

Отзыв научного руководителя

о диссертации Шленева Дениса Михайловича

«Комптоноподобные процессы в присутствии внешней активной среды»,
представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика».

В современной астрофизике наиболее известной моделью, объясняющей такие объекты, как АХР (аномальные рентгеновские пульсары) и SGR (источники мягких повторяющихся гамма-всплесков), является модель магнитара - сильно замагниченной нейтронной звезды с магнитным полем $10^{14} - 10^{15}$ Гс, т.е. на 2-3 порядка выше, чем у обычных радиопульсаров. В настоящее время обнаружено около 15 объектов, предположительно являющихся магнитарами. С другой стороны, все известные модели, описывающие замагниченные нейтронные звезды, предполагают, что в магнитосфере магнитара, а тем более внутри такого объекта, присутствует плотная фермионная плазма.

Естественно ожидать, что такие экстремальные условия активно влияют на квантовые процессы, делая возможными переходы, кинематически запрещённые в вакууме, генерируя новые эффективные взаимодействия (например, нейтрино с фотонами) и принципиально изменяя протекание электромагнитных и нейтринных процессов, которые возможны, но сильно подавлены в вакууме.

Детальный анализ таких процессов в условиях сильного магнитного поля и горячей плотной плазмы, а также исследование их астрофизических приложений необходимы при расчёте динамики остывания нейтронных звезд, при анализе образования радиоизлучения пульсаров и т.д.

Аспиранту Д.М. Шленеву в качестве темы диссертационной работы была предложена задача по исследованию нейтринных и электродинамических процессов в сильном внешнем магнитном поле при учёте влияния горячей плотной плазмы, а также по изучению возможных проявлений этих процессов в астрофизике и космологии.

В процессе работы Д.М. Шленевым были получены ответы на все поставленные вопросы.

1. Впервые исследованы возможные резонансные эффекты в древесных двухвершинных амплитудах для переходов $jf \rightarrow j'f'$ в постоянном однородном магнитном поле и в присутствии замагниченной плазмы, где f и f' - начальный и конечный фермионы, находящиеся на произвольных уровнях Ландау, j и j' - обобщенные токи скалярного, псевдоскалярного, векторного или аксиального типов. Показано, что в области резонанса амплитуды реакции $jf \rightarrow j'f'$ однозначно выражаются через амплитуды процессов $jf \rightarrow \tilde{f}$ и $\tilde{f} \rightarrow j'f'$, содержащих промежуточное состояние \tilde{f} .
2. Впервые вычислена нейтринная излучательная способность, обусловленная процессом $\gamma e \rightarrow e \nu \bar{\nu}$ в холодной замагниченной плазме с учётом резонанса на виртуальном электроде, занимающем произвольный уровень Ландау n . Впервые получен коэффициент поглощения фотона в процессе резонансного рассеяния $\gamma e \rightarrow \gamma e$ в присутствии замагниченной плазмы, результат представлен в простой аналитической форме, удобной для дальнейшего использования при решении задачи переноса излучения. Показано, что использование δ -функциональной аппроксимации резонансных пиков в области резонансов хорошо согласуется с соответствующими в литературе результатами, полученными громоздкими численными расчётами.
3. Найдены правила отбора по поляризациям для процесса расщепления фотона $\gamma \rightarrow \gamma\gamma$ в холодной почти вырожденной плазме и в сильном магнитном поле с учётом

вклада позитрония. Для разрешённых каналов расщепления фотона вычислены парциальные вероятности процесса с учётом влияния замагниченной холодной плазмы и позитрония в дисперсию и перенормировку волновых функций фотонов. Полученные результаты показывают, что вклады плазмы и позитрония, с одной стороны, существенным образом изменяют правила отбора по поляризациям по сравнению со случаем чистого магнитного поля. В частности, становится возможным новый канал расщепления $\gamma_2 \rightarrow \gamma_1\gamma_1$. С другой стороны, вероятность расщепления по каналам $\gamma_1 \rightarrow \gamma_1\gamma_2$ и $\gamma_1 \rightarrow \gamma_2\gamma_2$ оказалась подавлена по сравнению со случаем замагниченного вакуума.

В целом Д.М. Шленев выполнил программу запланированных исследований. В процессе работы Д.М. Шленев был достаточно самостоятелен и инициативен, проявлял заинтересованность и необходимую настойчивость в разрешении возникавших научных вопросов, это позволило в итоге получить интересные научные результаты. Основные из полученных результатов докладывались Д.М. Шленевым на российских и международных конференциях: научная конференция Отделения ядерной физики РАН «Физика фундаментальных взаимодействий» (Дубна, 2016), 14 Конференция молодых учёных «Фундаментальные и прикладные космические исследования» (Москва, 2017), 23 Международная конференция «Физика высоких энергий и квантовая теория поля» (Ярославль, 2017), 20 Международный семинар «Кварки» (Валдай, 2018), и опубликованы в шести печатных работах (из них две статьи в международных журналах «International Journal Modern Physics» и «European Physics Journal Web Conference» и две статьи в центральной печати – в журналах «Физика элементарных частиц и атомного ядра» и «Журнал экспериментальной и теоретической физики»).

На мой взгляд, Д.М. Шленев достаточно подготовлен для самостоятельной научной и научно-педагогической работы и имеет все основания претендовать на присвоение ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 - «Теоретическая физика».

29 апреля 2021 г.

Научный руководитель, доктор физико-математических наук,
профессор кафедры теоретической физики ЯрГУ

Д.А. Румянцев

Подпись Д.А. Румянцева удостоверяю
Заместитель начальника управления-
директор центра кадровой политики

Л.Н. Куфирина