

Отзыв

на автореферат диссертации Шишмарева Алексея Александровича «Некоторые вопросы квантовой электродинамики сильного электрического поля, заданного потенциалами ступенчатого типа», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

В диссертации А.А. Шишмарева рассматриваются проблемы, связанные с явлением рождения частиц внешними электрическими полями в рамках специальной картины Фарри квантовой электродинамики, в которой внешний фон может быть учтен точно в том случае, если известны аналитические решения соответствующего уравнения Дирака. Квантовая электродинамика с сильными внешними полями имеет достаточно большое количество физических приложений в астрофизических и космологических проблемах, физике нейтрино и ядерной физике; методы непертурбативного эффектов сильного поля имеют большое значение в физике наноматериалов. Так, физика переносчиков заряда в графене в определенных условиях может быть описана безмассовой дираковской моделью квантового поля с нестабильным вакуумом. В упомянутых материалах электрические поля любой интенсивности являются достаточно сильными для того, чтобы порождать пары таких квазичастиц из вакуума, что делает метод теории возмущений неприменимыми. Кроме того, как указано автором, квантовая электродинамика с точным учетом внешнего поля также позволяет исследовать в тесной связи вопросы рождения частиц, квантовой запутанности и энтропии. Это позволяет рассчитывать, что изучаемые в диссертации задачи и методы в дальнейшем найдут приложения в квантовой теории информации, особенно учитывая давно существующий интерес к использованию графена в качестве материала для создания квантовых компьютеров.

В диссертации представлен ряд новых результатов, связанных в основном с эффектом рождения частиц сильным электрическим полем. В первой главе диссертационной работы, где рассматривается квантовая электродинамика с однородными зависящими от времени полями, получен ряд новых результатов. Построен явный вид матрицы плотности, редуцированной в результате измерения числа рожденных из вакуума пар, электронов или позитронов, и вычислена энтропия, соответствующая такой редуцированной матрице плотности. Найдена энтропия фон Неймана для электронной и позитронной подсистем полной квантовой системы для двух начальных состояний, вакуумного и равновесного при определенной температуре. Во второй главе диссертации используется формализм квантовой электродинамики с неоднородными постоянными электрическими полями. Исследован эффект рождения пар специальным пиковым электрическим полем, состоящим из возрастающей и убывающей частей, для каждой из которых соответствующее уравнение Дирака может быть решено аналитически. Найдены дифференциальные и интегральные числа порождаемых таким полем пар частиц. Установлено условие унитарной эквивалентности фоковских пространств начальных и конечных частиц, и показано, что для любого поля, создающих из вакуума конечное число пар, это условие выполняется. Рассмотрена деформация вакуумного состояния дираковского постоянным неоднородным электрическим полем, найден явный вид общей матрицы плотности такой системы и редуцированных матриц плотности для подсистем электронов и позитронов, и соответствующая этим матрицам плотности энтропия фон Неймана.

Автореферат верно отражает содержание диссертационной работы, в нем последовательно описаны методы исследований и результаты, показана их теоретическая и практическая значимость, а также обоснована достоверность научных положений, выносимых на защиту.

В качестве замечаний можно отметить следующее. Достаточно очевидно, что редукция, которой подвергается матрица плотности, в общем случае будет различной для измерения различных физических величин; поэтому было бы интересно увидеть, как матрица плотности редуцируется в случае измерения величин, отличных от числа частиц, электронов или позитронов. Другим обобщением, которое могло бы представлять интерес, было бы изучение деформаций матриц плотности с начальными состояниями, отличными от вакуумного.

Несмотря на сделанные замечания, которые носят характер скорее пожеланий, считаю, что работа соответствует требованиям «Положения ВАК о присуждении ученых степеней», а ее автор А.А.Шишмарев заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 - теоретическая физика.

Профессор кафедры высшей математики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА - Российский технологический университет», доктор физико-математических наук (диссертация защищена по специальности 01.04.02 - теоретическая физика)

Шелепин Алексей Леонидович

Даю свое согласие на обработку персональных данных.

09.10.2018

Контактные данные:

117461, Москва, ул. Керченская д.32. кв. 29

Тел.: (8916) 647-63-34

e-mail: alex@shelepin.msk.ru, shelepin@mirea.ru

МИРЭА - Российский технологический университет, 119454, Москва, Проспект Вернадского, д. 78, тел.: (8499) 215-65-65 Факс: (8495) 434-92-87, mirea@mirea.ru, <https://www.mirea.ru/>

