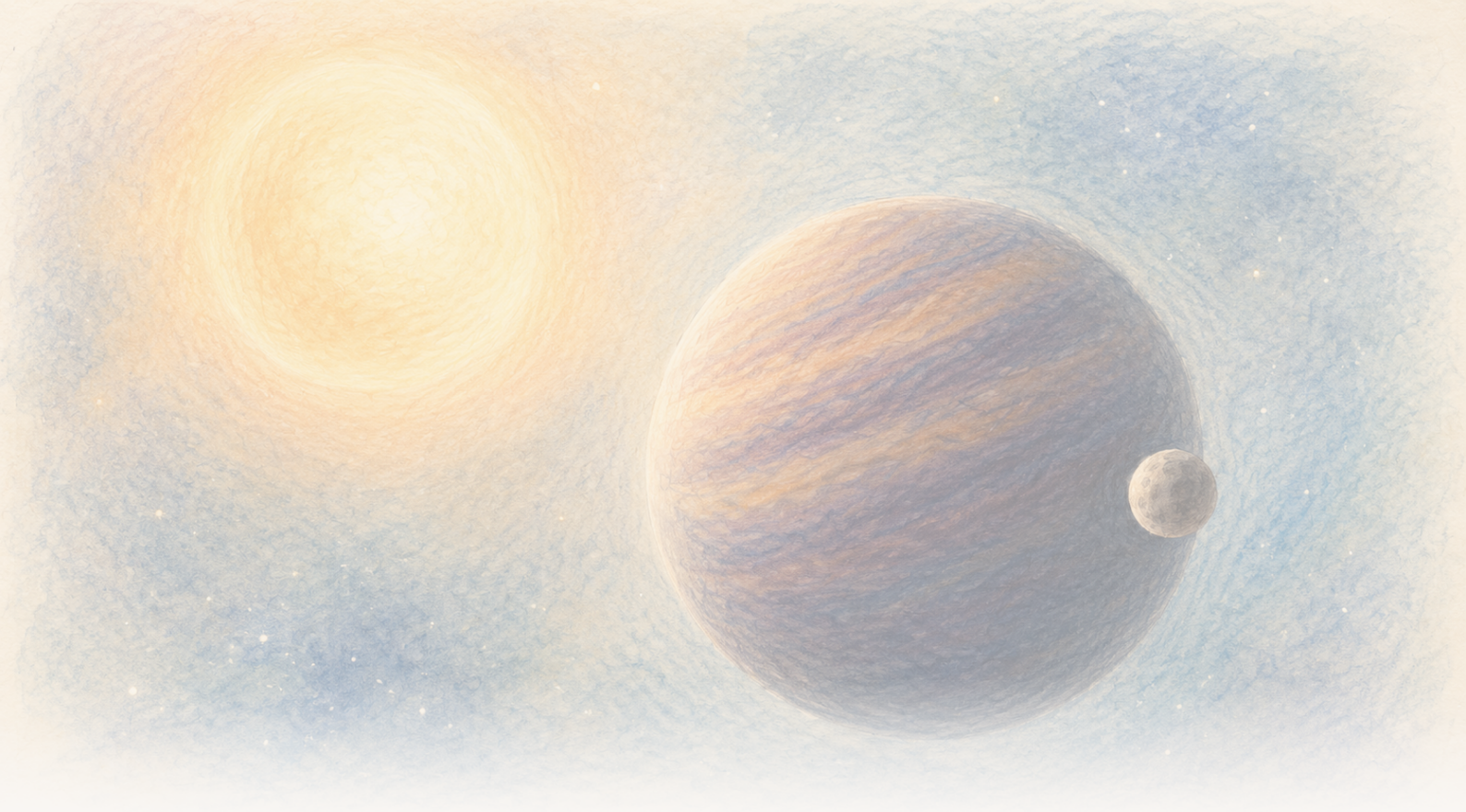


The Clean Paper

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

En brun dvärg tycks vackla var 171:e dag. En dold värld kan dra i den, men mätningarna tillåter fortfarande två

Tjugotre högkvalitativa spektra visar en stark periodisk förskjutning i rörelsen hos CD-35 2722 B. Den föredragna modellen är en excentrisk följeslagare med en minimimassa nära Jupiters, men en modell med två objekt kan efterlikna samma signal, långsam variation i den bruna dvärgen är fortfarande möjlig i princip och ordet "exomåne" saknar en fast gräns här.

