

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Руменских М.С. «Оптический метод транзитных поглощений в линии метастабильного гелия для определения параметров экзопланетных атмосфер», представленной на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 - Оптика

Работа М.С.Руменских посвящена численному моделированию транзитных поглощений горячих экзопланет для интерпретации наблюдений в ИК линии метастабильного гелия (S). Были рассмотрены особенности формирования данной линии, и учтен ряд физико-химических процессов заселения и опустошения уровня HeI(2^3S). Для расчетов используется самосогласованная глобальная гидродинамическая трехмерная модель с учетом реакций водородно-гелиевой плазмифотохимии, которая в целом является подходящим инструментом для описания верхних атмосфер горячих экзопланет в том случае, если их состав представлен преимущественно водородом и гелием.

Новизна

В работе детально проанализированы процессы, влияющие на заселенность метастабильного уровня гелия HeI (2^3S) в атмосферах горячих экзопланет и наблюдательные проявления ИК линии поглощения 1083 нм, что позволило впервые провести корректную интерпретацию транзитных поглощений горячих экзопланет в линии метастабильного гелия, в частности, планетарных систем HD 189733, HD 209458, Wasp 107. На примере данных систем, в частности, впервые было показано, что основными процессами, регулирующими населенность уровня HeI (2^3S) в исследуемых экзопланетах, являются рекомбинация ионов гелия со свободными электронами, а также столкновения HeI с электронами и переход в состояния HeI(2^1S), (2^3P).

Также было впервые показано, что учет радиационного давления излучения звезды на атомы метастабильного гелия является значимым фактором, который следует учитывать при численном моделировании транзитных поглощений горячих экзопланет в линии HeI 1083 нм.

Научная и практическая значимость

Работа Руменских М.С. важна как для развития теоретических концепций о структуре атмосфер экзопланет, так и для практического применения, включая дистанционное зондирование атмосфер горячих экзопланет в ИК линии HeI $\lambda=1083$ нм. Полученные выводы могут быть использованы для долгосрочных прогнозов космической погоды и активности Солнца, а также в работах, связанных с поиском биомаркеров, эволюцией планетарных систем, и для анализа процессов в околоземном пространстве.

Результаты и выводы

Анализ физико-химических процессов в атмосферах горячих экзопланет позволил выявить ключевые факторы, влияющие на заселенность метастабильного уровня гелия HeI (2^3S). Результаты моделирования, приведенные в работе, позволяют оценить физико-химические параметры в различных планетарных системах, определить механизмы и условия, приводящие к поглощению в ИК линии метастабильного гелия. Обнаружена и обоснована важность учета радиационного давления звезды для более точной интерпретации транзитных поглощений в линии 1083 нм. Моделирование транзитных поглощений в данной линии в различных планетарных системах, таких как HD 189733, HD 209458, Wasp

ближней зоне планеты и, за редким исключением, слабо зависит от параметров звездного ветра.

В целом работа вносит значительный вклад в физику экзопланетных атмосфер, а созданный задел, несомненно, будет востребован в дальнейших исследованиях.

При ознакомлении с авторефератом диссертации был обнаружен ряд недостатков. Часть из них (как, например, неучет магнитных полей планеты и звездного ветра) имеют концептуальный характер, и могут повлиять на выводы работы. Надеюсь, что в своих дальнейших исследованиях автор учтет и эти факторы.

В целом, несомненно, работа заслуживает положительной оценки. Автор работы, Руменских Марина Сергеевна, показала высокую квалификацию как исследователь и глубокое знание предмета и заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 – Оптика, направление 16 «Оптика звездных и планетарных атмосфер. Рентгеновская оптика и физика многозарядных ионов. Синхротронное излучение и его применение при исследовании структур и материалов» паспорта соответствующей научной специальности.

Рецензент:

Главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института астрономии Российской академии наук, доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН

Бисикало Дмитрий Валерьевич

17.01.2024

Подпись Д.В. Бисикало заверяю:
Ученый секретарь Федерального
государственного бюджетного учреждения
науки Института астрономии Российской
академии наук, к.ф.-м.н



А.М. Фатеева