

ПРОГРАММА
вступительных испытаний в магистратуру по направлению
03.04.02 «Физика»

Магистерская программа – Физика атмосферы и околоземного космического пространства

1. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1.1. Механика

Кинематика материальной точки. Линейные и угловые скорости и ускорения. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Уравнения движения. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения в механике. Движение в центрально-симметричном поле. Закон всемирного тяготения. Законы Кеплера.

Функция Лагранжа и уравнения Лагранжа системы материальных точек. Интегралы движения. Динамика абсолютно твердого тела. Тензор инерции. Уравнения Эйлера. Движение относительно неинерциальных систем отсчета. Уравнения движения. Силы инерции. Вариационный принцип Гамильтона. Законы сохранения и свойства симметрии пространства и времени.

Колебания систем с одной и многими степенями свободы. Свободные и вынужденные колебания. Затухающие колебания. Показатель затухания.

Канонические уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона. Уравнения Гамильтона - Якоби.

Деформации и напряжения в твердых телах. Модули Юнга и сдвига. Коэффициент Пуассона.

Механика жидкостей и газов. Течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Ламинарное и турбулентное течения. Число Рейнольдса. Течение вязкой жидкости. Уравнение Навье - Стокса. Формула Пуазеля.

Волны в сплошной среде. Уравнение волны. Акустические волны. Ультразвук. Эффект Доплера.

Литература

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М.: Высшая школа, 1986.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.1. Механика. М.: Наука, 1989.
3. Матвеев А.Н. Общефиз. Практикум. М.: ВШ, 1991.
4. Калашников Н.П., Смондырев М.А. Основы физики. Упражнения и задачи: Учеб. Пособие для вузов.- М.: Дрофа, 2004.

1.2. Молекулярная физика.

Термодинамика и статистическая физика

Термодинамический и статистический подход к описанию молекулярных явлений. Температура. Постоянная Больцмана.

Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа. Циклические процессы. Цикл Карно и его КПД. Второе начало термодинамики. Энтропия термодинамической системы. Термодинамическая вероятность и энтропия. Термодинамические потенциалы. Общие условия равновесия фаз.

Взаимодействие молекул. Идеальный газ. Основные газовые законы. Распределение молекул газа по скоростям. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Распределение Больцмана. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

Каноническое распределение Гиббса. Статистическая сумма и свободная энергия системы. Статистика Бозе-Эйнштейна и статистика Ферми-Дирака. Равновесное излучение. Спектральная плотность излучения. Формула Планка.

Теплоемкость твердых тел. Модели Дебая и Эйнштейна.

Теория флуктуации. Флуктуация плотности. Броуновское движение. Формулы Эйнштейна для дисперсии импульса и смещения броуновской частицы.

Жидкости. Поверхностные явления. Давление под искривленной поверхностью. Смачиваемость и капиллярные явления, адгезия и адсорбция.

Твердые тела. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Дефекты в кристаллах. Фазовые переходы первого и второго рода. Условия равновесия и устойчивости фаз.

Явления переноса. Диффузия, закон Фика; внутреннее трение, закон Ньютона-Стокса; теплопроводность, закон Фурье.

Кинетическое уравнение Больцмана. Понятие об H-теореме. Плазменное состояние вещества. Кинетическое уравнение Власова. Понятие о самосогласованном поле.

Литература

1. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: Высшая школа, 1987.
2. Касандрова О. Н., Матвеев А. Н., Попов В. В. Методика решения задач по мол. физ. М.: МГУ, 1982.
3. Базаров И.П. Термодинамика. М.: Высшая школа, 1983.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука, 1990.
5. Бондарев Б.В. и др. Курс общей физики: В 3-х кн: Кн.3: Термодинамика. Статистическая физика. строение вещества. Учебное пособие. - М.:ВШ. 2003.

1.3. Электродинамика и оптика

Электростатические поля. Закон Кулона. Теорема Гаусса. Потенциал и его разложение по мультиполям. Магнитостатические поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля.

Уравнения Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы. Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении. Радиационное трение. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения и граничные условия.

Пространственная и временная дисперсии диэлектрической проницаемости. Физический смысл её действительной и мнимой частей. Проводники, сверхпроводники, диэлектрики и магнетики и их физические свойства.