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

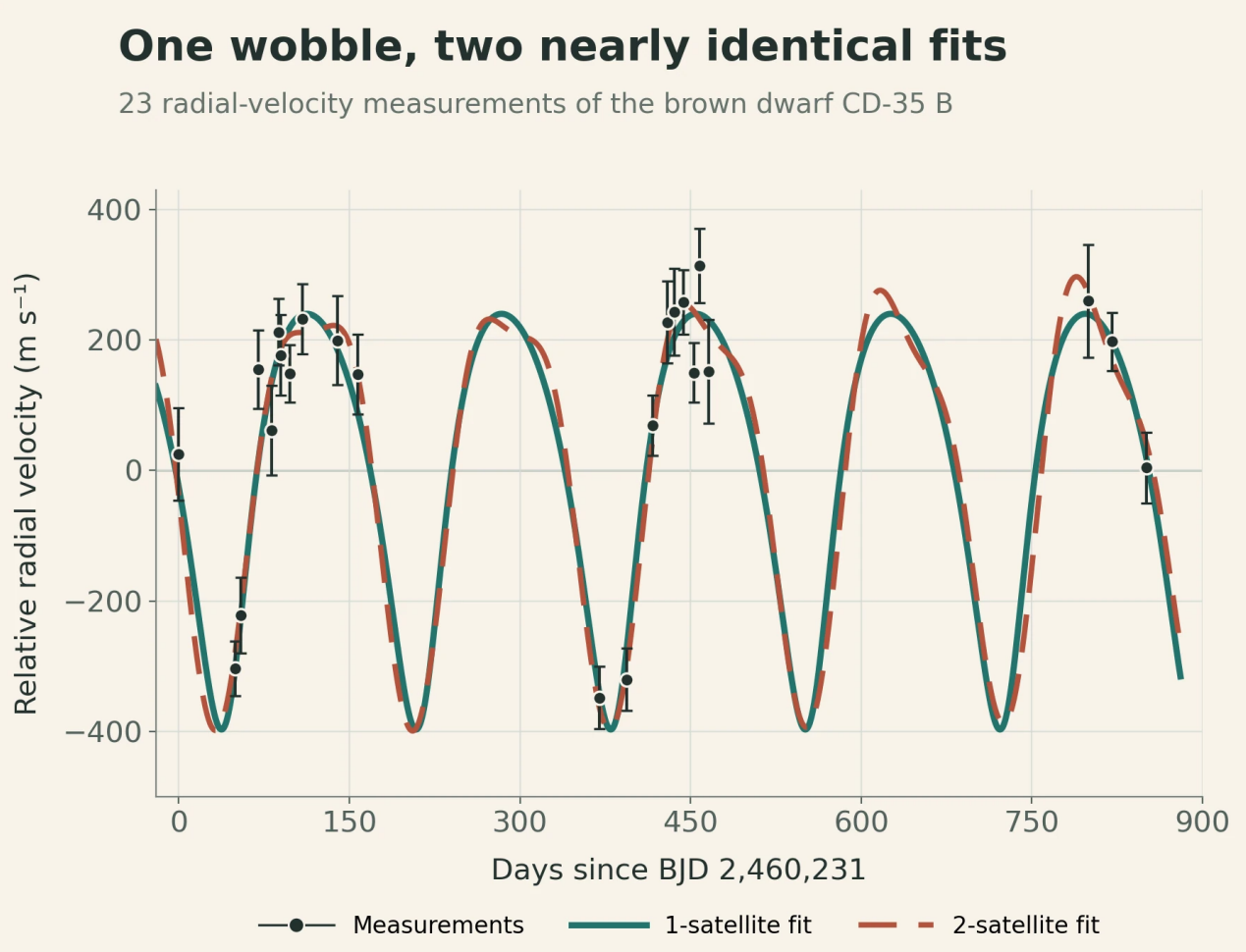
En brun dvärg tycks vackla var 171:e dag. En dold värld kan dra i den, men mätningarna tillåter fortfarande två

Astronomer kan se CD-35 2722 B som en egen ljuspunkt, skild från stjärnan som den kretsar kring. Det är en brun dvärg, i massområdet mellan jätteplaneter och stjärnor: med ungefär 37 Jupitermassor är den mer massiv än en typisk jätteplanet men inte en normal stjärna som förbränner väte. Det mindre objekt som kan kretsa kring själva den bruna dvärgen kan de däremot inte se. Om det bekräftas skulle detta bli den första observerade hierarkin där en satellit kretsar kring ett större substellärt objekt som i sin tur kretsar kring en stjärna.

Det de ser i stället är en rytm. Vissa nätter är ljuset från den bruna dvärgen en aning förskjutet när den rör sig mot jorden. Andra nätter är det förskjutet när den rör sig bort. Mönstret återkommer ungefär var **171:e dag**.

