

Классическая теория поля

Осенний семестр 2016г., лектор Сапонов П.А., семинарист Пятов П.Н.

АННОТАЦИЯ И ПРОГРАММА КУРСА

“Классическая теория поля” — один из первых в ряду базовых курсов по теоретической физике, читаемых студентам 3-4 года бакалавриата и магистратуры. Наряду с курсом “Гамильтонова механика” он является необходимым пререквизитом для изучения квантовой механики и квантовой теории поля, составляющих основу современной картины физического мира.

В отличие от лагранжевой механики системы материальных точек, с которой вы ознакомились на втором курсе бакалавриата, теория поля изучает динамику систем с бесконечным (континуальным) числом степеней свободы. Помимо этого, происходит изменение группы симметрий пространства-времени, в котором живет полевая система, с классической группы Галилея на группу Пуанкаре — группу симметрий релятивистских явлений, происходящих при скоростях, сравнимых со скоростью света в вакууме.

Посещение этого курса рекомендуется тем, кто планирует продолжать учебу в магистратуре по направлению “Математика и математическая физика”. Впрочем, знакомство с основными понятиями и математическими конструкциями классической теоретической физики будет полезным и тем, кто собирается заниматься чистой математикой.

Никаких специальных знаний по физике от слушателей курса не потребуется. Мы лишь рассчитываем, что такие понятия, как кинетическая и потенциальная энергии, лагранжиан, принцип наименьшего действия, уравнения Эйлера-Лагранжа, не являются совершенно новыми для вас после прослушивания курса “Лагранжевой механики”.

Примерная программа курса:

- Лагранжев формализм (краткое повторение): принцип наименьшего действия, уравнения Эйлера-Лагранжа, первые интегралы движения и симметрии действия, 1-я теорема Нётер.
- Специальная теория относительности: релятивистская инвариантность физических законов, преобразования Лоренца, пространство Минковского, группа Пуанкаре, интервал, собственное время, свободная релятивистская частица.
- Переход к полевым системам: свободное скалярное поле и уравнение Клейна-Гордона, 1-я теорема Нётер в полевых моделях, сохраняющиеся токи.
- Заряженная частица во внешнем электромагнитном поле: 4-вектор потенциала и тензор напряженности электромагнитного поля, калибровочные преобразования.
- Свободное электромагнитное поле: уравнения Максвелла, калибровочно-инвариантное действие, плоские волны, тензор энергии-импульса э.-м. поля, плотности энергии и потока энергии э.-м. поля, вектор Пойнтинга.

- Излучение движущихся зарядов: запаздывающая функция Грина, потенциалы Лиенара-Вихерта, дипольное и квадрупольное излучения.
- * Самодействующие скалярные поля: волна-“кинк”, спонтанное нарушение симметрии, голдстоуновские поля, взаимодействие скалярного поля с электромагнитным, явление Хиггса.
- * Неабелевы калибровочные симметрии. Классическая свободная релятивистская струна.

Значком * отмечены факультативные темы, обсуждение которых состоится при наличии времени.

Список рекомендованной литературы:

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. Ч. Мизнер, К. Торн, Дж. Уилер, Гравитация. том 1. М., Мир, 1977.