

ИНСТИТУТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК И ЭКОЛОГИИ

ПРОГРАММА по курсу: ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ. II.

для студентов 4 курса (VIII семестр)

Автор: д.ф.-м.н. Щепкин Михаил Германович

1. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ХРОМОДИНАМИКИ. МОДЕЛИ КОНФАЙНМЕНТА.

1. Классическая теория полей Янга-Миллса. Неабелева калибровочная инвариантность. Правила Фейнмана в теориях Янга-Миллса.
2. Мотивы введения цветовых степеней свободы. Кварки и глюоны. Лагранжиан КХД и симметрии сильных взаимодействий. Киральная инвариантность лагранжиана КХД.
3. Экранировка заряда в квантовой электродинамике. Антиэкранировка цветных зарядов и проблема невылетания.
4. Модельное описание конфайнмента. Релятивистская струна и адроны с высокими спинами. Действие Намбу.

Литература: [5], [6], [7], [9], [10].

2. СЛАБЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

1. Слабые взаимодействия при низких энергиях. Структура слабых токов. Гипотеза Кабиббо. Правила отбора, следующие из структуры слабых токов.
2. Слабое взаимодействие между лептонами. Константы взаимодействий заряженных и нейтральных токов. Эффективный лагранжиан. Преобразования Фирца. νe – рассеяние. Унитарный предел. Распад мюона.
3. Слабые взаимодействия кварков и лептонов. Лептонные распады адронов с сохранением странности. Изотопическая симметрия сильных взаимодействий и свойства ud -тока. Распады пионов и нуклонов. Электромагнитное взаимодействие нуклонов и матричные элементы β -распада.
4. Слабые процессы с изменением странности. Лептонные распады К-мезонов и гиперонов.
5. Нейтральные К-мезоны. Осцилляции странности. Распады К-мезонов. Правило $\Delta Q = \Delta S$. Очарованный кварк и переходы с $|\Delta S| = 2$. Осцилляции К-мезонов в вакууме. Регенерация К-мезонов.
6. Нейтринные осцилляции. Массовая матрица нейтрино. Дираковские и майорановские массы. Экспериментальные следствия.

Литература: [2], [5], [7], [11].

3. ЕДИНАЯ ТЕОРИЯ СЛАБЫХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

1. Спонтанное нарушение глобальных симметрий. Теорема Голдстоуна и безмассовые бозоны. Генерация масс фермионов.
2. Калибровочные поля и эффект Хиггса. Спонтанное нарушение локальной $SU(2)$ симметрии. Физические следствия. Массы калибровочных бозонов.
3. Единая теория слабых и электромагнитных взаимодействий. Лептонный и кварковый секторы электрослабой теории. Слабый изоспин и слабый гиперзаряд. Левые и правые частицы. Массы фермионов.

4. Свойства промежуточных бозонов. Параметры электрослабой модели, их связь с константой Ферми и электрическим зарядом. Хиггсовские бозоны.
5. Некоторые следствия стандартной модели электрослабых взаимодействий. Структура нейтральных токов. Отличие лептонного и кваркового секторов. Массовая матрица кварков и спонтанное нарушение симметрии. Процессы, обусловленные заряженными и нейтральными токами. Распады W- и Z-бозонов.

Литература: [2], [3], [5], [6], [8], [9], [10], [11].

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ:

1. В.Б.Берестецкий, Е.М.Лифшиц, Л.П.Питаевский. Квантовая электродинамика. Москва, "Наука" 1989.
2. Л.Б.Окунь. Лептоны и кварки. Москва, "Наука" 1990.
3. В.Б.Берестецкий. Проблемы физики элементарных частиц. Москва, "Наука" 1974.
4. В.М.Галицкий, Б.М.Карнаков, В.И.Коган. Задачи по квантовой механике. Москва, "Наука" 1979.
5. Л.Б.Окунь. Физика элементарных частиц. Москва, "Наука" 1984.
6. Т.-П.Ченг, Л.-Ф.Ли. Калибровочные теории в физике элементарных частиц. Москва, "Мир" 1987.
7. Ф.Хелзен, А.Мартин. Кварки и лептоны. Москва, "Мир" 1987.
8. Р.Фейнман, Р.Лейтон, М.Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Москва, "Мир" 1978.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:

9. М.Б.Волошин, К.А.Тер-Мартirosян. Теория калибровочных взаимодействий элементарных частиц. Москва, "Энергоатомиздат" 1984.
10. М.Пескин, Д.Шредер. Введение в квантовую теорию поля. Москва 2001.
11. Ю.Комминс, Ф.Буксбаум. Слабые взаимодействия лептонов и кварков. Москва, "Энергоатомиздат" 1987.
12. Р.Фейнман. Взаимодействие фотонов с адронами. Москва, "Мир" 1975.
13. Т.Эрикссон, В.Вайзе. Пионы и ядра. Москва, "Наука" 1991.
14. Дж.Д.Бьеркен, С.Д.Дрелл. Релятивистская квантовая теория. Москва, "Наука" 1978.