

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Московский физико-технический институт (государственный университет)»

МФТИ

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной и методической работе

_____ Д.А. Зубцов

« » _____ 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине: Электрослабые взаимодействия

по направлению: 010900 – Прикладные математика и физика

профиль подготовки: «Физика микромира»

факультет: ОПФ

кафедра: Физика высоких энергий

курс: 4 (бакалавриат)

семестры: 7,8 диф. зачет: 7 семестр; экзамен : 8 семестр

Трудоёмкость в зач. ед.: вариативная – 6 зач. ед.

в т.ч.:

лекции: 60 часов;

практические (семинарские) занятия: 30 ч;

лабораторные занятия: нет;

мастер классы, индивид. и групповые консультации: нет;

самостоятельная работа: 30 часов;

курсовые работы: нет;

подготовка и сдача экзаменов: 30 часов.

ВСЕГО ЧАСОВ 150

Программу составил д.ф.м.н. проф. А.К.Лиходед

Программа обсуждена на заседании кафедры

Физики высоких энергий ФОПФ МФТИ “13” июля 2015 г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой Зайцев А.М.

Декан М.Р. Трунин

Начальник учебного управления

Раздел 1. Структура слабых токов

Левые заряженные токи. Нарушение P- и C-инвариантности. Универсальность заряженного тока. Нейтральный ток.

Раздел 2. Распад мюона и τ -лептона.

Амплитуда и вероятность распада. Распад поляризованного мюона.

Раздел 3. Лептонные распады адронов.

Изотопические свойства ud -тока. Связь векторного ud с изовектоном электромагнитным током. Слабый заряд. Киральная инвариантность.

Лептонные распады пионов и нуклонов.

Распады пионов и β -распад нейтрона. Векторные и аксиальные формфакторы. Вероятность распада и угловые корреляции

Лептонные распады K-мезонов и гиперонов.

Правило $|\Delta S|=1$ и $\Delta S = \Delta Q$. SU(3)- и SU(2)-свойства us -тока. Лептонные распады K-мезонов и гиперонов.

Раздел 4. Нелептонное взаимодействие, изменяющее странность.

Свойства затравочного нелептонного лагранжиана. Учет жестких глюонов. Эффективный нелептонный лагранжиан.

Феноменология нелептонных распадов гиперонов.

Релятивистски инвариантная и нерелятивистская формы амплитуды. Изотопические амплитуды и правило $\Delta T=1/2$. Фазы S- и P-амплитуд. SU(3)-соотношения между амплитудами гиперонных распадов.

Раздел 5. Динамика нелептонных распадов гиперонов и каонов.

Кварковые диаграммы. Факторизация внешних диаграмм для распада $\Lambda \rightarrow p\pi$. Усиление вклада правых кварков. Распад $\Lambda \rightarrow n\pi$. Распады Ω -гиперона.

K₁- и K₂-мезоны. Изотопические соотношения и диаграммы для распадов $K \rightarrow 2\pi$. Распады $K \rightarrow 3\pi$.

Раздел 6. Нейтральные K-мезоны в вакууме и среде, нарушения CP-инвариантности.

Переходы $K_1 \leftrightarrow K_2$ и разность масс $K_1 - K_2$. Механизм Глешоу-Иллиопулоса-Майани. Осцилляции странности. Регенерация.

Распад $K_L \rightarrow \pi\pi$. Другие наблюдавшиеся CP-неинвариантные эффекты. Сверхслабое перемешивание. Нарушение T-инвариантности и дипольный момент нейтрона.

Раздел 7. Распады очарованных адронов, кварки третьего поколения.

Распады с-кварка. Сравнение D^+ и D^0 мезонов. Роль виртуальных глюонов и «зрительных» кварков. Двухчастичные лептонные распады D-мезонов. Переходы $D^0 \leftrightarrow \bar{D}^0$

Унитарная матрица $n \times n$, матрица девяти кварковых токов. Распады b-кварка. Вклады b и t кварков в смешивание K, B, B_s и D мезонов. О нарушении CP-инвариантности в смешивании K-мезонов

Раздел 8. Взаимодействие нейтрино с электронами и с нуклонами.

Кинематика и сечение реакции $\nu_e \rightarrow \nu_\mu$. Упругое ν_e -рассеяние под действием заряженного тока. Общий вид сечений. Другие проявления ν_e -взаимодействия. Рождение мюонной пары под

действием нейтрино в кулоновском поле ядра.

Партоны. Кинематика и сечения взаимодействия лептонов с партонами. Распределения партонов. Феноменология глубоко неупругих процессов. Партонная модель и квантовая хромодинамика.

Раздел 9. Калибровочная $SU(2)_L \times U(1)_Y$ инвариантность и её спонтанное нарушение.

Глобальная абелева симметрия $U(1)$. Глобальная неабелева симметрия $SU(2)$. Локальные симметрии. Как учесть массы?

Спонтанное нарушение калибровочной абелевой симметрии. О сохранении электрического заряда. Спонтанное нарушение локальной $SU(2)$ -симметрии.

Раздел 10. Стандартная Модель электрослабого взаимодействия.

Основные черты модели. Массы W - и Z -бозонов. Связь между электрическим зарядом и константами g, g' . Связь между вакуумным средним и константой Ферми. Масса электрона, других лептонов и кварков.

Раздел 11. Нейтральные токи.

Рассеяние электронного нейтрино на электроны. Рассеяние электронного нейтрино на мюоне.

Аннигиляция $e e \rightarrow \mu \mu$. Нейтральные токи и взаимодействие нейтрино с нуклонами.

Раздел 12. Свойства промежуточных бозонов.

Распады W - и Z -бозонов. Рождение Z -бозонов в электрон-позитронной аннигиляции. Рождение W - и Z -бозонов в pp -столкновениях.

Раздел 13. Свойства хиггсовских бозонов.

О массе бозона Хиггса. Роль H -бозона при высоких энергиях. Взаимодействие H -бозона с тяжелыми кварками и глюонами. Взаимодействие H -бозона с W - и Z -бозонами. Общие замечания о хиггсовских бозонах.

Литература:

1. Л.Б.Окунь, Лептоны и кварки, Наука, М., 1981
2. Д. Перкинс. Введение в физику высоких энергий. Энергоатомиздат, 1991
3. Ф.Клоуз. Кварки и партоны. М.: Мир, 1988
4. Ф.Хелзен, А.Мартин. Кварки и лептоны. Москва, Мир, 1987.
5. Фейнман Р., Взаимодействие фотонов с адронами, Наука, М., 1975
6. Л.Б.Окунь. Физика элементарных частиц. М.: Наука, 1988