

Отзыв научного руководителя

о диссертации А. М. Шитовой «Распространение нейтрино сверхвысокой энергии в горячей плотной плазме и сильном магнитном поле», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика».

Предметом исследований нового направления в физике – астрофизики элементарных частиц, зародившейся на стыке физики элементарных частиц, астрофизики и космологии и бурно развивающейся в последние десятилетия, – являются элементарные процессы в экстремальных физических условиях, которые характерны для астрофизических объектов и не могут быть реализованы в наземных лабораториях. Исследования такого рода, с одной стороны, представляют интерес с концептуальной точки зрения, поскольку они открывают новые нетривиальные свойства частиц. С другой стороны, они интересны с точки зрения возможных астрофизических и космологических приложений, поскольку теоретический анализ в совокупности с имеющимися экспериментальными данными и численным моделированием астрофизических процессов позволяет изучать недоступные прямому экспериментальному исследованию фундаментальные основы строения материи, в том числе и на ранней стадии эволюции Вселенной.

Аспиранту А. М. Шитовой в качестве темы диссертационной работы была предложена задача по исследованию процессов взаимодействия элементарных частиц при сверхвысоких энергиях методами квантовой теории поля в рамках стандартной модели, с учетом влияния интенсивного внешнего поля и горячей плотной плазмы, а также возможных проявлений данных процессов в астрофизике и космологии.

В процессе работы А. М. Шитовой были получены ответы на все поставленные вопросы. Исследована дополнительная энергия, приобретаемая нейтрино и антинейтрино в плазме, получено общее выражение для собственно-энергетического оператора нейтрино в пределе сверхвысоких энергий, когда переход к локальному приближению слабого взаимодействия неправомерен; благодаря произведенным количественным оценкам дополнительной энергии нейтрино и антинейтрино в плазме установлены границы кинематически разрешенной области для процесса радиационного перехода нейтрино (так называемого «нейтринного спинового света») в основных астрофизических ситуациях. Исследована вероятность процесса нейтринного рождения электрон-позитронных пар в пределе умеренно сильного магнитного поля, получена формула для лидирующего вклада в вероятность процесса в рассматриваемом пределе, выполнено численное интегрирование полученного выражения; предложена новая простая однопараметрическая аппроксимирующая формула для вероятности процесса в случае высоких энергий нейтрино, согласующаяся с имеющимися асимптотическими формулами, полученными для значений относительно сильного и относительно слабого магнитного поля. Исследованы различные представления пропагаторов заряженных частиц в постоянном однородном магнитном поле, которые следует использовать при анализе электрослабых процессов во внешнем поле, получены выражения для пропагаторов заряженных векторного W - и скалярного Φ -бозонов стандартной модели в произвольной кси-калибровке в виде разложения по уровням Ландау.

В целом А. М. Шитова выполнила всю программу запланированных исследований. В процессе работы А. М. Шитова проявила высокую степень самостоятельности и инициативности, заинтересованность и настойчивость в разрешении возникавших научных вопросов, это позволило в итоге получить интересные результаты. Среди них наиболее интересными являются: формула для собственно-энергетического оператора нейтрино в пределе сверхвысоких энергий, когда переход к локальному приближению слабого взаимодействия неправомерен; оценка границ кинематически разрешенной области для процесса радиационного перехода нейтрино в основных астрофизических ситуациях;

аппроксимирующая формула для вероятности процесса нейтринного рождения электрон-позитронных пар в случае высоких энергий нейтрино.

Основные из полученных результатов докладывались лично А. М. Шитовой на Международных сессиях-конференциях Секции ядерной физики Отделения физических наук РАН «Физика фундаментальных взаимодействий»: ИТЭФ, г. Москва, 21-25 ноября 2011 г. и НИЯУ МИФИ, г. Москва, 11-16 ноября 2012 г., на Международной молодежной научно-практической конференции «Путь в науку», Ярославль, 22-26 апреля 2013 г., на научных семинарах в Отделе теоретической физики Института ядерных исследований РАН, в Теоретическом отделе Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова РАН, на кафедре теоретической физики ЯрГУ им. П. Г. Демидова.

Результаты диссертации А. М. Шитовой опубликованы в 8 печатных работах, в том числе 3 статьи в рецензируемых журналах: в международном журнале «International Journal of Modern Physics A» и в отечественных журналах, входящих в перечень ВАК «Ядерная физика», «Ярославский педагогический вестник».

На мой взгляд, А. М. Шитова достаточно подготовлена для самостоятельной научной и научно-педагогической работы и имеет все основания претендовать на присвоение ей учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика».

Научный руководитель,
доктор физико-математических наук,
профессор кафедры
теоретической физики
ЯрГУ им. П.Г. Демидова

А.В. Кузнецов