En osedd följeslagare kan orsaka just en sådan fram- och återgående rörelse: när två objekt kretsar kring ett gemensamt masscentrum rör sig det mindre runt det större, men även det större gör en mycket mindre slinga. Om rytmen är orbital presenterar en ny Nature-studie ett objekt med planetmassa som den föredragna förklaringen till den uppmätta rörelsen hos CD-35 2722 B.

Det är en anmärkningsvärd möjlighet, inte ett fotografi av en måne. Tjugotre observationsnätter av hög kvalitet visar en stark periodisk signal. För att omvandla signalen till en värld krävs en modell, och dagens data tillåter fortfarande mer än en systemarkitektur. De utesluter inte heller helt långsamma förändringar i den bruna dvärgen själv.



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

De svarta punkterna och felstaplarna är de 23 nattliga radialhastighetsmätningarna. Den heldragna och den streckade kurvan är de bäst anpassade modellerna med en respektive två satelliter. Att de nästan sammanfaller visar varför data kan avslöja en periodisk vackling utan att ännu bestämma systemets arkitektur; ingen av kurvorna är en direkt bild av en följeslagare.

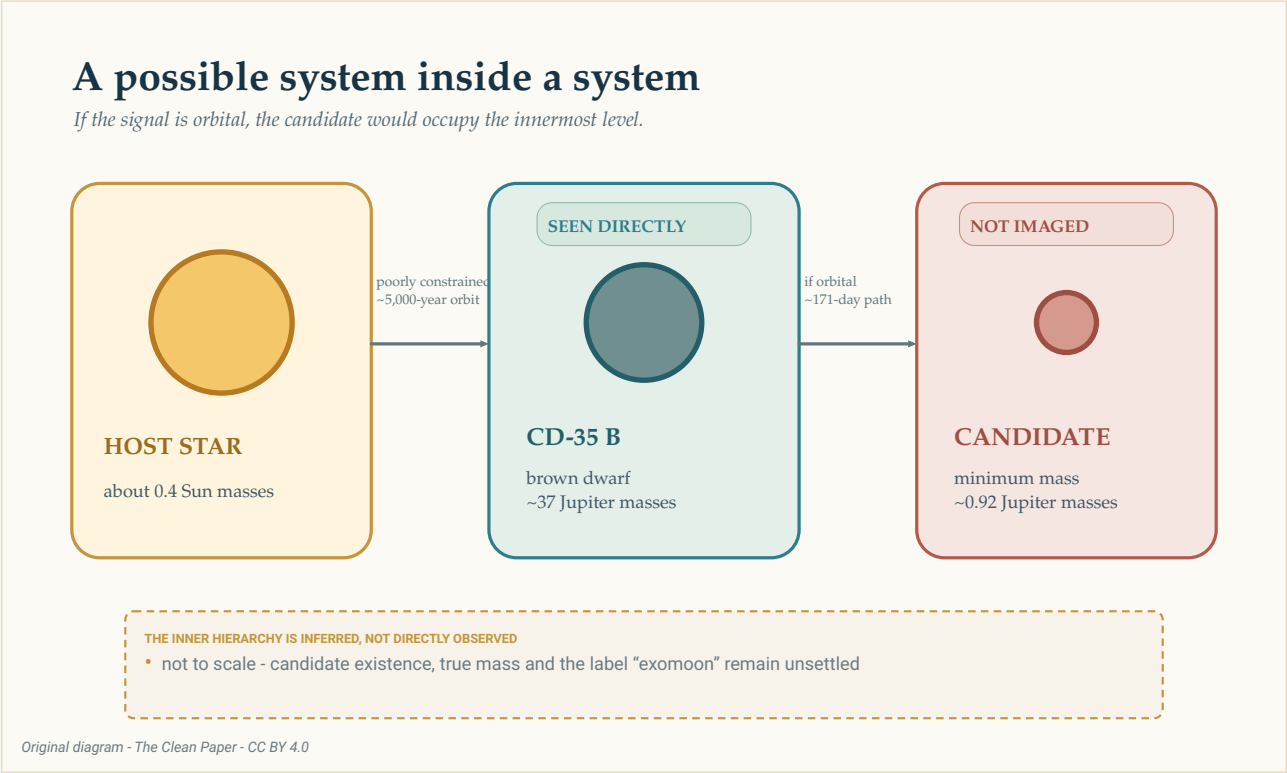
Original chart — The Clean Paper; data from Hoy et al., Nature (2026), Figure 1 source workbook CC BY 4.0

Ett system inuti ett system

CD-35 2722 B är en **brun dvärg**: ett objekt mellan välbekanta kategorier. Den är mer massiv än en typisk jätteplanet men inte tillräckligt massiv för att lysa som en normal stjärna som förbränner väte. Studien använder en uppskattad massa på omkring **37 Jupitermassor**.

