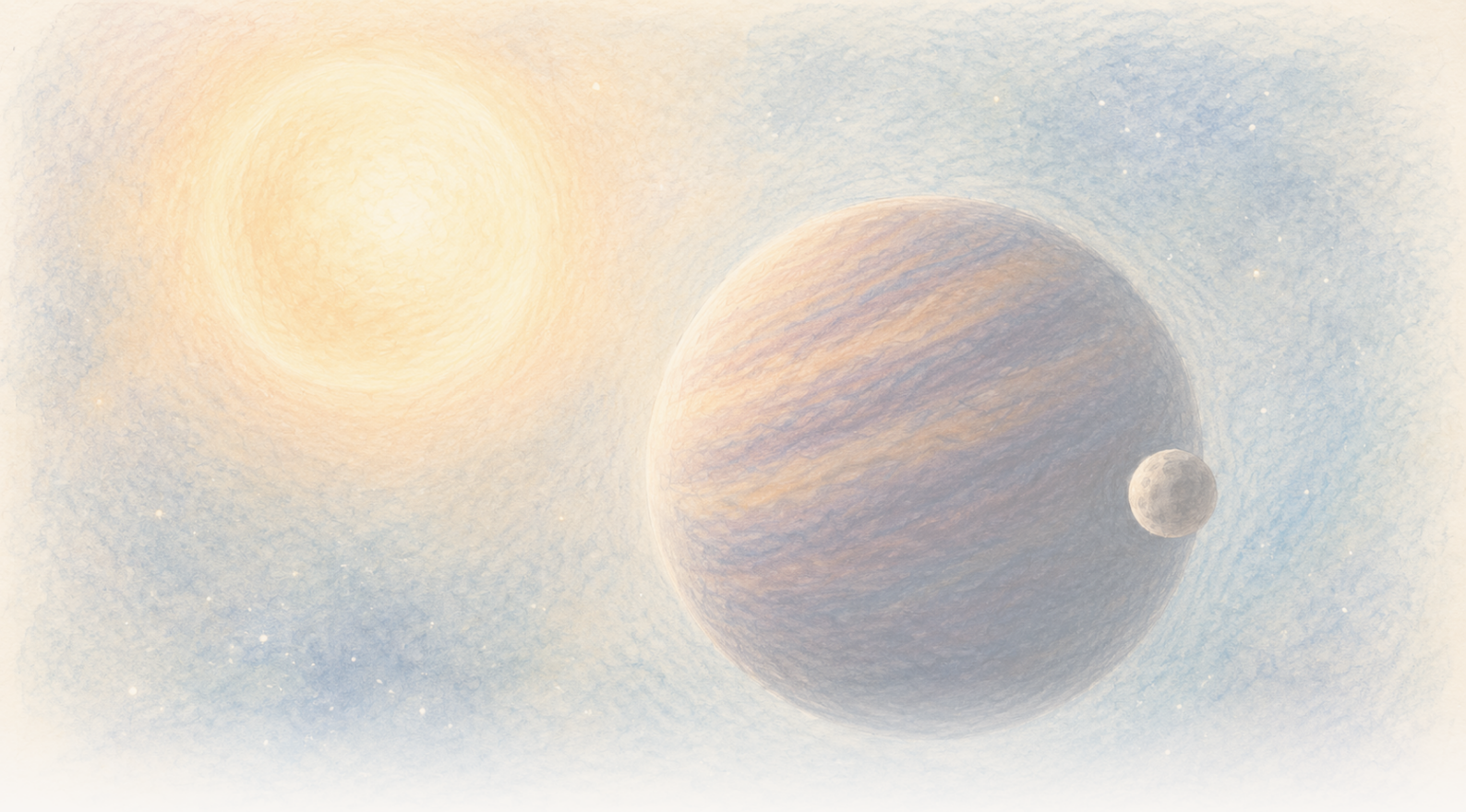


The Clean Paper

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

En brun dverg ser ut til å vugge hver 171. dag. Én skjult verden kan trekke i den, men dataene tillater fortsatt to

Tjuetre høykvalitetsspektre viser en sterk periodisk forskyvning i bevegelsen til CD-35 2722 B. Den foretrukne modellen er én eksentrisk ledsager med en minste masse nær Jupiters, men en modell med to objekter kan etterligne det samme signalet, langsom variasjon i den brune dvergen er fortsatt mulig i prinsippet, og ordet «eksomåne» har ingen fast grense her.

