

# Программа курса “МЕХАНИКА И ТЕОРИЯ ПОЛЯ”

П.Н. Пятов

## МЕХАНИКА

1. Основные понятия лагранжевой механики: сила, работа силы, кинетическая и потенциальная энергии, лагранжиан. Принцип наименьшего действия. Уравнения Эйлера-Лагранжа.
2. Первая теорема Нётер. Группа Галилея. Законы сохранения импульса, момента импульса и энергии.
3. Принцип относительности Эйнштейна. Относительность одновременности. Преобразования Лоренца (переход в движущуюся инерциальную систему координат). Релятивистское сокращение длин и замедление часов. Релятивистский закон сложения скоростей. Аберрация света. Релятивистский эффект Доплера.
4. 4-векторы. Интервал. Группы и алгебры Лоренца и Пуанкаре. Собственное время. Парадокс близнецов. Свободная релятивистская частица. 4-векторы скорости и импульса.
5. Преобразование Лежандра. Фазовое пространство. Уравнения Гамильтона. Канонические скобки Пуассона. Определяющие свойства скобок Пуассона. Теорема Пуассона об интегралах движения.
6. Алгебра Ли гамильтоновых векторных полей. Симплектические листы. Теорема Дарбу. Невырожденные скобки Пуассона и симплектические 2-формы.
7. Канонические преобразования и их производящие функции. Теорема Лиувилля о сохранении объема области фазового пространства при каноническом преобразовании.
8. Действие как функция начальных и конечных координат траектории движения системы. Уравнение Гамильтона-Якоби. Построение траекторий движения системы по общему интегралу уравнения Гамильтона-Якоби.
9. Динамика в представлении Лакса. Интегралы движения. Представление Лакса для одномерной частицы в потенциальном поле и для цепочки Тоды.
10. Интегрируемость по Лиувиллю. Каноническое преобразование к переменным угол-действие. Интегрируемость по Лиувиллю и лаксово представление.

## ТЕОРИЯ ПОЛЯ

1. Непрерывный предел механической системы. Свободное скалярное поле. Уравнение Клейна-Гордона.
2. Заряженная частица во внешнем электромагнитном поле. 4-вектор потенциала и тензор напряженности электромагнитного поля. Сила Лоренца.
3. Лагранжева формулировка электродинамики. Калибровочная инвариантность. Уравнения Максвелла.
4. Свободное электромагнитное поле. Кулоновская и лоренцева калибровки. Плоские и сферические волны. Монохроматическая волна, волновой пакет. Продольный и поперечный эффекты Доплера.

5. 1-я теорема Нетер для теоретико-полевых моделей. Тензор энергии-импульса. Энергия и импульс электромагнитного поля.
6. Взаимодействие электромагнитного поля с материей. Уравнения Максвелла для поля в материальной среде.
7. Функция Грина волнового уравнения. Опережающие и запаздывающие потенциалы. Мультипольное разложение запаздывающих потенциалов.
8. Излучение электромагнитного поля. Поле линейного осциллятора. Торможение излучением.
9. Поле произвольно движущегося заряда. Потенциалы Лиенара-Вихерта. Излучение Вавилова-Черенкова.
10. 2-я теорема Нетер. Репараметризационная инвариантность. Модель свободной релятивистской струны.