



Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет»
ФГБОУ ВО «ИГУ»

Принято
Ученым советом ФГБОУ ВО «ИГУ»
протокол № 7 от «26» 02 2016 г.



Утверждаю
Ректор ФГБОУ ВО «ИГУ», профессор
_____ А. В. Аргучинцев
02 _____ 2016 г.

ПРОГРАММА

вступительного испытания для поступающих на обучение по программам
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

Направление подготовки: 03.06.01 – физика и астрономия

Направленность подготовки (специальность):
Физика магнитных явлений

Иркутск, 2016

1. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

Ниже приведены теоретические вопросы и соответствующее этим вопросам содержание учебной программы. Программный материал дан после формулировки теоретического вопроса и набран курсивом.

1. Физические основы механики

1. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Масса, импульс, сила. Второй и третий законы Ньютона. Закон сохранения импульса.

Система материальных точек. Внутренние и внешние силы. Замкнутые системы. Движение системы материальных точек. Закон сохранения импульса.

2. Гравитационное взаимодействие. Закон всемирного тяготения. Гравитационная постоянная и ее измерение. Гравитационная и инертная массы. Сила тяжести и вес тела.

Понятие о гравитационном поле. Напряженность гравитационного поля. Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия. Потенциал поля тяготения. Закон тяготения Ньютона. Гравитационная постоянная и ее измерение. Гравитационная и инертная массы. Сила тяжести и вес тела.

3. Работа силы. Консервативные и диссипативные силы. Энергия. Потенциальная энергия. Кинетическая энергия. Внутренняя энергия. Закон сохранения механической энергии. Мощность.

Работа силы при упругой деформации и перемещении тела в гравитационном поле. Консервативные и диссипативные силы.

Энергия. Потенциальная энергия. Кинетическая энергия. Кинетическая энергия тела при плоском движении. Внутренняя энергия. Закон сохранения механической энергии.

4. Момент импульса тела и момент силы относительно точки и оси вращения. Закон сохранения момента импульса. Момент инерции тела. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела.

Момент импульса тела и момент силы относительно точки. Уравнение моментов для материальной точки и системы материальных точек. Закон сохранения момента импульса системы материальных точек.

Абсолютно твердое тело. Момент импульса тела и момент силы относительно оси. Момент инерции тела. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Закон сохранения момента импульса твердого тела. Вычисление моментов инерции. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Свободные оси вращения.

5. Постулаты специальной теории относительности (СТО) Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Энергия и сила в релятивистской динамике.

Идея мирового эфира (СТО) и абсолютной скорости. Опыт Майкельсона – Морли. Относительность одновременности. Причинно-следственная связь событий. Относительность продолжительности событий. Эффект замед-

ления времени. Относительность длины. Преобразование скоростей в СТО. Масса, импульс, сила и энергия в релятивистской динамике.

2. Электростатика

1. Электростатическое поле, его силовая и энергетическая характеристики. Принцип суперпозиции. Связь между напряженностью и потенциалом электростатического поля.

Электростатика. Электрические заряды и поля. Закон Кулона. Напряженность поля точечного заряда. Принцип суперпозиции. Работа сил поля при перемещении зарядов. Циркуляция вектора напряженности. Потенциальный характер электростатического поля. Потенциал и эквипотенциальные поверхности. Градиент потенциала и напряженность поля. Проводники и диэлектрики в электростатическом поле.

2. Поток вектора напряженности. Теорема Остроградского - Гаусса для электростатического поля. Ее применение к расчету поля некоторых симметричных тел.

Поток вектора напряженности. Интегральная и дифференциальная формы теоремы Остроградского - Гаусса. Области их применения. Практические применения теоремы для расчета электростатических полей заряженных тел. Теорема Остроградского - Гаусса для электростатического поля в диэлектрике.

3. Законы постоянного тока

1. Постоянный ток. Закон Ома для участка цепи. Дифференциальная форма записи закона Ома. Сторонние силы, электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи. Работа и мощность в цепи постоянного тока.

Движение зарядов в электрическом поле. Электрический ток. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводника. Дифференциальная форма закона Ома. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС и для замкнутой цепи.