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

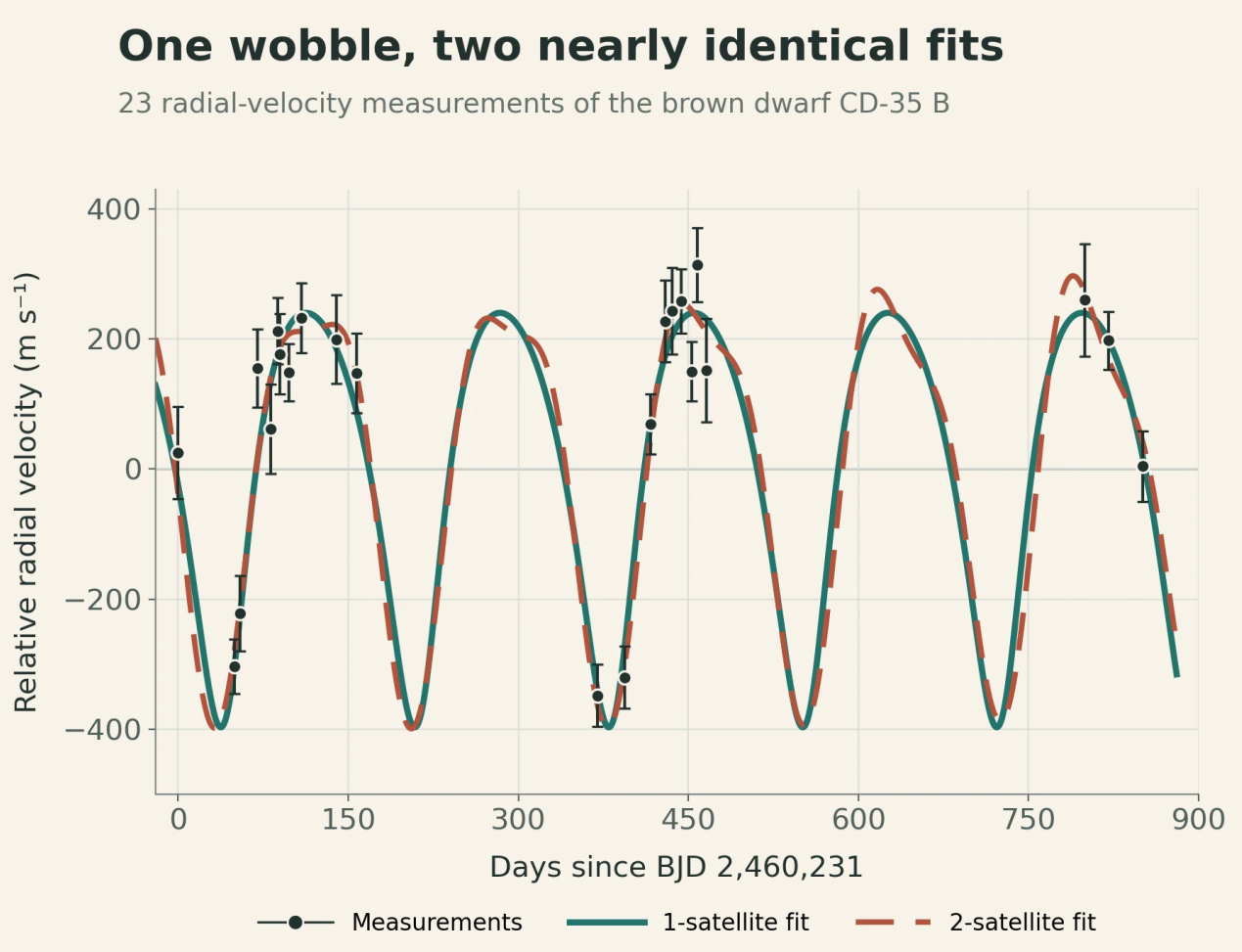
En brun dverg ser ut til å vakle hver 171. dag. Én skjult verden kan trekke i den, men dataene tillater fortsatt to

Astronomer kan se CD-35 2722 B som sitt eget lyspunkt, atskilt fra stjernen den går i bane rundt. Den er en brun dverg, i masseområdet mellom kjempeplaneter og stjerner: Med omtrent 37 Jupiter-masser er den mer massiv enn en typisk kjempeplanet, men ikke en vanlig stjerne som forbrenner hydrogen. Det mindre objektet som kanskje går i bane rundt selve den brune dvergen, kan de ikke se. Hvis det blir bekreftet, vil dette være det første observerte hierarkiet med en satellitt rundt et større substellart objekt som selv går i bane rundt en stjerne.

I stedet ser de en rytme. Enkelte netter er lyset fra den brune dvergen forskjøvet svakt fordi den beveger seg mot jorden. Andre netter er det forskjøvet fordi den beveger seg bort. Mønsteret gjentar seg omtrent hver **171. dag**.

