



ПЕРЕНОРМИРОВКИ

Авторы: Д. И. Казаков

ПЕРЕНОРМИРОВКИ в квантовой теории поля, изменение нормировки полей, масс и зарядов с целью устранения бесконечностей, присущих интегралам, возникающим при вычислении *наблюдаемых* в рамках теории возмущений по константе взаимодействия. Поскольку модели квантовой теории поля (КТП), описывающие фундам.

взаимодействия элементарных частиц, не имеют точного решения, для вычисления наблюдаемых (элементов матрицы рассеяния) используется *возмущений теория* по малому параметру – *константе взаимодействия*. Графически она представляется *Фейнмана диаграммами* и в лидирующем (основном) порядке теории возмущений хорошо определена. Однако при вычислении высших поправок возникают интегралы в пространстве виртуальных четырёхмерных импульсов, расходящиеся при больших значениях импульса, – *ультрафиолетовые расходимости*.

Для устранения этих бесконечностей была развита теория П., применимая к любой локальной КТП. При этом различают два типа моделей: перенормируемые и неперенормируемые. В первом случае все бесконечности могут войти (быть поглощены) в нормировку конечного числа величин: полей, масс и зарядов. Наблюдаемые при этом зависят от перенормированных параметров и являются конечными. Во втором случае необходимо изменение нормировки бесконечного набора величин, что не позволяет построить теорию, описываемую конечным числом параметров. Свойство перенормируемости теории зависит от формы лагранжиана взаимодействия. Совр. теория фундам. взаимодействий (*стандартная модель*) строится на основе перенормируемых взаимодействий. Совр. версии *квантовой теории тяготения* относятся к неперенормируемому типу.

Процедура устранения *расходимостей* (процедура П.) состоит в умножении полей ψ , масс

m и зарядов

g на соответствующие константы П.

Z_ψ ,

Z_m и

Z_g так, что исходные параметры оказываются бесконечными, а новые, перенормированные величины – конечными, причём все бесконечности сосредоточены в константах П.:

$$\Psi_{\text{исх}} = \sqrt{Z_\psi} \Psi, \quad m_{\text{исх}} = Z_m m, \quad g_{\text{исх}} = Z_g g.$$

(Здесь индекс «исх» относится к исходным величинам.) Для возможности количественной работы с бесконечностями вводится [регуляризация](#) расходящихся интегралов путём введения некоторого параметра «обрезания», который затем устремляется к бесконечности. Константы П. зависят от параметра регуляризации и при устремлении его к бесконечности также обращаются в бесконечность.

Важным в процедуре П. является то, что при подстановке исходных полей, масс и зарядов в форме

(*) в выражения для наблюдаемых можно так подобрать константы перенормировки, что все бесконечности устраняются и наблюдаемые оказываются конечными. При этом не возникает противоречия со здравым смыслом, ибо сами исходные поля, массы и заряды не являются наблюдаемыми и не обязаны быть конечными. Имеющийся произвол в определении констант П., их зависимость от выбора параметра регуляризации и пр. не сказываются на предсказаниях теории, поскольку входят в определение масс и зарядов, которые находятся из сопоставления с эксперим. данными.

Литература

Лит.: Боголюбов Н. Н., Ширков Д. В. Введение в теорию квантованных полей. 4-е изд. М., 1984; Коллинз Дж. Перенормировка. М., 1988. Новокузнецк, 2000.