

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ПРОГРАММА

вступительного экзамена по направлению подготовки аспирантов

03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

I

Движение материальной точки и системы материальных частиц в механике Ньютона. Интегралы движения и законы сохранения. Движение в центральном поле. Общее решение задачи 3-х тел в квадратурах. Упругое рассеяние частиц. Формула Резерфорда.

Движение при наличии связей. Уравнения Лагранжа 1-го и 2-го рода. Интегралы движения и законы сохранения. Принцип наименьшего действия. Теорема Нетер. Собственные (линейные) колебания механических систем. Нормальные координаты. Нелинейные колебания. Функция Лагранжа твердого тела. Тензор инерции.

Канонические уравнения (Гамильтона). Скобки Пуассона. Канонические преобразования. Метод Гамильтона-Якоби. Адиабатические инварианты.

Замкнутая система уравнений гидродинамики. Тензоры деформаций и напряжений. Интегралы Бернулли и Коши. Уравнение Навье-Стокса для вязкой жидкости. Ударные волны.

Литература

1. И.И.Ольховский. Курс теоретической механики для физиков. М., Изд-во МГУ, 1978.
2. Л.Д.Ландау и Е.М.Лифшиц. Механика. М., Наука, 1988.
3. В.Р.Халилов, Г.А.Чижев. Динамика классических систем. М., Изд-во МГУ, 1993.
4. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Гидродинамика. М., Наука, 1988.
5. Б.В.Петкевич. Теоретическая механика. М., Наука, 1989.
6. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т.1, М. 1989.

II

Термодинамические (ТД) потенциалы и их свойства. Условия ТД-равновесия и устойчивости. Фазовые переходы.

Смешанное состояние. Матрица плотности. Канонические распределения Гиббса. Переход к статистической механике классических систем. Идеальный и неидеальный газ. Вириальное разложение. Системы с кулоновским взаимодействием. Дебаевское экранирование. Идеальные газы Ферми и Бозе и их ТД-свойства. Теплоемкость двухатомного газа. Равновесное излучение. Формула Планка. Теплоемкость твердых тел по Дебаю.

Квази-ТД теория флуктуаций. Случайный стационарный марковский гауссовский процесс и его временная корреляционная функция. Уравнение Смолуховского и уравнение Фоккера-Планка.

Кинетические уравнения Больцмана. H-теорема. Уравнение Власова. Плазменные волны. Затухание Ландау.

Литература

1. И.А.Квасников. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем. М., Изд-во МГУ, 1991
2. И. А. Квасников. Теория неравновесных систем. М., Из-во МГУ, 1987.
3. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Статистическая физика, 1976.
4. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т.2, М. 1990.

III

Уравнения Максвелла в вакууме. Уравнения для потенциалов при калибровке Лоренца. Разложение потенциалов электромагнитного поля для стационарных систем по мультиполям. Решение уравнений для потенциалов в виде запаздывающих потенциалов.

Излучение электромагнитных волн в электрическом дипольном приближении, интенсивность и угловое распределение, поляризация. Радиационное трение. Рассеяние электромагнитных волн на зарядах.

Законы преобразования плотностей заряда и тока, потенциалов и полей при преобразованиях Лоренца. Преобразования частоты и волнового вектора электромагнитной волны, эффект Доплера. Законы преобразования энергии и импульса, связь энергии, импульса, массы и скорости релятивистской частицы. Функции Лагранжа для электромагнитного поля при заданных зарядах и токах. Уравнение движения релятивистской заряженной частицы во внешнем электромагнитном поле.

Уравнения Максвелла в среде, материальные уравнения и граничные условия. Пространственная и временная дисперсии. Закон сохранения энергии в электродинамике покоящихся тел.

Квазистационарное приближение в макроскопической электродинамике, основные уравнения и границы применимости. Скин-эффект.

Дисперсия диэлектрической проницаемости, физический смысл комплексной диэлектрической проницаемости. Формула Крамерса-Кронига. Излучение Вавилова-Черенкова.

Литература

1. А.А.Власов. Макроскопическая электродинамика. М., Гостехиздат, 1955.
2. В.И.Денисов. Введение в электродинамику сплошных сред. М, Изд-во МГУ, 1989.
3. Дж.Джексон. Классическая электродинамика. М., Мир, 1965.
4. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Теория поля. М., Наука, 1973.
5. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Электродинамика сплошных сред. М., Наука, 1982.
6. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т.3, М. 1990.

