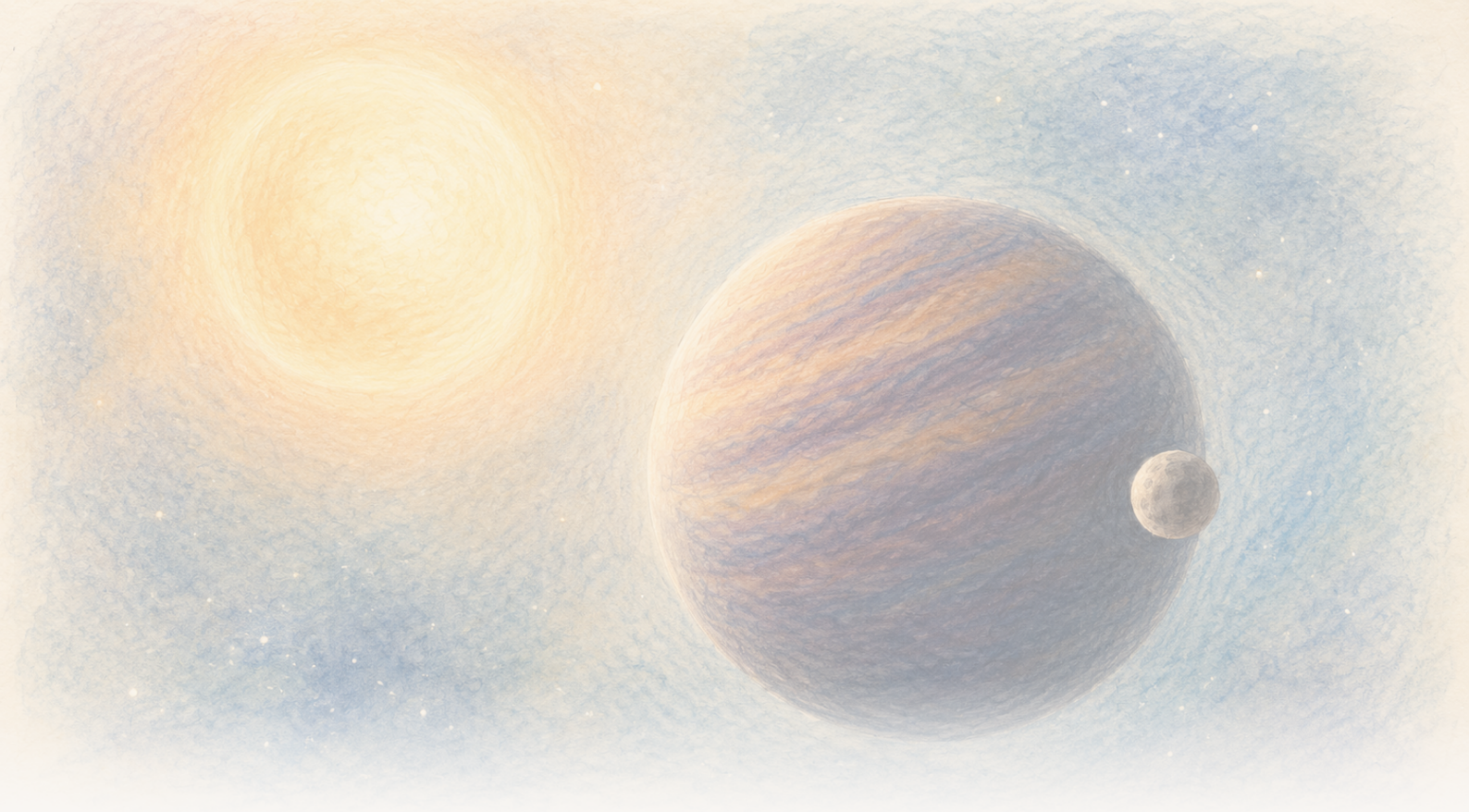


The Clean Paper

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Một sao lùn nâu dường như dao động theo chu kỳ 171 ngày. Một thế giới ẩn có thể đang kéo nó, nhưng dữ liệu vẫn cho phép hai khả năng

Hai mươi ba phổ chất lượng cao cho thấy một dịch chuyển tuần hoàn mạnh trong chuyển động của CD-35 2722 B. Mô hình được ưu tiên là một thiên thể đồng hành lệch tâm với khối lượng tối thiểu gần Sao Mộc, nhưng mô hình hai vật thể có thể bắt chước cùng tín hiệu, biến thiên chậm của sao lùn nâu về nguyên tắc vẫn có thể xảy ra và từ "ngoại mặt trăng" chưa có ranh giới thống nhất ở đây.

Written by Cinzia Vaglio · Cross-checked by Matteo · Edited by Michele Renda · Figures by Cinzia Vaglio, Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Planetary-mass exosatellite detected around the substellar companion of a star*, Kevin Hoy, Alice Zurlo, Pablo A. Pena R., Jana Kohler, Silvano Desidera, Raffaele Gratton, Cecilia Lazzoni, Simon Petrus, Florian Rodler, Jonathan Smoker, Valentina D'Orazi, Ilaria Carleo and Ilaria Giovannini, Nature 655, 865-869 (2026) · DOI: 10.1038/s41586-026-10751-w