Denne frem-og-tilbake-bevegelsen er det en usett ledsager kan skape: Når to objekter går i bane rundt et felles massesenter, går det mindre rundt det større, men det større beskriver også en langt mindre sløyfe. Hvis rytmen skyldes en bane, presenterer en ny Nature-artikkel ett objekt med planetmasse som den foretrukne forklaringen på sløyfen målt rundt CD-35 2722 B.

Det er en bemerkelsesverdig mulighet, ikke et fotografi av en måne. Tjuetre observasjonsnetter av høy kvalitet viser et sterkt periodisk signal. Å gjøre signalet til en verden krever en modell, og dagens data tillater fortsatt mer enn én arkitektur. De utelukker heller ikke fullstendig langsomme endringer i den brune dvergen selv.



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

De svarte punktene og feilmarginene er de 23 nattlige radialhastighetsmålingene. De heltrukne og stiplede kurvene er de best tilpassede modellene med én og to satellitter. At de nesten overlapper, viser hvorfor dataene kan avsløre en periodisk vakling uten ennå å bestemme systemets arkitektur; ingen av kurvene er et direkte bilde av en ledsager.

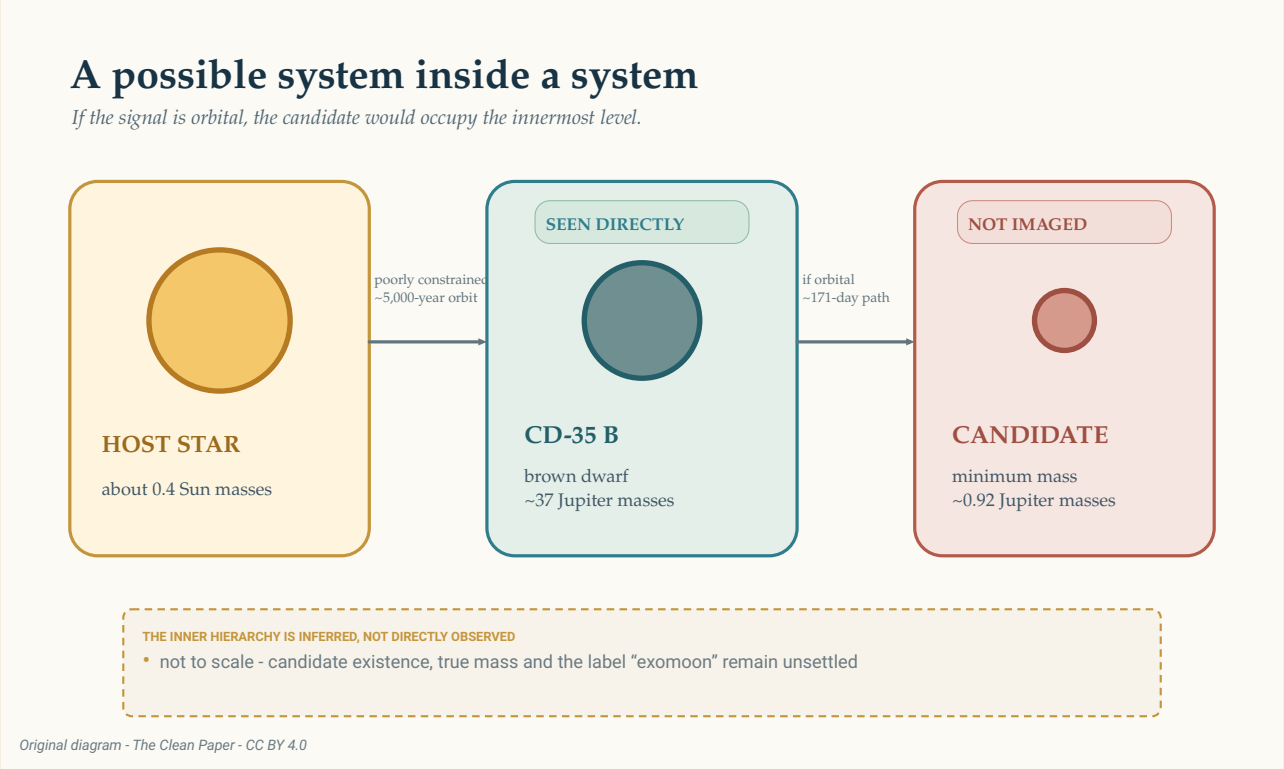
Original chart — The Clean Paper; data from Hoy et al., Nature (2026), Figure 1 source workbook CC BY 4.0

Et system inne i et system

CD-35 2722 B er en **brun dverg**: et objekt mellom kjente kategorier. Den er mer massiv enn en typisk kjempeplanet, men ikke massiv nok til å lyse som en vanlig hydrogenforbrennende stjerne. Artikkelen bruker en beregnet masse på omtrent **37 Jupiter-masser**.