Разность потенциалов и напряжение. Работа и мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля - Ленца. Дифференциальная форма закона Джоуля - Ленца

4. Электромагнетизм

1. Магнитное поле электрического тока. Взаимодействие токов. Индукция и напряженность магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа.

Магнитное поле электрического тока. Взаимодействие токов между собой и с постоянным магнитом. Индукция и напряженность магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Циркуляция вектора напряженности магнитного поля. Закон полного тока.

2. Электромагнитная индукция. опыты Фарадея и правило Ленца. Электродвижущая сила индукции. Самоиндукция, индуктивность.

Опыты Фарадея и правило Ленца. Электродвижущая сила индукции. Вихревые токи. Самоиндукция и взаимная индукция. Электродвижущая сила самоиндукции. Индуктивность. Взаимная индукция. Трансформатор.

3. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Электромагнитное поле. Система уравнений Максвелла для электромагнитного поля в вакууме.

Электромагнитное поле. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Теория Максвелла для электромагнитного поля. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме.

5. Механические и электромагнитные колебания

1. Механические колебания. Дифференциальное уравнение гармонического осциллятора. Физический, математический и пружинный маятники. Затухающие колебания и их характеристики.

Графическое представление колебаний. Кинематическое уравнение движения точки, совершающей гармонические колебания в отсутствие сил трения. Смещение, скорость и ускорение при гармоническом колебательном движении. Дифференциальное (динамическое) уравнение гармонического осциллятора.

Затухающие колебания. Дифференциальное уравнение движения материальной точки совершающей затухающие колебания и его решение (кинематическое уравнение движения). Энергия колебательной системы, совершающей затухающие колебания. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания, время релаксации.

2. Вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Явление резонанса.

Вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и его решение. Зависимость амплитуды колебаний и сдвига фаз между смещением материальной точки и вынуждающей силой от параметров колебательной системы и частоты вынуждающей силы. Резонанс.

6. Механические и электромагнитные волны

1. Волновой процесс. Продольные и поперечные волны. Волновое уравнение. Уравнение плоской бегущей волны. Энергия бегущей плоской волны.

Волновое движение. Распространение колебаний в однородной упругой среде. Продольные и поперечные волны. Скорость распространения упругой волны. Волновой фронт. Волновые поверхности. Плоские и сферические волны. Уравнение плоской гармонической бегущей волны. Волновое уравнение. Энергия бегущей упругой волны.

2. Переменный ток. Индуктивность и емкость в цепи переменного тока. Векторные диаграммы. Полное сопротивление цепи переменного тока. Мощность в цепи переменного тока.

Получение переменной ЭДС. Квазистационарный электрический ток. Действующее и среднее значение переменного тока. Сопротивление. Индуктивность и емкость в цепи переменного тока. Метод векторных диаграмм. Работа и мощность в цепи переменного тока, активная и реактивная мощность.

3. Электрический колебательный контур. Собственные колебания, формула Томсона. Свободные затухающие колебания. Вынужденные колебания в контуре. Резонанс.

Колебательный контур. Дифференциальные уравнения свободных незатухающих и затухающих колебаний в колебательном контуре. Коэффициент затухания, логарифмический декремент. Добротность контура. Вынужденные электромагнитные колебания в колебательном контуре. Последовательный и параллельный резонанс.

4. Электромагнитные волны, скорость их распространения. Излучение электромагнитных волн. Объемная плотность энергии электромагнитного поля. Вектор Умова - Пойтинга.

Волновое уравнение для электромагнитных волн. Плоская монохроматическая электромагнитная волна. Скорость распространения электромагнитных волн. Энергия электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойтинга.

7. Оптика

1. Интерференция и дифракция волн. Условия возникновения интерференционной картины. Полосы равного наклона и равной толщины. Дифракция света, принцип Гюйгенса – Френеля. Дифракционная решетка и ее характеристики.

Интерференционная картина. Когерентность волн. Разность хода и условия интерференционных максимумов и минимумов.

