

ПОВЕДЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА СОКРАЩЕНИЯ В ВЫРАЖЕНИЯХ ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО ВКЛАДА ПОЛЯРИЗАЦИИ ВАКУУМА В АНОМАЛЬНЫЙ МАГНИТНЫЙ МОМЕНТ ЛЕПТОНА

И. А. Жевняк

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель О. А. Кравченко

Поведение коэффициента сокращения в аналитических выражениях для универсального вклада поляризации вакуума в аномальный магнитный момент лептона определяется с помощью Паде-аппроксимации – метода суммирования расходящихся рядов с помощью рациональных функций. Для аналитической функции $f(z)$, определенной разложением в ряд Тейлора, отраженной на формуле (1):

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} f_n z^n. \quad (1)$$

Паде-аппроксимацией $f^{[N,M]}(z)$ называется рациональная функция вида (2):

$$f^{[N,M]}(z) = P_N(z) / Q_M(z) = f(z) + O(z^{N+M+1}). \quad (2)$$

Методом Паде-аппроксимантов исследуется эффект сокращения в аналитических выражениях для универсального вклада поляризации вакуума в аномальный магнитный момент лептона, вклад одинаков для всех лептонов и поэтому называется универсальным [1]. Он представляет все диаграммы с замкнутыми лептонными линиями, которые имеют ту же массу, что и внешний лептон. Доказано, что, несмотря на рост коэффициента при старшей зета-функции, коэффициент сокращения продолжает медленно уменьшаться с ростом числа петель, поляризующих фотон. Эффект прослеживается вплоть до 10 лептонных петель.

В настоящей работе исследуется специальный класс вкладов диаграмм высших порядков в аномальный магнитный момент мюона a_μ который является уникальным объектом, позволяющим с очень высокой точностью проверить Стандартную модель. На сегодняшний день наблюдается отличие в 3–4 стандартных отклонения между предсказанием Стандартной модели и наиболее точным результатом измерения [2]. Этот вклад одинаковый для всех лептонов и поэтому называется универсальным. Он представляет все диаграммы с замкнутыми лептонными линиями, которые имеют ту же массу, что и внешний лептон.

В работе показано, что такое сокращение имеет место для вкладов вплоть до $n = 7$, для которых известны аналитические формулы. Коэффициент сокращения медленно убывает с ростом n , в том числе для $n = 6$ и 7 , для которых значения коэффициентов растут. Например, для $n = 7$ коэффициент сокращения составляет 0,0004 %. Коэффициенты убывают с ростом n , принимают минимальное значение при $n = 6$, а затем начинается медленный рост.

Цель данной работы – оценить величину эффекта сокращения для таких значений ($n = 8, 9$ и 10), для которых не известны аналитические выражения. Эти оценки сделаны с помощью применения метода Паде-аппроксимантов [1], широко используемого для анализа различных рядов, как в математике, так и физике [1].

В известных аналитических выражениях коэффициент сокращения достигает $4 \cdot 10^{-6}$. Его резкое дальнейшее падение может привести к трудностям при расчетах в высших порядках теории возмущений. В исследовании видно, что для коэффициентов при $n > 7$, для которых не найдено аналитическое выражение, наблюдается убывание коэффициента сокращения с ростом n , но это убывание медленное и не представляет значения для численных расчетов.

Выражаем благодарность доктору физико-математических наук А. В. Сидорову и доктору наук физико-математических О. П. Соловцовой за оказанную методическую помощь в проведении исследования.

Литература

1. Sidorov, A. V. On the Contribution of Muon Loops to the Anomalous Magnetic Moment of the Muon / A. V. Sidorov, V. I. Lashkevich, O. P. Solovtsova // Nonlinear Phenomena in Complex Systems. – 2018. – Vol. 21, №. 4. – P. 395–400.
2. Logashenko, I. B. Anomalous magnetic moment of the muon / I. B. Logashenko, S. I. Eidelman // UFN. – 2018. – Vol. 188, №. 5. – P. 540–573.