Den brune dvergen ble oppdaget ved direkte avbildning, det vil si at teleskoper skilte lyset fra den fra lyset til vertsstjernen. På himmelen ligger den omtrent 2,8 buesekunder fra stjernen. Den brede banen som forbinder paret, er dårlig kjent, men dagens anslag antyder en svært langstrakt bane med en omløpstid på omtrent **5 000 år**.

Hvis det periodiske signalet skyldes en bane, vil den utledede arkitekturen plassere kandidaten ett nivå dypere: en stjerne som omgås av en brun dverg, med en ledsager med planetmasse i bane rundt den brune dvergen.



Hvis signalet skyldes en bane, vil kandidaten befinne seg på det innerste nivået i dette mulige hierarkiet. Bare den brune dvergen er sett direkte. Den ytre banen rundt stjernen er dårlig avgrenset, mens den omtrent 171 dager lange indre banen er utledet fra den målte vaklingen til den brune dvergen. Størrelser og avstander er ikke i målestokk.

The Clean Paper CC BY 4.0

Det mulige hierarkiet er lett å tegne. Den fysiske virkeligheten og ordbruken er ikke avgjort. Er et objekt med planetmasse som går i bane rundt en brun dverg, en måne, en planet eller ganske enkelt en satellitt? Astronomer har ingen akseptert regel som avgjør spørsmålet. Artikkelen bruker derfor det bredere ordet **eksosatellitt**.

Hvordan 23 netter ble til en vakling

Forskergruppen observerte CD-35 2722 B — se oppføringen i NASA Eyes on Exoplanets — med CRIRES+, en høyoppløselig spektrograf på European Southern Observatorys Very Large Telescope. Mellom oktober 2023 og februar 2026 fikk de 26 observasjonsepoker. Én hadde for lite signal, og to som ble tatt i dårlig vær, ble forkastet og gjentatt, slik at **23 netter av høy kvalitet** gjensto.

En spektrograf sprer lys i et detaljert mønster av linjer. Når kilden beveger seg mot eller bort fra jorden, forskyves linjene bitte litt. Gjentatte målinger av denne bevegelsen langs synslinjen kalles

radialhastigheter. De viser ikke det skjulte objektet. De viser hvordan objektet som observeres, kan bevege seg under et usett trekk.

Den sterkeste periodisiteten i målingene ligger nær 170 dager. Den passerer studiens terskel på **0,1 prosent falskalarm-sannsynlighet**. Denne terskelen spør hvor ofte støy, under testens antakelser, ville produsere en topp i periodogrammet som er minst like sterk. Den er ikke en sannsynlighet på 99,9 prosent for at en satellitt finnes, og sier i seg selv ingenting om det finnes én eller to ledsagere.

> **Hva kan et radialhastighetssignal fastslå?**
>
> Radialhastighet omgjør gjentatte forskyvninger i spektrallinjer til målinger av bevegelse mot og bort fra observatøren. Et gjentakende mønster kan tilpasses med baneligninger, slik at forskerne kan utlede en periode, størrelsen på den målte vaklingen og en minste masse for ledsageren.
> Metoden fotograferer imidlertid ikke ledsageren direkte. En stjerne- eller substellar atmosfære kan også forskyve spektrallinjer, observasjonsplaner kan skape villedende rytmer, og ulike baneordninger kan etterligne hverandre. Signalet, den fysiske forklaringen og navnet på det utledede objektet er separate spørsmål.

Prøvetakingen fortjener oppmerksomhet før den orbitale forklaringen. Fire spesielt lave radialhastighetsmålinger har betydelig vekt i mønsteret. De forekom i to par under rapportert gode forhold, og ingen enkelt av dem skapte signalet da forfatterne gjentok analysen etter å ha fjernet ett punkt om gangen. Likevel er bare deler av de mulige banefasene dekket. Tjuetre netter spredt over mer enn to år er ikke det samme som kontinuerlig dekning.

Forfatterne testet også en mulig halvårsartefakt. En ufullkommen korreksjon for jordens skiftende bevegelse eller instrumentprofilen kunne skape et falskt årssignal som prøvetakingen speilet til et halvt jordår, eller **182,5 dager**. Den foretrukne perioden er **171,11 dager**, med en usikkerhet på +0,53/−0,36 dager; forfatterne rapporterer at dette er omtrent 20 standardavvik fra 182,5 dager. De rapporterer også ingen korrelasjon med jordens skiftende bevegelse, seeing, atmosfærisk vanndamp eller instrumentegenskapene de undersøkte. Dette er viktige kontroller. De gjør en orbital forklaring overbevisende nok til å modelleres, men identifiserer ikke objektet alene.