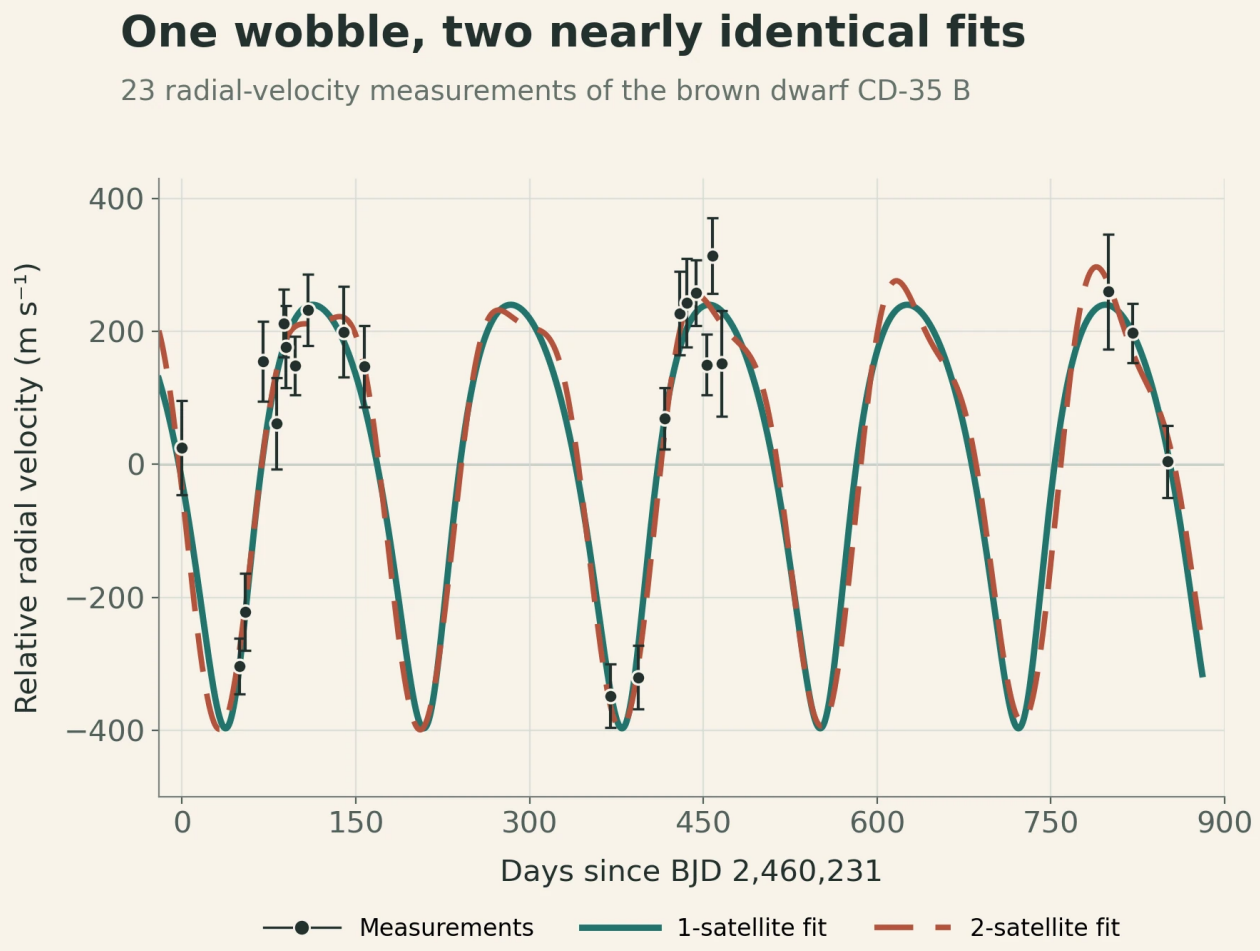
Một sao lùn nâu dường như dao động theo chu kỳ 171 ngày. Một thế giới ẩn có thể đang kéo nó, nhưng dữ liệu vẫn cho phép hai khả năng

Các nhà thiên văn có thể nhìn thấy CD-35 2722 B như một điểm sáng riêng biệt, tách khỏi ngôi sao mà nó quay quanh. Đây là một sao lùn nâu, thuộc khoảng khối lượng nằm giữa các hành tinh khổng lồ và sao: với khối lượng xấp xỉ 37 lần Sao Mộc, nó nặng hơn một hành tinh khổng lồ điển hình nhưng không phải là một ngôi sao đốt hydro thông thường. Họ không thể nhìn thấy vật thể nhỏ hơn có thể đang quay quanh chính sao lùn nâu này. Nếu được xác nhận, vật thể ở quỹ đạo trong cùng đó sẽ tạo nên hệ phân cấp đầu tiên được quan sát, trong đó một vệ tinh quay quanh một vật thể dưới sao lớn hơn, còn vật thể dưới sao này lại quay quanh một ngôi sao.

Thay vào đó, điều họ thấy là một nhịp lặp lại. Vào một số đêm, ánh sáng của sao lùn nâu bị dịch đi một chút khi nó chuyển động về phía Trái Đất. Vào những đêm khác, ánh sáng dịch theo hướng ngược lại khi sao lùn nâu chuyển động ra xa. Mẫu này lặp lại khoảng mỗi **171 ngày**.

Chuyển động qua lại như vậy là điều một thiên thể đồng hành không nhìn thấy có thể gây ra: khi hai vật thể quay quanh khối tâm chung, vật thể nhỏ hơn đi quanh vật thể lớn hơn, nhưng vật thể lớn hơn cũng vạch ra một vòng quỹ đạo nhỏ hơn nhiều. Nếu nhịp này có nguồn gốc quỹ đạo, một bài báo mới trên Nature xem một vật thể có khối lượng hành tinh là lời giải thích được ưu tiên cho vòng dao động đo được quanh CD-35 2722 B.

