

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова
Физико-технический институт
Кафедра «Теоретическая физика»

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В АСПИРАНТУРУ
ПО НАПРАВЛЕНИЮ 03.06.01 «Физика и астрономия»
направленность «Теоретическая физика»**

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Утверждено на заседании УС
ФТИ Протокол № 140
« 24 » октября 2016 г.

Председатель УС ФТИ
Н.А. Саввинова



Якутск-2016

При поступлении в аспирантуру по направлению **03.06.01 «Физика и астрономия» направленность «Теоретическая физика»** сдается вступительное испытание, включающее в себя ответ на вопросы билета. Цель проведения вступительного испытания: – проверить уровень знаний претендента;

- определить склонности к научно-исследовательской деятельности;
- выяснить мотивы поступления в аспирантуру;
- определить область научных интересов.

Вступительное испытание для поступающих, включая иностранных граждан, проводится в форме устного экзамена.

Вопросы вступительных испытаний

1. Механика и механика сплошных сред

Уравнения движения. Обобщенные координаты, принцип наименьшего действия, функция Лагранжа. Симметрии. Теорема Нетер. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса. Интегрирование уравнений движения. Одномерное движение, приведенная масса, движение в центральном поле, задача Кеплера. Распад частиц, упругие столкновения. Сечение рассеяния частиц, формула Резерфорда. Малые колебания. Свободные и вынужденные одномерные колебания, параметрический резонанс. Колебания систем со многими степенями свободы, полярные координаты. Колебания при наличии трения. Движение твердых тел. Угловая скорость, момент инерции и момент количества движения твердых тел. Эйлеровы углы и уравнения Эйлера. Канонические уравнения, уравнение Гамильтона, скобки Пуассона, действие как функция координат, теорема Лиувилля, уравнение Гамильтона—Якоби, разделение переменных. Принцип относительности. Скорость распространения взаимодействий. Интервал. Собственное время. Преобразования Лоренца. Преобразование скорости. Четырехмерные векторы. Четырехмерная скорость. Релятивистская механика. Принцип наименьшего действия. Энергия и импульс. Распад частиц. Упругие столкновения частиц. Идеальная жидкость. Уравнение непрерывности. Уравнение Эйлера. Поток энергии. Поток импульса. Сохранение циркуляции скорости. Вязкая жидкость: уравнения движения вязкой жидкости. Тензор напряжений. Тензор упругости. Однородные деформации. Закон Гука.

2. Электродинамика

Определение заряда; закон сохранения заряда, плотность заряда и плотность тока, уравнение непрерывности. Определение векторов **E** и **B** электромагнитного поля, сила Лоренца. Закон Кулона и теорема Гаусса; обобщение — первое уравнение Максвелла. Законы Био-Савара-Лапласа и Ампера; соленоидальность статического магнитного поля; обобщение — 4-е уравнение Максвелла. Ток как источник магнитного поля; «ток смещения»;

обобщение — второе уравнение Максвелла. Закон электромагнитной индукции Фарадея-Максвелла; две причины появления ЭДС индукции; обобщение — 3-е уравнение Максвелла. Полная система уравнений движения для заряженных частиц и электромагнитного поля; анализ основных свойств уравнений Максвелла. Плотность энергии и плотность потока энергии электромагнитного поля; закон сохранения энергии в классической электродинамике. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Потенциалы электромагнитного поля. Калибровочная инвариантность, лоренцева и кулоновская калибровки. 4-векторы плотности тока и потенциала. Инвариантность условия Лоренца. Тензор электромагнитного поля и явно-инвариантная форма уравнений Максвелла. Преобразование компонент векторов **E** и **B** при переходе из одной инерциальной системы отсчета в другую. Инварианты электромагнитного поля. Явная инвариантность волнового уравнения. Усредненные (макроскопические) характеристики вещества и поля в электродинамике сплошных сред: поляризованность и намагниченность, векторы **E, B, D, H**. Система уравнений Максвелла и уравнения состояния или отклика (материальные уравнения). Баланс энергии в электродинамике сплошных сред. Общие и специальные граничные условия в электродинамике сплошных сред. Основные задачи электростатики. Основные задачи магнитостатики. Электромагнитная индукция и квазистационарные токи; баланс энергии. Электромагнитные волны в вакууме. Плоские и сферические волны, поляризационные характеристики. Спектральное разложение. Общее решение уравнения Даламбера, запаздывающие потенциалы. Поле в волновой зоне, электродипольное излучение. Поле произвольно движущегося точечного заряда, анализ частных случаев. Баланс энергии при излучении электромагнитных волн. Сила радиационного трения. Рассеяние электромагнитных волн свободными и связанными зарядами. Распространение электромагнитных волн в изотропной и однородной среде с линейным откликом, дисперсия и поглощение (на основе классической модели Лоренца). Электростатика диэлектриков и проводников. Диэлектрическая проницаемость и проводимость. Термодинамика диэлектриков. Магнитные свойства. Постоянное магнитное поле. Магнитное поле постоянных токов. Термодинамические соотношения. Диа-, пара-, ферро- и антиферромагнетики. Сверхпроводники. Магнитные свойства. Сверхпроводящий ток. Критическое поле. Уравнения электромагнитных волн. Уравнения поля в отсутствие дисперсии. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Соотношения Крамерса—Кронига. Плоская монохроматическая волна. Распространение электромагнитных волн. Отражение и преломление. Принцип взаимности. Электромагнитные волны в анизотропных средах. Эффекты Керра и Фарадея. Пространственная дисперсия. Естественная оптическая активность. Магнитная гидродинамика. МГД-волны. Проблема динамо. Нелинейная оптика. Нелинейная проницаемость. Самофокусировка. Генерация второй гармоники.

