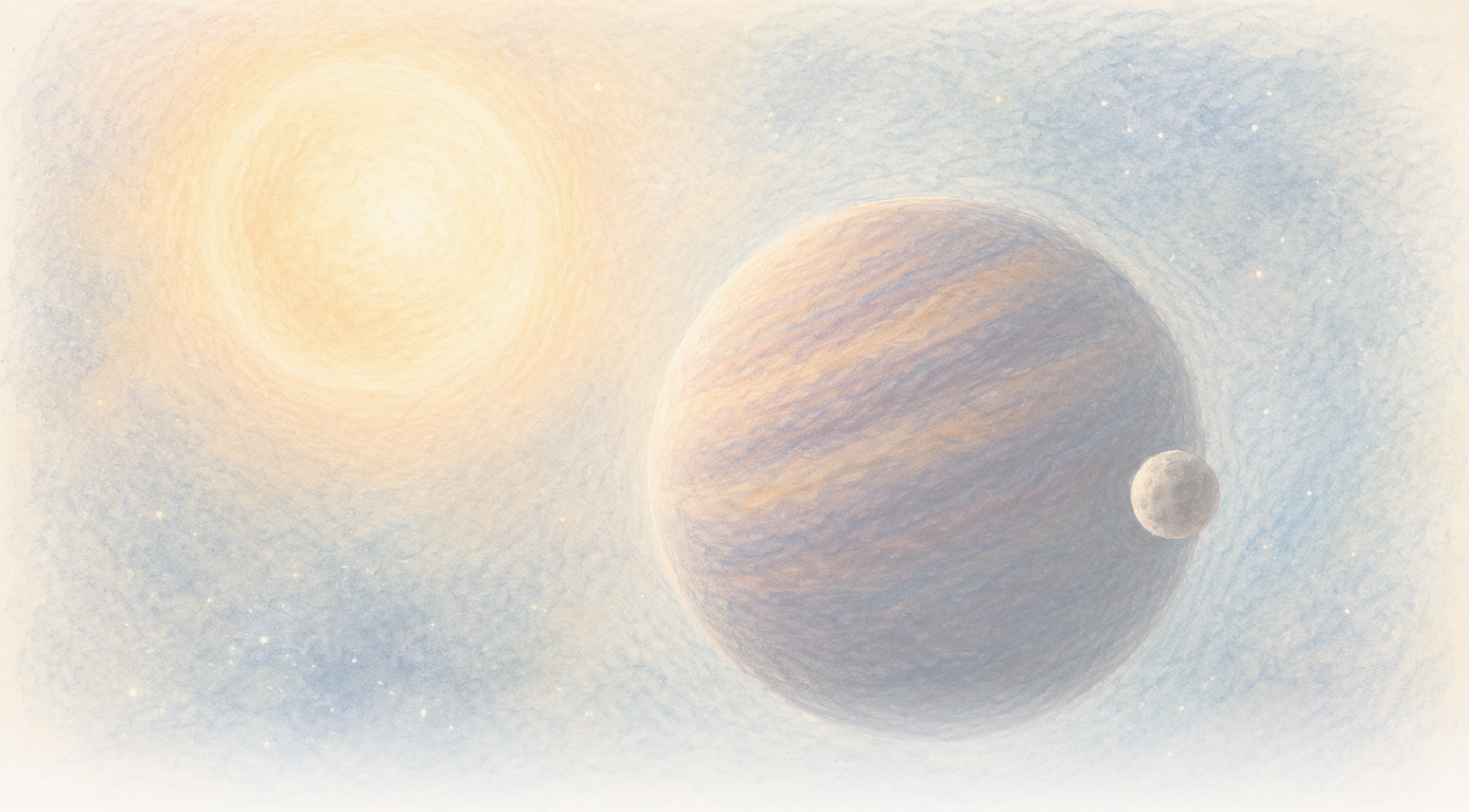


The Clean Paper

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

O pitică brună pare să oscileze la fiecare 171 de zile. O lume ascunsă ar putea să o tragă, dar datele permit încă și două

Douăzeci și trei de spectre de calitate ridicată dezvăluie o deplasare periodică puternică în mișcarea lui CD-35 2722 B. Modelul preferat este un singur companion excentric cu o masă minimă apropiată de cea a lui Jupiter, dar un model cu două obiecte poate imita același semnal, variabilitatea lentă a piticei brune rămâne posibilă în principiu, iar termenul «exolună» nu are aici o graniță stabilită.

