

К рассеянию векторных бозонов с обменом хиггсовской частицей в непертурбативном режиме

А.И. Гасымов¹, Р.Г. Джафаров^{1,2}

¹Бакинский государственный университет, г. Баку, Азербайджанская Республика

²Институт физических проблем Бакинского государственного университета, г. Баку, Азербайджанская Республика

В стандартной $SU(2) \times U(1)$ -теории электрослабого взаимодействия изучается рассеяние W^\pm - и Z -бозонов с обменом хиггсовскими бозонами в непертурбативном режиме. С использованием приближений лестничных диаграмм для амплитуд рассеяния в одночастичном и двухчастичном обменах формулируется универсальное уравнение типа Бете – Солпитера с минимально пертурбативным ядром. В случае одночастичного обмена в реджевской области изменения энергии найдено асимптотическое решение соответствующего уравнения для мнимой части амплитуды рассеяния вперед векторных бозонов в виде степенной функции полной энергии налетающих частиц.

Ключевые слова: спонтанное нарушение симметрии, бозоны Хиггса, непертурбативные приближения, уравнение Бете – Солпитера.

Введение и мотивация

Открытие в большом адронном коллайдере (БАК) коллаборацией ATLAS [1] и CMS [2] бозона Хиггса стандартной модели (СМ) с массой $M_H \approx 125$ ГэВ имеет далеко идущие последствия. Этот факт требует обратить особенное внимание на стабильность потенциала Хиггса. В частности, точное значение M_H определяет порядок величины константы самодействия λ на электрослабом (ЭС) уровне и позволяет изучать его поведение вплоть до высоких энергетических масштабов. Большее значение M_H означало бы, что константа самодействия λ станет непертурбативной на каком-то масштабе. Последствия нестабильности ЭС вакуума больших масштабов обсуждались, например, в работе [3] (см. также цитируемую в ней литературу). В работе [4] в непертурбативном режиме посредством лестничного уравнения Бете – Солпитера (БС) для амплитуды рассеяния бозонов Хиггса с обменом хиггсовским бозоном при трехлинейном и четырехлинейном взаимодействии сделана попытка теоретического описания константы самодействия λ .

Также известно, что связь бозона Хиггса с фундаментальными частицами определяется их массами [3]. Этот новый тип взаимодействия очень слаб для легких частиц, таких как u - и d -кварки и электроны, но является сильным для тяжелых частиц, таких как W - и Z -бозоны и t -кварк. Точнее, связи частицы Хиггса СМ с фундаментальными фермионами линейно пропорциональны массам фермионов, тогда как константа связи хиггсовских скаляров с векторными бозонами пропорциональна квадрату масс бозонов. Взаимодействия бозона Хиггса СМ с калибровочными бозонами и фермионами, а также с самими собой суммированы в лагранжиане [5]:

$$L = -g_{H\bar{f}f} \bar{f}fH + \frac{g_{HHH}}{6} H^3 + \frac{g_{HHHH}}{24} H^4 + \delta_G V_\mu V^\mu \left(g_{HGG} H + \frac{g_{HHGG}}{2} H^2 \right),$$

где $g_{H\bar{f}f} \equiv y_f = M_f / v$, $g_{HGG} = 2M_G^2 / v$, $g_{HHGG} = 2M_G^2 / v^2$, $g_{HHH} = 3M_H^2 / v$, $g_{HHHH} = 3M_H^2 / v^2$, $G = W^\pm$ или Z , $\delta_W = 1$, $\delta_Z = 1/2$ [5], $v = 246$ ГэВ. В результате доминирующие механизмы рождения и распада бозона Хиггса включают взаимодействие бозона Хиггса с W^\pm -, Z -бозонами, кварками и лептонами третьего поколения. Взаимодействие бозона Хиггса с глюонами [5–7] индуцируется в главном порядке однопетлевого процесса, в котором, в незначительном вкладе других более легких кварков, хиггсовский бозон участвует во взаимодействии с виртуальной $t\bar{t}$ -парой. Аналогично взаимодействие бозона Хиггса с фотонами также генерируется посредством петель, хотя в этом случае однопетлевая диаграмма с виртуальной парой W^+W^- обеспечивает доминирующий вклад [8] и деструктивно мешает меньшему вкладу, связанному с виртуальной $t\bar{t}$ -парой.