

Механика и теория поля 2015

Темы 1 модуля. Литература.

1. Основные понятия лагранжевой механики: сила, работа силы, кинетическая и потенциальная энергии, лагранжиан. Принцип наименьшего действия. Уравнения Эйлера-Лагранжа. [1] §§2-5, [3] §§12,13.
2. Первая теорема Нётер. Вывод законов сохранения импульса, момента импульса и энергии. [4] глава XII, §§4-6.
3. Принцип относительности Эйнштейна. Преобразования Лоренца (переход в движущуюся инерциальную систему координат). Релятивистский закон сложения скоростей. [2] §§1-5, [5] глава 3 §1.
4. 4-векторы. Интервал. Группы и алгебры Лоренца и Пуанкаре. Параметризация лоренцева буста быстротой (rapidity). [2] §6, [6] §2.9.
5. Собственное время. Парадокс близнецов. Свободная релятивистская частица. 4-векторы скорости и импульса. [2] §§3, 7-9.
6. Преобразование Лежандра. Фазовое пространство. Уравнения Гамильтона и их эквивалентность уравнениям Эйлера-Лагранжа. Канонические скобки Пуассона. [3] §§14,15, [1] §§40,42.
7. Определяющие свойства скобок Пуассона. Теорема Пуассона об интегралах движения. Скобки Пуассона для компонент полного момента импульса и полного импульса замкнутой механической системы. [1] §42.
8. Алгебра Ли гамильтоновых векторных полей. Симплектические листы. Теорема Дарбу. Связь невырожденной скобки Пуассона с симплектической 2-формой. [7] глава 1, §§1.1-3, [9] глава 6, §§6.1-2
9. Канонические преобразования и их производящие функции. Теорема Лиувилля о сохранении объема области фазового пространства при каноническом преобразовании. [1] §§45,46.
10. (*) Действие как функция начальных и конечных координат траектории движения системы. Уравнение Гамильтона-Якоби. Построение траекторий движения системы по общему интегралу уравнения Гамильтона-Якоби. [1] §§43,47, [3] §§47.
11. (*) Динамика в представлении Лакса. Интегралы движения. Представление Лакса для одномерной частицы в потенциальном поле. [8] §2.4.
12. (*) Интегрируемость по Лиувиллю. Каноническое преобразование к переменным угол-действие. [8] §§2.1-2.

¹Значком (*) отмечены дополнительные вопросы, которые мы будем изучать при наличии времени.

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 изд. — М., Наука, 1989.
- [4] В.В. Добронравов, Основы аналитической механики. М., Высшая школа, 1976.
- [5] В.А. Брумберг, Релятивистская небесная механика. М., Наука, 1972.
- [6] Ч. Мизнер, К. Торн, Дж. Уилер, Гравитация. том 1. М., Мир, 1977.
- [7] А.В. Борисов, И.С. Мамаев, Пуассоновы структуры и алгебры Ли в гамильтоновой механике. Издательский дом “Удмуртский Университет”, 1999.
- [8] O. Babelon, D. Bernard, M. Talon, Introduction to Classical Integrable Systems. Cambridge University Press, 2003.
- [9] П. Олвер, Приложения групп Ли к дифференциальным уравнениям. М., Мир, 1989.