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

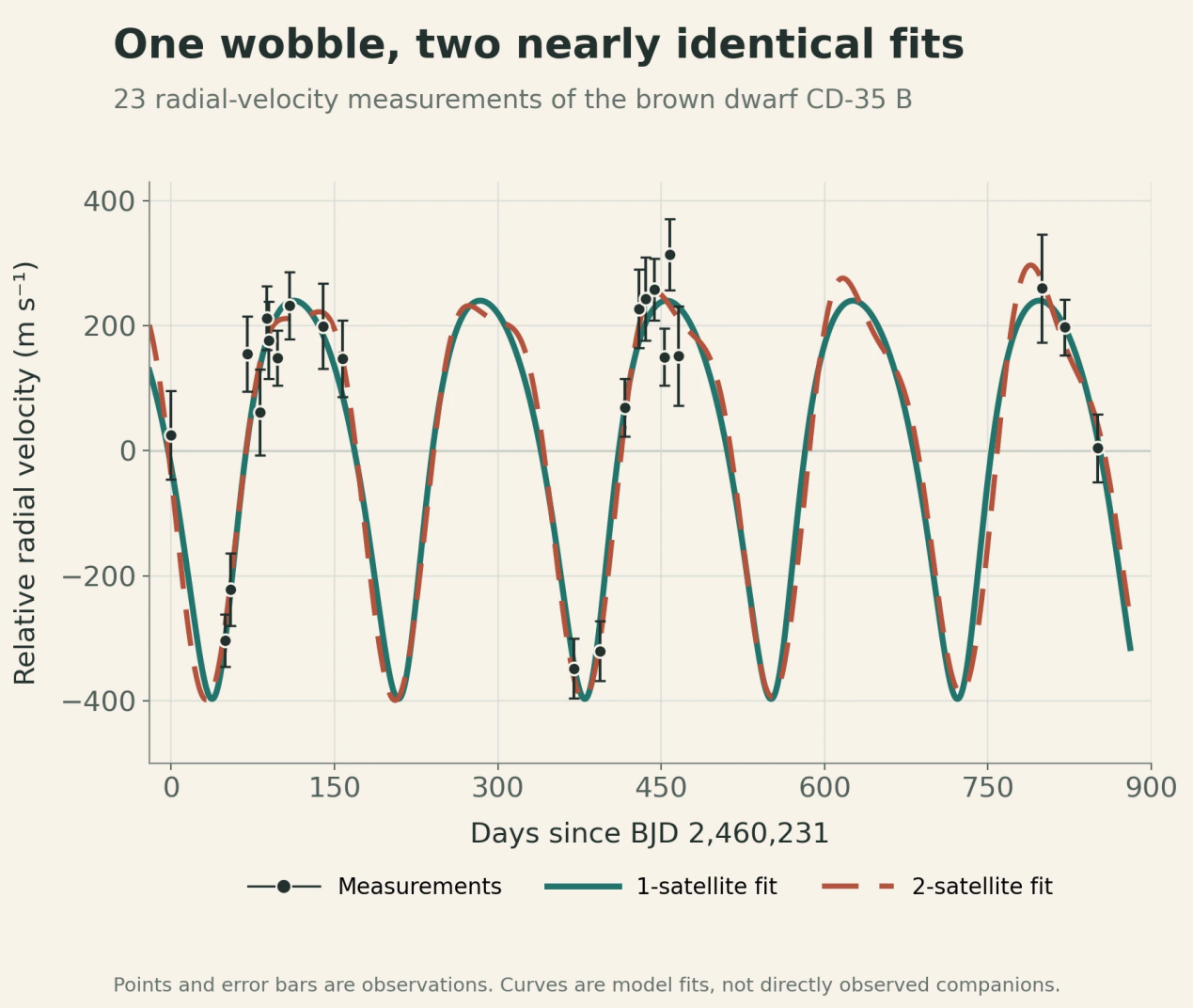
O pitică brună pare să oscileze la fiecare 171 de zile. O lume ascunsă ar putea să o tragă, dar datele permit încă și două

Astronomii pot vedea CD-35 2722 B ca pe un punct de lumină distinct, separat de steaua în jurul căreia se deplasează. Este o pitică brună, aflată ca masă între planetele gigante și stele: la aproximativ 37 de mase ale lui Jupiter, este mai masivă decât o planetă gigantică obișnuită, dar nu este o stea normală care arde hidrogen. Ei nu pot vedea obiectul mai mic care ar putea orbita însăși pitica brună. Dacă ar fi confirmat, obiectul cel mai interior ar transforma sistemul în prima ierarhie observată în care un satelit orbitează un obiect substelar mai mare, care la rândul său orbitează o stea.

Ceea ce observă în schimb este un ritm. În unele nopți, lumina piticei brune este deplasată ușor în timp ce obiectul se apropie de Pământ. În altele, este deplasată în timp ce se îndepărtează. Tiparul se repetă aproximativ la fiecare **171 de zile**.