IV

Основы электромагнитной теории света. Волновое уравнение. Энергия и импульс оптических волн, световое давление. Поляризация света.

Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры.

Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля, интеграл Кирхгофа. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Спектральные приборы. Дифракционная теория формирования изображений.

Дисперсия света. Рассеяние света. Распространение оптических волн в анизотропных средах.

Основы теории излучения. Законы теплового излучения конденсированных сред, формула Планка. Излучение света атомами и молекулами. Двухуровневая система, спонтанные и вынужденные переходы. Усиление света, лазеры.

Нелинейно-волновые явления: генерация гармоник и комбинационных частот, самовоздействие.

Литература

1. Г.С.Ландсберг. Оптика. М., 1976.
2. Н.И.Калитеевский. Волновая оптика, М., Высшая школа. 1978.
3. Б.И.Бутиков. Оптика. М., Высшая школа, 1986.
4. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Оптика, М. 1980.

V

Постоянная Планка и ее экспериментальное определение. Опыт Штерна и Герлаха. Уравнение Шредингера и его свойства. Законы изменения и сохранения физических величин. Принцип неопределенности Гейзенберга. Чистые и смешанные состояния, матрица плотности, определение физических величин в чистом и смешанном состояниях. Энергетические спектры гармонического осциллятора и атома водорода в нерелятивистском приближении; спектр углового момента. Туннельный эффект.

Первый порядок теории возмущений в отсутствие и при наличии вырождения. Эффект Штарка. Сечение упругого рассеяния частиц в борновском приближении. Роль обменных эффектов при рассеянии тождественных частиц.

Гамильтонова и ковариантная форма уравнения Дирака, его свойства. Тонкая структура атома, лэмбовский сдвиг уровней, эффект Зеемана.

Система тождественных частиц, симметричные и антисимметричные состояния. Молекула водорода, силы Ван-дер-Ваальса.

Вторичное квантование в случае Бозе- и Ферми-частиц; оператор Гамильтона в представлении вторичного квантования. Вторичное квантование свободного электромагнитного поля; интенсивности излучения и поглощения фотонов в дипольном приближении. Простейшие диаграммы Фейнмана и сопоставление им матричных элементов. Вращательные, колебательные и электронные спектры молекул.

Литература

1. А.С.Давыдов. Квантовая механика. М., Физматгиз, 1973.
2. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Квантовая механика. М., Физматгиз, 1974.
3. Д. И. Блохинцев. Основы квантовой механики. М., Наука, 1983.
4. А.А.Соколов, Ю.М.Лоскутов, И.М.Тернов. Квантовая механика. М., Просвещение, 1965.
5. А.Мессиа. Квантовая механика. Т.1,2. Наука, 1978.
6. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. Ч.1, М., 1986.
7. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. Ч.2, М., 1986.
8. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Т. 3, М., 1989.

VI

Опыт Резерфорда. Состав, размер и форма ядра. Энергия связи ядра. Энергия отделения нуклонов. Альфа-, бета- и гамма-радиоактивность. Синтез и деление ядер. Ядерная энергия. Свойства нуклон-нуклонного взаимодействия. Изоспин. Модель ядерных оболочек. Одночастичные и коллективные возбуждения ядра.

Ядерные реакции. Прямые реакции и составное ядро. Ускорители и детекторы частиц.

Элементарные частицы. Классификация и систематика частиц. Фундаментальные взаимодействия. Их константы, радиусы и переносчики.

Сильные взаимодействия. Адроны. Кварки. Кварковая структура адронов. Глюоны. Слабые взаимодействия и нейтрино.

Дискретные симметрии. Зарядовое сопряжение, пространственная инверсия, обращение времени (С, Р, и Т).

Объединение взаимодействий. Эволюция и состав Вселенной. Космические лучи.

Литература

1. К.Н.Мухин Экспериментальная ядерная физика, кн.1.2., М., Энергоатомиздат, 1993.
2. Б.С.Ишханов, И.М.Капитонов, В.И.Мокеев. Ядерная физика (конспект лекций), МГУ, 1980.
3. Б.С.Ишханов, И.М.Капитонов, В.И.Мокеев. Ядерная физика. Ч.2, МГУ, 1981.
4. Д.Блан. Ядра, частицы, ядерные реакторы. М., Мир.1989.
5. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. Ч.1, М., 1986.
6. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. Ч.2, М., 1986.

Программа одобрена Ученым советом физического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета.