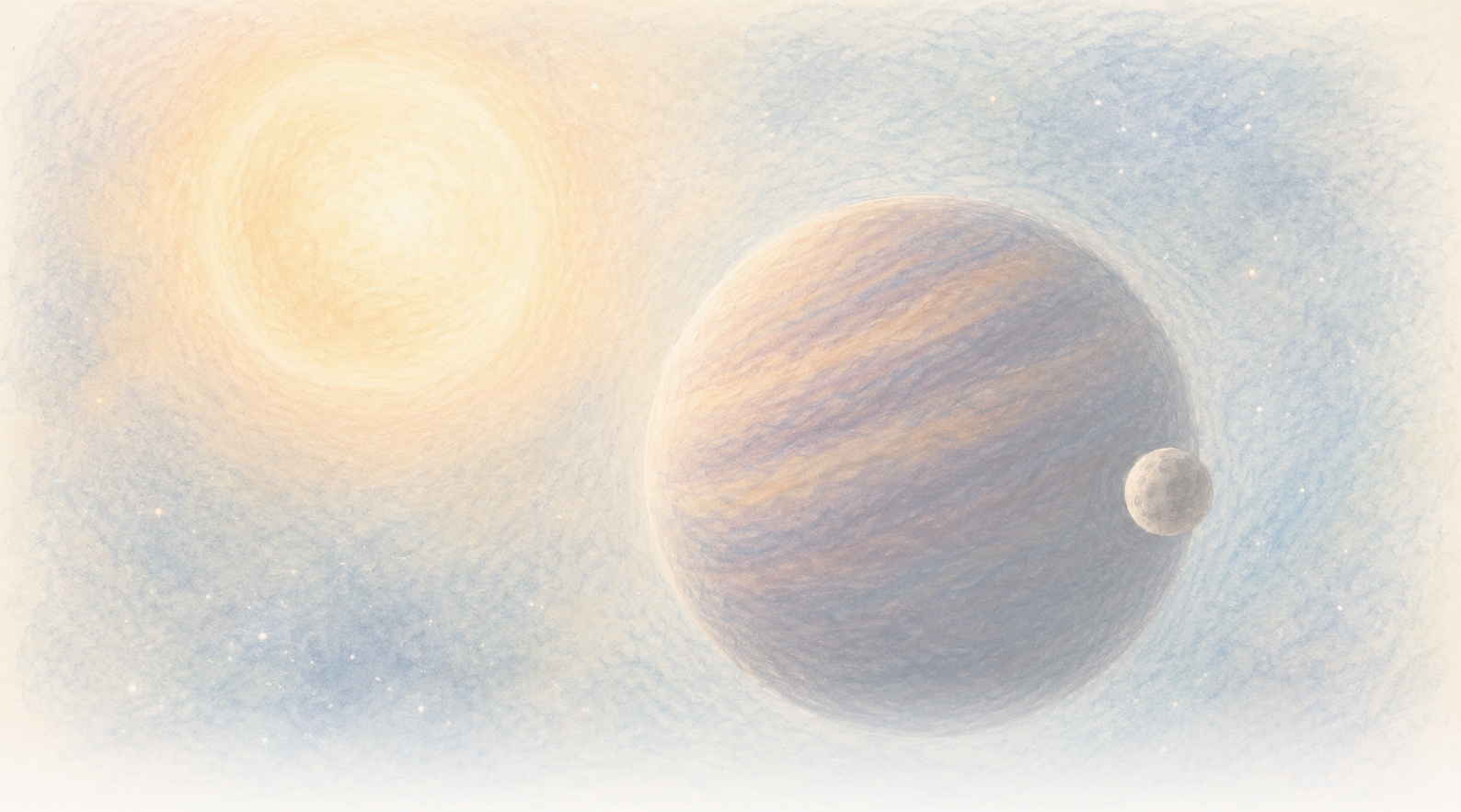


The Clean Paper

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

Een bruine dwerg lijkt elke 171 dagen te wiebelen. Eén verborgen wereld kan eraan trekken, maar de gegevens laten er nog steeds twee toe

Drieëntwintig hoogwaardige spectra onthullen een sterke periodieke verschuiving in de beweging van CD-35 2722 B. Het voorkeursmodel is één excentrische begeleider met een minimale massa nabij die van Jupiter, maar een model met twee objecten kan hetzelfde signaal nabootsen, langzame variabiliteit van de bruine dwerg blijft in beginsel mogelijk en het woord 'exomaan' heeft hier geen vaste grens.

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

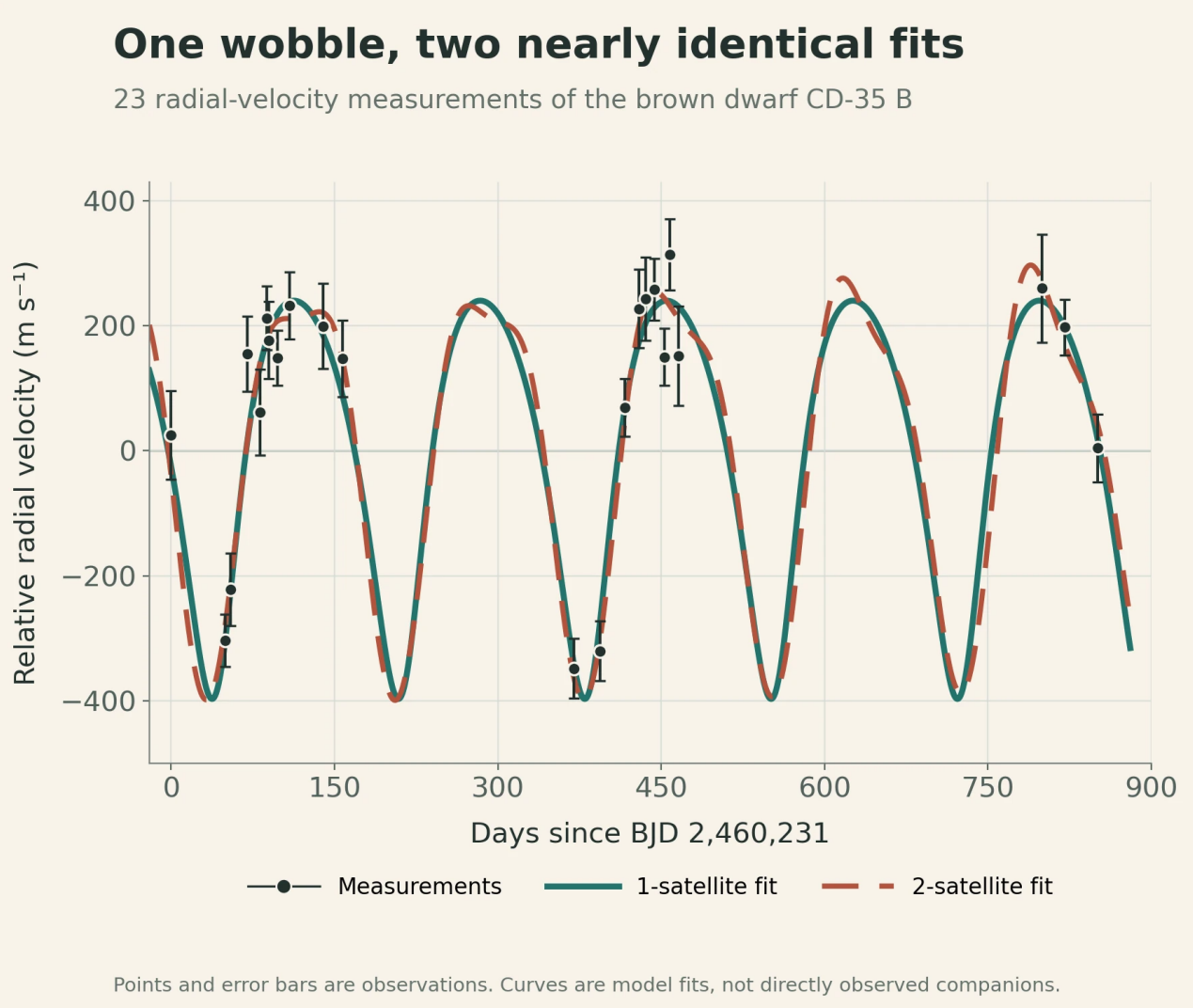
Een bruine dwerg lijkt elke 171 dagen te wiebelen. Eén verborgen wereld kan eraan trekken, maar de gegevens laten er nog steeds twee toe