Această mișcare înainte și înapoi este ceea ce poate produce un companion nevăzut: în timp ce două obiecte orbitează un centru comun de masă, cel mai mic se deplasează în jurul celui mai mare, dar și cel mai mare descrie o buclă mult mai mică. Dacă ritmul este orbital, o nouă lucrare din Nature prezintă drept explicație preferată a buclei măsurate în jurul lui CD-35 2722 B un singur obiect cu masă planetară.

Este o posibilitate remarcabilă, nu fotografia unei luni. Douăzeci și trei de nopți de observații de calitate ridicată dezvăluie un semnal periodic puternic. Transformarea acelui semnal într-o lume necesită un model, iar datele actuale permit încă mai mult de o arhitectură. Nici nu exclud complet schimbări lente în pitica brună însăși.



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

Punctele negre și barele de eroare sunt cele 23 de măsurători nocturne ale vitezei radiale. Curbele continuă și întreruptă sunt cele mai bune ajustări pentru modelele cu unul și, respectiv, doi sateliți. Aproape se suprapun, arătând de ce datele pot dezvălui o oscilație periodică fără să determine încă arhitectura sistemului; nicio curbă nu este o imagine directă a unui companion.

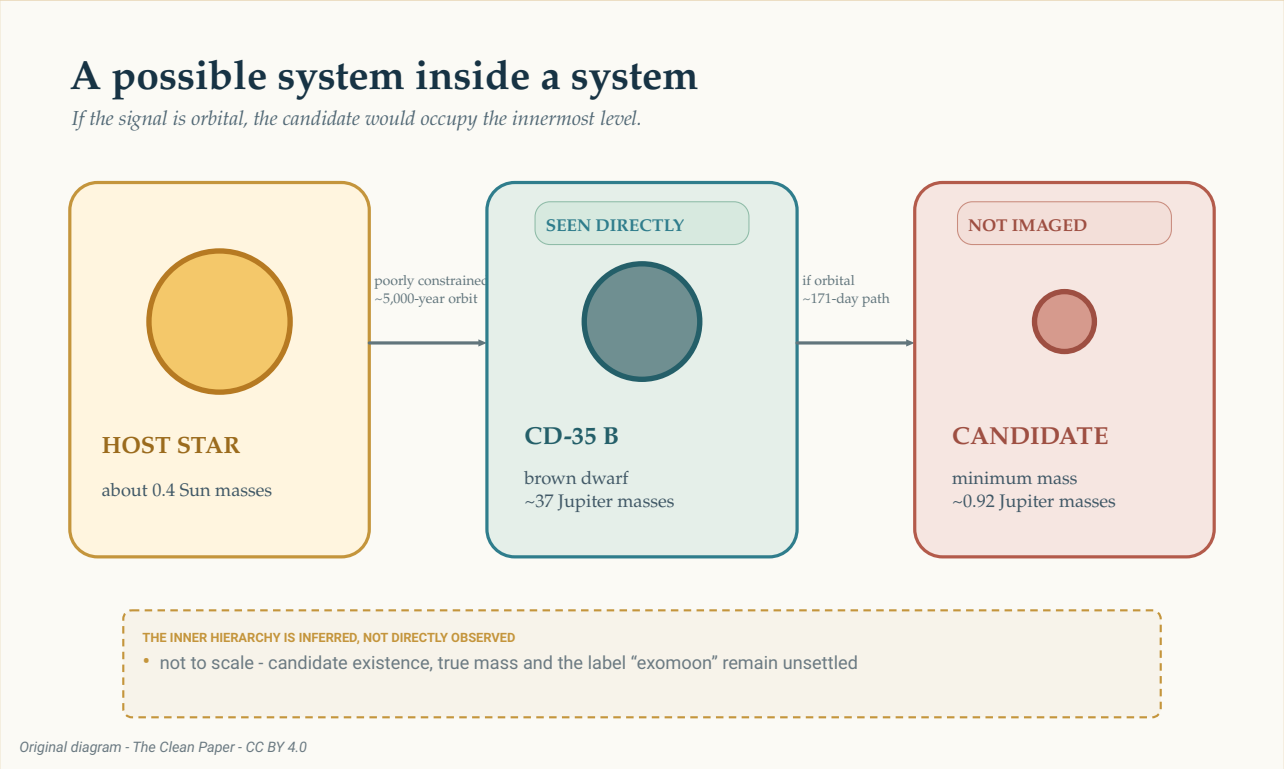
Original chart — The Clean Paper; data from Hoy et al., Nature (2026), Figure 1 source workbook CC BY 4.0

Un sistem în interiorul altui sistem

CD-35 2722 B este o **pitică brună**: un obiect aflat între categoriile familiare. Este mai masivă decât o planetă gigantică obișnuită, dar nu suficient de masivă pentru a străluci ca o stea normală care arde hidrogen. Lucrarea folosește o masă estimată de aproximativ **37 de mase ale lui Jupiter**.

