Механика и теория поля

Вопросы к экзамену 18 декабря 2014, ауд. 317, 10.00–14.00

---

1. Система грузиков одинаковой массы на пружинках и ее непрерывный предел. Волновое уравнение в одном пространственном измерении и его общее решение. Скалярное вещественное поле в четырехмерном пространстве Минковского: лагранжева плотность, уравнение движения. Общее решение уравнения движения массивного свободного скалярного вещественного поля.

   Часть материала есть в [1] §§47; часть материала в [4], лекция 3, раздел 3.2.

2. Принцип наименьшего действия в полевых моделях, уравнения Эйлера-Лагранжа для по- лей. Поведение скалярного и векторного полей при преобразованиях из группы Пуанкаре (трансляции и преобразования Лоренца). Алгебра Ли группы Лоренца, генераторы бустов и пространственных поворотов.

   [1] §§32.

3. Симметрии полевых моделей. Формулировка первой теоремы Нетер, сохраняющиеся токи и заряды, уравнение непрерывности. Тензор энергии-импульса для комплексного скалярного поля. Сохраняющийся ток в модели комплексного скалярного поля, отвечающий симметрии относительно сдвигов фазы комлексного поля.

   Часть материала есть в [1] §§32; часть материала в [4], лекция 6, раздел 2.1.

4. Релятивистская частица во внешнем электромагнитном поле. 4-вектор потенциала электромагнитного поля и выражения для 3-векторов напряженности электрического и магнитного полей. Уравнения движения частицы, кулоновская сила и сила Лоренца. Движение части- цы в постоянных и однородных электрическом и магнитном полях.

   [1] §§16,17,19-21, можно и §22.

5. Свободное электромагнитное поле: 4-вектор потенциала и тензор напряженности электромагнитного поля. Инварианты поля. Действие для свободного электромагнитного поля, уравнения движения в 4-векторной и 3-векторной формулировках (первая и вторая пары уравнений Максвелла). Калибровочная инвариантность. Кулоновская и лоренцева калиб- ровки. Плоские волны.

   [1] §§18,23,25-27,30,46-48.

6. Уравнения движения электромагнитного поля в присутствии зарядов и токов. 4-вектор плотности тока и закон сохранения электрического заряда. Интегральная форма уравнений Максвелла, теорема Гаусса и закон электромагнитной индукции Фарадея.

   [1] §§26-30.

7. Закон сохранения энергии в электродинамике. Вывод плотности энергии и плотности потока энергии электромагнитного поля методом Пойнтинга (через рассмотрение потерь кинетиче- ской энергии заряда). Вектор Пойнтинга. Вывод тензора энергии-импульса поля с помощью первой теоремы Нетер. Свойства его симметрии и инетрпретация компонент.

   [3] глава 27 §§1-5; [1] §§32,33.

8. Запаздывающая функция Грина волнового уравнения (подробный вывод), запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара-Вихерта, создаваемые движением точечного заряда. Формулы для напряженностей электрического и магнитного полей, создаваемых заданным движением точечного заряда: кулоновская и излучательная компоненты.

   [2] глава 6 §6, глава 14 §1; [1] §63.

9. Дипольный момент системы зарядов. Электростатическое поле диполя. Электрическое дипольное излучение, угловое и частотное распределение его интенсивности.

   [1] §§40,66,67.

Литература для подготовки.

[1] Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Курс теоретической физики, т. 2, Теория поля. М., Наука, 1988.

[2] Дж. Джексон, Классическая электродинамика, М., Мир, 1965.

[3] Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс, Электродинамика, Фейнмановские лекции по физике, т. 6.

[4] А. Маршаков, Математические методы естествознания, курс лекций для магистрантов факультета математики ВШЭ, 2011 год, сайт факультета,

math.hse.ru/courses_math/mag1-11-me