Đó là một khả năng đáng chú ý, nhưng không phải là ảnh chụp của một mặt trăng. Hai mươi ba đêm quan sát chất lượng cao cho thấy một tín hiệu tuần hoàn mạnh. Để biến tín hiệu đó thành một thế giới cụ thể cần có mô hình, và dữ liệu hiện tại vẫn cho phép nhiều hơn một cấu trúc hệ. Chúng cũng chưa loại trừ hoàn toàn những biến đổi chậm trong chính sao lùn nâu.



Points and error bars are observations. Curves are model fits, not directly observed companions.

Các điểm đen và thanh sai số là 23 phép đo vận tốc xuyên tâm theo đêm. Đường liền và đường đứt là các mô hình một vệ tinh và hai vệ tinh phù hợp nhất. Việc hai đường gần như chồng lên nhau cho thấy vì sao dữ liệu có thể phát hiện một dao động tuần hoàn nhưng chưa xác định được cấu trúc của hệ; không đường nào là ảnh trực tiếp của một thiên thể đồng hành.

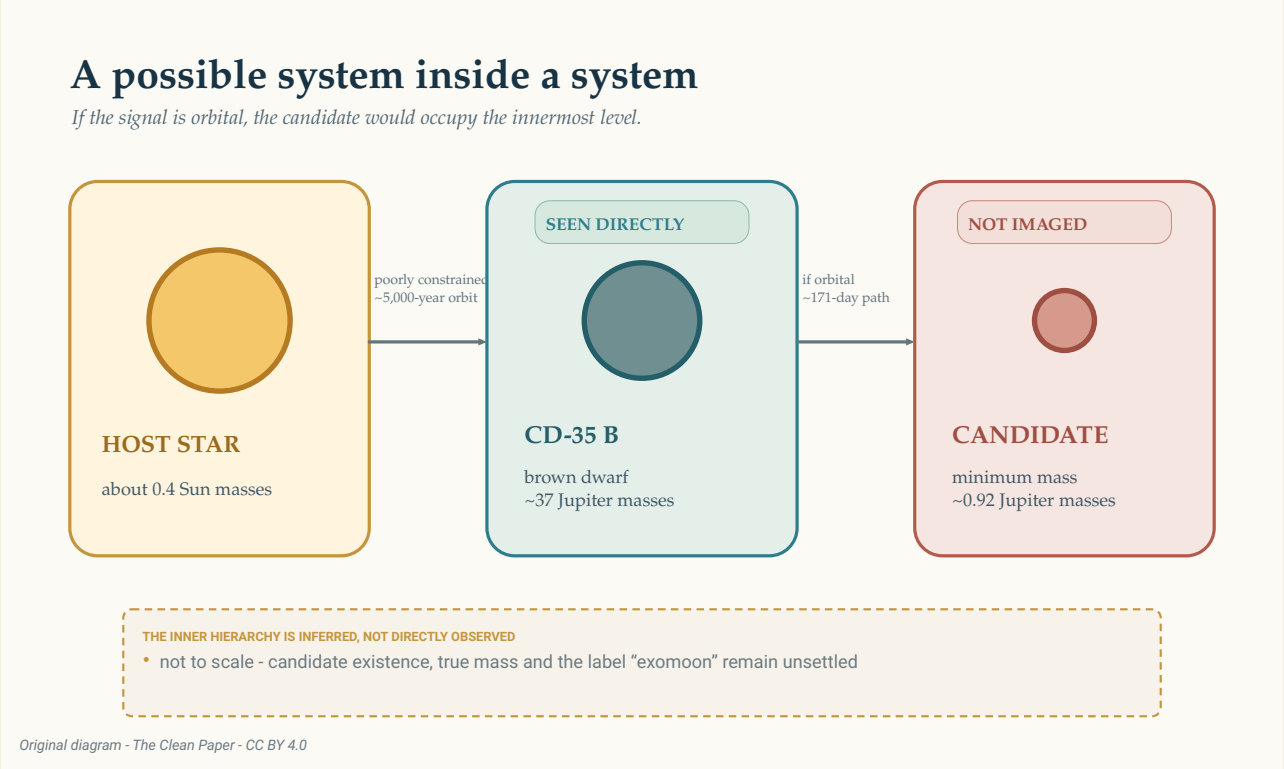
Original chart — The Clean Paper; data from Hoy et al., Nature (2026), Figure 1 source workbook CC BY 4.0

Một hệ nằm trong một hệ khác

CD-35 2722 B là một **sao lùn nâu**: một vật thể nằm giữa các nhóm quen thuộc. Nó nặng hơn một hành tinh khổng lồ điển hình nhưng không đủ khối lượng để phát sáng như một ngôi sao đốt hydro bình thường. Bài báo sử dụng khối lượng ước tính khoảng **37 lần Sao Mộc**.

Sao lùn nâu này được phát hiện bằng chụp ảnh trực tiếp, nghĩa là kính thiên văn phân giải được ánh sáng của nó tách khỏi ánh sáng của sao chủ. Trên bầu trời, nó nằm cách ngôi sao khoảng 2,8 giây cung. Quỹ đạo rộng nối hai vật thể chưa được biết rõ, nhưng các ước tính hiện tại gợi ý một quỹ đạo rất kéo dài với chu kỳ khoảng **5.000 năm**.

Nếu tín hiệu tuần hoàn có nguồn gốc quỹ đạo, cấu trúc suy ra sẽ đặt ứng viên ở sâu hơn một tầng: một ngôi sao được sao lùn nâu quay quanh, và một thiên thể đồng hành có khối lượng hành tinh lại quay quanh sao lùn nâu đó.



