

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА
в аспирантуру
по направлению 03.06.01 – «Физика и астрономия»,
профиль «Физика плазмы»

В основу программы вступительных испытаний положены вопросы из области ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ И ПРОБЛЕМ УПРАВЛЯЕМОГО ТЕРМОЯДЕРНОГО СИНТЕЗА:

1. Введение в физику высокотемпературной плазмы. Мировая потребность в энергии. Ресурсы химического, ядерного и термоядерного горючего. Проблема управляемой термоядерной реакции. Социальные и экологические стороны проблемы управляемого термоядерного синтеза.
2. Основные представления об элементарных процессах. Сечение реакций, средняя длина пробега, средняя энергия и температура; единицы измерения этих величин.
3. Реакции синтеза легких ядер. Основные реакции на водороде, дейтерии и тритии. Сечения и энергетический выход реакций. Некоторые физические выводы из свойств сечений реакций синтеза.
4. Процессы с участием атомов в плазме. Упругое рассеяние, перезарядка, возбуждение, ионизация, рекомбинация и захват электронов.
5. Поверхностные явления в плазме. Адсорбция газов. Вторичная электронная и ионная эмиссия. Распыление и поглощение молекул на поверхности металлов,
6. Движение заряженной частицы в электрических и магнитных полях. Движение в постоянном электрическом и магнитном полях. Циклотронный радиус и циклотронная частота. Дрейфовое движение. Условия адиабатичности и замагниченности. Качественное и количественное рассмотрение дрейфового движения, дрейфовая скорость. Электрический, градиентный и центробежный дрейф. Инерционный дрейф. Ток намагничивания. Парамагнитный краевой ток.
7. Основные представления об адиабатических инвариантах. Первый, второй, третий адиабатические инварианты в теории магнитных ловушек. Магнитные

пробки. Открытая магнитная ловушка, конус потерь. Основные системы удержания заряженных частиц магнитными полями: «Пробкотрон», «Токамак», «Стелларатор», их модификации.

8. Макроскопические свойства плазмы.

- а) Квазинейтральность плазмы. Электрическое экранирование. Дебаевский радиус экранирования; частота плазменных колебаний.

Плазма, как сплошная среда. Вмороженность и диффузия магнитного поля.

- б) Двужидкостная модель плазмы. Обобщенный закон Ома для плазмы.

Проводимость плазмы; тензор сопротивления и тензор проводимости. Кулоновские столкновения, сечение кулоновских столкновений, кулоновский логарифм. Столкновение с нейтральными частицами.

9. Колебания и волны в холодной плазме.

- а) Фазовая и групповая скорости, дисперсия и дисперсионное уравнение.

Уравнения колебаний в линейном приближении.

Волна в плазме без магнитного поля. Простейшие случаи распространения волн в плазме при наличии магнитного поля.

Магнито-гидродинамические волны. Дисперсия вблизи циклотронных частот.

- б) Магнитный звук. Гибридные частоты; дисперсия магнитного звука. Волны в плазме с конечной проводимостью. Резонансы поглощения и резонансы раскачки.

10. Колебания и волны в горячей плазме. Уравнения в гидродинамическом

приближении. Скорость звука. Плазменные волны и ионный звук. Ускоренные и замедленные магнитозвуковые волны.

11. Физическая кинетика плазмы. Функция распределения и фазовое пространство,

Моменты функции распределения. Уравнение Фоккера-Планка,

Феноменологическое описание процессов переноса. Кинетическое уравнение без столкновений. Самосогласованные поля.

12. Основные методы диагностики плазмы. Зондовые методы, корпускулярные

методы. СВЧ-методы, оптические методы.

13. Конструктивные элементы установок с высокотемпературной плазмой.

Системы, создающие магнитное поле. Системы, создающие и нагревающие плазму. Вакуумные системы. Элементы термоядерного реактора.

Правила аттестации.

Оценка знаний поступающего в аспирантуру осуществляется в виде устного экзамена по билетам, составленных на основе представленных выше вопросов. Вопрос состоит из двух теоретических вопросов. По результатам ответа на вопросы поступающий в аспирантуру может получить следующие оценки:

отлично – на оба вопроса даны правильные ответы, полностью раскрывающие суть вопросов, и на дополнительные вопросы, заданные комиссией поступающий ответил правильно и полностью;

хорошо – на вопросы даны правильные, но не полные ответы. Раскрыта суть рассматриваемого вопроса, но не приведены примеры. На дополнительные вопросы, заданные комиссией поступающий ответил правильно с небольшими неточностями;

удовлетворительно – только на один из вопросов дан правильный ответ, на дополнительные вопросы, заданные комиссией поступающий ответил правильно с небольшими неточностями.

неудовлетворительно – на оба вопроса по билету поступающий ответил неправильно.

Основная литература.

1. И.А. Котельников. Лекции по физике плазмы. Бином. 2014 (386 стр.)
2. А.И. Морозов. Введение в плазмодинамику. Физматлит. 2008 (116 стр.)
3. Миямото К. Основы физики плазмы и управляемого синтеза. 2007 год.

Дополнительная литература.

1. Д.Роуз, М.Кларк. Физика плазмы и управляемые термоядерные реакции, М., 1963 г. (488 стр.).
2. Д.А.Франк-Каменецкий. Лекции по физике плазмы.. М., 1968 г. (884 стр.).

3. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Теория поля. М., 1973 г.
4. Е.Д.Русанов. Современные методы исследования плазмы, М., 1962 г. , 183 с. (150 стр.)
5. Диагностика плазмы, под ред. Р.Хаддлстоуна, М., 1967 г, (515 стр.) .
6. Л.А.Арцимович. Управляемые термоядерные реакции. М., Физматгиз, 1961 (488стр.)
7. В.Е.Голант и др. Основы физики плазмы. М. , Атомиздат, 1977 (364 стр.)
8. П.А.Багрянский, А.В.Бурдаков, А.А.Шошин. Современные проблемы управляемого ядерного синтеза. Новосибирск, НГУ, 2010 (73 стр.)