



КАТЕДРА “АТОМНА ФИЗИКА”

ТЕЛ. 8161264; ТЕЛ/ФАКС 862-25-46;

<http://atomic.phys.uni-sofia.bg>

КОНСПЕКТ

по Увод във физиката на елементарните частици (бакалаври)

1. Елементарни частици. Основни характеристики: маса, спин, време на живот и енергетична ширина (неопределеност в масата) на състоянията. Вътрешни квантови числа. Кварки и лептони. Поколения. Кваркова структура на адроните и адронна спектроскопия.
2. Сили и взаимодействия. Взаимодействието като процес на обмен на полеви кванти. Основни взаимодействия, константа на връзката и радиус на действие. Фундаментални полета: източници и преносители на взаимодействията. Общи характеристики на четирите типа взаимодействия. Изобразяване на процеси чрез Файнманови диаграми.
3. Релативистка кинематика. Преобразувания на Лоренц за 4-вектора на енергията и импулса. Релативистки и динамични инварианти. Инвариантна маса на система от частици. Енергетичен праг на процес.
4. Лабораторна система и система център на масите. Преобразуване на кинематичните величини при преходи между тях. Максимален ъгъл на излитане в лабораторната система.
5. S-матрица и вероятност за преход в единица време. Сечение и вероятност за разпадане. Лоренц-инвариантен фазов обем. Примери.
6. Източници на високо-енергетични частици. Ускорители с пряко действие. Резонансни ускорители: линейни и циклични. Ускорители с насрещни снопове (колайдъри).
7. Особенности на взаимодействието на високо-енергетични частици с веществото. Йонизационни загуби, спирано, Черенковско и преходно излъчване. Взаимодействия на гама-кванти и електрони с веществото. Електромагнитни и адронни лавини (каскади). Електромагнитни и адронни калориметри.
8. Координатни (трекови) детектори: газови, сцинтилационни и други. Време-проеекционни камери. Измерване на импулса на заредени частици чрез закривяване на траекториите им в магнитно поле. Методи и детектори за идентификация на частици с висока енергия.
9. Изоспинова симетрия. Примери за прилагането ѝ при ниско-енергетично пион-нуклонно разсейване. $SU(N)$ ароматна симетрия. Кварков модел и класификация на адроните по неприводимите представяния на групата $SU(3)$.
10. Електромагнитни взаимодействия и структура на елементарните частици. Еластично електрон-нуклонно разсейване и нуклонни формфактори. Дълбоко-нееластично лептон-нуклонно разсейване и кварк-партонен модел. Структурни функции.
11. Слаби взаимодействия. Кваркови диаграми. Ъгъл на Кабибо. Модел на Глешоу, Уайнбърг, Салам: слаб изоспин и хиперзаряд; двукомпонентни неутрина и CP -инвариантност; лагранжиан на електрослабото взаимодействие. Стандартен модел на фундаменталните частици и взаимодействия.
12. Основни идеи на квантовата хромодинамика. Доказателства за съществуването на цветово квантово число на кварките. Локална калибровъчна инвариантност и лагранжиан на КХД. “Бягаша” константа на взаимодействието, асимптотична свобода и “заточение” на кварките.
13. Симетрии и закони за запазване в микросвета – основни твърдения, теорема на Ньотер. Непрекъснати и дискретни преобразувания на симетрии. Пространствени и вътрешни симетрии. Адитивни вътрешни квантови числа (заряди) и закони за запазването им.

14. Изоспинова симетрия. Примери за прилагането ѝ при ниско-енергетично пион-нуклонно разсейване. $SU(N)$ ароматна симетрия. Кварков модел и класификация на адроните по неприводимите представяния на групите $SU(3)$ и $SU(4)$.
15. Дискретни симетрии. С-, Р- и Т-инверсии. Експериментални граници. СР-преобразуване. СРТ теорема. Следствия.
16. Неутралните каони и осцилации на странността. Нарушаване на СР-инвариантността при разпаданията им. Стрела на времето в микросвета.

януари 2015 г.

проф. дфн Румен Ценов
tsenov@phys.uni-sofia.bg