Образование полос равного наклона и равной толщины. Кольца Ньютона. Принцип Гюйгенса-Френеля, понятие о зонах Френеля. Зонная пластинка. Дифракция плоского фронта волны на щели, условие дифракционного максимума. Дифракция на дифракционной решетке, характеристики дифракционных решеток (дисперсия, разрешающая способность).

2. Линейная, эллиптическая и круговая поляризация света. Закон Малюса. Поляризация света при отражении и преломлении, закон Брюстера. Двойное лучепреломление, дихроизм.

Представление света в виде электромагнитной волны, световой вектор, плоскость поляризации. Эллиптическая, круговая и линейная поляризация. Закон Малюса. Поляризация при отражении и преломлении, закон Брюстера. Интерференция поляризованных волн, хроматическая поляризация. Дихроизм. Вращение плоскости поляризации. Поляризационные приборы (призма Николя, двухлучевые поляризаторы, поляроиды).

8. Элементы квантовой физики. Атомная физика

1. Внешний фотоэффект, уравнение Эйнштейна. Давление света. Корпускулярно-волновой дуализм, принцип дополнительности Бора.

Основные законы фотоэффекта внешнего фотоэффекта. Объяснение фотоэффекта в рамках квантовой теории, уравнение Эйнштейна. Давление света, опыты Лебедева. Корпускулярно-волновой дуализм, принцип дополнительности Бора.

2. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Волновая функция и ее интерпретация. Уравнение Шредингера, общее и для стационарных состояний. *Принцип причинности в классической физике и квантовой механике. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Общее и стационарное уравнение Шредингера. Волновая функция, как интенсивность волны де Бройля.*

3. Квантовые статистики. Применение статистики Ферми-Дирака для описания электронного газа в металлах. Энергия Ферми.

Представление свободных электронов в металле в виде идеального газа, описываемого статистикой Ферми-Дирака. Среднее число заполнения и его зависимость от энергии при $T=0K$ и $T>0K$. Энергия Ферми. Понятие о нулевой энергии в теории квантового гармонического осциллятора. Экспериментальное подтверждение существования нулевой энергии. Квантовое представление электропроводности металлов.

9. Физика атомного ядра

1. Атомное ядро. Ядерные силы и их основные свойства. Энергия связи ядра. Капельная и оболочечная модели ядра.

Состав атомного ядра. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа - частиц. Представление протона и нейтрона как разные зарядовые состояния нуклона. Свойства ядерных сил (короткодействие, насыщение, нецентральность, зависимость от ориентации спинов). Энергия связи ядра. Модели атомного ядра (капельная и оболочечная). Деление атомного ядра, цепная реакция, термоядерный синтез.

2. Радиоактивность. Виды радиоактивных превращений (α - распады, электронный захват, альфа-распад, гамма-излучение). Закон радиоактивного распада.

Закон радиоактивного распада, законы сохранения заряда и массового числа. Свойства альфа-, бета- распадов, гамма излучения. Механизм альфа - распада. Виды бета - распадов.

Период полураспада, активность нуклида.

10. Молекулярная физика

1. Основные положения молекулярно-кинетической теории и ее опытное обоснование. Основное уравнение МКТ идеального газа.

Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Молекулярно-кинетическое истолкование абсолютной температуры и давления. Опытные газовые законы.

Внутренняя энергия. Понятие о числе степеней свободы газовых молекул. Закон о равнораспределении энергии по степеням свободы, границы его применимости.

2. Классическая статистика Максвелла - Больцмана. Распределение молекул по скоростям и энергиям. Распределение молекул в потенциальном силовом поле.

Распределение молекул идеального газа по значениям потенциальной энергии во внешнем силовом поле – распределение Больцмана. Барометрическая формула.

Экспериментальное определение числа Авогадро – опыт Перрена. Распределение молекул газа по скоростям. Экспериментальная проверка распределения Максвелла – опыты Штерна, Эдриджа. Распределение Максвелла-Больцмана.

11. Основы термодинамики

1. Теплота и работа, как формы передачи энергии. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.

Термодинамическая система. Внутренняя энергия - функция состояния системы. Теплообмен и работа как формы передачи энергии – функции процесса. Первое начало термодинамики – закон сохранения и превращения энергии. Теплоемкость, классическая теория теплоемкости идеального газа. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.