Den bruna dvärgen upptäcktes genom direkt avbildning, vilket betyder att teleskopen kunde upplösa dess ljus separat från värdstjärnans. På himlen syns den ungefär 2,8 bågsekunder från stjärnan. Den vida bana som binder paret samman är dåligt känd, men nuvarande uppskattningar pekar på en starkt utdragen bana med en omloppstid på ungefär **5 000 år**.

Om den periodiska signalen är orbital skulle den härledda arkitekturen placera kandidaten ytterligare en nivå inåt: en stjärna som kretsas av en brun dvärg, med en följeslagare av planetmassa som kretsar kring den bruna dvärgen.



Om signalen är orbital skulle kandidaten ligga på den innersta nivån i denna möjliga hierarki. Endast den bruna dvärgen har setts direkt. Den yttre banan runt stjärnan är dåligt bestämd, medan den inre banan på ungefär 171 dagar härleds ur den bruna dvärgens uppmätta vackling. Storlekar och avstånd är inte skalenliga.

The Clean Paper CC BY 4.0

Den möjliga hierarkin är lätt att rita. Dess fysiska verklighet och benämningar är inte avgjorda. Räknas en kropp med planetmassa som kretsar kring en brun dvärg som en måne, en planet eller bara en satellit? Astronomin har ingen vedertagen regel som avgör frågan. Studien använder därför det bredare ordet **exosatellit**.

Hur 23 nätter blev en vackling

Forskargruppen observerade CD-35 2722 B (se dess post i NASA Eyes on Exoplanets) med CRIRES+, en högupplösande spektrograf på Europeiska sydobservatoriets Very Large Telescope. Mellan oktober 2023 och februari 2026 samlade de in 26 observationsepoker. En hade för svag signal, och två som gjordes i dåligt väder förkastades och upprepades. Kvar blev **23 nätter av hög kvalitet**.

En spektrograf delar upp ljus i ett detaljerat mönster av linjer. När ljuskällan rör sig mot eller bort från jorden förskjuts linjerna en mycket liten mängd. Upprepade mätningar av denna rörelse längs siktlinjen kallas **radialhastigheter**. De visar inte den dolda kroppen. De visar hur det observerade

objektet kan röra sig under påverkan av en osedd dragkraft.

Den starkaste periodiciteten i mätningarna ligger nära 170 dagar. Den passerar studiens **tröskel på 0,1 procent för falsklarmssannolikhet**. Tröskeln frågar hur ofta brus, under testets antaganden, skulle skapa en periodogramtopp som är minst lika stark. Det är inte en sannolikhet på 99,9 procent för att en satellit finns, och den säger i sig ingenting om huruvida det finns en följeslagare eller två.

> **Vad kan en radialhastighetssignal fastställa?**
>
> Radialhastighetsmetoden omvandlar upprepade förskjutningar av spektrallinjer till mätningar av rörelse mot och bort från observatören. Ett återkommande mönster kan anpassas med banekvationer, så att forskarna kan härleda en period, storleken på den uppmätta vacklingen och en minimimassa för följeslagaren.
> Men metoden fotograferar inte följeslagaren direkt. En stjärn- eller substellär atmosfär kan också förskjuta spektrallinjer, observationsscheman kan skapa vilseledande rytmer och olika banarrangemang kan efterlikna varandra. Signalen, dess fysiska förklaring och namnet på det härledda objektet är tre separata frågor.

Provtagningen förtjänar uppmärksamhet innan man går till banförklaringen. Fyra särskilt låga radialhastighetsmätningar väger tungt i mönstret. De kom i två par under rapporterat goda förhållanden, och ingen enskild punkt skapade signalen när författarna upprepade analysen efter att ha tagit bort en punkt i taget. Trots det har bara en del av de möjliga banfaserna provtagits. Tjugotre nätter fördelade över mer än två år är inte samma sak som kontinuerlig täckning.