Det enkleste orbitale svaret: én ledsager

I den foretrukne modellen følger ett objekt en eksentrisk, altså noe langstrakt, bane rundt den brune dvergen hver 171,11. dag. Den tilpassede banen har en eksentrisitet på omtrent **0,27** og en stor halvakse på omtrent **0,200 astronomiske enheter** — rundt en femtedel av gjennomsnittsavstanden mellom jorden og solen.

Den målte vaklingen har en amplitude på omtrent **318 meter per sekund**. Fra denne bevegelsen gir modellen ledsageren en minste masse på omtrent **0,92 Jupiter-masser**.

Ordet *minste* er viktig. Radialhastighet måler bare den delen av banebevegelsen som går mot og bort

fra oss. Hvis banen ses fra kanten, går mesteparten av bevegelsen langs denne linjen. Hvis den ses mer ovenfra, går mye av bevegelsen på tvers av himmelen, og en mer massiv ledsager kreves for å produsere den samme målte vaklingen.

Astronomer skriver resultatet som **m sin(i)**: masse multiplisert med sinus til banens ukjente inklinasjon, eller synsvinkel. Dataene avgrenser dette produktet, ikke den virkelige massen alene. Omtrent 0,92 Jupiter-masser er derfor en nedre grense, ikke en måling av objektets nøyaktige masse.

> **Hvorfor skjuler synsvinkelen massen?**
>
> Se for deg at du betrakter en sirkulær løpebane fra siden. Løperen beveger seg gjentatte ganger mot og bort fra deg, slik at denne komponenten er lett å måle. Se så ned på den samme banen ovenfra. Løperen beveger seg hovedsakelig på tvers av synsfeltet og nesten ikke mot eller bort fra deg.
> Radialhastighet ser bare den første komponenten. Den matematiske faktoren `sin(i)` beskriver hvor mye av banebevegelsen som peker langs synslinjen. Før inklinasjonen `i` er kjent, forblir den utledede massen en minsteverdi.

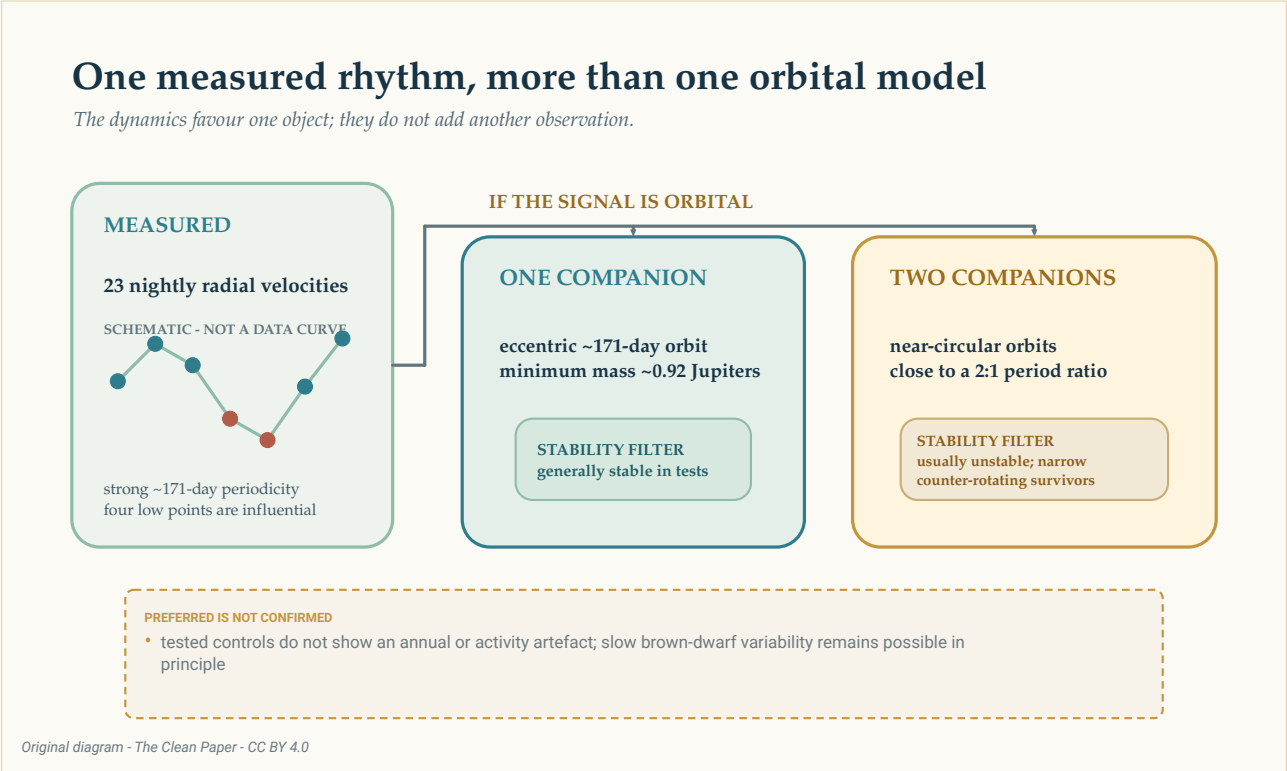
Forfatterne spurte deretter om banen kunne bestå i stedet for raskt å ødelegge seg selv. De numeriske testene fant at modellen med én ledsager stort sett var stabil. Det gjør den til en fysisk plausibel tolkning av signalet. Det utgjør ikke en ny påvisning.