Nếu tín hiệu có nguồn gốc quỹ đạo, ứng viên sẽ nằm ở tầng trong cùng của hệ phân cấp khả dĩ này. Chỉ sao lùn nâu đã được quan sát trực tiếp. Quỹ đạo ngoài quanh ngôi sao còn được xác định rất kém, trong khi quỹ đạo trong xấp xỉ 171 ngày được suy ra từ dao động đo được của sao lùn nâu. Kích thước và khoảng cách không theo tỷ lệ.

The Clean Paper CC BY 4.0

Hệ phân cấp khả dĩ này thì dễ vẽ. Nhưng thực tại vật lý và từ ngữ để gọi nó vẫn chưa được thống nhất. Một vật thể có khối lượng hành tinh quay quanh sao lùn nâu nên được gọi là mặt trăng, hành tinh hay đơn giản là vệ tinh? Các nhà thiên văn chưa có một quy tắc được chấp nhận rộng rãi để giải quyết câu hỏi đó. Vì vậy, bài báo dùng thuật ngữ rộng hơn là **ngoại vệ tinh** (*exosatellite*).

Từ 23 đêm quan sát đến một dao động

Nhóm nghiên cứu quan sát CD-35 2722 B (xem mục của nó trong NASA Eyes on Exoplanets) bằng CRIRES+, một máy quang phổ độ phân giải cao trên Kính thiên văn Rất Lớn của Đài thiên văn Nam châu Âu. Từ tháng 10 năm 2023 đến tháng 2 năm 2026, họ thu được 26 phiên quan sát. Một phiên có tín hiệu quá yếu, còn hai phiên được thực hiện trong thời tiết xấu bị loại bỏ rồi quan sát lại, để lại **23 đêm chất lượng cao**.

Máy quang phổ tách ánh sáng thành một mẫu vạch chi tiết. Khi nguồn sáng chuyển động về phía hoặc ra xa Trái Đất, các vạch đó dịch chuyển một lượng rất nhỏ. Các phép đo lặp lại chuyển động dọc theo đường ngắm này được gọi là **vận tốc xuyên tâm**. Chúng không cho thấy trực tiếp vật thể ẩn. Chúng cho thấy vật thể đang được quan sát có thể chuyển động thế nào dưới tác động kéo của một thiên thể không nhìn thấy.

Chu kỳ mạnh nhất trong các phép đo nằm gần 170 ngày. Nó vượt qua **ngưỡng xác suất báo động giả 0,1%** của nghiên cứu. Ngưỡng này hỏi rằng, theo các giả định của phép kiểm định, nhiễu sẽ tạo ra một đỉnh trên biểu đồ chu kỳ mạnh ít nhất như vậy thường xuyên đến mức nào. Nó không có nghĩa là có 99,9% xác suất một vệ tinh tồn tại, và bản thân nó cũng không cho biết có một hay hai thiên thể đồng hành.

> **Một tín hiệu vận tốc xuyên tâm có thể xác lập điều gì?**
>
> Vận tốc xuyên tâm biến các dịch chuyển lặp lại của vạch quang phổ thành phép đo chuyển động về phía và ra xa người quan sát. Một mẫu lặp lại có thể được khớp với các phương trình quỹ đạo, cho phép nhà nghiên cứu suy ra chu kỳ, biên độ dao động đo được và khối lượng tối thiểu của thiên thể đồng hành.
> Nhưng phương pháp này không chụp ảnh trực tiếp thiên thể đồng hành. Khí quyển của một sao hay vật thể dưới sao cũng có thể làm dịch chuyển các vạch quang phổ, lịch quan sát có thể tạo ra các nhịp giả, và những cấu hình quỹ đạo khác nhau có thể bắt chước nhau. Tín hiệu, lời giải thích vật lý của nó và tên gọi dành cho vật thể được suy ra là ba câu hỏi riêng biệt.

Trước khi đi đến lời giải quỹ đạo, cần chú ý đến cách lấy mẫu. Bốn phép đo vận tốc xuyên tâm đặc biệt thấp có trọng lượng đáng kể trong mẫu tín hiệu. Chúng xuất hiện thành hai cặp, trong các điều kiện được báo cáo là tốt, và không điểm đơn lẻ nào tạo ra tín hiệu khi các tác giả lặp lại phân tích sau khi lần lượt bỏ từng điểm. Dù vậy, chỉ một phần các pha quỹ đạo khả dĩ đã được lấy mẫu. Hai mươi ba đêm trải trên hơn hai năm không tương đương với quan sát liên tục.

Các tác giả cũng kiểm tra một nhiễu giả có chu kỳ nửa năm. Một hiệu chỉnh không hoàn hảo cho chuyển động thay đổi của Trái Đất hoặc cho biên dạng thiết bị có thể tạo ra tín hiệu giả theo năm mà cách lấy mẫu làm nó xuất hiện ở nửa năm Trái Đất, tức **182,5 ngày**. Chu kỳ được ưu tiên của họ là **171,11 ngày**, với độ bất định +0,53/-0,36 ngày; các tác giả báo cáo rằng giá trị này cách 182,5 ngày khoảng 20 độ lệch chuẩn. Họ cũng không thấy tương quan với chuyển động thay đổi của Trái Đất, điều kiện seeing, hơi nước khí quyển hay các đặc tính thiết bị mà họ kiểm tra. Đây là những phép kiểm soát quan trọng. Chúng khiến lời giải thích quỹ đạo đủ thuyết phục để đem ra mô hình hóa, nhưng tự chúng không xác định được vật thể.

