

Введение в физику элементарных частиц

Lecturers:



Language:

Русский

Credit points:

3 з.е.

Monitoring type:

Экзамен

Educational Program:

Теоретическая и экспериментальная
физика

8 семестр

Lectures (a.h)*	Practice (a.h)	Labs (a.h)
8	8	
*1 academic hour = 45 minutes		

Этот курс предоставляет обширный обзор современной физики элементарных частиц и полей, начиная с классификации частиц и фундаментальных взаимодействий. Студенты изучают теории полей, калибровочные теории, кварковую модель, а также актуальные темы, такие как нарушение CP-инвариантности, механизм Печей-Квинн. Курс также охватывает более широкие темы, такие как гипотеза аксиона и физика за пределами Стандартной модели, включая суперсимметрию и другие модели.

Course content

8 семестр

Введение в физику элементарных частиц

Структура курса

1. Классификация элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия. Законы сохранения при взаимодействии элементарных частиц (барионное, лептонное число, заряд, связь с симметриями). Естественные единицы. Иерархия времён взаимодействий.
2. Классическая теория поля для скалярного и векторного поля. Дираковское поле, частицы со спином $\frac{1}{2}$.
3. Абелевы и неабелевы калибровочные теории поля.
4. Изоспин. Р-чётность. С-чётность. СРТ-инвариантность.
5. Кварковая модель: мультиплеты адронов и SU(3) симметрия. Неприводимые представления SU(3), распределение по ним мезонов и барионов. Квантовые числа кварков. Формула Гелл-Мана – Нисидзимы. Массы в унитарных мультиплетах.
6. Система нейтральных каонов и нарушение CP-инвариантности. Распад ϕ -мезона и правило Цвейга.
7. Мезоны с с-кварком: открытие, особенности физики, спектр, распады D-мезонов. Мезоны с b-кварком. Барионы с с-кварком.
8. Соотношения между массами адронов в SU(3)-мультиплетах. Формула Гелл-Мана-Окубо. Понятие конститuentной массы кварка.
9. Сечение рассеяния. Кинематика рассеяния $2 \rightarrow 2$, переменные Мандельштама, кросс-симметрия. КЭД процессы $ee \rightarrow ee$, $e\mu \rightarrow e\mu$.
10. Вычисление амплитуды распада. Ширина распада. Понятие фазового объёма.
11. Структура адронов. Рассеяние электрона на протоне.
12. Спонтанное нарушение дискретной симметрии и глобальной калибровочной симметрии. Линейная сигма-модель (O(N) симметрия). Теорема Голдстоуна.
13. Механизм Хиггса. Схема его реализации в слабых взаимодействиях. Слабое взаимодействие, теория Ферми. Электрослабая теория, модель Глэшоу-Вайнберга-Салама. Массивные калибровочные бозоны.
14. Стандартная модель. Свидетельства физики за пределами СМ. Проблема калибровочной иерархии, strong CP-problem.
15. CP-проблема в квантовой хромодинамике. Механизм Печей-Квинн.
16. Гипотеза аксиона. Лагранжиан аксионного поля. Уравнения движения для аксионного поля. Современные эксперименты по детектированию аксионов.
17. Уравнения электродинамики при наличии аксионного поля. Эффекты аксионной электродинамики.
18. Аксионная электродинамика в физике конденсированного состояния: магнито-электрики и мультиферроики.
19. Физика за пределами Стандартной модели: суперсимметрия, техницвет, модели составного бозона Хиггса, модели с двумя дублетами поля Хиггса.