Astronomen kunnen CD-35 2722 B als een afzonderlijk lichtpunt zien, los van de ster waar hij omheen beweegt. Het is een bruine dwerg, in het massabereik tussen reuzenplaneten en sterren: met ongeveer 37 Jupitermassa's is hij zwaarder dan een typische reuzenplaneet, maar geen gewone waterstofbrandende ster. Het kleinere object dat mogelijk rond de bruine dwerg zelf draait, kunnen ze niet zien. Als het wordt bevestigd, zou dat binnenste object dit tot de eerste waargenomen hiërarchie maken van een satelliet rond een groter substellair object dat zelf om een ster draait.

Wat ze wel zien is een ritme. Op sommige nachten is het licht van de bruine dwerg iets verschoven terwijl hij naar de aarde beweegt. Op andere is het verschoven terwijl de bruine dwerg van ons af beweegt. Het patroon herhaalt zich ongeveer elke **171 dagen**.

Zo'n heen-en-weerbeweging kan door een onzichtbare begeleider worden veroorzaakt: wanneer twee objecten rond een gemeenschappelijk massamiddelpunt draaien, beweegt het kleinere rond het grotere, maar maakt het grotere zelf ook een veel kleinere lus. Als dit ritme orbitaal is, presenteert een nieuw artikel in Nature één object met planeetmassa als de voorkeursverklaring voor de gemeten lus van CD-35 2722 B.

Het is een opmerkelijke mogelijkheid, geen foto van een maan. Drieëntwintig hoogwaardige waarnemingsnachten onthullen een sterk periodiek signaal. Om van dat signaal een wereld te maken is een model nodig, en de huidige gegevens laten nog meer dan één architectuur toe. Ze sluiten evenmin volledig uit dat de bruine dwerg zelf langzaam verandert.



De zwarte punten en foutbalken zijn de 23 nachtelijke radiale-snelheidsmetingen. De doorgetrokken en gestreepte lijnen zijn de best passende modellen met één en twee satellieten. Dat ze bijna samenvallen laat zien waarom de gegevens een periodieke wiebel kunnen onthullen zonder de architectuur van het systeem al vast te leggen; geen van beide lijnen is een directe opname van een begeleider.

