Аннотация работ по ГК П1197 от 04.06.2010

(руководитель Солдатенко О.Н.)

Унитаризация амплитуды упругого рассеяния в формализме алгебры SO(2.1)

В результате выполнения работ по проекту была разработана модель неупругой функции перекрытия на группе SO(2.1), рассмотрена модель неупругой функции перекрытия с SO(2.1) унитаризацией полюса Померанчука в упругом протон-протонном рассеянии, выведен метод унитаризации упругой амплитуды в приближении малых поперечных импульсов на группе SO(2.1), получена оптическая теорема в приближении малых поперечных импульсов на группе SO(2.1) и найден метод расчета неупругой функции перекрытия в приближении малых поперечных импульсов на группе SO(2.1).

Используя разложение единичного оператора в пространстве Фока, а также трансляционную инвариантность оператора F, после стандартных операций получили нелинейное неоднородное интегральное уравнение для упругой амплитуды. Далее целью стало найти решение данного выражения относительно упругой амплитуды в терминах неупругой функции. Поскольку оно получено путем вставки разложения единичного оператора по физическим состояниям пространства Фока, то кинематическая область интегрирования в этом уравнении является физической областью s-канала исследуемой реакции. Наиболее известен последовательный метод решения этого уравнения. Этот метод заключается в разложении упругой амплитуды как неупругой функции перекрытия на группе O(3) по ее представлениям, реализуемым присоединенными полиномами Лежандра. Кратко был воспроизведен этот результат, поскольку метод унитаризации на группе SO(2.1) во многом аналогичен. Опираясь на известный метод, мы получили условие унитарности для неупругой функций на группе SO(2.1). Оно отличается от условия унитарности для парциальных волн, реализующих представление группы O(3). Важным фактором является появление сигнатуры «плюс-минус» у неупругой функции, соответствующей рассеянию в заднюю и переднюю полусферы.

Дано обобщение формализма описания пространственной структуры области взаимодействия частиц в рамках алгебры группы SO(2, 1). Рассмотрены два физических случая: взаимодействие двух бесспиновых частиц и рассеяние частицы во внешнем поле. Показано, что для этих двух физических задач можно построить единый формализм группы SO(2, 1) с разной интерпретацией параметров. В первом случае роль пространственного параметра играет вектор максимального сближения двух частиц, а во втором случае – параметр вылета рассеянной частицы. Рассмотрены геометрические свойства пространства перпендикулярного импульса – пространства с ненулевой кривизной, на котором реализуется алгебра группы SO(2, 1). При этом построено ядро перехода от импульсного представления к представлению в пространстве координат в виде плоской волны на группе SO(2, 1). Выведена связь между сечением рождения частицы в состоянии с определенным параметром вылета и матричным элементом S-матрицы.

Чтобы получить метод унитаризации амплитуды упругих процессов в терминах матрицы реакции на группе SO(2.1) необходимо записать амплитуду рассеяния на потенциале U. Это будет некоторый ряд, первым членом которого является Борновское приближение. Переписывая выражение для амплитуды, используя соотношение полноты, получим уравнение Липпмана-Швингера. Это и будет ключевым моментом в данном методе. Далее в качестве проверки метода был рассмотрен процесс рассеяния на потенциале Юкавы. Полученное выражение соответствует известным данным. Это соответствие показывает, что данные преобразования не содержат ошибки или, по крайней мере, не противоречат себе.

Осуществлен и обоснован переход к приближению малых поперечных импульсов, что существенно упрощает дальнейшие вычисления, но сохраняет физическую интерпретацию введенных параметров. В отличие от эйконального приближения, это приближение не связано с предположением о больших значениях параметра $\vec{\mu}$. Оно справедливо во всей области изменения $0 \leq \mu < \infty$. Приближение малых поперечных импульсов является физически обоснованным, поскольку амплитуда рассеяния быстро падает при $\theta \approx \pi/2$, что соответствует $q_{\perp} \approx q$. В рамках этого приближения решено уравнение унитарности и получено локальное соотношение на неупругую функцию $u(\vec{\mu})$. Получено также выражение для учета неупругих вкладов в упругую амплитуду и выражение для средних значений динамических величин, характеризующих неупругий процесс.

Разработанный формализм был применен к двум физическим моделям: модель одночастичного обмена в t-канале и модель дипольного померона. В случае t-канального обмена было получено, что средний радиус области рождения конечной частицы в переднюю полусферу определяется комптоновской длиной волны обменной частицы. В модели дипольного померона получено подтверждение выполнения геометрического скейлинга – вид зависимости упругого сечения от энергии (логарифмический) определяется зависимостью квадрата радиуса области взаимодействия. Это известные факты, и их получение дает основание считать разработанный формализм эффективным инструментом для дальнейшего изучения пространственной структуры области взаимодействия частиц.