

Предварителна рецензия

на учебник

“Слаби взаимодействия на елементарните частици”

с автор

доц. дфмн Михаил Чижов

Учебникът “Слаби взаимодействия на елементарните частици”, написан от доц. дфмн Михаил Чижов, е посветен на съвременното ни разбиране за фундаменталното слабо взаимодействие и неговото теоретично описание. Той е базиран на дългогодишно четения от автора едноимен курс и изцяло покрива преподавания материал.

Учебникът се състои от кратък увод и 21 подробно разписани теми, изучавани в рамките на курса. В увода се прави исторически преглед на развитието на областта, като се задава и използваната конвенция в последващото изложение в учебника, а именно $c = \hbar = 1$.

Теми от 2 до 6 включително са посветени на основите на релятивистката квантова механика. Последователно са дадени основните уравнения (на Клайн-Гордън и Дирак), като са представени решенията им и физичните следствия. Специално внимание е обърнато на γ -матриците и алгебричните съотношения между тях. Разгледан е пораждащият лагранжиан за уравнението на Дирак и са получени в експлицитен вид операторите на основните дискретни преобразования C , P и T . Това логическо обединение от теми завършва с преглед на приложението на S -матрицата за пресмятане на физически наблюдаемите величини при взаимодействието на елементарните частици, а именно сеченията и ширините за дадени процеси.

Теми от 7 до 12 включително разглеждат описанието на слабите взаимодействия в рамките на $V-A$ теорията на Ферми. Макар че този модел е ефективен и непренормируем, той все още е най-подходящият в случаите, когато масите на участващите частици са много по-малки от масите на фундаменталните преносителите на слабото взаимодействие. Освен това с негова помощ читателят последователно се въвежда в основните характеристики на слабото взаимодействие - константа на взаимодействие (от разпада на мюона), адронен матричен елемент и константа на разпад на пиона, значение на спиралността при разпадите на псевдоскаларните мезони (от разпад на пиона), G -четност и адронни формфактори (от разпад на неутрона). Основен момент, заслужаващ специално да се спомене, е интуитивното въвеждане на необходимостта от смесване между кварките и ъгъла на Кабибо, следствие от разпадите на заредените K -мезони. През пресмятане на $\Delta S=2$ матричния елемент за преход $\langle \bar{K}^0 | \mathcal{L} | K^0 \rangle$ и сравнение с експерименталните резултати е показана нуждата от съществуването на 4-и кварк и по този начин се запълва второто поколение фундаментални фермиони.

Теми от 13 до 17 разглеждат някои по-специални въпроси, свързани с феноменологията на слабото взаимодействие. Те обхващат CP -нарушението в системата на неутралните K -мезони, обяснението на което води до необходимостта от съществуването на трето поколение фундаментални фермиони; дълбокото нееластично разсейване на неутриното, през описанието на което се въвеждат Бьоркеновския скейлинг, изведен впоследствие с въвеждането на партонния модел на нуклоните и функциите на раз-

пределение на партоните в нуклона; еластичното разсейване на неутрино от електрони, което въвежда необходимостта от неутрални слаби токове.

Последните 5 теми от учебника представят слабите взаимодействия от гледната точка на Стандартния модел на физиката на елементарните частици. Разгледана е калибровъчната теория на слабите и електромагнитните взаимодействия $SU(2)_L \times U(1)_Y$, проследена от въвеждането на необходимите калибровъчни полета до нарушаването на симетрията до електромагнитното взаимодействие $U(1)_Q$. Подробно е дискутиран въпросът за придобиване на маси на елементарните частици през механизма на Хигс, който води до спонтанно нарушение на симетрията през избора на определено вакуумно състояние на системата. Представени са последните ни известни резултати по измерването на ширините за разпад на калибровъчните бозони и на Хигс-бозона, които са сравнени с теоретично пресметнатите. Въз основа на съгласието между теорията и експеримента са аргументирани заключенията за броя на поколенията (броя на типовете неутрина) и на успеха на Стандартния модел, успяващ да предскаже ширините за разпад на Хигс-бозона на отделните типове частици.

Малкият обем на учебника (около 70 страници с формат А4) не бива да заблуждава читателя. Самият текст изисква не само да се проследява изложението, а отделните пресмятания да се извършват паралелно и независимо, за да се вникне по-дълбоко в същността на разгледаните проблеми. Изложението е илюстрирано с подходящи фигури и освен това в отделните уравнения и пресмятания са използвани умело цветове, за да се открие определена тяхна част. Друга положителна черта на учебника е преплитането на две допълващи се от педагогическа гледна точка нишки – постепенното усложняването на пресмятанията от една страна и въвеждането и съпоставянето с нови физични явления (и съответно феноменологични/теоретични параметри) от друга. Именно в това преплитане се вижда по-дълбокото взаимодействие между теорията и експеримента в дългия процес по разгадаване на свойствата на микрообектите.

Критики към избора от автора подход за представяне на съдържанието нямам. Всички разписани пресмятания и формули са изпипани до педантичност. В текста има известен брой правописните грешки (основно пунктуационни), чието отстраняване е необходимо, но е лесно и не би трябвало да затрудни автора (списък с корекции е предоставен на автора.). Предполагам, че окончателният вариант ще има “Съдържание”, но според мен е хубава да се добави и кратко заключение, в което например да се представят настоящите отворени проблеми в областта или да се спомене кои експерименталните измервания се очаква да бъдат подобрени в краткосрочен план. Направените забележки обаче са пожелателни. Смятам, че този учебник ще бъде изключително полезен за всички, избрали да се занимават с физиката на елементарните частици именно поради връзката, която осъществява между теоретичните модели и наблюдателните данни. Учебникът ще е ценно помагало както за студенти от теоретичните специалности, така и за бъдещите специалисти в областта на експерименталната физика на високите енергии.

Вземайки това под внимание, горещо препоръчвам на уважаемия катедрен съвет на кат. Атомна физика да предприеме необходимите стъпки за издаването на учебника.

гр. София
15 Октомври 2021 г.

Подпис:.....
/доц. д-р Венелин Кожухаров/