Сведения о выполненных работах в 2017 году
по проекту **«Некоторые проблемы сильных взаимодействий и сильных полей в современной квантовой теории поля»,**
поддержанного Российским научным фондом

Соглашение № 15-12-10009

Руководитель д-р физ.-мат. наук Гитман Дмитрий Максимович

Выполнено сравнительное исследование эффектов рождения пар частица-античастица из вакуума для базовых точно решаемых моделей с зависящим от времени электрическим полем, в которых это явление обусловлено, соответственно, T-постоянным полем, полем типа Саутера и экспоненциальным пиком (состоящим из растущей и убывающей компонент) http://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0217751X17501056. Получен ряд новых результатов для предельных значений параметров, определяющих скорость включения и выключения полей и их эффективную длительность. Так, в случае медленно меняющихся полей среднее число пар, рожденных T-постоянным полем, найдено с точностью до next-to-leading членов, демонстрирующих осциллирующее поведение. Детально исследована зависимость от импульсов для среднего числа пар, рожденных быстро включающимся и медленно выключающимся экспоненциальным полем. Для медленно меняющегося поля типа Саутера вычислена плотность числа пар, рожденных из вакуума в режиме сильного поля. В однопетлевом приближении получены средние вакуумного тока и тензора энергии-импульса для медленно меняющегося поля типа Саутера и одной или двух медленно меняющихся компонент экспоненциального пика. Это позволило установить универсальное поведение вакуумных средних значений для плотности числа рожденных пар, вакуумного тока и тензора энергии-импульса в медленно меняющихся сильных электрических полях. Результаты, полученные для поля экспоненциального пика (https://elibrary.ru/download/elibrary_29032489_71836221.pdf, https://link.springer.com/article/10.1007/s11182-017-1090-y, https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11182-017-1133-4) демонстрируют уширение распределений числа пар, как бозонов, так и фермионов, в зависимости от продольного импульса при увеличении эффективной длительности электрического поля, а также увеличение плотности рожденных пар в этом случае. Выполнено исследование эффектов включения-выключения для комбинации T-постоянного поля и двух типов экспоненциальных полей, которые описывают стадии включения и выключения [доклад T.C. Adorno «Switching-on and switching-off effects of external fields in the vacuum instability» на 18-й ломоносовской конференции по физике элементарных частиц (18th Lomonosov Conference on elementary particle physics, 24-30 August, 2017) принят к публикации в трудах конференции, статья с описанием полученных результатов готовится к публикации].

Изучено рассеяние частиц и рождение пар частиц-античастиц в электрическом поле постоянного направления, которое экспоненциально убывает на обеих асимптотиках вдоль этой оси и определено независимыми градиентами https://journals.aps.org/prd/abstract/10.1103/PhysRevD.96.096020. Найден полный набор решений уравнений Дирака и Клейна-Гордона для такого внешнего поля. Вычислены вероятности рассеяния, дифференциальное и полное среднее число родившихся частиц, а также вероятность вакууму остаться вакуумом. Изучены эффекты рождения пар для трех наиболее интересных конфигураций: случай малых градиентов, острый пик и существенно асимметричный случай, когда градиенты существенно отличаются по величине. Представленная точно решаемая модель впервые позволила исследовать эффекты рождения пар для существенно асимметричной конфигурации поля. В частности, установлены условия, при которых вкладом резко меняющейся части пика можно пренебречь, то есть рассматривать вклад только от одного экспоненциально убывающего поля. Острый пик представляет собой новую регуляризацию ступеньки Клейна [связанной с известным (кажущимся) парадоксом Клейна]. Эта регуляризация сравнивается с регуляризацией с помощью потенциала Саутера. В случае равных градиентов мы сравниваем эффекты, полученные в поле экспоненциального пика, с известными для потенциалов Саутера и L-constant (поле между обкладками конденсатора). Все это позволило проанализировать роль краевых эффектов при рождении пар частиц-античастиц. Вместе со случаями потенциала Саутера и L-constant, представленная точно решаемая модель позволяет аппроксимировать, по крайней мере качественно, широкий класс реалистических потенциалов ступенчатого типа, которые образуют, например, p-n переходы в графене. Это дает возможность развивать в дальнейшем новые непертурбативные методы для физики графена и других наноматериалов, для которых проводимость может быть описана в модели Дирака.

В рамках нелокальной кварковой модели вычислен переходный формфактор фотона в три пиона. В локальном и киральном пределах данный формфактор совпадает со слагаемым Весса-Зумино, следующим из киральной аномалии. Данный формфактор дает вклад адронной поляризации вакуума в аномальный магнитный момент мюона. https://journals.aps.org/prd/abstract/10.1103/PhysRevD.95.074025.