Lời giải quỹ đạo đơn giản nhất: một thiên thể đồng hành

Trong mô hình được ưu tiên, một vật thể đi theo quỹ đạo lệch tâm, tức hơi kéo dài, quanh sao lùn nâu mỗi 171,11 ngày. Quỹ đạo khớp có độ lệch tâm khoảng **0,27** và bán trục lớn khoảng **0,200 đơn vị thiên văn** — xấp xỉ một phần năm khoảng cách trung bình Trái Đất–Mặt Trời.

Dao động đo được có biên độ khoảng **318 mét mỗi giây**. Từ chuyển động này, mô hình cho khối lượng tối thiểu của thiên thể đồng hành khoảng **0,92 lần khối lượng Sao Mộc**.

Từ *tối thiểu* rất quan trọng. Vận tốc xuyên tâm chỉ đo thành phần chuyển động quỹ đạo hướng về phía hoặc ra xa chúng ta. Nếu quỹ đạo được nhìn gần như từ cạnh, phần lớn chuyển động xuất hiện dọc theo đường ngắm này. Nếu quỹ đạo được nhìn gần trực diện hơn, phần lớn chuyển động sẽ diễn ra ngang qua bầu trời, và cần một thiên thể đồng hành nặng hơn để tạo ra cùng dao động đo được.

Các nhà thiên văn viết kết quả này là **m sin(i)**: khối lượng nhân với sin của độ nghiêng quỹ đạo, hay góc quan sát, vốn chưa biết. Dữ liệu ràng buộc tích đó chứ không trực tiếp ràng buộc khối lượng thật. Vì vậy, khoảng 0,92 khối lượng Sao Mộc là một cận dưới, không phải phép đo chính xác khối lượng của vật thể.

> **Vì sao góc quan sát che giấu khối lượng?**
>
> Hãy tưởng tượng nhìn một đường chạy tròn từ bên cạnh. Người chạy liên tục tiến về phía rồi ra xa bạn, nên thành phần chuyển động đó dễ đo. Bây giờ hãy nhìn xuống cùng đường chạy từ phía trên. Người chạy chủ yếu di chuyển ngang qua tầm nhìn và hầu như không tiến về phía hay ra xa bạn.
> Vận tốc xuyên tâm chỉ thấy thành phần thứ nhất. Hệ số toán học `sin(i)` mô tả phần chuyển động quỹ đạo hướng dọc theo đường ngắm của chúng ta. Cho đến khi biết độ nghiêng `i`, khối lượng suy ra vẫn chỉ là giá trị tối thiểu.

Sau đó, các tác giả hỏi liệu quỹ đạo này có thể tồn tại lâu dài thay vì nhanh chóng tự phá hủy hay không. Các phép thử số của họ cho thấy mô hình một thiên thể đồng hành nhìn chung ổn định. Điều đó khiến đây là một diễn giải vật lý khả dĩ của tín hiệu. Nó không tạo thành một phát hiện độc lập thứ hai.

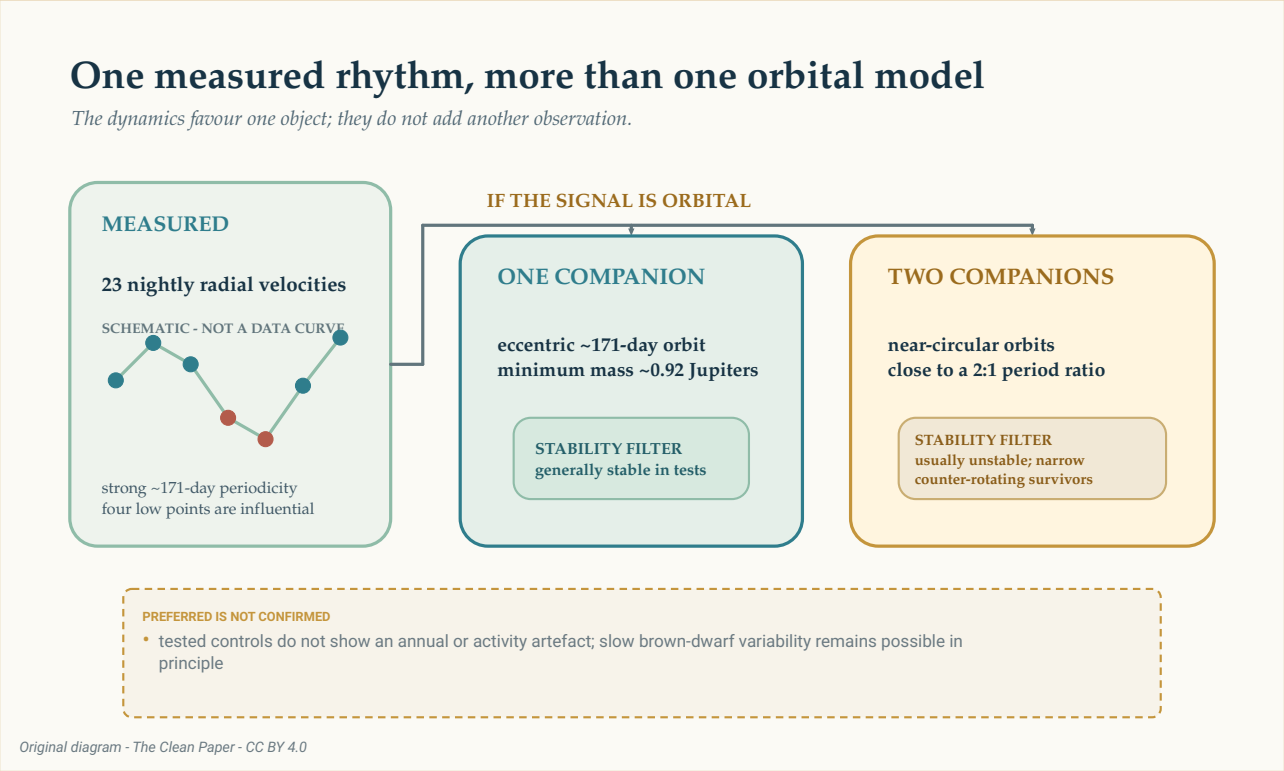
Lời giải khó xử: hai thiên thể đồng hành có thể bắt chước một