Преобразование Лоренца. Законы преобразования плотностей зарядов и токов, полей и потенциалов при преобразованиях Лоренца. Преобразование частоты и волнового вектора электромагнитной волны при преобразованиях Лоренца. Эффект Доплера.

Основы электромагнитной теории света. Энергия и импульс световых волн. Опыты Лебедева по измерению светового давления.

Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры. Диэлектрические зеркала и интерференционные фильтры. Дифракция света. Приближения Френеля

и Фраунгофера. Спектральные приборы. Роль дифракции при формировании оптических изображений.

Дисперсия и поглощение света. Фазовая и групповая скорости света. Отражение и преломление света. Молекулярное рассеяние света. Формула Рэлея. Спектральный состав рассеянного света. Рассеяние в мутных средах.

Излучение ансамбля статистически независимых осцилляторов. Естественная ширина спектральной линии. Ударное (столкновительное) и доплеровское уширение линий. Квазистационарное приближение в макроскопической электродинамике и границы его применимости. Скин-эффект.

Квантовая теория излучения. Законы теплового излучения конденсированных сред, формула Планка.

Излучение света атомами и молекулами. Двухуровневая система. Спонтанные и вынужденные переходы. Усиление света, лазеры.

Нелинейные оптические явления. Генерация гармоник, самофокусировка света.

Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.: Наука, 1973.
2. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.: Наука, 1976.
3. Матвеев А.Н. Оптика. М.: Высшая школа. 1985.
4. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: 1976.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Наука, 1982.
6. Калашников С.Г. Электричество. М.: Наука, 1985.
7. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. М.: Наука, 1988.

1.4. Атомная физика и квантовая теория

Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой теории. Атомные спектры излучения. Атом водорода. Постулаты Бора. Опыты по дифракции электронов и атомов. Волновые и корпускулярные свойства материи. Гипотеза де-Бройля.

Основные постулаты квантовой механики. Операторы координаты и импульса. Гамильтониан. Чистые и смешанные состояния квантовомеханической системы. Волновая функция и ее свойства. Плотность вероятности и матрица плотности. Принцип неопределенности.

Описание эволюции квантовомеханических систем. Уравнения Гейзенберга и Шредингера. Стационарные состояния. Линейный квантовый гармонический осциллятор. Энергии и волновые функции стационарных состояний. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Туннельный эффект.

Движение в центральном поле. Атом водорода: волновые функции и уровни энергии. Орбитальный механический и магнитный моменты. Сложение моментов. Спектры атомов щелочных металлов.

Стационарная теория возмущений в отсутствие и при наличии вырождения. Эффекты Зеемана и Пашена-Бака. Эффект Штарка. Уравнение Дирака. Квазирелятивистское приближение. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра атома водорода.

Системы тождественных частиц. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.

Многоэлектронный атом. Приближение самосогласованного поля. Электронная конфигурация атома. Терм. Тонкая структура терма. Приближение LS и JJ-связей. Правила Хунда.

Периодическая система элементов Д.И.Менделеева. Периоды и группы. Переходные элементы.

Нестационарная теория возмущений. Вероятность перехода в квантовой системе. Электромагнитные переходы в атомах и молекулах. Правила отбора.

Теория упругого рассеяния. Борновское приближение. Парциальное разложение амплитуды рассеяния.

Основы физики молекул. Адиабатическое приближение. Термы двухатомной молекулы. Типы химической связи. Спектры двухатомных молекул. Движение частиц в периодическом поле, зонная структура энергетических спектров.

Литература

1. Шпольский Э.В. Атомная физика, т. 1,2. М.: Просвещение, 1984.
2. Иродов И. Е. Сб. задач по атомной и ядерной физике. М.: Атомиздат, 1984.
3. Матвеев А.Н. Атомная физика. М.: Высшая школа. 1989.
4. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. М.: Наука, 1983.
5. Савельев И.В. Курс общей физики т.3. М.: Наука, 2006.
6. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. М.: Наука, 2005.
7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика, М., Наука, 1989.

1.5. Физика атомного ядра и частиц

Основные характеристики атомных ядер. Протоны и нейтроны. Масса и энергия связи ядра. Квантовые характеристики ядерных состояний. Спин ядра.

Радиоактивность. Закон радиоактивного распада, α - распад, β - распад и γ -излучение ядер. Эффект Мессбауэра. Деление и синтез ядер. Цепная реакция, деления и термоядерная реакция. Ядерная энергия. Реакторы.

