



## Квантовая электродинамика в сильном и сверхкритическом кулоновских полях

д.ф.-м.н. Владимир Моисеевич Шабает

*Санкт-Петербургский государственный университет, С.-Петербург;*

*Национальный исследовательский центр Курчатовский институт –*

*Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова, Гатчина*

Рассмотрено современное состояние проверки квантовой электродинамики (КЭД) в сильных и сверхкритических кулоновских полях. Прецизионные измерения с тяжелыми многозарядными ионами, которые стали возможными около трех десятилетий назад, открыли доступ к проверке методов КЭД в области сильного кулоновского поля, где пертурбативные расчеты, основанные на разложении по константе взаимодействия с кулоновским полем ядра, не применимы, и необходимо развивать непертурбативные по этой константе методы. В докладе представлены теоретические и экспериментальные результаты для КЭД эффектов в таких системах.

Основная часть доклада посвящена недавним достижениям на пути к проверке КЭД в сверхкритическом кулоновском поле. Сверхкритическое кулоновское поле может быть создано в медленных столкновениях тяжелых ядер, если суммарный заряд сталкивающихся ядер превышает критическое значение,  $Z_1 + Z_2 > Z_{cr} = 173$ . Спонтанное рождение позитронов в таких столкновениях было независимо предсказано в работах [1, 2]. В таком столкновении изначально нейтральный вакуум может самопроизвольно распасться на заряженный вакуум и два позитрона. Экспериментальное обнаружение спонтанного рождения позитронов стало бы прямым доказательством этого фундаментального явления. Однако спонтанное рождение позитронов сильно экранируется динамическим рождением позитронов, которое индуцируется быстро меняющимся во времени электрическим полем, создаваемым сталкивающимися ядрами. В течение долгого времени считалось, что распад вакуума можно наблюдать только в столкновениях с ядерным слипанием, когда ядра связываются на некоторое время из-за ядерных сил. Недавно [3–6] было показано, что вакуумный распад можно наблюдать без какого-либо слипания ядер. Результаты этого исследования представлены в докладе.

Исследование поддержано грантом РФФИ (проект No. 22-62-00004).

1. С.С. Герштейн, Я.Б. Зельдович // ЖЭТФ. 1969. 57, 654.
2. W. Pieper and W. Greiner // Z. Phys. 1969. 218, 327.
3. I.A. Maltsev, V.M. Shabaev, R.V. Popov et al. // Phys. Rev. Lett. 2019. 123, 113401.
4. R.V. Popov, V.M. Shabaev, D.A. Telnov et al. // Phys. Rev. D. 2020. 102, 076005.
5. R.V. Popov, V.M. Shabaev, I.A. Maltsev et al. // Phys. Rev. D. 2023. 107, 116014.
6. N.K. Dulaev, D.A. Telnov, V.M. Shabaev et al. // Phys. Rev. D. 2024. 109, 036008.