

Рецензия

на выпускную квалификационную работу магистра
Федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования **Национальный
исследовательский ядерный университет «МИФИ»**
Студент: Калашников Дмитрий Сергеевич

Тема работы: .Исследование формирования структур
взаимодействующей скрытой массой.

Актуальность темы исследования. В выпускной магистерской
квалификационной работе Калашникова Дмитрия Сергеевича
"Исследование формирования структур взаимодействующей
скрытой массой" исследована актуальная возможность
использования сечения трехчастичной рекомбинации в задачах
связанных со скрытой массой в ранней Вселенной.

Структура и содержание работы. Выпускная квалификационная
работа состоит из введения, трех глав и заключения. Во введении
отражены актуальность и цель работы а также приведены задачи
работы. В первой главе даны основные сведения о модели
самовзаимодействующей скрытой массы, об использовании
процесса рекомбинации в космологии, а также приведены основные
формулы для расчета сечения рекомбинации. Во второй главе дана
оценка применимости классической формулы для сечения
рекомбинации. В третьей главе рассмотрена возможность
применения формулы сечения трехчастичной рекомбинации для
оценки эволюции количества прорекомбинировавших частиц
скрытой массы, получены аналитические и численные значения для
количества прорекомбинировавших частиц на разных стадиях
развития Вселенной, проведен анализ полученных результатов. В
заключении приводятся основные результаты работы.

Научная новизна. Впервые использована формула для
трехчастичной рекомбинации в модели двухкомпонентной
самовзаимодействующей скрытой массы.

Теоретическая и практическая значимость исследования.

Количество прорекомбинировавших частиц определяет динамику образования структур на масштабах отдельных галактик. Результат для сечения трехчастичной рекомбинации на порядки отличается от результатов получаемых с помощью формулы Крамерса для сечения. Этот результат может быть актуален для исследований моделей самовзаимодействующей скрытой массы.

Замечания по содержанию работы:

1. Почему в уравнении (2.2) электрон-ионной рекомбинации нет зависимости от заряда иона Z не объяснено. В конце секции 2.2 сказано, что b —темный протон, а в (2.2) m_b —масса иона a не протона (не объяснено). Вообще, в работе далеко не все обозначения (a_0 , λ , γ_0 , и т.д.) введены.
2. Хотелось бы пояснить, почему сечение (4.13) взаимодействия с нейтральным атомом $\sim e^4$. Вообще, на мой взгляд, было бы желательно более подробно объяснять приведенные выражения и то, когда они пригодны и когда нет.
3. На рисунках 4.1, 4.3, 4.5 видны зубцы. Поскольку какое-либо объяснение отсутствует, читателю остается связать их наличие с неаккуратностью численного счета.

Однако указанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Заключение. Считаю, что дипломная работа Д. С. Калашникова “Исследование формирования структур взаимодействующей скрытой массой” заслуживает отличной оценки, а ее автор – присуждения степени магистра.

Рецензент: г.н.с. ОИЯИ, проф.

НИЯУ МИФИ

Воскресенский Дмитрий Николаевич