

Классическая теория поля

Осенний семестр 2018 г.

Вопросы к экзамену

1. Лагранжева формулировка классической механики: конфигурационное и фазовое пространство механической системы, лагранжиан, принцип наименьшего действия, уравнения Эйлера-Лагранжа.
[1] §§ 2-5, [3] §§ 12-13, Лекция 1.
2. Первая теорема Нетер. Вывод законов сохранения импульса и энергии для замкнутой системы.
[4] глава XII, §§ 4-6, Лекция 2.
3. Первая теорема Нетер. Вывод закона сохранения момента импульса.
[4] глава XII, §§ 4-6, Лекция 2.
4. Принцип относительности Эйнштейна. Инвариантность интервала и преобразования Лоренца (переход в движущуюся инерциальную систему координат). Параметризация Лоренцевского буста быстротой (rapidity). Релятивистский закон сложения скоростей.
[2] §§ 1-5, Лекции 3, 4.
5. 4-векторы, интервал, группы и алгебры Лоренца и Пуанкаре.
[2] §§ 6, Лекции 3, 4, 5.
6. Собственное время, 4-векторы скорости и импульса. Свободная релятивистская частица (действие и уравнения движения). Релятивистское равноускоренное движение по прямой: закон движения, связь собственного и лабораторного (т.е. времени неподвижного наблюдателя) времен.
[2] §§ 3 и 7-9, Лекция 5.
7. Скалярное вещественное поле в пространстве Минковского: определение, лагранжева плотность и уравнения движения. Общее решение уравнения движения массивного свободного скалярного вещественного поля.
[2] §§ 47, Лекции 6, 7, 8.
8. Принцип наименьшего действия в полевых моделях, уравнения Эйлера-Лагранжа для полей. Поведение скалярного и векторного полей при преобразованиях из группы Пуанкаре (трансляции и преобразования Лоренца), инфинитезимальные операторы действия группы Пуанкаре.
[2] §§ 32, Лекции 6, 7.
9. Формулировка первой теоремы Нетер, сохраняющиеся токи и заряды, уравнение непрерывности. Тензор энергии-импульса и момента импульса скалярного поля.
[2] §§ 32, Лекция 8.

10. 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 частицы в постоянных и однородных электрическом и магнитном полях.
[2] §§ 16,17,19-22, Лекция 9.
11. Свободное электромагнитное поле: 4-вектор потенциала и тензор напряженности электромагнитного поля. Действие для свободного электромагнитного поля, уравнения движения в 4-векторной и 3-векторной формулировках (первая и вторая пары уравнений Максвелла). Калибровочная инвариантность. Кулоновская калибровка. Плоские волны.
[2] §§ 18,23,25-27,30,46-48, Лекции 9, 10.
12. Уравнения движения электромагнитного поля в присутствии зарядов и токов. 4-вектор плотности тока и закон сохранения электрического заряда.
[2] §§ 26-30, Лекция 11.
13. Закон сохранения энергии в электродинамике. Вывод плотности энергии и плотности потока энергии электромагнитного поля методом Пойнтинга. Вектор Пойнтинга. Вывод тензора энергии-импульса поля с помощью первой теоремы Нетер. Свойства его симметрии и интерпретация компонент.
[6] глава 27 §§ 1-5; [2] §§ 32,33, Лекции 11, 12.
14. Запаздывающая функция Грина волнового уравнения, запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара-Вихерта, создаваемые движением точечного заряда.
[2] §§ 62-63, Лекция 12.
15. Формулы для напряженностей электрического и магнитного полей, создаваемых заданным движением точечного заряда: кулоновская и излучательная компоненты. Дипольный момент системы зарядов. Электростатическое поле диполя. Электрическое дипольное излучение, угловое и частотное распределение его интенсивности.
[2] §§ 40,66,67, Лекции 12, 13.

Список литературы

- [1] Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Курс теоретической физики, т. 1, Механика. М., Наука, 1988.
- [2] Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Курс теоретической физики, т. 2, Теория поля. М., Наука, 1988.
- [3] В.И. Арнольд, Математические методы классической механики, 3-е издание, М., Наука, 1989.
- [4] В.В. Добронравов, Основы аналитической механики, М., Высшая школа, 1976.
- [5] Дж. Джексон, Классическая электродинамика, М., Мир, 1965.
- [6] Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс, Электродинамика, Фейнмановские лекции по физике, т. 6, М., Мир, 1977.