Pitica brună a fost descoperită prin imagistică directă, ceea ce înseamnă că telescoapele au separat lumina ei de cea a stelei-gazdă. Pe cer, apare la aproximativ 2,8 secunde de arc de stea. Orbita largă care leagă perechea este slab cunoscută, dar estimările actuale sugerează un traseu foarte alungit, parcurs în aproximativ **5.000 de ani**.

Dacă semnalul periodic este orbital, arhitectura dedusă ar plasa candidatul cu un nivel mai adânc: o stea orbitată de o pitică brună, care este la rândul ei orbitată de un companion cu masă planetară.



Dacă semnalul este orbital, candidatul ar ocupa nivelul cel mai interior al acestei posibile ierarhii. Numai pitica brună a fost văzută direct. Orbita exterioară în jurul stelei este slab constrânsă, iar traseul interior de aproximativ 171 de zile este dedus din oscilația măsurată a piticei brune. Dimensiunile și distanțele nu sunt la scară.

The Clean Paper CC BY 4.0

Această posibilă ierarhie este ușor de desenat. Realitatea sa fizică și vocabularul nu sunt stabilite. Un corp cu masă planetară care orbitează o pitică brună este o lună, o planetă sau pur și simplu un satelit? Astronomii nu au o regulă acceptată care să rezolve întrebarea. Lucrarea folosește, prin urmare, termenul mai larg de **exosatelit**.

Cum au devenit 23 de nopți o oscilație

Echipa a observat CD-35 2722 B — vezi intrarea sa în NASA Eyes on Exoplanets — cu CRIRES+, un spectrograf de înaltă rezoluție instalat pe Very Large Telescope al Observatorului European Austral. Între octombrie 2023 și februarie 2026, cercetătorii au obținut 26 de epoci de observație. Una avea un semnal prea slab, iar două realizate pe vreme nefavorabilă au fost respinse și repetate, rămânând **23 de nopți de calitate ridicată**.

Un spectrograf descompune lumina într-un model detaliat de linii. Când sursa se apropie sau se îndepărtează de Pământ, aceste linii se deplasează cu o cantitate minusculă. Măsurătorile repetate ale acestei mișcări de-a lungul liniei de vizare se numesc **viteze radiale**. Ele nu arată corpul ascuns.

Arată cum s-ar putea mișca obiectul observat sub acțiunea unei atracții nevăzute.

Cea mai puternică periodicitate a măsurătorilor se află în jurul a 170 de zile. Ea depășește **pragul de probabilitate a unei alarme false de 0,1%** al studiului. Pragul întreabă cât de des ar produce zgomotul, sub ipotezele testului, un vârf al periodogramei cel puțin atât de puternic. Nu înseamnă o probabilitate de 99,9% ca un satelit să existe și nu spune, de unul singur, dacă este vorba despre unul sau două corpuri.

> **Ce poate stabili un semnal de viteză radială?**
>
> Viteza radială transformă deplasările repetate ale liniilor spectrale în măsurători ale mișcării spre observator și dinspre acesta. Un tipar repetitiv poate fi ajustat cu ecuațiile unei orbite, permițând cercetătorilor să deducă perioada, amplitudinea oscilației măsurate și o masă minimă a companionului.
> Metoda nu fotografiază însă direct companionul. Atmosfera unei stele sau a unui obiect substelar poate deplasa și ea liniile spectrale, programul observațiilor poate crea ritmuri înșelătoare, iar configurații orbitale diferite se pot imita reciproc. Semnalul, explicația sa fizică și numele dat obiectului dedus sunt întrebări separate.

Eșantionarea merită atenție înaintea răspunsului orbital. Patru măsurători de viteză radială deosebit de joase au o influență importantă asupra tiparului. Au apărut în două perechi, în condiții raportate ca bune, și niciuna singură nu a creat semnalul atunci când autorii au repetat analiza eliminând pe rând fiecare punct. Chiar și așa, au fost observate numai anumite porțiuni ale fazelor orbitale posibile. Douăzeci și trei de nopți împrăștiate pe mai mult de doi ani nu sunt echivalente cu o acoperire continuă.

Autorii au testat și un posibil artefact semianual. O corecție imperfectă a mișcării schimbătoare a Pământului sau a profilului instrumentului ar putea crea un semnal anual fals, pe care eșantionarea să îl transforme într-o perioadă de jumătate de an terestru, adică **182,5 zile**. Perioada preferată este de **171,11 zile**, cu o incertitudine de +0,53/-0,36 zile; autorii raportează că aceasta se află la aproximativ 20 de deviații standard de 182,5 zile. Ei nu au găsit nici corelații cu mișcarea Pământului, calitatea imaginii atmosferice, vaporii de apă din atmosferă sau proprietățile instrumentului pe care le-au examinat. Sunt controale importante. Ele fac explicația orbitală suficient de convingătoare pentru modelare, dar nu identifică singure obiectul.

