

ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ХРОМОДИНАМИКИ

(Дисциплина специализации, 5 курс, осенний семестр)

Цели изучения дисциплины

Изучение современных представлений о фундаментальной теории сильных взаимодействий, принципов строения адронов и их взаимодействий при высоких энергиях. Изучение понятий асимптотической свободы, конфайнмента и их проявлений в жестких адронных процессах. Ознакомление с основными экспериментальными фактами, лежащими в основе создания и развития квантовой хромодинамики.

Содержание дисциплины (18 лекций по 2 часа)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ КХД

Кварковая модель. Спектроскопия адронов. Цвет. Глубоконеупругое рассеяние и электрон-позитронная аннигиляция. Партоны.

АБЕЛЕВЫ И НЕАБЕЛЕВЫ КАЛИБРОВОЧНЫЕ ТЕОРИИ

Глобальные и локальные симметрии. Законы сохранения и калибровочные взаимодействия. Матрицы Гелл-Манна. Поперечность амплитуд в абелевой и неабелевой калибровочной теории. Тожества Уорда. Необходимость самодействия глюонов.

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПЕРЕНОРМИРОВОК

Расходимости диаграмм. Регуляризация и вычитания. Перенормируемость. Поляризационный оператор. Физические условия перенормировки. Понятие об инвариантном заряде в КЭД и КХД

ОПТИЧЕСКАЯ ТЕОРЕМА

Унитарность S-матрицы и ее следствия. Мнимые части амплитуд и их источники. Правила Кутковского. Диаграммная техника для амплитуд и сечений. Матрица плотности.

ДИСПЕРСИОННЫЕ СООТНОШЕНИЯ

Физический смысл дисперсионных соотношений. Причинность. Аналитические свойства амплитуд. Восстановление амплитуд по мнимым частям. Вычитания. Связь с перенормировками.

ИНВАРИАНТНЫЙ ЗАРЯД В КЭД.

Вычисление мнимой части поляризационного оператора и дисперсионное соотношение для него. Нуль заряда и его связь с унитарностью. Физическая интерпретация.

АСИМПТОТИЧЕСКАЯ СВОБОДА

Кварковые и глюонные вклады в инвариантный заряд. Поляризации глюонов. Неуниверсальность аргументов, связанных с унитарностью. Антиэкранировка.

ЭЛЕКТРОН-ПОЗИТРОННАЯ АННИГИЛЯЦИЯ В АДРОНЫ В КХД.

R-отношение, его зависимость от характеристик кварков. Струи и кварк-адронная дуальность. Радиационные и степенные поправки. Понятие о кварковых конденсатах. Правила сумм КХД.

КХД-ФАКТОРИЗАЦИЯ

Большие и малые расстояния. Факторизационная формула в борновском приближении. Моменты. Понятие твиста. Калибровочная инвариантность. Физические и нефизические глюоны.

ЭВОЛЮЦИЯ ПАРТОННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ

Инфракрасные и коллинеарные расходимости партонных сечений и их факторизация. Понятие об эволюционных уравнениях. Эволюция моментов.

ВИДЫ ПАРТОННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ

Матрица плотности свободного и связанного кварка. Спиновые распределения. Эксклюзивные жесткие процессы, амплитуды распределения и обобщенные партонные распределения.

Учебно-методическое обеспечение

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н.Н. Боголюбов и Д.В. Ширков, Квантовые поля, М: Наука, 1993, 2005.
2. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Теоретическая физика: т. IV. Квантовая Электродинамика; М: ФИЗМАТЛИТ, 2001.
3. Б.Л. Иоффе, Л.Н. Липатов, В.А. Хозе, Глубоконеупругие процессы, М: Наука, 1983

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. М. Пескин, Д. Шредер, Введение в квантовую теорию поля, РХД, 2001 г.
2. И.В. Андреев, Хромодинамика и жесткие процессы при высоких Энергиях, М: Наука, 1981.
3. М.Б. Волошин, К.А. Тер-Мартиросян, Теория калибровочных взаимодействий элементарных частиц, М: Энергоатомиздат 1981.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ

Материал излагается в виде лекций. В начале каждой лекции кратко формулируются основные положения из предыдущих занятий по изучаемой теме, в конце лекции формулируются основные утверждения. По каждой теме даются задачи. Перед экзаменом проводится консультация.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ

После каждой лекции материал прорабатывается с использованием конспекта, основной и дополнительной литературы, решаются задачи. Формулируются вопросы преподавателю.

