

Механика и теория поля

Этот курс – первый в ряду базовых курсов по теоретической физике, читаемых студентам 3-4 года бакалавриата и магистратуры. Посещение его рекомендуется тем, кто задумывается над возможностью продолжения учебы в магистратуре по направлению “математическая физика”. Впрочем, знакомство с основными понятиями классической теоретической физики может быть 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 “Динамические системы”.

Примерная программа курса:

- 1) **Лагранжев формализм** (повторение): принцип наименьшего действия, уравнения Эйлера-Лагранжа, первые интегралы движения и симметрии действия, 1-я теорема Нётер.
- 2) **Специальная теория относительности**: релятивистская инвариантность физических законов, преобразования Лоренца, пространство Минковского, группа Пуанкаре, интервал, собственное время, свободная релятивистская частица.
- 3) **Основы гамильтонова формализма**: преобразование Лежандра, уравнения Гамильтона, скобки Пуассона и симплектическая структура, теорема Дарбу, алгебра Пуассона-Ли интегралов движения.
- 4) **Разделение переменных и интегрируемость**: уравнения Гамильтона-Якоби, канонические преобразования, фазовые потоки и теорема Лиувилля, метод разделения переменных, интегрируемость по Лиувиллю и динамика в представлении Лакса.
- 5) **Сингулярные динамические системы(*)**: связи и калибровочные симметрии, вторая теорема Нётер, скобки Дирака.
- 6) **Переход к полевым системам**: свободное скалярное поле и уравнение Клейна-Гордона, 1-я теорема Нётер в полевых моделях, сохраняющиеся токи.
- 7) **Заряженная частица во внешнем электромагнитном поле**: 4-вектор потенциала и тензор напряженности электромагнитного поля, калибровочные преобразования.
- 8) **Свободное электромагнитное поле**: закон электромагнитной индукции и уравнения Максвелла, калибровочно-инвариантное действие, плоские э.-м. волны, тензор энергии-импульса э.-м. поля, плотности энергии и потока энергии э.-м. поля -- вектор Пойнтинга .
- 9) **Излучение движущихся зарядов**: запаздывающая функция Грина, потенциалы Лиенара-Вихерта, дипольное и квадрупольное излучения.

10) Самодействующие скалярные поля: волна-“кинк”, спонтанное нарушение симметрии, голдстоуновские поля, взаимодействие скалярного поля с электромагнитным, явление Хиггса.

11) Неабелевы калибровочные симметрии(*). Классическая свободная релятивистская струна.

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