Cel mai simplu răspuns orbital: un companion

În modelul preferat, un singur obiect urmează o orbită excentrică, adică ușor alungită, în jurul piticei brune la fiecare 171,11 zile. Orbita ajustată are o excentricitate de aproximativ **0,27** și o semiaxă mare de aproximativ **0,200 unități astronomice** — în jur de o cincime din distanța medie Pământ–Soare.

Oscilația măsurată are o amplitudine de aproximativ **318 metri pe secundă**. Din această mișcare, modelul obține pentru companion o masă minimă de aproximativ **0,92 mase ale lui Jupiter**.

Cuvântul *minimă* contează. Viteza radială măsoară numai componenta mișcării orbitale orientată spre noi și dinspre noi. Dacă orbita este văzută din muchie, cea mai mare parte a mișcării apare pe această direcție. Dacă este văzută mai mult din față, o mare parte a mișcării traversează cerul, iar pentru a produce aceeași oscilație măsurată ar fi necesar un companion mai masiv.

Astronomii scriu rezultatul drept **m sin(i)**: masa înmulțită cu sinusul înclinației necunoscute a orbitei, adică unghiul de vizare. Datele constrâng produsul, nu masa adevărată singură. Aproximativ 0,92 mase ale lui Jupiter reprezintă, prin urmare, o limită inferioară, nu măsurarea exactă a masei obiectului.

> **De ce unghiul de vizare ascunde masa?**
>
> Imaginează-ți că privești o pistă circulară din lateral. Alergătorul se deplasează repetat spre tine și dinspre tine, astfel încât această componentă a mișcării este ușor de măsurat. Privește apoi aceeași pistă de sus. Alergătorul se mișcă mai ales transversal în câmpul vizual și aproape deloc spre tine sau dinspre tine.
> Viteza radială vede numai prima componentă. Factorul matematic `sin(i)` descrie cât din mișcarea orbitală este orientată de-a lungul liniei noastre de vizare. Până când înclinația `i` devine cunoscută, masa dedusă rămâne una minimă.

Autorii au întrebat apoi dacă orbita poate persista, în loc ca sistemul să se destabilizeze rapid. Testele numerice au găsit modelul cu un singur companion în general stabil. Aceasta îl face o interpretare fizic plauzibilă a semnalului. Nu constituie o a doua detecție.

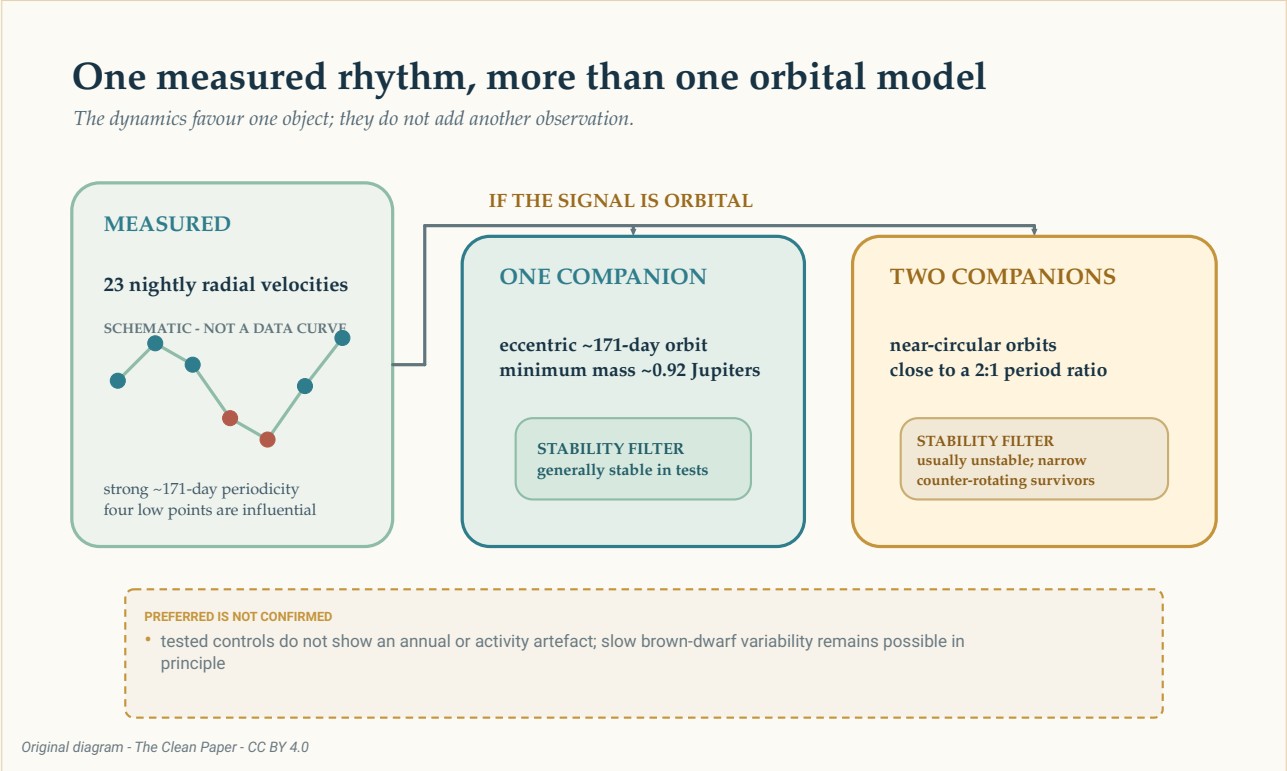
Răspunsul incomod: doi companioni pot imita unul