Författarna testade också en möjlig halvårsartefakt. En ofullständig korrigering för jordens föränderliga rörelse eller instrumentprofilen skulle kunna skapa en falsk årssignal som provtagningen aliaserar till ett halvt jordår, eller **182,5 dagar**. Deras föredragna period är **171,11 dagar**, med en osäkerhet på +0,53/−0,36 dagar; författarna uppger att detta ligger omkring 20 standardavvikelser från 182,5 dagar. De rapporterar inte heller någon korrelation med jordens föränderliga rörelse, seeing, vattenånga i atmosfären eller de instrumentegenskaper som undersöktes. Det är viktiga kontroller. De gör en orbital förklaring tillräckligt övertygande för att modelleras, men identifierar inte objektet på egen hand.

Det enklaste orbitalsvaret: en följeslagare

I den föredragna modellen följer ett objekt en excentrisk, alltså något utdragen, bana runt den bruna dvärgen med en period på 171,11 dagar. Den anpassade banan har en excentricitet på omkring **0,27** och en halv storaxel på cirka **0,200 astronomiska enheter** — ungefär en femtedel av det genomsnittliga avståndet mellan jorden och solen.

Den uppmätta vacklingen har en amplitud på ungefär **318 meter per sekund**. Utifrån rörelsen ger modellen följeslagaren en minimimassa på cirka **0,92 gånger Jupiters massa**.

Ordet *minimum* är viktigt. Radialhastighet mäter bara den del av banrörelsen som går mot och bort

från oss. Om en bana ses från kanten ligger större delen av rörelsen längs den linjen. Om den ses mer rakt ovanifrån går mycket av rörelsen i stället tvärs över himlen, och en mer massiv följeslagare skulle krävas för att ge samma uppmätta vackling.

Astronomer skriver resultatet som **m sin(i)**: massan multiplicerad med sinus för banans okända inklination, eller betraktningsvinkel. Data begränsar produkten, inte den sanna massan ensam. Omkring 0,92 Jupitermassor är därför en nedre gräns, inte en exakt massmätning av objektet.

> **Varför döljer betraktningsvinkeln massan?**
>
> Föreställ dig att du ser en cirkulär löparbana från sidan. Löparen rör sig omväxlande mot och bort från dig, så den rörelsekomponenten är lätt att mäta. Titta nu på samma bana uppifrån. Löparen rör sig mest tvärs över synfältet och nästan inte alls mot eller bort från dig. Radialhastighet ser bara den första komponenten. Den matematiska faktorn `sin(i)` beskriver hur stor del av banrörelsen som pekar längs vår siktlinje. Tills inklinationen `i` är känd förblir den härledda massan ett minimum.

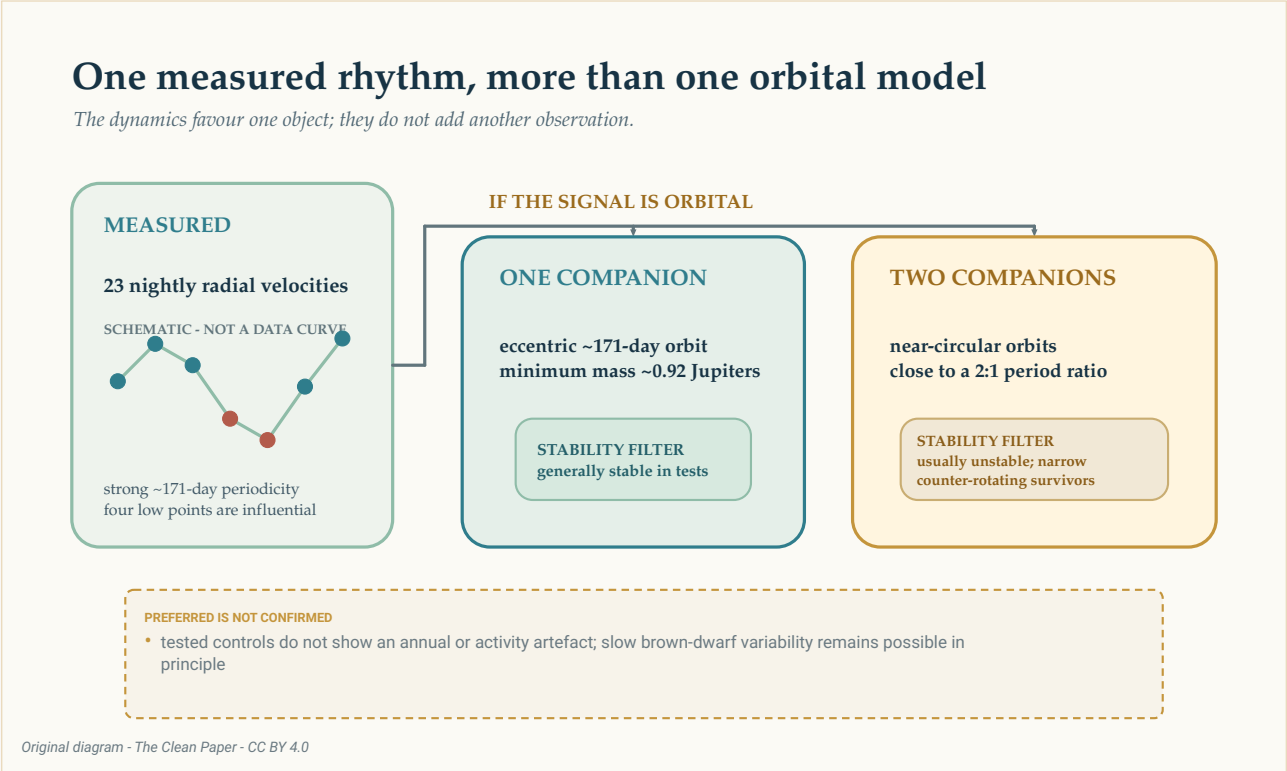
Författarna frågade sedan om banan kunde bestå i stället för att snabbt förstöra systemet. Deras numeriska tester fann att modellen med en följeslagare i allmänhet var stabil. Det gör den till en fysiskt rimlig tolkning av signalen. Det utgör inte en andra detektion.