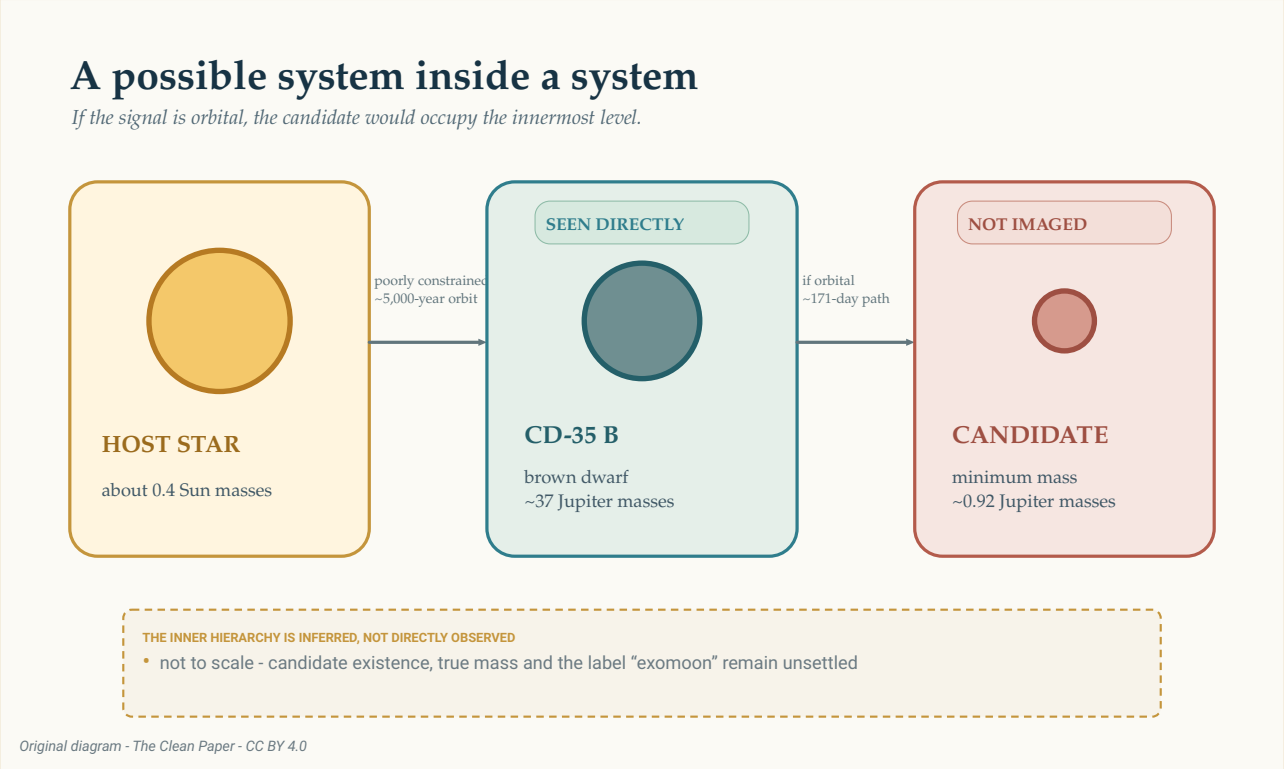
Original chart — The Clean Paper; data from Hoy et al., Nature (2026), Figure 1 source workbook CC BY 4.0

Een systeem binnen een systeem

CD-35 2722 B is een **bruine dwerg**: een object tussen vertrouwde categorieën in. Hij is zwaarder dan een typische reuzenplaneet, maar niet zwaar genoeg om als een gewone waterstofbrandende ster te schijnen. Het artikel gebruikt een geschatte massa van ongeveer **37 Jupiters**.

De bruine dwerg werd met directe beeldvorming ontdekt, wat betekent dat telescopen zijn licht afzonderlijk van dat van zijn moederster konden oplossen. Aan de hemel staat hij ongeveer 2,8 boogseconden van de ster. De brede baan die het paar verbindt is slecht bekend, maar huidige schattingen suggereren een sterk uitgerekt traject met een omlooptijd van ongeveer **5.000 jaar**.

Als het periodieke signaal orbitaal is, zou de kandidaat één niveau dieper in de architectuur zitten: een ster met daaromheen een bruine dwerg, en rond die bruine dwerg een begeleider met planeetmassa.



Als het signaal orbitaal is, zou de kandidaat het binnenste niveau van deze mogelijke hiërarchie innemen. Alleen de bruine dwerg is rechtstreeks gezien. De buitenste baan rond de ster is slecht begrensd, terwijl het binnenste traject van ongeveer 171 dagen uit de gemeten wiebel van de bruine dwerg wordt afgeleid. Afmetingen en afstanden zijn niet op schaal.

The Clean Paper CC BY 4.0

Die mogelijke hiërarchie is gemakkelijk te tekenen. Haar fysieke werkelijkheid en terminologie staan niet vast. Telt een object met planeetmassa dat rond een bruine dwerg draait als maan, planeet of eenvoudigweg satelliet? Astronomen hebben geen aanvaarde regel die deze vraag beslist. Het artikel gebruikt daarom het bredere woord **exosatelliet**.