Det besværlige svaret: To ledsagere kan etterligne én

Et eksentrisk radialhastighetssignal har en kjent tvetydighet. Under enkelte forhold kan to objekter i nesten sirkulære baner, der det ene bruker omtrent dobbelt så lang tid som det andre, skape et kombinert mønster som ligner ett objekt i en langstrakt bane.

Denne tvetydigheten finnes her. En modell med to ledsagere kan tilpasses dagens målinger med et ytre signal nær 171 dager og et indre signal med kortere periode. Fordi observasjonstidene ikke dekker alle faser jevnt, har det kortere signalet flere aliaser. Fordi de 23 utvalgte nettene etterlater lange hull, kan ulike prøveperioder romme ulike antall usette omløp mellom besøkene og likevel passe de samme målingene. Kandidatperiodene nær 14, 70, 88 og 115 dager er derfor alternative tilpasninger av ett dårlig dekket kortere signal, ikke fire uavhengig oppdagede rytmer.

Forfatterne avviser vinduet på 13 til 17 dager som dårlig avgrenset. I dette området isolerer tilpasningen ingen overbevisende periode: Mange tettliggende løsninger under omtrent 20 dager kan gjengi målingene med lav frekvens, slik at hele vinduet trolig er en prøvetakingsartefakt. Blant de gjenstående vinduene passer løsningen rundt 88 dager bedre enn alternativene rundt 70 og 115 dager, men ikke nok til at artikkelen hevder å kjenne en andre periode. I den tabulerte beste tilpasningen er minste masse for det ytre objektet omtrent 0,87 Jupiter-masser og for det indre omtrent 0,22 Jupiter-masser. Disse tallene beskriver en modell som ikke foretrekkes; de er ikke målinger av to etablerte verdener.



Hvis signalet på omtrent 171 dager skyldes en bane, kan det samme brede radialhastighetsmønsteret fremstilles med én eksentrisk ledsager eller to nesten sirkulære ledsagere nær et periodeforhold på to til én. Stabilitetstester favoriserer tolkningen med ett objekt, men gjør ikke en modell til et bilde og utelukker ikke alle former for langsom variasjon i den brune dvergen.

The Clean Paper CC BY 4.0

Stabilitetsberegningene skjerper sammenligningen. De fleste testede ordninger med to ledsagere kastet ut ett objekt innen noen hundre simulerte år. De overlevende konfigurasjonene befant seg i et smalt og uvanlig område der banene lå nær samme plan, men gikk i motsatt retning. Vertsstjernen skapte flere ustabile områder.

Dette er en grunn til å foretrekke én eksentrisk ledsager fremfor de testede systemene med to ledsagere. Det er ikke bevis på at naturen valgte den enklere modellen. Stabilitet filtrerer mulige tolkninger etter at radialhastighetene er målt; den legger ikke til et nytt observert punkt på kurven.

Hvordan kan én eksentrisk bane ligne to sirkulære?