2. Второе начало термодинамики. Неравенство Клаузиуса. Энтропия, ее термодинамический и статистический смысл. Третье начало термодинамики.

Обратимые и необратимые процессы. Принцип действия тепловой и холодильной машин. Цикл Карно. Формулировки второго начала термодинамики. Неравенство Клаузиуса. Энтропия и термодинамическая вероятность состояния. Закон возрастания энтропии. Статистический смысл второго начала термодинамики. Тепловая теорема Нернста.

12. Методы измерения физических величин

1. Методы измерения физических величин: механических, электрических, оптических.

Измерение линейных размеров тел, промежутков времени, массы тела. Измерение температуры. Правила построения температурных шкал (реперные точки, понятия термометрическое тело и термометрическая величина). Измерение давления. Измерения электрических величин. Измерение освещенности.

2. Обработка результатов измерений. Погрешности измерений. Виды измерений. Виды и характер ошибок. Статистическая обработка результатов прямых измерений. Оценка погрешности косвенных измерений. Оценка погрешностей измерений электрических величин.

Виды измерений. Виды и характер ошибок. Ошибки прямых измерений. Статистическая обработка результатов прямых измерений. Оценка погрешности косвенных измерений. Расчет погрешностей косвенных измерений физических величин, связанных различными функциональными зависимостями.

Оценка погрешностей измерений электрических величин (электроизмерительные приборы: класс точности, абсолютная и относительная погрешности электрических измерений).

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

а) Основная литература

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М.: ОНИКС 21 век, 2003.
2. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: Бином Лаборатория знаний, 2007
3. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. С-П.: Лань, 2010.
4. Савельев И.В. Курс физики. В 3 кн. С-П.: Лань, 2011
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.1 Механика.-М.:Физматкнига,2002.
6. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2 Термодинамика и молекулярная физика.-М.:Физматкнига,2002.
7. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.3 Электричество. -М.:Физматкнига,2002.
8. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.4 Оптика.-М.:Физматкнига,2002.
9. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Ч.1-2.Атомная и ядерная физика.-М.:Физматкнига,2002.
10. Бондарев Б.В., Калашников Н.П., Спиринов Г.Г. Курс общей физики. Кн.1: Механика -М.: Высш. шк.. -2003.
11. Бондарев Б.В., Калашников Н.П., Спиринов Г.Г. Курс общей физики Кн. 2: Электромагнетизм. Волновая оптика. Квантовая физика: -М.: Высш. шк.. - 2003.
12. Бондарев Б.В., Калашников Н.П., Спиринов Г.Г. Курс общей физики Кн. 3: Термодинамика. Статистическая физика. Строение вещества: - М.: Высш. шк.. - 2003

б) Дополнительная литература

1. Трофимова Т.И. Курс физики. М.: Академия, 2008.
2. Бордовский Г.А., Бурсиан Э.В. Общая физика: Курс лекций с компьютерной поддержкой: Учебн. пособ ВУЗ, В 2 т. М.: Владос - Пресс, 2001
3. Кингсеп А. С. Локшин Г. Р., Ольхов О.А. Основы физики. Курс общей физики: Т. 1: Механика, электричество и магнетизм, колебания и волны, волновая оптика: учебник. -М.: ФИЗМАТЛИТ – 2001
4. Иванов А.С., Проказа А.Т. Мир механики и техники. М."Просвещение". 1993.
5. Гершензон Е. М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н. Курс общей физики. Механика.- М.: Академия, 2001.
6. Гершензон Е. М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н. Курс общей физики. Молекулярная физика.- М.: Академия, 1999.
7. Гершензон Е. М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н. Курс общей физики. Электродинамика.- М.: Академия, 2001.
8. Гершензон Е. М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н. Курс общей физики. Оптика и атомная физика.- М.: Академия, 2000.

в) базы данных, поисково-справочные и информационные системы:

1. Книгафонд - библиотека онлайн чтения. www.knigafund.ru
2. ЭБС "Издательство Лань" <http://e.lanbook.com/>