**Петлевые поправки к току заряженных частиц в сильном и продолжительном электрическом пульсе**

***Завгородний П.С.***

*Аспирант*

*Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет),*

*Физтех-школа физики и исследований им. Ландау, Москва, Россия*

*E–mail:* *zavgorodnij.ps@phystech.edu*

Начиная с середины прошлого века, в большинстве оригинальных работ, посвящённых рождению швингеровских пар [1] в сильных внешних электрических полях, явление рассматривалось на древесном уровне. Более поздние исследования показали, что инфракрасные эффекты могут приводить к существенному росту петлевых поправок со временем [2, 3]. В таких ситуациях, для получения корректного результата для электрического тока и корреляционных функций, необходимо проводить пересуммирование квантовых петель и исследовать уравнения кинетического типа.

Однако, в работах [2] и [3] рассматривалась скалярная квантовая электродинамика (КЭД) на фоне постоянного внешнего электрического поля, которое невозможно создать в лабораторных условиях. По этой причине, мы рассматриваем скалярную КЭД на фоне сильного и продолжительного электрического пульса,

$$A\_{μ}^{cl}=\left(0;A\_{1}\left(t\right);0;0\right), A\_{1}\left(t\right)=ET\tanh(\frac{t}{T})$$

В данной работе вычисляются однопетлевые и двухпетлевые поправки к пропагаторам теории и к электрическому току. При включении внешнего поля происходит нарушение основного состояния теории и смешение квантовых уровней материи. После выключения поля начинается процесс термализации. Нас интересует только зависимость плотности заселенности уровней и аномального квантового среднего от продолжительности действия электрического импульса. Поскольку гамильтониан теории является нестационарным, мы используем диаграммную технику Швингера-Келдыша. Оказывается, что однопетлевая поправка к электрическому току приводит только к перенормировке констант теории в древесном выражении для тока,

$$j\_{1}^{tree}≅\frac{E^{2}e^{3}T}{2π^{3}}∙exp\left[-\frac{πm^{2}}{eE}\right],$$

в то время как однопетлевая поправка к келдышевскому пропагатору фотона приводит к дополнительному росту тока по длительности импульса на двухпетлевом уровне. Эти результаты были опубликованы нами в работе [4].

Также было показано, что рост второй петли не требует большей длительности пульса, по сравнению с одной петлей, чтобы оказаться порядка древесного вклада. Таким образом, при достаточно продолжительном пульсе ответ для тока, следующий из вычислений Швингера, будет сильно модифицироваться.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23-22-00145.

**Литература**

1. Julian S. Schwinger. On gauge invariance and vacuum polarization // Phys. Rev., 82:664-679, 1951.
2. E. T. Akhmedov, N. Astrakhantsev, and F. K. Popov. Secularly growing loop corrections in strong electric fields // JHEP, 09:071, 2014.
3. E. T. Akhmedov and F. K. Popov. A few more comments on secularly growing loop corrections in strong electric fields // JHEP, 09:085, 2015.
4. E. T. Akhmedov, P. S. Zavgorodny, D. I. Sadekov, and K. A. Kazarnovskii. Loop corrections to the current of pairs created in a lengthy electric pulse // Phys. Rev. D, 107:125006, Jun 2023.