

Hubble mide la desviación de la luz de una estrella causada por un objeto en primer plano



Imagen: Hubble mide la desviación de la luz de las estrellas producida por un objeto en primer plano (ilustración del artista)

Por primera vez, Hubble mide directamente la masa de una enana blanca solitaria

Fecha de publicación: febrero 02 de 2023, 10:00 AM (EST)

Astrónomas y astrónomos usan un truco de la naturaleza para 'pesar' una estrella muerta

Un famoso poema breve de 1923 escrito por Robert Frost, "Nothing Gold Can Stay", termina con: "So dawn goes down to day (Así el amanecer se hace día). Nothing gold can stay (Nada de oro dura para siempre)".

Aunque Frost estaba hablando de un día en la Tierra, esto también se aplica a los próximos 5 mil millones de años, cuando el dorado sol finalmente se consuma y se reduzca a una ardiente ceniza blanca de su gloria anterior. La comunidad astronómica llama enana blanca al remanente estelar. Se estima que 10 mil millones de estos cuerpos estelares están esparcidos por nuestro cementerio galáctico.

Aunque el destino final del Sol está muy lejos en el futuro, la comunidad astronómica quiere aprender mucho sobre las enanas blancas ahora. Las enanas blancas nos dan pistas sobre cómo evolucionan las estrellas durante miles de millones de años. La comunidad astronómica recopila mucha información mediante la disección de la luz de una enana blanca a través de la espectroscopía. Y conocer la masa de una enana es uno de los factores más importantes en la evolución de una estrella. Pero no es fácil pesar una enana blanca, o cualquier otro tipo de estrella. No hay balanzas de baño en el espacio.

La ley de gravitación universal de Isaac Newton permitió que la masa de la Tierra se estimara observando la órbita de la Luna. Las mismas ecuaciones newtonianas se pueden utilizar para medir la masa de una enana blanca que orbita alrededor de una estrella compañera. Pero astrónomas y astrónomos usaron el telescopio espacial Hubble a fin de hacer una estimación de masa completamente diferente para una enana blanca que no tiene la compañera estelar que se necesita para aplicar la física newtoniana.

Tuvieron que recurrir a la física más moderna - la relatividad general de Einstein - que explica cómo la gravedad de un objeto masivo deforma el espacio. Esto crea un bache en el tejido del espacio que curva la luz de una estrella de fondo cuando un objeto en primer plano pasa delante de ella. Cuanto mayor es la desviación en el cielo, más masa tiene el objeto que pasa. Pero la cantidad de desviación es infinitesimalmente pequeña, por lo que requiere la visión aguda de Hubble - y algo de paciencia. Esta medición de precisión se realizó para la enana blanca cercana, de rápido movimiento, LAWD 37. El equipo científico midió una masa de 0.56 veces la masa de nuestro Sol. Y esto concuerda con las teorías sobre lo que una enana blanca típica debe pesar.

La historia completa

Astrónomas y astrónomos que utilizan el telescopio espacial Hubble de la NASA han medido por primera vez directamente la masa de una sola enana blanca aislada - el núcleo superviviente de una estrella similar al Sol que se consumió.

Los investigadores encontraron que la enana blanca tiene el 56 por ciento de la masa de nuestro Sol. Esto concuerda con las predicciones teóricas anteriores de la masa de la enana blanca y corrobora las teorías actuales de cómo las enanas blancas evolucionan como el producto final de la evolución de una estrella típica. La singular observación ofrece información sobre las teorías de la estructura y la composición de las enanas blancas.

Hasta ahora, las mediciones anteriores de masa de enanas blancas se habían obtenido de la observación de enanas blancas en sistemas binarios de estrellas. Al observar el movimiento de dos estrellas en órbita conjunta, se puede utilizar la física newtoniana para medir su masa. Sin embargo, estas mediciones pueden ser inciertas si la estrella compañera de la enana blanca está en una órbita de largo período, de cientos o miles de años. El movimiento orbital puede medirse mediante telescopios solo sobre un breve corte del movimiento orbital de la enana.

Para esta enana blanca sin compañera, los investigadores tuvieron que emplear un truco de la naturaleza llamado microlente gravitacional. La luz de una estrella de fondo estaba ligeramente desviada debido al alabeo gravitacional del espacio producido por la estrella enana en primer plano. Cuando la enana blanca pasó por delante de la estrella de fondo, la microlente causó que la estrella pareciera temporalmente desplazada de su posición real en el cielo.

Los resultados están publicados en los Monthly Notices de la Real Sociedad Astronómica (Royal Astronomical Society). El autor principal es Peter McGill, anteriormente de la Universidad de Cambridge (University of Cambridge), ahora basado en la Universidad de California (University of California – UC, por sus siglas en inglés), Santa Cruz.

McGill usó Hubble para medir con precisión cómo la luz de una estrella distante se curvaba alrededor de la enana blanca, conocida como LAWD 37, causando que la estrella de fondo cambiara temporalmente su posición aparente en el cielo.

Kailash Sahu, del Space Telescope Science Institute en Baltimore, Maryland, el investigador principal de Hubble en esta última observación, utilizó por primera vez microlentes en 2017 para medir la masa de otra enana blanca, Stein 2051 B. Pero esa enana está en un sistema binario muy separado. "Nuestra última observación proporciona un nuevo punto de referencia, porque LAWD 37 está sola", dijo Sahu.