Hoe 23 nachten een wiebel werden

Het team observeerde CD-35 2722 B — zie de vermelding in NASA Eyes on Exoplanets — met CRIRES+, een spectrograaf met hoge resolutie op de Very Large Telescope van de Europese Zuidelijke Sterrenwacht. Tussen oktober 2023 en februari 2026 verkregen ze 26 waarnemingsepochen. Eén had te weinig signaal en twee die bij slecht weer waren genomen werden verworpen en herhaald, zodat **23 hoogwaardige nachten** overbleven.

Een spectrograaf spreidt licht uit tot een gedetailleerd patroon van lijnen. Wanneer de bron naar

de aarde toe of ervan af beweegt, verschuiven die lijnen heel licht. Herhaalde metingen van deze beweging langs de gezichtslijn heten **radiale snelheden**. Ze tonen het verborgen object niet. Ze laten zien hoe het waargenomen object mogelijk beweegt onder een onzichtbare aantrekkingskracht.

De sterkste periodiciteit in de metingen ligt rond 170 dagen. Ze overschrijdt de **drempel van 0,1% voor de kans op vals alarm** van de studie. Die drempel vraagt hoe vaak ruis onder de aannamen van de test een periodogrampiek zou produceren die minstens zo sterk is. Ze is geen kans van 99,9% dat een satelliet bestaat en zegt op zichzelf niets over één of twee begeleiders.

> **Wat kan een radiale-snelheidssignaal vaststellen?**
>
> Radiale snelheid zet herhaalde verschuivingen van spectraallijnen om in metingen van beweging naar de waarnemer toe en ervan af. Een terugkerend patroon kan met baanvergelijkingen worden gefit, waardoor onderzoekers een periode, de grootte van de gemeten wiebel en een minimale begeleidermassa kunnen afleiden.
> Maar de methode fotografeert de begeleider niet rechtstreeks. Een stellaire of substellaire atmosfeer kan spectraallijnen eveneens verschuiven, waarnemingsschema's kunnen misleidende ritmes creëren en verschillende baanconfiguraties kunnen elkaar nabootsen. Het signaal, zijn fysieke verklaring en de naam die aan het afgeleide object wordt gegeven zijn afzonderlijke vragen.

De bemonstering verdient aandacht vóór het orbitale antwoord. Vier bijzonder lage radiale-snelheidsmetingen wegen zwaar in het patroon. Ze traden op in twee paren, onder naar verluidt goede omstandigheden, en geen afzonderlijk punt creëerde het signaal toen de auteurs de analyse herhaalden met telkens één punt verwijderd. Toch is slechts een deel van de mogelijke baanfasen bemonsterd. Drieëntwintig nachten verspreid over meer dan twee jaar zijn niet hetzelfde als continue dekking.

De auteurs testten ook een mogelijk halfjaarlijks artefact. Een onvolmaakte correctie voor de veranderende beweging van de aarde of het instrumentprofiel kan een vals jaarlijks signaal creëren dat door de bemonstering wordt gealiasd tot een half aardjaar, oftewel **182,5 dagen**. Hun voorkeursperiode is **171,11 dagen**, met een onzekerheid van +0,53/-0,36 dag; de auteurs melden dat dit ongeveer 20 standaardafwijkingen van 182,5 dagen ligt. Ze melden ook geen correlatie met de veranderende beweging van de aarde, seeing, atmosferische waterdamp of de onderzochte instrumenteigenschappen. Dat zijn belangrijke controles. Ze maken een orbitale verklaring overtuigend genoeg om te modelleren, maar identificeren het object niet op zichzelf.

Het eenvoudigste orbitale antwoord: één begeleider

In het voorkeursmodel volgt één object elke 171,11 dagen een excentrische, enigszins uitgerekte baan rond de bruine dwerg. De gefitte baan heeft een excentriciteit van ongeveer **0,27** en een halve lange as van ongeveer **0,200 astronomische eenheid** — ongeveer een vijfde van de gemiddelde afstand aarde-zon.

