

Caracterización de exoatmósferas con espectroscopía de transmisión

Autor: Alejandro Sánchez López

Tesis doctoral dirigida por:

Manuel López Puertas y Bernd Funke

Centro: Instituto de Astrofísica de Andalucía - CSIC

Fecha de lectura: 29 de noviembre de 2019

En esta tesis hemos caracterizado las atmósferas de exoplanetas que transitan sus estrellas, en particular las de los Júpiteres calientes HD189733b y HD209458b. Este tipo de exoplanetas se encuentran en órbitas de periodo muy corto (apenas unos días o incluso horas) y, en algunos casos, pueden presentar temperaturas superiores a las de algunas estrellas. La velocidad orbital de estos cuerpos es muy alta (por encima de 140 km/s), por lo que su señal se observa con un desplazamiento Doppler grande y variable respecto a la absorción de la atmósfera terrestre. Utilizando modelos de absorción de las exoatmósferas (adaptados de los métodos existentes de resolución del transporte radiativo), podemos identificar la absorción de distintos compuestos en la exoatmósfera y obtener información esencial sobre su composición y temperatura.

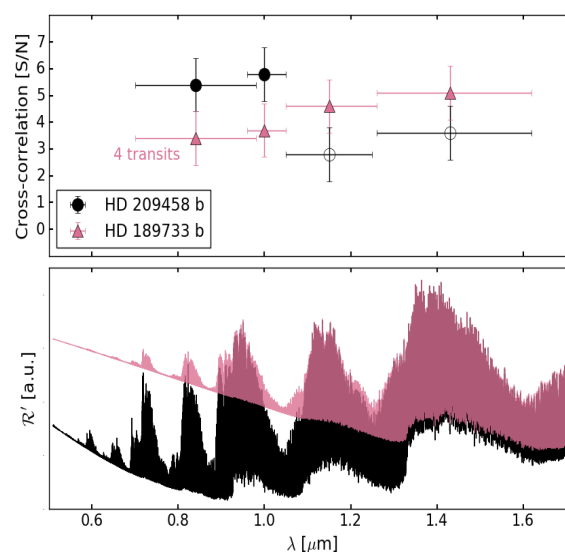
En la tesis hemos trabajado con datos de muy alta resolución tomados con el espectrógrafo CARMENES (Observatorio de Calar Alto, Almería) y hemos aplicado una técnica de correlación cruzada. Hemos identificado vapor de agua en ambos exoplanetas tanto en el infrarrojo como, por primera vez, en el óptico. Esto nos ha permitido demostrar la viabilidad de CARMENES (y de instrumentos similares en telescopios de 3,5 – 4 m) para identificar moléculas en exoatmósferas, algo no planeado en su diseño

originalmente. Además, hemos podido examinar también la dinámica de estas exoatmósferas, encontrando fuertes vientos que soplan desde sus caras iluminadas a las nocturnas. Combinando el estudio de bandas de absorción del vapor de agua de distinta intensidad y en distintas frecuencias, hemos podido explorar esta dinámica en distintas regiones atmosféricas. Así, obtenemos información sobre vientos a distintas alturas, que pueden contrastarse con modelos teóricos. A través de esta comparación de bandas, hemos realizado también la primera distinción entre exoatmósferas claras y brumosas a través de la inferencia de aerosoles en HD189733b, que no se encuentran en HD209458b.

En general, en esta tesis hemos contribuido a expandir el entendimiento de las atmósferas de estos ardientes gigantes gaseosos, un paso necesario para establecer las bases del estudio de planetas más fríos y pequeños. En el futuro, el refinamiento y adaptación de estas potentes técnicas de análisis a los nuevos telescopios e instrumentos terrestres nos conducirá a la caracterización de mundos alienígenas parecidos a la Tierra.

Tesis disponible en:

<https://digital.csic.es/handle/10261/196863>



Panel superior: Relación señal/ruido (S/N) de la señal de vapor de agua obtenida en diferentes intervalos de longitud de onda (indicados por barras horizontales) para HD209458b (círculos negros) y HD189733b (triángulos magentas) con CARMENES. Las incertidumbres a 1σ están indicadas por las barras verticales. Los resultados en la región espectral 0.96–1.71 μm se han obtenido con un tránsito para ambos exoplanetas (publicados en Sánchez-López et al., 2019 y Alonso-Floriano et al., 2019). Los resultados en la región espectral 0.70–0.98 μm son una actualización del trabajo preliminar realizado en la tesis y serán próximamente enviados a una revista de alto impacto. Panel inferior: Ejemplo de modelos de transmisión de vapor de agua durante un tránsito para una atmósfera clara (negro) y brumosa (magenta). La mayor señal a longitudes de onda cortas en HD209458b, comparado a HD189733b, es indicativa de la mayor transparencia de la atmósfera del primero.