Det besvärliga svaret: två följeslagare kan efterlikna en

En excentrisk radialhastighetssignal har en välkänd tvetydighet. Under vissa förhållanden kan två objekt i nästan cirkulära banor, där den ena omloppstiden är ungefär dubbelt så lång som den andra, tillsammans skapa ett mönster som liknar ett enda objekt i en utdragen bana.

Den tvetydigheten finns här. En modell med två följeslagare kan passa de nuvarande mätningarna med en yttre signal nära 171 dagar och en inre signal med kortare period. Eftersom observationstidpunkterna inte täcker varje fas jämnt har den kortare signalen flera alias. Eftersom de 23 utvalda nätterna lämnar långa luckor kan olika prövade perioder rymma olika antal osedda omlopp mellan besöken och ändå passa samma mätningar. Kandidatperioderna nära 14, 70, 88 och 115 dagar är därför alternativa anpassningar till en enda dåligt provtagen kortare signal, inte fyra oberoende upptäckta rytmer.

Författarna förkastar det dåligt bestämda intervallet på 13–17 dagar. Där isolerar anpassningen inte en övertygande period: många tätt liggande lösningar under omkring 20 dagar kan återskapa de glest tagna mätningarna, vilket gör hela intervallet till en trolig provtagningsartefakt. Bland de återstående intervallen passar lösningen på cirka 88 dagar bättre än alternativen kring 70 och 115 dagar, men inte tillräckligt mycket för att studien ska hävda en känd andra period. I den tabellerade bästa anpassningen är det yttre objektets minimimassa omkring 0,87 Jupitermassor och det inre objektets omkring 0,22 Jupitermassor. Talen beskriver en modell som bedöms som mindre sannolik; de är inte mätningar av två etablerade världar.



Om signalen på ungefär 171 dagar är orbital kan samma övergripande radialhastighetsmönster representeras av en excentrisk följeslagare eller av två nästan cirkulära följeslagare nära ett periodförhållande på två till ett. Stabilitetstesterna gynnar tolkningen med ett objekt, men de gör inte en modell till en bild och utesluter inte varje form av långsam variation i den bruna dvärgen.

The Clean Paper CC BY 4.0

Stabilitetsberäkningarna skärper jämförelsen. De flesta testade arrangemang med två följeslagare kastade ut ett objekt inom några hundra simulerade år. De överlevande konfigurationerna låg i ett smalt och ovanligt område där banorna nästan låg i samma plan men gick i motsatta riktningar. Värdstjärnan skapade ytterligare instabila områden.

Det är ett skäl att föredra en excentrisk följeslagare framför de testade systemen med två följeslagare. Det är inte ett bevis för att naturen valde den enklare modellen. Stabilitet filtrerar möjliga tolkningar efter att radialhastigheterna har mätts; den lägger inte till ännu en observerad punkt på kurvan.

Hur kan en excentrisk bana se ut som två cirkulära?