De gemeten wiebel heeft een amplitude van ongeveer **318 meter per seconde**. Uit die beweging geeft het model de begeleider een minimale massa van ongeveer **0,92 keer de massa van Jupiter**.

Het woord *minimaal* is belangrijk. Radiale snelheid meet alleen het deel van de baanbeweging dat naar ons toe en van ons af is gericht. Wanneer een baan op haar kant wordt gezien, verschijnt het grootste deel van de beweging langs die lijn. Wanneer ze meer van bovenaf wordt gezien, gaat veel beweging dwars over de hemel en is een zwaardere begeleider nodig om dezelfde gemeten wiebel te veroorzaken.

Astronomen schrijven het resultaat als **m sin(i)**: massa vermenigvuldigd met de sinus van de onbekende inclinatie, of kijkhoek, van de baan. De gegevens begrenzen dat product, niet de ware massa afzonderlijk. Ongeveer 0,92 Jupitermassa is dus een ondergrens, geen meting van de exacte massa van het object.

> **Waarom verbergt de kijkhoek massa?**
>
> Stel je voor dat je een cirkelvormige renbaan van opzij bekijkt. De loper beweegt herhaaldelijk naar je toe en van je af, zodat die bewegingscomponent gemakkelijk te meten is. Kijk nu van boven op dezelfde baan. De loper beweegt vooral dwars door je beeld en nauwelijks naar je toe of van je af.
> Radiale snelheid ziet alleen de eerste component. De wiskundige factor `sin(i)` beschrijft hoeveel van de baanbeweging langs onze gezichtslijn ligt. Totdat de inclinatie `i` bekend is, blijft de afgeleide massa een minimum.

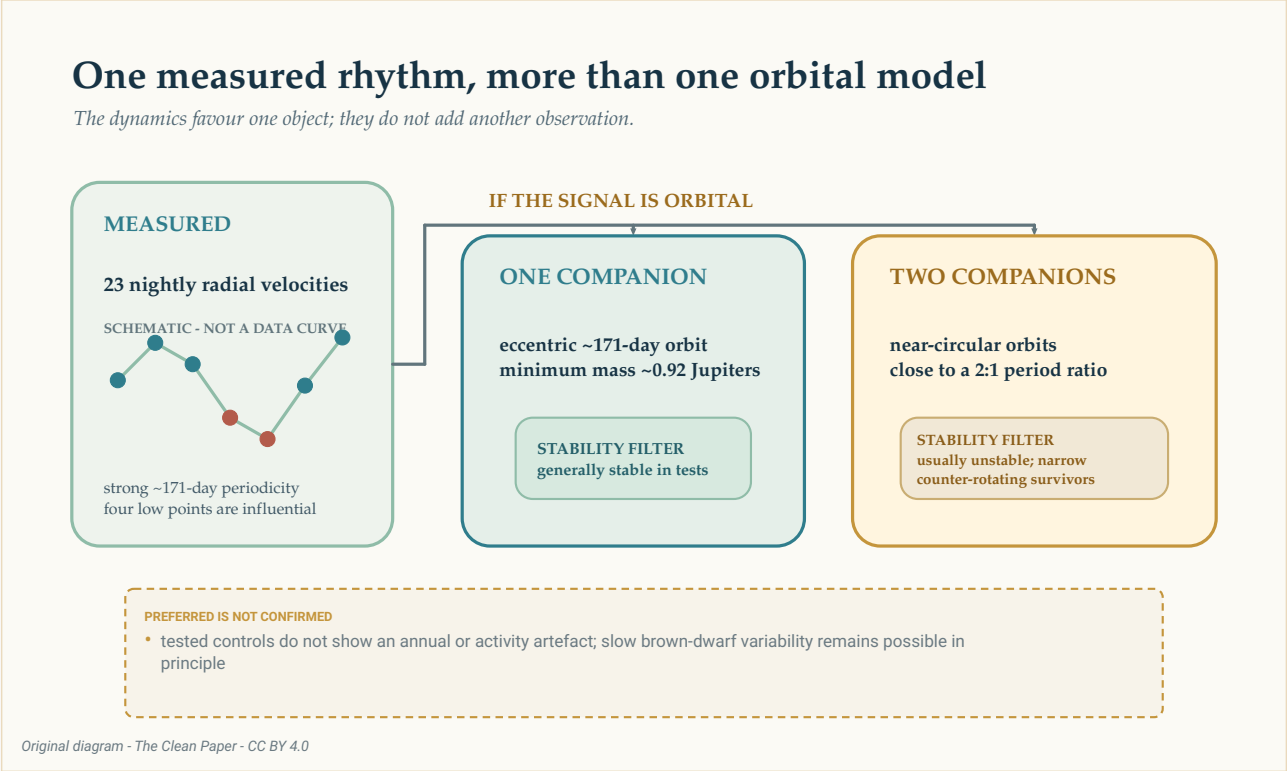
De auteurs vroegen vervolgens of deze baan kan blijven bestaan in plaats van zichzelf snel te vernietigen. Hun numerieke tests vonden het model met één begeleider doorgaans stabiel. Dat maakt het een fysisch plausibele interpretatie van het signaal. Het is geen tweede detectie.

