

ОТЗЫВ

Члена диссертационного совета Рошупкина Сергея Павловича на диссертацию Попова Романа Владимировича на тему «Спектры позитронов в низкоэнергетических столкновениях тяжёлых ядер как инструмент для наблюдения спонтанного распада вакуума в сверхкритическом кулоновском поле», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности

1.3.3. Теоретическая физика.

Диссертация Попова Р.В. посвящена спонтанному распаду вакуума в сверхкритических электрических полях, созданных при столкновении тяжелых ядер с суммарным зарядом, превышающим критическое значение $Z_1 > Z_{cr} \approx 173$. При этом, ядра должны сблизиться на расстояния меньше некоторого критического значения R_{cr} , которое существенно зависит от зарядов ядер. Цель работы состояла в поиске экспериментальных сценариев, которые позволили бы наблюдать переход к сверхкритическому режиму и распад вакуума. Данная работа безусловна весьма актуальна, так как позволяет более детально понять структуру вакуума и возможность его спонтанного распада. Отметим, что теоретические и экспериментальные исследования по данной проблеме начались более 50 лет назад.

В диссертации использовался математический формализм квантовой электродинамики в присутствии сильного электрического поля (в кулоновском приближении). Были получены основные дифференциальные уравнения, описывающие рассматриваемый процесс столкновения двух тяжелых ядер. Также была разработана численная методика для расчета вероятностей рождения электрон-позитронных пар и энергетических спектров позитронов, испускаемых при низкоэнергетических столкновениях тяжелых ядер. Рассмотрены столкновения тяжелых ядер в широком диапазоне параметров столкновений. Расчеты проводились как в рамках монополярного приближения, где учитывается только сферически симметричная часть двухцентрового потенциала ядер, так и за его пределами.

К безусловным научным результатам следует отнести следующие: расчет вероятности и ее производной рождения электрон-позитронных пар в симметричных столкновениях (рисунки 9-15); расчет за рамками монополярного приближения для нестационарного уравнения Дирака (рисунках 21-23, а также таблицы 1-3). Важную информацию содержат также энергетические спектры позитронов, представленные на рисунках 24 и 25. Полученные результаты являются новыми и позволяют предложить экспериментальные сценарии наблюдения спонтанного распада вакуума в сверхкритических кулоновских полях.

По диссертации можно высказать следующее замечание. В диссертации в предположении, что ядра движутся медленно учтено только кулоновское сильное поле (векторным потенциалом было пренебрежено). Однако скорость ядер не очень мала ($v/c \sim 10^{-1}$), при этом критическое время достаточно мало ($\tau_{cr} \sim 10^{-21}$ с). В этих условиях поправки,

связанные с учетом векторного потенциала, в некоторых случаях, могут оказать существенное влияние на результаты расчетов. Поэтому необходимо провести оценку влияния векторного потенциала ядер на полученные результаты.

Данное замечание не умаляет научную ценность полученных в диссертации результатов, которые опубликованы в ведущих физических журналах и доложены на ряде международных конференциях.

Диссертация Попова Романа Владимировича на тему: «Спектры позитронов в низкоэнергетических столкновениях тяжёлых ядер как инструмент для наблюдения спонтанного распада вакуума в сверхкритическом кулоновском поле» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Попов Роман Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета

**Доктор физико-математических наук,
профессор, профессор Высшей школы
фундаментальных физических исследований
СПбПУ Петра Великого**

Дата

10 февраля 2025г.