Ионизационные потери быстрых частиц. Излучение Черенкова. Рассеяние электромагнитных волн в средах. Рэлеевское рассеяние.

3. Квантовая механика.

Основные положения квантовой механики. Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции. Операторы. Дискретный и непрерывный спектры. Гамильтониан. Стационарные состояния. Гейзенберговское представление. Соотношения неопределенности. Уравнение Шредингера. Основные свойства уравнения Шредингера. Одномерное движение. Одномерный осциллятор. Плотность потока. Момент количества движения. Собственные функции и собственные значения момента количества движения. Четность. Движение в центральном поле Радиальное уравнение Шредингера. Атом водорода. Теория возмущений. Возмущения, не зависящие от времени. Периодические возмущения. Спин. Оператор спина. Тонкая структура атомных уровней. Тожественность частиц. Симметрия при перестановке частиц. Вторичное квантование для бозонов и фермионов. Обменное взаимодействие. Атом. Состояние электронов атома. Уровни энергии. Самосогласованное поле. Уравнение Томаса—Ферми. Столкновения частиц. Формула Бора. Уравнение Дирака.

4. Статистическая физика и физическая кинетика.

Основные принципы статистики. Функция распределения и матрица плотности. Статистическая независимость. Теорема Лиувилля. Роль энергии. Закон возрастания энтропии. Микроканоническое распределение. Распределение Гиббса. Распределение Гиббса с переменным числом частиц. Термодинамические величины. Температура. Работа и количество тепла. Термодинамические потенциалы. Термодинамические неравенства. Принцип Ле-Шателье. Теорема Нернста. Системы с переменным числом частиц. Свободная энергия в распределении Гиббса. Вывод термодинамических соотношений. Термодинамика идеальных газов. Распределение Больцмана. Неравновесный идеальный газ. Закон равнораспределения. Одноатомный идеальный газ. Распределение Ферми и Бозе. Вырожденный идеальный ферми-газ. Вырожденный бозе-газ. Конденсация Бозе—Эйнштейна. Неидеальные газы и конденсированные среды. Термодинамические свойства идеального классического газа. Кинетическое уравнение Больцмана.

Критерии оценки ответа

Оценка «отлично» выставляется поступающему в аспирантуру, если он показывает высокий уровень теоретической подготовки, умение свободно ориентироваться в основном содержании предмета, отвечает на вопросы полно и правильно. Оценка «хорошо» выставляется, если поступающий понимает суть современных проблем в области математического образования, владеет в целом содержанием предмета, но при этом допускает некоторые неточности, не имеющие принципиального значения и не влияющие существенным образом на благоприятное впечатление от его

ответа на экзамене. Оценка «удовлетворительно» выставляется, если он владеет в целом ведущими понятиями курса, понимает суть основных положений, но во время ответа показывает недостаточно глубокие и поверхностные знания. Вместе с тем, на основе ответа в целом, можно судить об удовлетворительном уровне готовности аспиранта.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. М.: Физматлит, 2001.
- Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория упругости. М.: Физматлит, 2001.
- Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М.: Физматлит, 2001.
- Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.: Наука, 1988.
- Савельев И.В.
- Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Физматлит, 2001.
- Савельев И.В. Основы теоретической физики, т. 1. М.: Наука, 1991.
- Давыдов А. С. Квантовая механика. М.: Наука, 1973.
- Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М.: Физматлит,
- Савельев И.В. Основы теоретической физики, т. 2. М.: Наука, 1991.
- Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Ч.1. М.: Физматлит, 2001.
- Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Статистическая физика. Ч.2. М.: Наука, 2000.
- Румер Ю.Б. , Рывкин С.М. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. М.: Наука, 1971.
- Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Физическая кинетика. М.: Наука, 1979.