ОТЗЫВ

Отечественного научного консультанта на диссертационную работу Кенжебековой Ақмарал Игілікқызы на тему «Динамика пылевых частиц в окрестности белых карликов: орбитальная эволюция и диффузия в атмосфере», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D061100 – Физика и астрономия»

Диссертационная работа Кенжебековой Ақмарал Игілікқызы посвящена исследованию динамики пылевых частиц на круговых и параболических орбитах в области сублимации пыли белых карликов (БК), а также диффузии пыли в атмосфере БК. Задача поставлена в контексте проблемы, связанной с поиском механизма появления металлов в атмосфере БК. Проблема возникла из-за несовпадения наблюдательных данных с доминирующей эволюционной теорией, согласно которой в атмосфере БК должны наблюдаться только лёгкие элементы водород и гелий. Однако наблюдательные данные свидетельствуют о другом: около 50% БК имеют в своих атмосферах элементы тяжелее гелия – металлы.

Если теория звёздной эволюции верна, тяжелые элементы могут появиться только из внешнего окружения звезды. Этот факт также выглядит неожиданным, поскольку во время предшествующей фазы красного гиганта планетная система не может сохраниться в первозданном виде. Красный гигант должен поглотить близкие планеты и потерять внешние, поскольку из-за потери массы звезды в этой стадии внешние планеты должны покинуть окрестности звезды по орбитам, близким к гиперболическим. Тем не менее, факты говорят о том, что остатки планетной системы в виде малых тел и пыли способны возвращаться к звезде уже достигшей стадии БК.

Из инфракрасных наблюдений получено, что только 4% загрязненных металлами БК имеют наблюдаемые диски обломков на квазикруговых орбитах. Поэтому возникает гипотеза об аккреции внешнего вещества, некогда покинувшего окрестности звезды, по орбитам, близким к параболическим. В этом случае достаточно плотного облака пыли около звезды не образуется и происходит «невидимая аккреция». Результат такой аккреции можно наблюдать уже в виде спектральных линий металлов в атмосфере звезды. Таким образом, возникла задача детально исследовать эволюцию пылевых частиц, попадающих в область сублимации звезды по круговым и параболическим орбитам.

Моделирование орбитального движения пылевых частиц включало в себя комплекс из 4-х программ на языке ‘C’ в среде TURBO-C++:

1) расчет эффективных факторов поглощения и светового давления по теории Ми в зависимости от длины волны для принятого набора частиц.

2) расчет температуры гранул в зависимости от их радиусов, материала и расстояния до звезды.

3) расчёт радиационного давления на пылевые частицы.

4) совместное решение системы дифференциальных уравнений движения и уравнения испарения гранул, расчет траекторий движения.

По этим программам проведены расчёты для двух материалов частиц: базальта и графита и проанализирована динамика частиц разных размеров от 0.01 до 100мкм около двух звёзд по круговым и параболическим орбитам. Для частиц радиусами больше 100мкм расчёты проведены в чернотельном приближении.

Диссертантка успешно справилась с поставленной задачей. Моделирование орбитального движения проведено для двух звёзд, одна из них – известный карлик G29-38, обладающий плотным дебри диском и вторая – недавно открытый холодный карлик WDJ1644–0449, не показывающий присутствия пыли в его окрестности.

Получены интересные результаты по динамике пыли в областях сублимации указанных БК. Оказалось, что частицы размерами частиц от 0.1 до 100мкм испаряются на одном и том же расстоянии от БК практически независимо от размера. Это означает, что около звёзд существуют чёткие границы беспылевых зон, положение которых зависит от материала частиц и типа орбиты, о чём говорят числовые результаты основных положений, вынесенных на защиту. По результатам расчётов выяснилось, что

- Границы беспылевых зон частиц графитового материала расположены ближе к звезде, чем границы силикатных частиц.
- Границы беспылевых зон при движении по параболическим орбитам расположены ближе к звезде, чем при движении по круговым орбитам.
- Неожиданным оказался результат прямого попадания пылевых частиц, не достигнувших полного испарения, в атмосферу холодной звезды WDJ1644–0449.

Результаты, полученные соискателем, вносят значимый вклад в понимание механизма обогащения белых карликов тяжелыми элементами на стадии попадания их носителей – гранул в область сублимации. Результаты моделирования показали возможность прогнозирования внутренних границ зон сублимации в зависимости от материала частиц и типа орбиты, что позволяет проводить целенаправленный поиск и сравнение с наблюдениями подобных объектов. Таким образом, изучение динамики пылевых частиц вблизи белых карликов может привести к новым открытиям в астрофизике. Полученные результаты и выводы могут быть применены для исследования других загрязненых звезд.

Результаты диссертационной работы опубликованы в местных трудах и в международных рецензируемых рейтинговых журналах, в том числе в журнале «Monthly Nottices of the Royal Astronomical Society» **(Q1),** а также представлены на международных зарубежных и отечественных конференциях.

Кенжебековой Ақмарал Игілікқызы выполнены все поставленные перед ней задачи, цель исследования диссертации достигнута полностью. Считаю, что диссертационная работа Кенжебековой Ақмарал Игілікқызы удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к работам, представленным на соискание степени доктора философии (PhD). Поэтому я рекомендую Ученому Совету принять диссертационную работу Кенжебековой Ақмарал Игілікқызы к публичной защите на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D061100 – Физика и астрономия.

Отечественный научный консультант:

Заведующая лабораторией
«Физики звёзд и туманностей»
ТОО «Астрофизический институт
им. В.Г.Фесенкова **Шестакова Л.И.**

КАДР БӨЛІМІ
ОТДЕЛ КАДРОВ

Подпись верна
Инспектор
по кадрам