Một tín hiệu vận tốc xuyên tâm lệch tâm có một sự mơ hồ đã biết. Trong một số điều kiện, hai vật thể trên quỹ đạo gần tròn, với một vật thể có chu kỳ xấp xỉ gấp đôi vật thể kia, có thể tạo

ra mẫu kết hợp giống như một vật thể duy nhất trên quỹ đạo kéo dài.

Sự mơ hồ này xuất hiện ở đây. Mô hình hai thiên thể đồng hành có thể khớp với các phép đo hiện tại bằng một tín hiệu ngoài gần 171 ngày và một tín hiệu trong có chu kỳ ngắn hơn. Do thời điểm quan sát không lấy mẫu đồng đều mọi pha, tín hiệu ngắn hơn có một số nghiệm alias. Vì 23 đêm được chọn để lại những khoảng trống dài, các chu kỳ thử khác nhau có thể chứa số vòng quỹ đạo chưa quan sát khác nhau giữa các lần thăm mà vẫn khớp với cùng dữ liệu. Vì thế, các chu kỳ ứng viên gần 14, 70, 88 và 115 ngày là những cách khớp thay thế cho một tín hiệu ngắn được lấy mẫu kém, chứ không phải bốn nhịp độc lập đã được phát hiện.

Các tác giả loại bỏ khoảng 13–17 ngày vì nó được ràng buộc quá kém. Trong vùng đó, phép khớp không tách ra được một chu kỳ thuyết phục duy nhất: nhiều nghiệm nằm sát nhau dưới khoảng 20 ngày có thể tái tạo các phép đo thưa, khiến cả cửa sổ nhiều khả năng là một artefact của việc lấy mẫu. Trong những cửa sổ còn lại, nghiệm xấp xỉ 88 ngày khớp tốt hơn các phương án khoảng 70 và 115 ngày, nhưng chưa đủ để bài báo tuyên bố đã biết một chu kỳ thứ hai. Trong phép khớp tốt nhất được trình bày trong bảng, khối lượng tối thiểu của vật thể ngoài là khoảng 0,87 khối lượng Sao Mộc và của vật thể trong khoảng 0,22 khối lượng Sao Mộc. Những con số đó mô tả một mô hình ít được ưu tiên hơn; chúng không phải là phép đo của hai thế giới đã được xác lập.



Nếu tín hiệu xấp xỉ 171 ngày có nguồn gốc quỹ đạo, cùng một mẫu vận tốc xuyên tâm tổng quát có thể được biểu diễn bằng một thiên thể đồng hành trên quỹ đạo lệch tâm hoặc hai thiên thể đồng hành trên quỹ đạo gần tròn với tỷ lệ chu kỳ gần hai trên một. Các phép thử ổn định ưu tiên cách diễn giải một vật thể, nhưng chúng không biến mô hình thành hình ảnh trực tiếp và cũng không loại trừ mọi dạng biến thiên chậm của sao lùn nâu.

The Clean Paper CC BY 4.0

Các tính toán độ ổn định làm rõ hơn sự so sánh. Phần lớn cấu hình hai thiên thể được thử nghiệm đã tống một vật thể ra khỏi hệ trong vài trăm năm mô phỏng. Những cấu hình sống sót nằm trong một vùng hẹp và khác thường, nơi các quỹ đạo gần cùng một mặt phẳng nhưng chuyển động theo hai hướng ngược nhau. Ngôi sao chủ còn tạo thêm các vùng bất ổn.

Đây là lý do để ưu tiên một thiên thể lệch tâm hơn các hệ hai thiên thể đã được thử. Nhưng đó không phải bằng chứng rằng tự nhiên đã chọn mô hình đơn giản hơn. Phân tích ổn định chỉ lọc các diễn giải khả dĩ sau khi vận tốc xuyên tâm đã được đo; nó không thêm một điểm quan sát mới vào đường cong.

