

Основы квантовой хромодинамики

Лектор: д.ф.-м.н., профессор Теряев Олег Валерианович
(кафедра физики элементарных частиц физического факультета МГУ)

Код курса:
Статус: обязательный
Аудитория: специальный
Специализация: Физика элементарных частиц
Семестр: 3
Трудоёмкость: 4 з.е.
Лекций: 36 часов
Семинаров: 32 часов
Практ. занятий: 4 часа
Отчётность: экзамен
Начальные компетенции: М-ПК-1, М-ПК-6
Приобретаемые компетенции: М-ПК-3, М-ПК-4

Аннотация курса

В лекционном курсе содержатся базовые знания о современной теории представлений, о фундаментальной теории сильных взаимодействий, принципах строения адронов и их взаимодействий при высоких энергиях.

В рамках курса студенты ознакомятся с понятиями асимптотической свободы, конфайнмента и их проявлений в жестких адронных процессах

Приобретаемые знания и умения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать основные методы и подходы современной теоретической физики. Ознакомиться с соответствующими методами и моделями для решения проблем физики высоких энергий.

Образовательные технологии

Курс имеет электронную версию для презентации. Лекции читаются с использованием проекционного оборудования.

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП

Курс является теоретическим базисом к практическим курсам: "Экспериментальные методы ядерной физики" и "Физика частиц на коллайдерах"

Дисциплины и практики, для которых освоение данного курса необходимо как предшествующего

Научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа, дисциплины "Специальная теория относительности", "Квантовая теория поля"

Основные учебные пособия, обеспечивающие курс

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
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-Мартirosян, Теория калибровочных взаимодействий элементарных частиц, М: Энергоатомиздат 1981

Основные учебно-методические работы, обеспечивающие курс

Основные научные статьи, обеспечивающие курс

1. Spin observables and spin structure functions: inequalities and dynamics.
[Xavier Artru](#), ([Lyon, IPN](#)) , [Mokhtar Elchikh](#), ([Oran, Sci. Tech. U.](#)) , [Jean-Marc Richard](#), ([LPSC, Grenoble](#)) , [Jacques Soffer](#), ([Temple U.](#)) , [Oleg V. Teryaev](#), ([Dubna, JINR](#)) .
LPSC-08-08, LYCEN-2008-1, Feb 2008. 125pp. [Temporary entry](#)
Published in **Phys.Rept.470:1-92,2009**.
e-Print: [arXiv:0802.0164](#) [hep-ph]

2. Квантовая хромодинамика и физика адронных столкновений, М.Мангано, УФН,2010,т.180,2.

Контроль успеваемости

Промежуточная аттестация проводится на 8 неделе в форме коллоквиума с оценкой. Критерии формирования оценки – уровень знаний пройденной части курса.
Текущая аттестация проводится еженедельно. Критерии формирования оценки – посещаемость занятий, активность студентов на лекциях, уровень подготовки к семинарам.

Структура и содержание дисциплины

Раздел	Неделя
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ КХД Кварковая модель. Спектроскопия адронов. Цвет. Глубоконеупругое рассеяние и электрон-позитронная аннигиляция. Партоны.	1
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. Тождества Уорда. Необходимость самодействия глюонов	2-3
ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПЕРЕНОРМИРОВОК Расходимости диаграмм. Регуляризация и вычитания. Перенормируемость. Поляризационный оператор. Физические условия перенормировки. Понятие об инвариантном заряде в КЭД и КХД	4
ОПТИЧЕСКАЯ ТЕОРЕМА Унитарность S-матрицы и ее следствия. Мнимые части амплитуд и их источники. Правила Кутковского. Диаграммная техника для амплитуд и сечений. Матрица плотности.	5
ДИСПЕРСИОННЫЕ СООТНОШЕНИЯ Физический смысл дисперсионных соотношений. Причинность. Аналитические свойства амплитуд. Восстановление амплитуд по мнимым частям. Вычитания. Связь с перенормировками.	6-7
ИНВАРИАНТНЫЙ ЗАРЯД В КЭД. Вычисление мнимой части поляризационного оператора и дисперсионное соотношение для него. Нуль заряда и его связь с унитарностью. Физическая интерпретация.	8-9
АСИМТОТИЧЕСКАЯ СВОБОДА Кварковые и глюонные вклады в инвариантный заряд. Поляризации глюонов. Неуниверсальность аргументов, связанных с унитарностью. Антиэкранировка.	10
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.	11-12
КХД-ФАКТОРИЗАЦИЯ Большие и малые расстояния. Факторизационная формула в борновском приближении. Моменты. Понятие твиста. Калибровочная инвариантность. Физические и нефизические глюоны.	13-14

ЭВОЛЮЦИЯ ПАРТОННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ Инфракрасные и коллинеарные расходимости партонных сечений и их факторизация. Понятие об эволюционных уравнениях. Эволюция моментов.	15-16
ВИДЫ ПАРТОННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ Матрица плотности свободного и связанного кварка. Спиновые распределения. Эксклюзивные жесткие процессы, амплитуды распределения и обобщенные партонные распределения.	17-18