Un semnal de viteză radială excentric are o ambiguitate cunoscută. În anumite condiții, două obiecte aflate pe orbite aproape circulare, unul având o perioadă de aproximativ două ori mai lungă decât celălalt, pot produce împreună un tipar care seamănă cu cel al unui singur obiect pe o orbită alungită.

Ambiguitatea apare și aici. Un model cu doi companioni poate ajusta măsurătorile actuale printr-un semnal exterior de aproximativ 171 de zile și unul interior cu perioadă mai scurtă. Deoarece momentele observațiilor nu acoperă uniform fiecare fază, semnalul mai scurt are mai multe soluții alias. Fiindcă cele 23 de nopți selectate lasă pauze lungi, perioade de încercare diferite pot include numere diferite de cicluri nevăzute între vizite și se pot alinia totuși la aceleași măsurători. Perioadele candidate din jurul a 14, 70, 88 și 115 zile sunt, așadar, ajustări alternative ale unui singur semnal mai scurt, slab eșantionat, nu patru ritmuri detectate independent.

Autorii resping fereastra slab constrânsă de 13–17 zile. În acea regiune, ajustarea nu izolează o perioadă convingătoare: numeroase soluții foarte apropiate sub aproximativ 20 de zile pot reproduce măsurătorile rare, ceea ce face probabil ca întreaga fereastră să fie un artefact de eșantionare. Dintre ferestrele rămase, soluția de aproximativ 88 de zile se potrivește mai bine decât alternativele de aproximativ 70 și 115 zile, dar nu suficient de bine pentru ca lucrarea să afirme existența unei a doua perioade cunoscute. În cea mai bună ajustare tabelată, masa minimă a obiectului exterior este

de aproximativ 0,87 mase ale lui Jupiter, iar a celui interior de aproximativ 0,22 mase ale lui Jupiter. Aceste numere descriu un model mai puțin favorizat; nu sunt măsurători ale a două lumi confirmate.



Dacă semnalul de aproximativ 171 de zile este orbital, același tipar general al vitezei radiale poate fi reprezentat de un singur companion excentric sau de doi companioni cu orbite aproape circulare și perioade apropiate de raportul doi la unu. Testele de stabilitate favorizează interpretarea cu un singur obiect, dar nu transformă modelul într-o imagine și nu exclud toate formele de variabilitate lentă a piticei brune.

The Clean Paper CC BY 4.0

Calculele de stabilitate clarifică această comparație. Majoritatea configurațiilor testate cu doi companioni au expulzat unul dintre obiecte în câteva sute de ani simulați. Configurațiile supraviețuitoare ocupau o regiune îngustă și neobișnuită, în care orbitele se aflau aproape în același plan, dar se desfășurau în sensuri opuse. Steaua-gazdă introducea alte regiuni instabile.

Acesta este un motiv pentru a prefera un singur companion excentric în locul sistemelor testate cu doi companioni. Nu demonstrează că natura a ales modelul mai simplu. Stabilitatea filtrează interpretările posibile după măsurarea vitezelor radiale; nu adaugă un nou punct observat pe curbă.

Cum poate o orbită excentrică să arate ca două orbite circulare?

O orbită perfect circulară produce o undă simplă și repetitivă a vitezei radiale. O orbită excentrică adaugă deformări acestei unde. Două orbite circulare cu perioade apropiate de raportul doi la unu se pot combina astfel încât un semnal să ofere ritmul principal, iar celălalt o deformare asemănătoare.