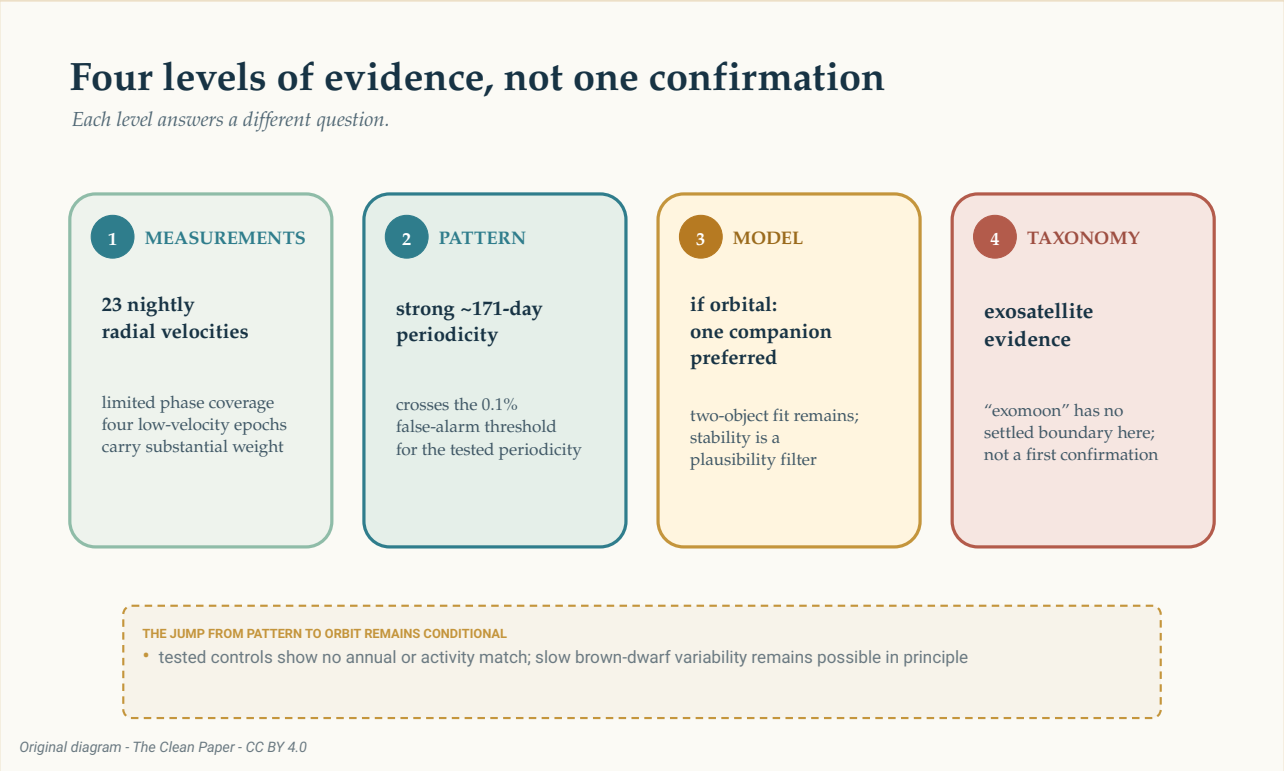
En perfekt cirkulär bana ger en enkel återkommande radialhastighetsvåg. En excentrisk bana lägger till förvrängningar i vågen. Två cirkulära banor med perioder nära förhållandet två till ett kan kombineras så att den ena signalen ger huvudrytmen och den andra en liknande förvrängning.
Detta är en **orbital degenerering**: olika fysiska system ger liknande mätningar. Fler observationer vid tidpunkter då modellerna förutspår olika hastigheter kan avgöra frågan. Ett dynamiktest hjälper genom att fråga om varje föreslaget system skulle kunna bestå, men det kan inte ersätta observationerna.

Kan rytmen komma från den bruna dvärgen?

En brun dvärg är inte en tyst testmassa. Dess atmosfär roterar, bildar moln och kan ha magnetisk aktivitet. Föränderliga ytmönster kan ändra spektrallinjernas form och efterlikna rörelse.

Den uppskattade maximala rotationsperioden för CD-35 2722 B är omkring **0,65 dagar**, mycket kortare än 171 dagar. Forskarna återfann ingen stark kort rotationssignal eller övertygande moln- eller granulationsliknande signal i de aktivitetsmodeller som de prövade. De undersökte också årlig provtagning och instrumentstorheter utan att hitta någon motsvarighet till 171-dagarsrytmen.

Kontrollerna begränsar alternativen, men studien hävdar inte att all inneboende variation har eliminerats. Magnetisk aktivitet eller atmosfärisk cirkulation på lång tidsskala i den bruna dvärgen kan i princip inte uteslutas. Den återstående möjligheten hör hemma bredvid banmodellerna, inte gömd efter dem.