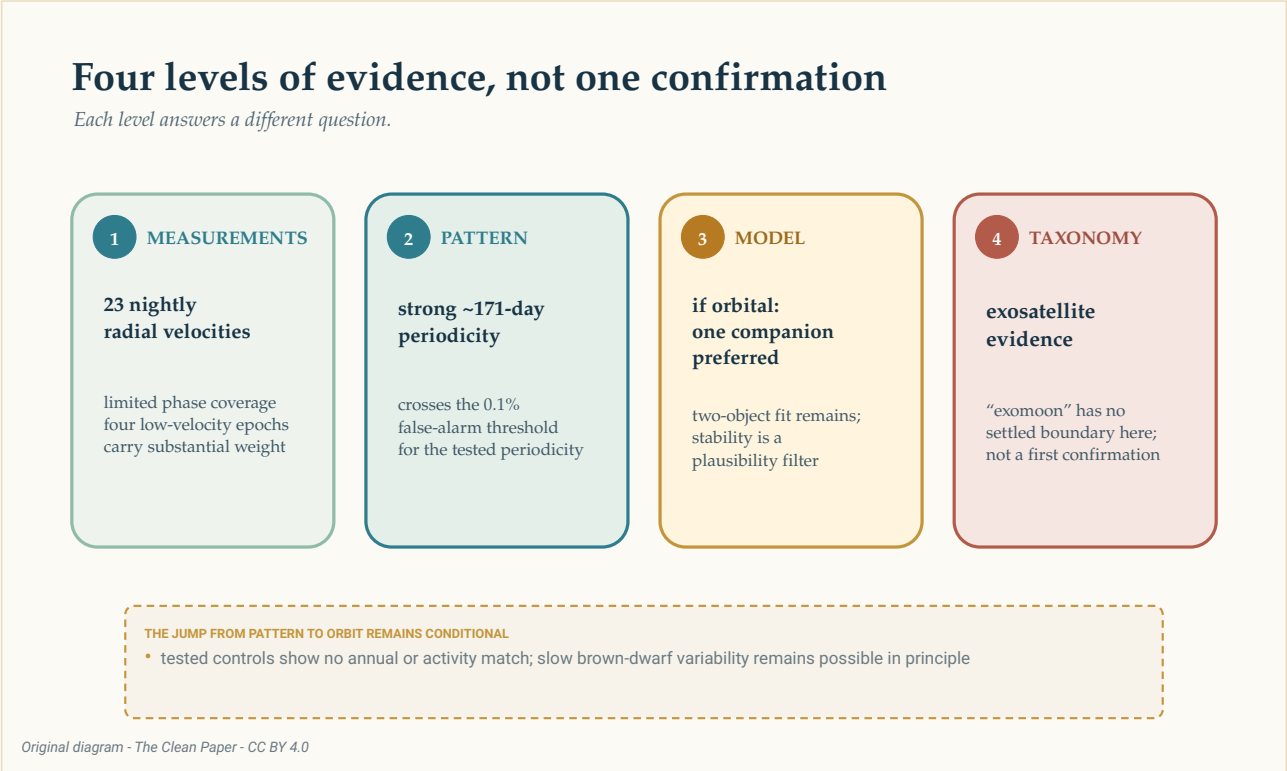
> **Làm sao một quỹ đạo lệch tâm có thể trông giống hai quỹ đạo tròn?**
>
> Một quỹ đạo tròn hoàn hảo tạo ra một sóng vận tốc xuyên tâm lặp lại đơn giản. Quỹ đạo lệch tâm làm méo sóng đó. Hai quỹ đạo tròn có chu kỳ gần tỷ lệ hai trên một có thể kết hợp sao cho một tín hiệu tạo nhịp chính còn tín hiệu kia tạo ra một biến dạng tương tự. Đây là một **suy biến quỹ đạo**: các hệ vật lý khác nhau tạo ra những phép đo tương tự. Quan sát thêm vào những thời điểm mà các mô hình dự đoán vận tốc khác nhau có thể phá vỡ sự hòa nhau này. Phép kiểm tra động lực học giúp bằng cách hỏi mỗi hệ đề xuất có thể tồn tại hay không, nhưng không thể thay thế các quan sát đó.

Nhịp này có thể đến từ chính sao lùn nâu không?

Sao lùn nâu không phải một khối thử im lặng. Khí quyển của nó quay, hình thành mây và có thể có hoạt động từ trường. Những mẫu bề mặt thay đổi có thể làm biến dạng các vạch quang phổ và giả dạng thành chuyển động.

Chu kỳ tự quay tối đa ước tính của CD-35 2722 B là khoảng **0,65 ngày**, ngắn hơn rất nhiều so với 171 ngày. Nhóm nghiên cứu không tìm thấy tín hiệu quay ngắn mạnh, cũng không tìm thấy tín hiệu giống mây hay granulation đủ thuyết phục, trong các mô hình hoạt động mà họ thử. Họ cũng kiểm tra lấy mẫu theo năm và các đại lượng thiết bị mà không thấy đại lượng nào khớp với nhịp 171 ngày.

Những kiểm tra này thu hẹp các phương án thay thế, nhưng bài báo không tuyên bố rằng mọi biến thiên nội tại đã bị loại trừ. Hoạt động từ trường dài hạn hoặc tuần hoàn khí quyển trong sao lùn nâu về nguyên tắc vẫn chưa thể bị bác bỏ. Khả năng còn lại này phải được đặt cạnh các mô hình quỹ đạo, chứ không được giấu sau chúng.



Bằng chứng tăng qua các tầng riêng biệt: 23 vận tốc xuyên tâm theo đêm với độ phủ pha hạn chế, một chu kỳ mạnh xấp xỉ 171 ngày, mô hình một thiên thể đồng hành được ưu tiên nếu tín hiệu có nguồn gốc quỹ đạo, và cuối cùng là nhãn "ngoại mặt trăng" còn chưa thống nhất. Thang này tách phép đo, mẫu thống kê, diễn giải vật lý và phân loại; nó không phải một mũi tên xác nhận.

The Clean Paper CC BY 4.0

Nó có phải là một ngoại mặt trăng không?

Trong Hệ Mặt Trời, một mặt trăng quay quanh hành tinh. CD-35 2722 B là một sao lùn nâu, và khối lượng thật của thiên thể đồng hành suy ra vẫn chưa biết. Những tên gọi quen thuộc bắt đầu trở nên căng khi một vật thể nằm gần ranh giới hành tinh–sao lùn nâu, còn vật thể khác nằm gần ranh giới mặt trăng–hành tinh.

