

**КАФЕДРА КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ И ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ**  
(физический факультет, к. 5-14, к.3-36, тел. 939-26-96, 939-16-47)

*План лекций по курсу «Электродинамика», «2»-ой поток, осень 2007-весна 2008.*

*Лектор – проф. Александр Анатольевич Власов*

- 1.1 Уравнения Максвелла в микроскопической электродинамике. Уравнение баланса энергии. Потенциалы электромагнитного поля. Калибровка потенциалов и калибровочная инвариантность.
- 1.2 Уравнения для потенциалов статических электромагнитных полей. Их решения. Дельта-образные источники.
- 1.3 Метод разложения потенциалов статических электромагнитных полей в ряд по мультиполям. Условия его применимости. Определение мультиполей плотностей токов и зарядов.
- 1.4 Энергия взаимодействия систем зарядов в электростатике и разложение в ряд по мультиполям. Соответствующие силы между системами зарядов с учетом мультиполей.
- 1.5 Уравнения для потенциалов нестатических электромагнитных полей. Их решения. Дельта-образные источники.
- 1.6 Потенциалы Лиенара-Вихерта (потенциалы для источников с заданным движением). Соответствующие им электромагнитные поля.
- 1.7 Постановка задачи на излучение. Мультипольное разложение потенциалов и полей для задачи на излучение. Волновая зона.
- 1.8 Интенсивность излучения и его угловое распределение. Поляризация излучения. Основные типы излучения- эл.дипольное, магн.дипольное, эл.квадрупольное.
- 1.9 Рассеяние электромагнитных волн на изотропном гармоническом осцилляторе с затуханием. Решение соответствующего уравнения колебаний и интенсивность рассеянной волны. Сечение рассеяния.
- 1.10 Уравнения Максвелла в микроскопической электродинамике и преобразования Лоренца для координат, потенциалов и плотностей токов и зарядов.
- 1.11 Четырехмерное пространство. Правила преобразования векторов и тензоров при произвольном непрерывном преобразовании четырехмерных координат. Пространство Минковского и его метрика. Релятивистские векторы, нижние и верхние индексы, правила преобразования Лоренца для релятивистских векторов и основные инварианты. Примеры.
- 1.12 Правила преобразования электромагнитных полей. Тензор Максвелла (тензор электромагнитного поля). Инварианты полей. Уравнения Максвелла в тензорной форме (ковариантной форме).
- 1.13 Инвариантность фазы электромагнитной волны. Законы преобразования частоты и волнового вектора электромагнитной волны. Эффект Доплера. Абберация в астрономии.
- 1.14 Релятивистская частица и ее энергия, импульс и масса. Системы релятивистских частиц. Реакции столкновений и взаимопревращений в системе частиц и законы сохранения энергии и импульса. Система центра масс релятивистских частиц.
- 1.15 Релятивистская динамика заряженных частиц. Уравнения движения частиц во внешних электромагнитных полях (в векторной форме). Лагранжиан релятивистской частицы во внешнем электромагнитном поле.

- 2.1 Микро- и макро- подходы в физике. Система макроскопических уравнений Максвелла. Вектора поляризации и намагниченности. Материальные уравнения и их простейшие примеры.
- 2.2 Электростатика проводников. Краевые задачи. Уравнения и граничные условия для поля и потенциала. Задачи на метод изображения и их примеры. Силы, действующие между зарядами и проводниками. Поверхностные силы для проводников.
- 2.3 Электростатика диэлектриков. Краевые задачи. Уравнения и граничные условия для поля и потенциала. Примеры решения задач. Силы, действующие между зарядами и диэлектриками. Поверхностные силы у диэлектриков.
- 2.4 Магнитостатика. Краевые задачи. Уравнения и граничные условия для поля. Магнитные поля постоянных токов. Поверхностные силы для магнетиков. Простейшие методы вычисления магнитной энергии систем токов.
- 2.5 Квазистационарное приближение для покоящегося проводящего тела. Основные неравенства (с участием частоты, проводимости, длины волны, модулей полей). Уравнения как первого порядка на электрическое и магнитное поле, так и второго на магнитное поле.
- 2.6 Краевые задачи в квазистационарном приближении для покоящегося проводящего вещества. Параметр проникновения магнитного поля в проводящее вещество. Сильный и слабый скин эффект.
- 2.7 Квазистационарное приближение для движущегося проводящего вещества. Закон Ома для движущегося проводника. Дифференциальные уравнения второго порядка для магнитного поля при наличии движения. Магнитная вязкость.
- 2.8 Материальные уравнения для движущихся веществ с диэлектрическими, магнитными и проводящими свойствами в линейном по скорости движения приближении. Преобразования Лоренца в линейном приближении для векторов поляризации и намагниченности. Макроскопические уравнения Максвелла в тензорной форме.
- 2.9 Уравнения магнитной гидродинамики хорошо проводящего вещества. Вмороженность магнитного поля. Обобщенный закон Фарадея. Магнитные силовые линии как упругие струны.
- 2.10 Волны в магнитной гидродинамике. Дисперсионные уравнения для случаев, когда волновой вектор параллелен и перпендикулярен постоянному магнитному полю.
- 2.11 Уравнения магнитной гидродинамики для стационарного случая. Возможность удержания плазмы магнитным полем.
- 2.12 Уравнения Максвелла для волн в непроводящем веществе. Основные свойства плоских монохроматических волн в непроводящем веществе. Электромагнитные волны в веществе с ненулевой проводимостью.
- 2.13 Модель Лоренца для диэлектрической проницаемости. Особенности распространения волн для частных случаев модели Лоренца – плазмы и жестких диполей. Плазменная частота, временная дисперсия и функция памяти.
- 2.14 Отражение и преломление волн на плоской покоящейся границе вакуум-вещество. Формулы Френеля.
- 2.15 Движение волнового пакета в веществе. Групповая и фазовая скорость. Условие расплывания пакета. Пример Гауссова пакета волн.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лекции.
2. Анатолий Александрович Власов «Макроскопическая электродинамика»
3. В.И. Денисов «Лекции по электродинамике»
4. В.И. Денисов «Введение в электродинамику материальных сред»
5. Л.Д.Ландау, Е.М. Лифшиц «Теория поля»
6. Л.Д.Ландау, Е.М. Лифшиц «Электродинамика сплошных сред»
7. Ю.П.Рыбаков, Я.П. Терлецкий «Электродинамика»
8. Д.В.Сивухин «Электричество»
9. Дж.А.Стрэттон «Теория электромагнетизма»