Evidensen stiger genom tydligt skilda nivåer: 23 nattliga radialhastigheter med begränsad fastäckning, en stark periodicitet på cirka 171 dagar, en föredragen modell med en följeslagare om signalen är orbital och slutligen den omstridda etiketten "exomåne". Stegen skiljer mätning, statistiskt mönster, fysisk tolkning och taxonomi; de är inte en bekräftelsepil.

The Clean Paper CC BY 4.0

Är det en exomåne?

I solsystemet kretsar en måne kring en planet. CD-35 2722 B är en brun dvärg, och den härledda följeslagarens verkliga massa är ännu okänd. Välbekanta namn börjar ansträngas när ett objekt ligger nära gränsen mellan planet och brun dvärg och ett annat nära gränsen mellan måne och planet.

Studien hävdar inte att detta är den första bekräftade exomånen. Den säger att ingen exomåne ännu har upptäckts med hög säkerhet, presenterar belägg för en **exosatellit** med planetmassa och beskriver systemet som ett steg mot en oomstridd detektion. Diskussionen om möjlig nyhetsgrad börjar villkorligt: om signalen visar sig vara äkta.

Försiktigheten gör inte resultatet tomt. Det är svårt att mäta radialhastigheter direkt från en ljussvag brun dvärg som själv är en följeslagare. Om fortsatta observationer bevarar signalen skulle systemet visa att metoder för planetjakt kan nå ännu en nivå ned i en himmelsk hierarki.

Ännu en observationssäsong kan göra mer än att lägga till punkter. Modellerna med en och två följeslagare förutspår olika hastigheter vid vissa framtida tidpunkter. Mätningar som fyller de saknade banfaserna kan pröva om 171-dagarsrytmen består, minska inflytandet från de fyra låga punkterna och få de konkurrerande kurvorna att skiljas åt.

Den mest ärliga bilden just nu är inte en ny måne som hänger bredvid en brun dvärg. Det är ett spektrum, upprepat natt efter natt, som bär på en liten periodisk förskjutning. Det kan finnas en värld inuti rytmen. Framsteget ligger i att lära sig hur mycket som kan härledas ur den utan att låtsas att slutsatsen redan är fullständig.

Kort sammanfattning

Astronomer mätte radialhastigheten hos den direkt avbildade bruna dvärgen CD-35 2722 B under 23 nätter av hög kvalitet mellan oktober 2023 och februari 2026. Dess spektrallinjer visar en stark periodisk förskjutning nära 171 dagar. Den föredragna banmodellen innehåller en excentrisk följeslagare med en minimimassa på omkring 0,92 Jupitermassor, men den verkliga massan är okänd eftersom banans inklination är okänd. Två nästan cirkulära följeslagare kan efterlikna samma övergripande signal, även om de flesta testade konfigurationerna med två objekt var dynamiskt instabila. Fyra epoker med låg hastighet har stort inflytande och fastäckningen är fortfarande begränsad: observationerna provtar bara utvalda delar av den möjliga 171-dagarscykeln i stället för att följa den kontinuerligt genom varje fas. Tester identifierade inte rotation, årlig provtagning, väder eller de undersökta instrumentegenskaperna som källa, men långsam variation i den bruna dvärgen kan i princip inte uteslutas. Det osedda objektet avbildades inte direkt, modellen med ett objekt är föredragen snarare än bekräftad och det finns ingen vedertagen regel som säger att en kropp med planetmassa runt en brun dvärg är en exomåne.

Rakt på sak

Vad som observerades: Tjugotre nattliga radialhastighetsmätningar av CD-35 2722 B innehåller en stark periodicitet på ungefär 171 dagar. Själva den bruna dvärgen avbildades direkt; den föreslagna följeslagaren gjorde det inte.

Vad författarna föredrar: Om signalen är orbital ger en excentrisk följeslagare med en minimimassa nära Jupiters den enklaste dynamiskt rimliga tolkningen av dagens data.

Vad som fortfarande är öppet: Två följeslagare kan passa radialhastigheterna, även om de testade systemen oftast är instabila; långsam variation i den bruna dvärgen är inte utesluten i princip; och den okända betraktningsvinkeln gör den verkliga massan obestämd.

Vad studien inte fastställer: Den första bekräftade exomånen, en direkt sedd satellit, exakt ett kretsande objekt, en verklig massa på 0,92 Jupitermassor eller 99,9 procents sannolikhet för att den föredragna fysiska modellen är korrekt.

Vad som skulle öka tilltron: Fortsatta radialhastighetsmätningar som täcker fler banfaser, testar om 171-dagarssignalen består och görs vid tidpunkter då modellerna med en och två följeslagare ger olika förutsägelser.

Källor

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