметь их использовать в своей научной работе.

Образовательные технологии

В курсе используются электронные средства, компьютерные модели и мультимедийное оборудование.

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс является дополнительным к базисным дисциплинам: "Электродинамика сплошной среды", "Механика сплошной среды", "Релятивистской теории" и может служить теоретическим базисом для курсов по "Релятивистской СВЧ электронике", "Релятивистской гидродинамике", "Физике термоядерного синтеза"

Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, моделирование сложных систем.

Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

1. П.А.Поляков. Статистическая теория релятивистской плазмы. 1993 г. /дисс. доктора физ.-мат. наук

Основные учебно-

Конспект лекций.

**методические
работы,
обеспечивающие курс**

**Основные научные
статьи,
обеспечивающие курс**

1. Поляков П.А. Новый вид колебаний в релятивистской плазме. // ЖЭТФ, т.85, вып.5/11/, 1983, с.1585–1589.
2. Поляков П.А. Моды Ландау в слабoreлятивистской плазме. // Физика плазмы, т.20, N 3, 1994, с.346–348.
3. Поляков П.А. Точное нелинейное аналитическое решение
4. системы уравнений для холодной плазмы в виде нелинейной стоячей плазменной волны. // Письма в ЖТФ. 1995, т.20, вып.19, с.46–49.
5. Вагин Д.В., Ким Н.Е., Поляков П.А., Русаков А.Е. // Особенности распространения электромагнитных волн в горячей магнитоактивной плазме с учетом спина электронов // Известия РАН. Серия Физическая. – 2005. – Т. 69, №12. – С. 1815–1819.
6. Кирпичёв С. Б. , Поляков П. А. О постановке начальной задачи для системы релятивистских частиц. // Фундаментальная и прикладная математика. 2005, том 11, выпуск 1, стр. 211–226 .
7. Вагин Д. В., Ким Н. Е., Поляков П. А., Русаков А. Е. Особенности распространения электромагнитных волн в горячей магнитоактивной плазме с учетом спина электронов // Известия РАН. Серия Физическая. – 2006. – Т. 70, № 3. – С. 443–447.

**Программное
обеспечение и
ресурсы в интернете**

WWW.polyakovpa.nm.ru

**Контроль
успеваемости**

Промежуточная аттестация проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.

Текущая аттестация проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

**Фонды оценочных
средств**

Контрольные вопросы для текущей аттестации на семинарах; задания для практических (лабораторных) занятий; вопросы и задачи для контрольных работ и коллоквиумов; вопросов к зачётам и экзаменам; тесты и компьютерные тестирующие программы; темы докладов и рефератов.

Структура и содержание дисциплины

Раздел	Недел я
Определение релятивистской плазменной среды. Нерелятивистское слабoreлятивистское и ультрарелятивистское приближения. Релятивистские эффекты.	1
Релятивистская гидродинамическая модель плазменной среды. Ковариантная и нековариантная форма записи уравнений гидродинамики. Математическая постановка задачи решения уравнений гидродинамики. Ограниченная и неоднородная плазма.	2
Гидродинамический тензор диэлектрической проницаемости для бесконечной и однородной релятивистской плазмы. Дисперсионные уравнения линейных волн в приближении релятивистской гидродинамики.	3

Анализ релятивистских плазменных волн в гидродинамическом приближении. Релятивистские Ленгмюровские, ионно-звуковые, альвеновские, геликоидальные и циклотронные моды.	
Слабонелинейное приближение, взаимодействие плазменных волн. Слабонелинейный тензор диэлектрической проницаемости. Самофокусировка и самосжатие волновых пакетов (модуляционная неустойчивость). Ленгмюровский солитон.	4
Сильно нелинейные волны в холодной плазме. Эйлера и лагранжевы подходы к описанию сильно нелинейных волн в плазме. Уединенные волны, ударные волны, нелинейные стоячие волны в ограниченной плазменной среде.	5
Численное моделирование сильно нелинейных регулярных плазменных волн с учетом релятивистских эффектов. Нерегулярные нелинейные плазменные возмущения. Аттракторы и нелинейная динамическая стохастизация. Проблемы нелинейной самоорганизации плазменных возмущений.	6
Равновесные свойства плазмы. Релятивистское максвелловское распределение по скоростям (распределение Ютнера – Синга). Понятие неидеальной плазмы. Уравнение состояния релятивистской плазмы. Групповые разложения и проблема вириальных коэффициентов.	7
Неравновесная релятивистская плазма. Микроскопическое и макроскопическое описание. Проблемы микроскопической классической релятивистской электродинамики: начальная задача Коши, нелокальный характер взаимодействия частиц, самовоздействие и сила радиационного торможения.	8
Релятивистское кинетическое уравнение Власова и релятивистский интеграл столкновения Беляева–Будкера. Различные подходы к обоснованию кинетических уравнений: методы Боголюбова, Климонтовича, Пригожина и Балеску, Хакима, Кузьменкова.	9
Задача Ландау о развитии начального возмущения в релятивистской плазме. Проблема неволновых решений и окончание спектра плазменных колебаний. Моды Ван-Кампена.	10
Аналитическое представление дисперсионного уравнения для продольных волн в релятивистской плазме. Асимптотические разложения Силина и Ломинадзе–Михайловского. Релятивистские моды Ландау и релятивистский плазменный звук.	11
Дисперсионное уравнение для продольных плазменных волн для немаксвелловской плазмы. Общие дисперсионные разложения. ленгмюровские волны и релятивистский плазменный звук для степенных распределений. Проблема мод Ландау	12
Кинетическая теория затухания волн в релятивистской плазме. Затухание Ландау, радиационное затухание и затухание за счет столкновений. Различные интерпретации затухания Ландау.	13
Кинетическая теория волн в релятивистской плазме при наличии внешнего магнитного поля. Одномеризация релятивистской плазмы при наличии сильного внешнего магнитного поля из-за синхротронного излучения. Тензор диэлектрической проницаемости релятивистской одномерной, магнитоактивной плазмы.	14
Решение релятивистского дисперсионного уравнения для магнитоактивной плазмы. Релятивистское вырождение циклотронной моды. Релятивистская стабилизация электромагнитной неустойчивости. Эффект просветления релятивистской плазмы.	15
Волны в релятивистской анизотропной плазме при наличии поперечного теплового разброса. Проблема мод Бернштейна. Закон распространения волн вдоль внешнего магнитного поля в трехмерной плазме. Релятивистский эффект просветления релятивистской	16

трехмерной магнитоактивной плазмы. Новые плазменные моде в релятивистской магнитоактивной плазме	
---	--