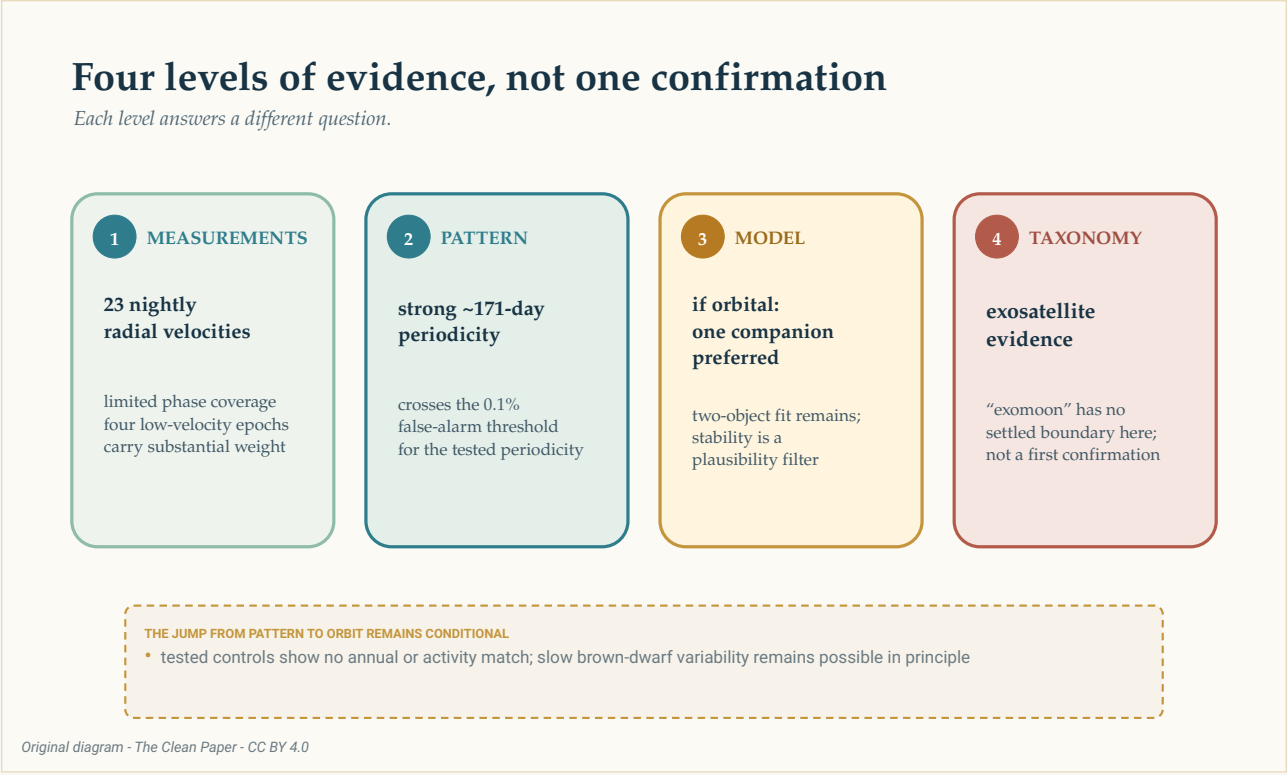
En perfekt sirkulær bane produserer en enkel gjentakende radialhastighetsbølge. En eksentrisk bane legger forvrengninger til denne bølgen. To sirkulære baner med perioder nær et forhold på to til én kan kombineres slik at det ene signalet gir hovedrytmen og det andre en lignende forvrengning.
Dette er en **orbital degenerasjon**: Ulike fysiske systemer gir lignende målinger. Flere observasjoner på tidspunkter der modellene forutsier ulike hastigheter, kan bryte likheten. En dynamikktest hjelper ved å spørre om hvert foreslått system kan overleve, men kan ikke erstatte disse observasjonene.

Kan rytmen komme fra den brune dvergen?

En brun dverg er ikke en taus testmasse. Atmosfæren roterer, danner skyer og kan ha magnetisk aktivitet. Skiftende overflatemønstre kan endre formen på spektrallinjer og etterligne bevegelse.

Den beregnede maksimale rotasjonsperioden til CD-35 2722 B er omtrent **0,65 dager**, langt kortere enn 171 dager. Forskergruppen fant ikke noe sterkt kort rotasjonssignal eller et overbevisende sky- eller granulasjonslignende signal i aktivitetsmodellene de testet. De undersøkte også årlig prøvetaking og instrumentstørrelser uten å finne samsvar med rytmen på 171 dager.

Kontrollene snevrer inn alternativene, men artikkelen hevder ikke at all indre variasjon er utelukket. Magnetisk aktivitet eller atmosfærisk sirkulasjon over lange tidsskalaer i den brune dvergen kan i prinsippet ikke utelukkes. Denne gjenværende muligheten hører hjemme ved siden av banemodellene, ikke skjult etter dem.



Bevisene stiger gjennom tydelig atskilte nivåer: 23 nattlige radialhastigheter med begrenset fasedekning, en sterk periodisitet på omtrent 171 dager, en foretrukket modell med én ledsager hvis signalet skyldes en bane, og til slutt den uavklarte betegnelsen «eksomåne». Stigen skiller måling, statistisk mønster, fysisk tolkning og taksonomi; den er ikke en bekreftelsespil.

