

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
по научной работе
И.И. Комаров

« ____ » _____ 2024 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В
АСПИРАНТУРУ**

Группа научных специальностей – 1.3. Физические науки
Научная специальность – 1.3.9. Физика плазмы

Москва, 2024

1. Плазма: основные понятия и характеристики

1. Уравнения Максвелла.
2. Распределения Больцмана и Максвелла. Понятие температуры.
3. Понятие плазмы. Плазменная частота и дебаевский радиус. Дебаевское экранирование. Способы описания плазмы.
4. Равновесие ионизации в плазме. Константа равновесия. Формула Саха.
5. Движение частиц в магнитном поле. Ларморовский радиус и циклотронная частота.
6. Дрейфы: в скрещенных полях, в неоднородном магнитном поле, центробежный.
7. Столкновения. Основные понятия. Транспортное сечение. Транспортное сечение в кулоновских соударениях. Кулоновский логарифм.
8. Релаксация энергии и импульса в соударениях. Проводимость плазмы- полностью ионизованной и слабоионизованной.

2. Гидродинамические модели плазмы

9. Плазма как жидкость. Условия применимости гидродинамических моделей.
10. МГД приближение. Магнитное и газовое давление.
11. Вмороженность и диффузия магнитного поля. Магнитное число Рейнольдса. Двухкомпонентные и многокомпонентные модели.
12. Проводимость замагниченной плазмы. Холловский ток.
13. Диффузия и теплопроводность плазмы. Соотношения Эйнштейна. Амбиполярная диффузия.
14. Поперечная диффузия в магнитном поле. Анизотропия дрейфа и диффузии в магнитном поле.
15. Электроёмкость. Конденсаторы. Ёмкость плоского конденсатора. Энергия электрического поля. Плотность энергии.
16. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца. ЭДС индукции. Индуктивность соленоида. Энергия магнитного поля.

3. Волны в плазме

17. Колебания и волны в плазме. Основные понятия, комплексные амплитуда и волновой вектор.
18. Электромагнитные волны в плазме без магнитного поля. Диэлектрическая проницаемость плазмы.
19. Волны в холодной плазме в магнитном поле. Альфвеновские и магнитозвуковые волны. Дисперсия волн, распространяющихся вдоль магнитного поля. Обыкновенная и необыкновенная волны. Гибридные частоты. Дисперсия волн в магнитном поле.
20. Волны в горячей плазме. Ионный и электронный звук.
21. Затухание волн в плазме: столкновительное, затухание Ландау.
22. Отражение электромагнитной волны от границы плазмы. Скин-слой: высокочастотный, низкочастотный, аномальный.

4. Кинетическое описание плазмы

23. Кинетическая теория.
24. Функция распределения и её моменты.
25. Уравнения Больцмана и Власова.

5. Пристенные явления в плазме

26. Объемный заряд в плазме.
27. Теория одиночного зонда.

6. Диагностика плазмы

28. Методы измерения основных параметров плазмы: концентрация, температура электронов, температура ионов.
29. Оптическая спектроскопия плазмы. Систематика уровней в атомах и ионах. Непрерывный спектр излучения плазмы. Интенсивность излучения плазмы.
30. Методы СВЧ и лазерной диагностики плазмы.

6. Термоядерный синтез

31. Основные термоядерные реакции, зависимость их сечений от энергии и температуры.
32. Энергобаланс термоядерного реактора. Критерий Лоусона.
33. Зажигание разряда в газе. Закон Пашена.

8. Экспериментальные термоядерные установки

34. Способы создания и нагрева плазмы.
методы удержания и нагрева высокотемпературной плазмы
35. Токамаки и стеллараторы – сравнительный анализ. Геометрия магнитного поля. Диверторы. Энергетическое время жизни. Влияние примесей. Диффузия и теплопроводность плазмы.
36. Плазменные ускорители. Электродинамическое ускорение плазменных сгустков.
37. Источники примесей в плазменных установках. Основные последствия присутствия примесей в плазме.
38. Термоядерный реактор-токамак. Способы поддержания тока, ввод топлива и удаление гелия и примесей. Радиационный бланкет.
39. Токамак-реактор как термоядерный источник нейтронов.

Литература

1. Франк-Каменецкий Д.А. Лекции по физике плазмы. – М: Атомиздат, 1963.
2. Арцимович Л.А., Лукьянов С.Ю. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. – М.: НАУКА, 1978.
3. Арцимович Л.А., Сагдеев Р.З. Физика плазмы для физиков. – М: Атомиздат, 1979.
4. Кадомцев Б.Б. Коллективные явления в плазме. – М: Наука, 1988.
5. Чен Ф. Введение в физику плазмы – М.: Мир, 1987.
6. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. Изд. 2-ое, доп. и перераб. – М.: Наука, 1992.
7. Мирнов С.В. Физические процессы в плазме токамаков. – М: Атомэнергоиздат, 1983.
8. Кулыгин В.М. Введение в физику плазмы и управляемый термоядерный синтез: учебное пособие – М.: Издательский дом МЭИ, 2011.
9. Миямото К. Основы физики плазмы и управляемого термоядерного синтеза. – М: ФИЗМАТЛИТ, 2007.
10. Трубников Б.А. Теория плазмы. Учебное пособие для вузов. – М: Энергоатомиздат, 1996.

11. Савельев И.В. Курс общей физики. т. 2. М: – Наука, 1982.
12. Горбунов Л.М. Введение в электродинамику плазмы – М.: Изд. Университета дружбы народов, 1990.
13. Арцимович Л.А. Управляемые термоядерные реакции. – М: Физматгиз, 1963.
14. Жданов С.К., Курнаев В.А., Романовский М.К, Цветков И.В. Основы физических процессов в плазме и плазменных установках. Учебное пособие. – М: МИФИ, 2007.
15. Месяц Г.А. Импульсная энергетика и электроника. – М.: Наука, 2004.

«Согласовано»

Директор ИТАЭ
д.т.н., член-кор РАН

А.В. Дедов