Los restos colapsados de una estrella que se quemó hace mil millones de años, LAWD 37, han sido estudiados minuciosamente porque solo están a 15 años luz de distancia en la constelación Musca. "Debido a que esta enana blanca está relativamente cerca de nosotros, tenemos mucha información sobre ella - tenemos datos de su espectro de luz, pero la pieza faltante del rompecabezas era la medida de su masa", dijo McGill.

El equipo localizó la enana blanca gracias al observatorio espacial Gaia de la ESA, que realiza mediciones extraordinariamente precisas de casi 2,000 millones de posiciones estelares. Se pueden usar varias observaciones de Gaia para rastrear el movimiento de una estrella. De acuerdo con estos datos, astrónomas y astrónomos predijeron que LAWD 37 pasaría brevemente frente a una estrella de fondo en noviembre de 2019.

Una vez que esto se supo, se utilizó Hubble para medir con precisión durante varios años cómo la posición aparente de la estrella de fondo en el cielo se desvió temporalmente durante el paso de la enana blanca.

"Estos eventos son raros, y los efectos son pequeños", dijo McGill. "Por ejemplo, el tamaño de nuestro desplazamiento medido es como medir la longitud de un auto en la Luna visto desde la Tierra".

Dado que la luz de la estrella de fondo era tan tenue, el principal desafío para el equipo era extraer su imagen del resplandor de la enana blanca, que es 400 veces más brillante que la estrella de fondo. Solo Hubble puede hacer este tipo de observaciones de alto contraste en luz visible.

"La precisión de la medición de masa de LAWD 37 nos permite probar la relación masa-radio para las enanas blancas", dijo McGill. "Esto significa probar la teoría de la materia degenerada (un gas tan supercomprimido bajo la gravedad, que se comporta más como materia sólida) en las condiciones extremas del interior de esta estrella muerta", agregó.

El equipo científico dice que sus resultados abren la puerta a futuras predicciones de eventos con datos de Gaia. Además de Hubble, estas alineaciones ahora puede detectarlas el telescopio espacial James Webb de la NASA. Debido a que Webb trabaja en longitudes de onda infrarrojas, el brillo azul de una enana blanca en primer plano se ve más tenue en luz infrarroja, y la estrella de fondo se ve más brillante.

Sobre la base de las capacidades predictivas de Gaia, Sahu está observando otra enana blanca, LAWD 66, con el telescopio espacial James Webb de la NASA. La primera observación se realizó en 2022. Se tomarán más observaciones a medida que la desviación llegue a su punto máximo en 2024 y luego disminuya.

"Gaia realmente ha cambiado el juego - es emocionante poder usar los datos de Gaia para predecir cuándo sucederán los eventos y luego observarlos", dijo McGill. "Queremos seguir midiendo el efecto de microlente gravitacional y obtener mediciones de masa para más tipos de estrellas".

En su teoría de la relatividad general de 1915, Einstein predijo que cuando un objeto compacto masivo pasara frente a una estrella de fondo, la luz de la estrella se curvaría alrededor del objeto en primer plano debido a la deformación del espacio por su campo gravitatorio.

Exactamente un siglo antes de esta última observación de Hubble, en 1919, dos expediciones al hemisferio sur organizadas por británicos detectaron por primera vez este efecto de lente durante un eclipse solar, el 19 de mayo. Esto fue aclamado como la primera prueba experimental de la relatividad general - que la gravedad

deforma el espacio. Sin embargo, Einstein era pesimista respecto a que pudiera detectarse el efecto para estrellas de fuera de nuestro sistema solar, debido a la precisión involucrada. "Nuestra medición es 625 veces menor que el efecto medido en el eclipse solar de 1919", dijo McGill.

El telescopio espacial Hubble es un proyecto de cooperación internacional entre la NASA y la ESA. El Centro de Vuelo Espacial Goddard (Goddard Space Flight Center) de la NASA, ubicado en Greenbelt, Maryland, administra el telescopio. El Space Telescope Science Institute (STScI), situado en Baltimore, dirige las operaciones científicas del Hubble. El STScI es operado para la NASA por la Asociación de Universidades para la Investigación en Astronomía (Association of Universities for Research in Astronomy) en Washington D. C.

Créditos

NASA, ESA, STScI

Enlaces relacionados

Este sitio no se hace responsable del contenido de los enlaces externos

Artículo científico: The science paper by P. McGill et al., PDF (5.53 MB)

Portal de la NASA sobre Hubble

Comunicado de la Universidad de Cambridge (University of Cambridge)

Comunicado de ESA-Hubble

Comunicado de prensa de UC Santa Cruz

Contacto para medios

Ray Villard

Space Telescope Science Institute, Baltimore, Maryland

Contacto científico

Peter McGill

Universidad de California (University of California), Santa Cruz, Santa Cruz, California

Instituto de Astronomía – Universidad de Cambridge (Institute of Astronomy – University of Cambridge), Cambridge, Reino Unido

Kailash Sahu

Space Telescope Science Institute, Baltimore, Maryland

Palabras clave

Estrellas, Lentes gravitacionales, Enanas blancas

Enlace de la publicación original

<https://hubblesite.org/contents/news-releases/2023/news-2023-004>

Imágenes de la publicación (3)

Video de la publicación