Het lastige antwoord: twee begeleiders kunnen één nabootsen

Een excentrisch radiale-snelheidssignaal heeft een bekende dubbelzinnigheid. Onder bepaalde omstandigheden kunnen twee objecten in bijna cirkelvormige banen, waarbij het ene ongeveer twee keer zo lang over een omloop doet als het andere, samen een patroon produceren dat lijkt op één object in een uitgerekte baan.

Die dubbelzinnigheid verschijnt hier. Een model met twee begeleiders kan de huidige metingen fitten met een buitensignaal rond 171 dagen en een binnensignaal met een kortere periode. Omdat de waarnemingstijden niet elke fase gelijkmatig bemonsteren, heeft het kortere signaal verschillende aliassen. Doordat de 23 geselecteerde nachten lange hiaten bevatten, kunnen verschillende proefperioden een verschillend aantal niet-waargenomen cycli tussen bezoeken tellen en toch met dezelfde metingen uitlijnen. De kandidaatperioden rond 14, 70, 88 en 115 dagen zijn daarom alternatieve fits van één slecht bemonsterd korter signaal, geen vier onafhankelijk gedetecteerde ritmes.

De auteurs verwerpen het slecht begrensde venster van 13 tot 17 dagen. In dat gebied isoleert de fit geen overtuigende periode: veel dicht opeengepakte oplossingen onder ongeveer 20 dagen kunnen de laagfrequente metingen reproduceren, waardoor het hele venster waarschijnlijk een bemonsteringsartefact is. Van de overige vensters fit de oplossing rond 88 dagen beter dan de alternatieven rond 70 en 115 dagen, maar niet genoeg om in het artikel een bekende tweede periode te claimen. In de getabelleerde beste fit is de minimale massa van het buitenste object ongeveer 0,87 Jupitermassa en die van het binnenste ongeveer 0,22 Jupitermassa. Die getallen beschrijven een minder waarschijnlijk model; het zijn geen metingen van twee gevestigde werelden.



Als het signaal orbitaal is, kan hetzelfde brede radiale-snelheidspatroon worden voorgesteld door één excentrische begeleider of door twee bijna cirkelvormige begeleiders dicht bij een periodeverhouding van twee op één. Stabiliteitstests geven de voorkeur aan de interpretatie met één object, maar maken van een model geen beeld en sluiten niet elke vorm van langzame variabiliteit van de bruine dwerg uit.

The Clean Paper CC BY 4.0

De stabiliteitsberekeningen verscherpen de vergelijking. De meeste geteste configuraties met twee begeleiders slingerden één object binnen enkele honderden gesimuleerde jaren uit het systeem. De overlevende configuraties lagen in een smal en ongewoon gebied waarin de banen bijna in hetzelfde vlak lagen maar in tegengestelde richting bewogen. De moederster veroorzaakte extra instabiele gebieden.