Aceasta este o **degenerescență orbitală**: sisteme fizice diferite produc măsurători asemănă-

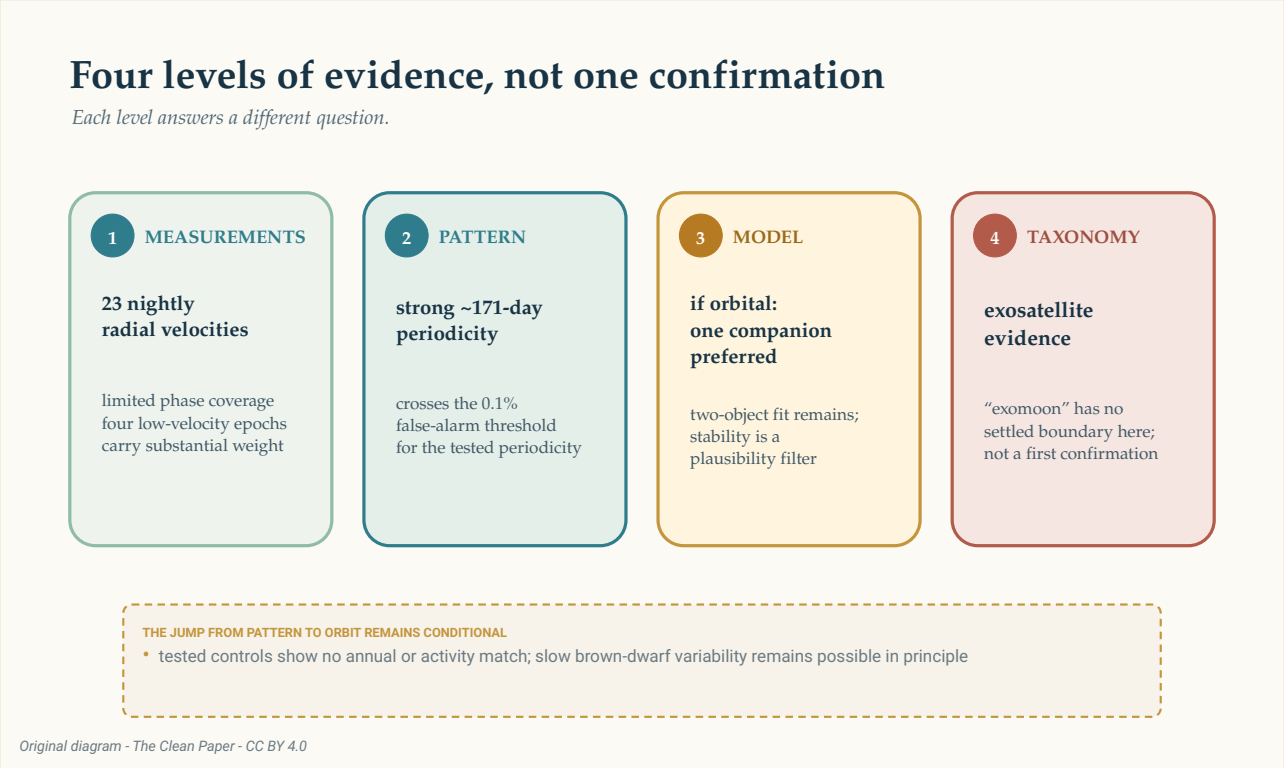
> toare. Mai multe observații realizate în momentele în care modelele prezic viteze diferite pot decide între ele. Un test dinamic ajută întrebând dacă fiecare sistem propus ar putea supraviețui, dar nu poate înlocui acele observații.

Ar putea ritmul proveni din pitica brună?

O pitică brună nu este o masă de test tăcută. Atmosfera ei se rotește, formează nori și poate avea activitate magnetică. Schimbarea tiparelor de suprafață poate modifica forma liniilor spectrale și poate imita mișcarea.

Perioada maximă de rotație estimată a lui CD-35 2722 B este de aproximativ **0,65 zile**, mult mai scurtă decât 171 de zile. Echipa nu a recuperat un semnal puternic al rotației scurte sau un semnal convingător asemănător norilor ori granulației în modelele de activitate testate. A examinat și eșantionarea anuală și mărimile instrumentale, fără să găsească o potrivire cu ritmul de 171 de zile.

Aceste verificări restrâng alternativele, dar lucrarea nu afirmă că întreaga variabilitate intrinsecă a fost eliminată. Activitatea magnetică pe durate lungi sau circulația atmosferică din pitica brună nu pot fi excluse în principiu. Această posibilitate rămasă trebuie așezată lângă modelele orbitale, nu ascunsă după ele.



