

# Введение в физику элементарных частиц

Лекторы:



**Язык:**

Русский

**Трудоемкость:**

3 з.е.

**Форма контроля:**

Экзамен

**Образовательная программа:**

Теоретическая и экспериментальная физика

8 семестр

Лекции (ак.час)*	Практические занятия (ак.час)	Лабораторные занятия (ак.час)
8	8	
*1 академический час = 45 минутам		

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.

# Содержание курса

## 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. P-чётность. C-чётность. CPT-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  $\phi$ -мезона и правило Цвейга.
7. Мезоны с s-кварком: открытие, особенности физики, спектр, распады D-мезонов. Мезоны с b-кварком. Барионы с s-кварком.
8. Соотношения между массами адронов в SU(3)-мультиплетах. Формула Гелл-Мана-Окубо. Понятие конституэнтной 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 SM. Проблема калибровочной иерархии, strong CP-problem.
15. CP-проблема в квантовой хромодинамике. Механизм Печи-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.