Bài báo không tuyên bố đây là ngoại mặt trăng được xác nhận đầu tiên. Nó nói rằng chưa có ngoại mặt trăng nào được phát hiện một cách đáng tin cậy, trình bày bằng chứng cho một **ngoại vệ tinh** có khối lượng hành tinh và gọi hệ này là một bước hướng tới một phát hiện không gây tranh cãi. Phần thảo luận về tính mới có thể có cũng bắt đầu bằng điều kiện: nếu tín hiệu được chứng minh là thật.

Sự thận trọng đó không làm kết quả trở nên rỗng. Đo vận tốc xuyên tâm trực tiếp từ một sao lùn nâu mờ đồng hành là việc khó. Nếu các quan sát tiếp theo vẫn giữ được tín hiệu, hệ này sẽ cho thấy các phương pháp tìm hành tinh có thể vươn xuống thêm một tầng nữa trong cấu trúc phân cấp thiên thể.

Một mùa quan sát nữa có thể làm nhiều hơn việc chỉ thêm điểm dữ liệu. Các mô hình một và hai thiên thể đồng hành dự đoán vận tốc khác nhau tại những thời điểm cụ thể trong tương lai. Các phép đo lấp đầy những pha quỹ đạo còn thiếu có thể kiểm tra xem nhịp 171 ngày có tồn tại không, giảm ảnh hưởng của bốn điểm thấp và khiến các đường cong cạnh tranh tách nhau rõ hơn.

Hiện tại, hình ảnh trung thực nhất không phải một mặt trăng mới treo cạnh sao lùn nâu. Đó là một quang phổ, được lặp lại đêm này qua đêm khác, mang một dịch chuyển tuần hoàn nhỏ. Có thể có một thế giới ẩn trong nhịp đó. Thành tựu là học được có thể suy ra bao nhiêu từ nó mà không giả vờ rằng quá trình suy luận đã hoàn tất.

Tóm tắt gọn

Các nhà thiên văn đo vận tốc xuyên tâm của sao lùn nâu CD-35 2722 B, đã được chụp ảnh trực tiếp, trong 23 đêm chất lượng cao từ tháng 10 năm 2023 đến tháng 2 năm 2026. Các vạch quang phổ của nó cho thấy một dịch chuyển tuần hoàn mạnh gần 171 ngày. Mô hình quỹ đạo được ưu tiên chứa một thiên thể đồng hành lệch tâm với khối lượng tối thiểu gần 0,92 khối lượng Sao Mộc, nhưng khối lượng thật chưa biết vì độ nghiêng quỹ đạo chưa biết. Hai thiên thể đồng hành trên quỹ đạo gần tròn có thể bắt chước cùng tín hiệu tổng quát, mặc dù phần lớn cấu hình hai vật thể được thử là không ổn định về động lực học. Bốn phiên có vận tốc thấp ảnh hưởng đáng kể và độ phủ pha quỹ đạo vẫn hạn chế: quan sát chỉ lấy mẫu một số phần của chu kỳ 171 ngày khả dĩ thay vì theo dõi liên tục qua mọi pha. Các phép kiểm tra không xác định được tự quay, lấy mẫu theo năm, thời tiết hay các đặc tính thiết bị được khảo sát là nguồn tín hiệu, nhưng về nguyên tắc vẫn chưa thể loại trừ biến thiên dài hạn của sao lùn nâu. Vật thể không nhìn thấy chưa được chụp ảnh trực tiếp, mô hình một vật thể được ưu tiên chứ chưa được xác nhận, và chưa có quy tắc thống nhất nói rằng một vật thể có khối lượng hành tinh quay quanh sao lùn nâu là một ngoại mặt trăng.

Đánh giá thẳng thắn

Điều đã được quan sát: Hai mươi ba phép đo vận tốc xuyên tâm theo đêm của CD-35 2722 B chứa một chu kỳ mạnh xấp xỉ 171 ngày. Bản thân sao lùn nâu đã được chụp ảnh trực tiếp; thiên thể đồng hành đề xuất thì chưa.

Điều các tác giả ưu tiên: Nếu tín hiệu có nguồn gốc quỹ đạo, một thiên thể đồng hành lệch tâm với khối lượng tối thiểu gần khối lượng Sao Mộc là cách diễn giải đơn giản nhất và hợp lý về động lực học đối với dữ liệu hiện tại.

Điều vẫn còn bỏ ngỏ: Hai thiên thể đồng hành có thể khớp vận tốc xuyên tâm, dù các hệ được thử thường không ổn định; về nguyên tắc chưa loại trừ biến thiên dài hạn của sao lùn nâu; và góc quan sát chưa biết khiến khối lượng thật của thiên thể đồng hành chưa xác định.

Điều bài báo chưa xác lập: Ngoại mặt trăng được xác nhận đầu tiên, một vệ tinh được nhìn thấy trực tiếp, chính xác một vật thể đang quay quanh, khối lượng thật bằng 0,92 khối lượng Sao Mộc, hay xác suất 99,9% rằng mô hình vật lý được ưu tiên là đúng.

Điều sẽ làm tăng độ tin cậy: Các phép đo vận tốc xuyên tâm tiếp tục bao phủ nhiều pha quỹ đạo hơn, kiểm tra xem tín hiệu 171 ngày có bền không và lấy mẫu vào những thời điểm mà mô hình một và hai thiên thể đồng hành đưa ra dự đoán khác nhau.

Nguồn

Hoy et al., Planetary-mass exosatellite detected around the substellar companion of a star, Nature 655, 865-869 (2026)
https://doi.org/10.1038/s41586-026-10751-w

Hoy et al., reduced data and analysis code for Nature_Hoy-2026
https://github.com/kevinmhoy/Nature_Hoy-2026