Модели атомных ядер. Модель Ферми-газа, оболочечная модель, модель жидкой капли и обобщенная модель ядра. Механизмы ядерных реакций. Сечения реакций. Каналы реакций.

Ядерные силы и их свойства. Частицы и взаимодействия. Взаимодействие как обмен квантами калибровочного поля (калибровочными бозонами). Фундаментальные частицы - лептоны и кварки. Античастицы.

Электромагнитное взаимодействие. Сильное взаимодействие. Кварковая структура адронов. Цветовой заряд кварков. Глюоны. Слабое взаимодействие и процессы, им обусловленные. Слабые распады кварков и лептонов. Нейтрино и антинейтрино. Взаимодействие нейтрино с веществом.

Симметрии и законы сохранения. Объединение взаимодействий. Нуклеосинтез во Вселенной. Ядерные реакции в звездах. Взаимодействие частиц и излучений с веществом. Принципы и методы ускорения заряженных частиц. Методы детектирования частиц.

Литература

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Т.1, 2. М.: Энергоатом-издат, 1993.
2. Ишханов Б.С., Капитонов И.М., Мокеев В.И. Ядерная физика, ч.1,2. М., Изд-во МГУ, 1999.
3. Субатомная физика. Вопросы, задачи, факты. Учебное пособие. Под ред. Ишханова Б.С. М.: МГУ, 1994.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.5. Ч.2. М.: Наука, 1989.
5. Тегаев Р.И., Хоконов А.Х. Задачи по ядерной физике для самостоятельной работы студентов. Нальчик: КБГУ, 2003.

ПРОГРАММА

вступительных испытаний в магистратуру по специальным дисциплинам

Магистерская программа – Физика атмосферы и околоземного космического пространства

Строение и состав атмосферы. Атмосферный воздух как смесь «двух» газов – сухого воздуха и водяного пара. Характеристики влажности.

Упругость насыщенного пара и её зависимость от температуры. Уровень конденсации. Псевдоадиабатические процессы.

Физические основы конденсации водяного пара. Закон Рауля, формула Томпсона. Конденсация в естественных условиях (в атмосфере).

Модель конвективного облака. Образование ливня и града. Физические характеристики града.

Физические основы активных воздействий на град и градовые процессы. Технология и технические средства противорадовой защиты.

Основные механизмы электризации облаков. Вертикальная структура электрического поля атмосферы при наличии облаков. Возникновение и развитие молниевых разрядов.

Основные типы коагуляционных процессов в облаках и их относительная роль в образовании частиц осадков.

Геомагнитное поле вблизи Земли. Влияние магнитного поля Земли на космические лучи. Магнитные бури. Связь геомагнитных явлений с солнечной активностью.

Литература

1. Хриган А.Х. Физика атмосферы. 2-ое издание, Л.: Гидрометеиздат, 1978.
2. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Л.: 1984.
3. Мак-Картни Э. Оптика атмосферы. М.: Мир, 1979.
4. Чалмерс Дж.А. Атмосферное электричество. Л.: Гидрометеиздат, 1974.

1. Абшаев М.Т. Оценка эффективности предотвращения града. – СПб.: Гидрометеиздат, 2006.
2. Абшаев М.Т. и др. Руководство по применению радиолокаторов МРЛ-4, МРЛ-5, МРЛ-6 в системе градозащиты. – Л.: Гидрометеиздат, 1980.
3. Кислов А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем. – М.: МАЙК «Наука - Интерпериодика», 2001.
4. Качурин Л.Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. – Л.: Гидрометеиздат, 1990.
5. Седунов Ю.С. Активные воздействия на гидрометеорологические процессы. Л.: Гидрометеиздат 1990.
6. Матвеев Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеиздат, 2000.
7. Сулаквелидзе Г.К. Ливневые осадки и град. – М.: Гидрометеиздат, 1967.
8. Тверской П.Н. Курс метеорологии. Гидрометеиздат, 1962.
9. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. – М.: Изд-во МГУ, 2001.
10. Хриган А.Х. Физика атмосферы. Ч.1-2. Л.: Гидрометеиздат, 1978.
11. Мазур И.И., Иванов О.П. Опасные природные процессы. М: Экономика 2004.