

# Классическая теория поля. Осенний семестр 2016 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.
2. Первая теорема Нетер. Вывод законов сохранения импульса и энергии для замкнутой системы.  
[4] глава XII, §§ 4-6.
3. Первая теорема Нетер. Вывод закона сохранения момента импульса.  
[4] глава XII, §§ 4-6.
4. Принцип относительности Эйнштейна. Преобразования Лоренца (переход в движущуюся инерциальную систему координат). Параметризация Лоренцевского буста быстротой (rapidity). Релятивистский закон сложения скоростей.  
[2] §§ 1-5.
5. 4-векторы, интервал, группы и алгебры Лоренца и Пуанкаре.  
[2] §§ 6.
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.
7. Предельный переход от механической к полевой системе. Волновое уравнение в 2-х измерениях ( $x$  и  $t$ ), и его общее решение.  
[2] §§ 47, записки лекций.
8. Скалярное вещественное поле в пространстве Минковского: лагранжева плотность и уравнение движения. Общее решение уравнения движения массивного свободного скалярного вещественного поля.  
[2] §§ 47, записки лекций.
9. Принцип наименьшего действия в полевых моделях, уравнения Эйлера-Лагранжа для полей. Формулировка первой теоремы Нетер, сохраняющиеся токи и заряды, уравнение непрерывности.  
[2] §§ 32.
10. Поведение скалярного и векторного полей при преобразованиях из группы Пуанкаре (трансляции и преобразования Лоренца). Тензор энергии-импульса скалярного поля.  
[2] §§ 32, записки лекций.

11. 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] §§ 16,17,19-21, можно и § 22.
12. 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.
13. Уравнения движения электромагнитного поля в присутствии зарядов и токов. 4-вектор плотности тока и закон сохранения электрического заряда.  
[2] §§ 26-30.
14. 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.
15. Запаздывающая функция Грина волнового уравнения, 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] §§ 62-63.
16. Дипольный момент системы зарядов. Электростатическое поле диполя. Электрическое дипольное излучение, угловое и частотное распределение его интенсивности.  
[2] §§ 40,66,67.

### Литература для подготовки.

- [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.