The Clean Paper CC BY 4.0

Er det en eksomåne?

I solsystemet går en måne i bane rundt en planet. CD-35 2722 B er en brun dverg, og den virkelige massen til den utledede ledsageren er ennå ikke kjent. Kjente betegnelser begynner å bli anstrengte når det ene objektet ligger nær grensen mellom planet og brun dverg og det andre nær grensen mellom måne og planet.

Artikkelen hevder ikke den første bekreftede eksomånen. Den sier at ingen eksomåne ennå er pålitelig oppdaget, presenterer bevis for en **eksosatellitt** med planetmasse og kaller systemet et skritt mot en udiskutabel oppdagelse. Diskusjonen om mulig nyhet begynner betinget: dersom signalet viser seg å være reelt.

Denne forsiktigheten gjør ikke resultatet tomt. Det er vanskelig å måle radialhastigheter direkte fra en lyssvak brun dverg som selv er en ledsager. Hvis videre observasjoner bevarer signalet, vil systemet vise at metoder for planetsøk kan nå ett nivå dypere i et himmelsk hierarki.

En ny observasjonssesong kan gjøre mer enn å legge til punkter. Modellene med én og to ledsagere forutsier ulike hastigheter på bestemte fremtidige tidspunkter. Målinger som fyller de manglende banefasene, kan teste om rytmen på 171 dager vedvarer, redusere innflytelsen fra de fire lave punktene og få de konkurrerende kurvene til å skille lag.

Foreløpig er det mest ærlige bildet ikke en ny måne som henger ved siden av en brun dverg. Det er et spektrum som gjentas natt etter natt og bærer en liten periodisk forskyvning. Det kan finnes en verden inne i denne rytmen. Prestasjonen er å lære hvor mye som kan utledes uten å late som slutningen allerede er fullført.

Kort oppsummert

Astronomer målte radialhastigheten til den direkte avbildede brune dvergen CD-35 2722 B på 23 netter av høy kvalitet mellom oktober 2023 og februar 2026. Spektrallinjene viser en sterk periodisk forskyvning nær 171 dager. Den foretrukne banemodellen inneholder én eksentrisk ledsager med en minste masse nær 0,92 Jupiter-masser, men den virkelige massen er ukjent fordi baneinklinasjonen er ukjent. To nesten sirkulære ledsagere kan etterligne det samme brede signalet, selv om de fleste testede toobjektskonfigurasjonene var dynamisk ustabile. Fire epoker med lav hastighet har stor innflytelse, og fasedekningen er fortsatt begrenset: Observasjonene dekker bare utvalgte deler av den mulige 171-dagerssyklusen i stedet for å følge den kontinuerlig gjennom alle faser. Testene identifiserte ikke rotasjon, årlig prøvetaking, vær eller undersøkte instrumentegenskaper som kilde, men langsom variasjon i den brune dvergen kan i prinsippet ikke utelukkes. Det usette objektet ble ikke direkte avbildet, modellen med ett objekt foretrekkes, men er ikke bekreftet, og det finnes ingen avgjort regel som sier at et objekt med planetmasse rundt en brun dverg er en eksomåne.

Nøktern vurdering

Hva som ble observert: Tjuetre nattlige radialhastighetsmålinger av CD-35 2722 B inneholder en sterk periodisitet på omtrent 171 dager. Den brune dvergen selv ble direkte avbildet; den foreslåtte ledsageren ble ikke det.

Hva forfatterne foretrekker: Hvis signalet skyldes en bane, er én eksentrisk ledsager med en minste masse nær Jupiters den enkleste dynamisk plausible tolkningen av dagens data.

Hva som fortsatt er åpent: To ledsagere kan passe radialhastighetene, selv om de testede systemene vanligvis er ustabile; langsom variasjon i den brune dvergen er i prinsippet ikke utelukket; og den ukjente synsvinkelen gjør den virkelige ledsagermassen ubestemt.

Hva artikkelen ikke fastslår: En første bekreftet eksomåne, en direkte sett satellitt, nøyaktig ett objekt i bane, en virkelig masse på 0,92 Jupiter-masser eller 99,9 prosent sannsynlighet for at den foretrukne fysiske modellen er riktig.

Hva som ville øke tilliten: Fortsatte radialhastighetsmålinger som dekker flere banefaser, tester om signalet på 171 dager vedvarer og prøver tidspunkter der modellene med én og to ledsagere gir ulike forutsigelser.

Kilder

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