Dovezile urcă prin niveluri distincte: 23 de viteze radiale nocturne cu acoperire de fază limitată, o periodicitate puternică de aproximativ 171 de zile, un model preferat cu un singur companion dacă semnalul este orbital și, în final, eticheta încă nerezolvată de „exolună". Scara separă măsurarea, tiparul statistic, interpretarea fizică și

taxonomia; nu este o săgeată de confirmare.

The Clean Paper CC BY 4.0

Este o exolună?

În Sistemul Solar, o lună orbitează o planetă. CD-35 2722 B este o pitică brună, iar masa reală a companionului dedus nu este încă cunoscută. Denumirile familiare încep să fie forțate atunci când un obiect se află aproape de granița planetă–pitică brună și altul aproape de granița lună–planetă.

Lucrarea nu revendică prima exolună confirmată. Spune că nicio exolună nu a fost încă detectată cu încredere, prezintă dovezi pentru un **exosatelit** cu masă planetară și numește sistemul un pas spre o detecție necontroversată. Discuția despre posibila noutate începe condiționat: dacă semnalul se va dovedi real.

Această prudență nu golește rezultatul de conținut. Măsurarea vitezelor radiale direct din lumina unui companion slab, o pitică brună, este dificilă. Dacă observațiile viitoare păstrează semnalul, sistemul ar demonstra că metodele de căutare a planetelor pot coborî încă un nivel într-o ierarhie cerească.

Un alt sezon de observații poate face mai mult decât să adauge puncte. Modelele cu unul și doi companioni prezic viteze diferite la anumite momente viitoare. Măsurătorile care umplu fazele orbitale lipsă pot testa persistența ritmului de 171 de zile, pot reduce influența celor patru puncte joase și pot face curbele concurente să se despartă.

Deocamdată, imaginea cea mai prudentă nu este o lună nouă plutind lângă o pitică brună. Este un spectru, repetat noapte după noapte, care poartă o mică deplasare periodică. În acel ritm s-ar putea afla o lume. Reușita constă în a afla cât de mult poate fi dedus fără să pretindem că inferența este deja completă.

Pe scurt

Astronomii au măsurat viteza radială a piticei brune fotografiate direct CD-35 2722 B în 23 de nopți de calitate ridicată, între octombrie 2023 și februarie 2026. Liniile sale spectrale prezintă o deplasare periodică puternică în jurul a 171 de zile. Modelul orbital preferat conține un singur companion excentric cu o masă minimă de aproximativ 0,92 mase ale lui Jupiter, dar masa reală este necunoscută deoarece înclinația orbitei nu este cunoscută. Doi companioni cu orbite aproape circulare pot imita același semnal general, deși majoritatea configurațiilor testate cu două obiecte au fost instabile dinamic. Patru epoci cu viteze scăzute au o influență importantă, iar acoperirea fazelor orbitale rămâne limitată: observațiile eșantionează numai anumite porțiuni ale posibilului ciclu de 171 de zile, în loc să îl urmărească neîntrerupt prin toate fazele. Testele nu au identificat rotația, eșantionarea anuală, vremea sau proprietățile instrumentale examinate drept sursa semnalului, dar variabilitatea piticei brune pe intervale lungi nu poate fi exclusă în principiu. Obiectul nevăzut nu a fost fotografiat direct,

modelul cu un singur obiect este preferat, nu confirmat, și nu există o regulă stabilită potrivit căreia un corp cu masă planetară care orbitează o pitică brună este o exolună.

Verificare fără exagerări

Ce a fost observat: Douăzeci și trei de măsurători nocturne ale vitezei radiale a lui CD-35 2722 B conțin o periodicitate puternică de aproximativ 171 de zile. Pitica brună a fost fotografiată direct; companionul propus nu.

Ce preferă autorii: Dacă semnalul este orbital, un singur companion excentric cu o masă minimă apropiată de cea a lui Jupiter oferă cea mai simplă interpretare plauzibilă dinamic a datelor actuale.

Ce rămâne deschis: Doi companioni pot ajusta vitezele radiale, deși sistemele testate sunt de obicei instabile; variabilitatea piticei brune pe intervale lungi nu este exclusă în principiu; iar unghiul de vizare necunoscut lasă nedeterminată masa reală a companionului.

Ce nu stabilește lucrarea: Prima exolună confirmată, un satelit văzut direct, existența exact a unui singur obiect orbital, o masă reală de 0,92 mase ale lui Jupiter sau o probabilitate de 99,9% ca modelul fizic preferat să fie corect.

Ce ar crește încrederea: Măsurători ulterioare ale vitezei radiale care să acopere mai multe faze orbitale, să testeze dacă semnalul de 171 de zile persistă și să eșantioneze momentele în care modelele cu unul și doi companioni fac predicții diferite.

Surse

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