

# Вопросы к экзамену по курсу "Классическая теория поля"

Осенний семестр 2019 г.

Экзамен состоится 24.10.2019 в 15:30 в аудитории 108

(на экзамене можно пользоваться только своими записями; в билете будет два вопроса из списка ниже)

1. Лагранжева формулировка классической механики: конфигурационное и фазовое пространство механической системы, лагранжиан, принцип наименьшего действия, уравнения Эйлера-Лагранжа.  
[1] §§2-5, [4] §§12-13; [3] 1.
2. Первая теорема Нетер. Вывод законов сохранения импульса и энергии для замкнутой системы.  
[5] глава XII, §§4-6; [3] 2.
3. Первая теорема Нетер. Вывод закона сохранения момента импульса.  
[5] глава XII, §§4-6; [3] 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; [3] 3, 4.
5. 4-векторы, интервал, группы и алгебры Лоренца и Пуанкаре.  
[2] §§6; [3] 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; [3] 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; [3] 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).  
[2] §§32; [3] 6, 7.
9. Формулировка первой теоремы Нетер для полей, сохраняющиеся токи и заряды. Тензор энергии-импульса скалярного поля.  
[2] §§32; [3] 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, сила Лоренца.  
[2] §§16,17,19-22; [3] 9.
11. Свободное электромагнитное поле: 4-вектор потенциала и тензор напряженности электромагнитного поля. Первая пара уравнений Максвелла.  
[2] §§18,23,25-27,30,46-48; [3] 9, 10.
12. Действие для свободного электромагнитного поля, уравнения движения в 4-векторной и 3-векторной формулировках. Вторая пара уравнений Максвелла.  
[2] §§18,23,25-27,30,46-48; [3] 9, 10.

13. Калибровочная инвариантность электромагнитного поля. Кулоновская калибровка. Плоские волны.  
[2] §§18,23,25-27,30,46-48; [3] 9, 10.
14. Уравнения движения электромагнитного поля в присутствии зарядов и токов. 4-вектор плотности тока и закон сохранения электрического заряда.  
[2] §§26-30; [3] 11.
15. Закон сохранения энергии в электродинамике. Вывод выражений для плотности энергии и плотности потока энергии электромагнитного поля из анализа изменения энергии частицы в поле. Вектор Пойнтинга.  
[7] глава 27 §§1-5; [2] §§32,33; [3] 11, 12.
16. Запаздывающая функция Грина волнового уравнения, запаздывающие потенциалы.  
[2] §§62-63; [3] 12.
17. Потенциалы Лиенара-Вихерта, создаваемые движением точечного заряда.  
[2] §§62-63; [3] 12.
18. Формулы для напряженностей электрического и магнитного полей, создаваемых заданным движением точечного заряда: кулоновская и излучательная компоненты.  
[2] §§40,66,67; [3] 12, 13.
19. Дипольный момент системы зарядов. Дипольное излучение, угловое распределение его интенсивности.  
[2] §§40,66,67; [3] 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] П.А. Сапонов, записки лекций 2017, 2018 гг., <https://math.hse.ru/field1718>, <https://math.hse.ru/class-field-2019>.
- [4] В.И. Арнольд, Математические методы классической механики, 3-е издание, М., Наука, 1989.
- [5] В.В. Добронравов, Основы аналитической механики, М., Высшая школа, 1976.
- [6] Дж. Джексон, Классическая электродинамика, М., Мир, 1965.
- [7] Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс, Электродинамика, Фейнмановские лекции по физике, т. 6, М., Мир, 1977.