

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур Российской академии наук (ОИВТ РАН)

«Утверждаю»

Зам. директора ОИВТ РАН

д.ф.-м.н. Гавриков А.В.

« 8 » сентября 2022 год

Программа вступительных экзаменов в аспирантуру

ОИВТ РАН по направлению

03.06.01 – Физика и астрономия;

Специальность 1.3.9 – Физика плазмы

Ионизованные газы и плазма. Квазинейтральность плазмы, деоаевское экранирование. Неидеальная плазма. Диаграмма состояний плазмы. Основные типы газовых разрядов.

Термодинамика плазмы. Равновесная плазма. Ионизационное равновесие. Уравнение Саха. Расходимость статсуммы. Неравновесная плазма. Факторы неравновесности: перегрев электронов в электрическом поле, излучение, диффузия. Амбиполярная диффузия.

Элементарные процессы. Методы описания столкновений. Дифференциальное сечение. Приближение Борна. Дифференциальное сечение рассеяния при кулоновских столкновениях. Интегральные характеристики столкновений. Транспортное сечение. Упругие столкновения электронов с атомами. Эффект Рамзауэра. Упругие столкновения ионов с атомами. Резонансная перезарядка. Ионизация при столкновении электронов с атомами. Теория Томсона. Критерий Мессе. Рекомбинация электронов при столкновении с ионами. Ударная рекомбинация. Радиационная рекомбинация. Диссоциативная рекомбинация.

Взаимодействие плазмы с поверхностью твердых тел. Вторичная

эмиссия электронов. Катодное распыление частиц твердого тела. Эмиссия электронов из твердых тел (автоэлектронная, термоэлектронная, взрывная, вторичная). Работа выхода электронов. Эффект Шоттки.

Излучение плазмы. Типы радиационных переходов. Связь между коэфф. поглощения, вынужденного и спонтанного испускания. Тормозное излучение электронов. Рекомбинационное излучение. Поглощение в непрерывном спектре. Сечение фотоионизации. Излучение спектральных линий. Уширение линий. Естественная ширина и форма линии. Столкновительное уширение. Тепловое движение атомов. Эффект Штарка. Сдвиг границы серии. Диффузия резонансного излучения. Уравнение Бибермана-Холстейна. Поток резонансного излучения, выходящего из плазмы.

Коллективные явления в плазме. Ленгмюровские колебания. Дисперсия волн. Затухание Ландау. Ионный звук. Распространение поперечных электромагнитных волн в плазме.

Кинетика плазмы. Кинетическое уравнение Больцмана для электронов в электрическом поле и методы его решения. Интеграл столкновений.

Переносные свойства плазмы. Электропроводность Лоренцева газа. Электропроводность полностью ионизованной плазмы. Электрический ток в неоднородной плазме. Соотношение Эйнштейна-Таунсенда. Электронная теплопроводность. Соотношение Видемана-Франца. Реактивная теплопроводность.

Термодиффузия.

Пробой газа. Ионизация и пробой в постоянном поле. Таунсендовский механизм пробоя. Коэффициент Таунсенда. Электронная лавина. Искажение поля пространственным разрядом. Размножение зарядов через вторичную эмиссию.

Потенциал зажигания. Кривые Пашена. Стримерный пробой. СВЧ-пробой.

Оптический пробой.

Газовый разряд. Дуговые разряды. Положительный столб дуги постоянного тока.

Каналовая модель. Тлеющий разряд. Общая структура и внешний вид. Катодный слой.

Положительный столб. Теория Шоттки. Электронная температура.

Неустойчивость плазмы. Общий феноменологический подход. Ионизационная перегревая неустойчивость положительного столба тлеющего разряда.

Дестабилизирующие факторы: ступенчатая ионизация, нагрев газа, метастабильные состояния. Контракция положительного столба.

Динамика плазмы

Движение заряженных частиц в электромагнитном поле. Дрейфы частиц.

Гидродинамическое описание плазмы (уравнения магнитной гидродинамики).

Двухжидкостная гидродинамика, обобщенный закон Ома, анизотропность проводимости. Пределы применения одножидкостной гидродинамики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Франк-Каменецкий Д.А. - Лекции по физике плазмы. - М.:Атомиздат.
2. Голант В.Е., Жилинский А.П., Сахаров И.Е. - Основы физики плазмы М.: Атомиздат, 1977 - 384с.
3. Райзер Ю.П. - Основы современной физики газоразрядных процессов. - М.:Наука, 1980.
4. Райзер Ю.П. - Физика газового разряда - М.:Наука, 1987 -592с.
5. Смирнов Б.М. Физика слабоионизованного газа -М.:Наука, 1985.
6. Асиновский Э.И., Кириллин А.В., Низовский В.Л.- Стабилизированные электрические дуги и их применение в теплофизическом эксперименте. -М.:Наука,1992 - 246с.
7. Браун С. - Элементарные процессы в плазме газового разряда. - М.:Атомиздат, 1961.
8. Биберман Л.М., Воробьев В.С., Якубов И.Т. Кинетика неравновесной низкотемпературной плазмы. - М.:Наука, 1982.
9. Лозанский Э.Д., Фирсов О.Б. - Теория искры - М.:Атомиздат, 1975.
10. Миг Д., Крэгс Д.- Электрический пробой в газах. - М.: Ил. 1960.
11. Ховатсон А.М.- Введение в теорию газового разряда.-М.:Атомиздат, 1980, - 182с.