Dit is een reden om één excentrische begeleider te verkiezen boven de geteste systemen met twee begeleiders. Het is geen bewijs dat de natuur het eenvoudigere model heeft gekozen. Stabiliteit filtert mogelijke interpretaties nadat de radiale snelheden zijn gemeten; ze voegt geen extra waargenomen punt aan de curve toe.

Hoe kan één excentrische baan op twee cirkelvormige lijken?

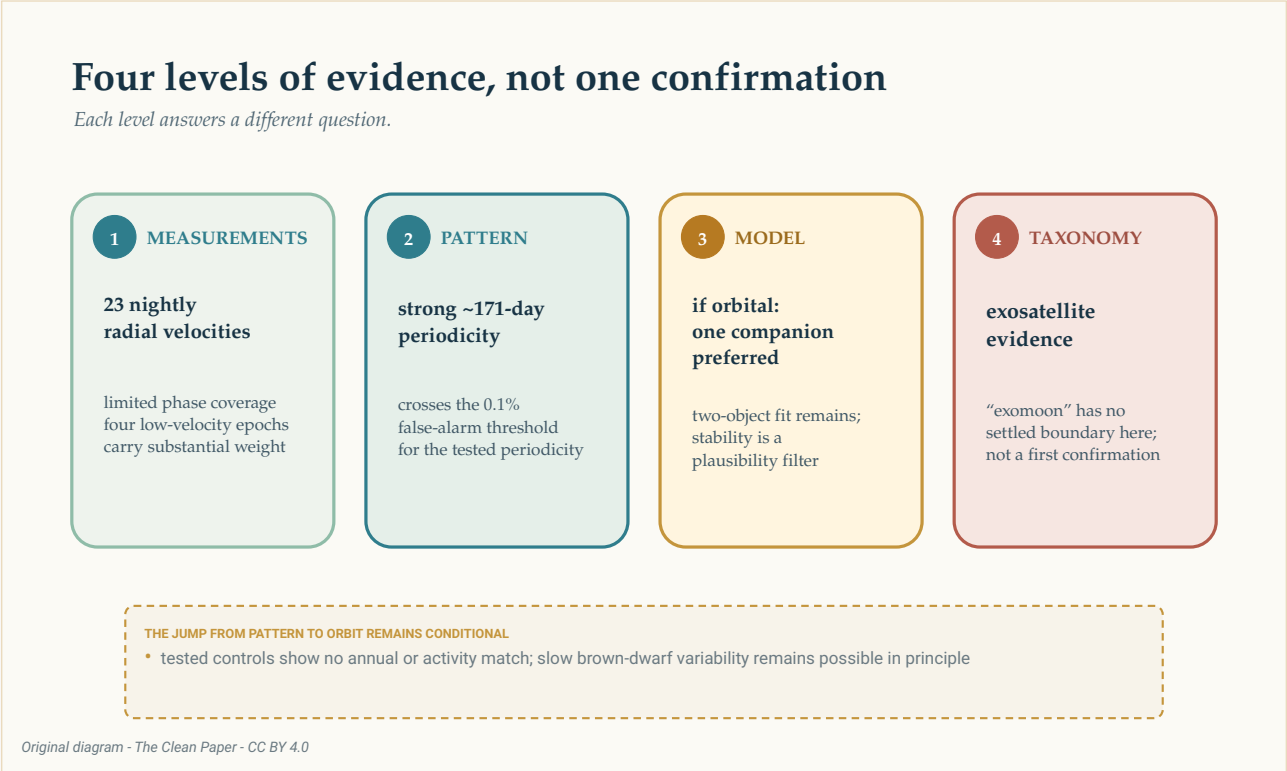
Een volmaakt cirkelvormige baan produceert een eenvoudige, herhalende radiale-snelheidsgolf. Een excentrische baan voegt vervormingen aan die golf toe. Twee cirkelvormige banen met perioden dicht bij een verhouding van twee op één kunnen zo combineren dat het ene signaal het hoofdritme levert en het andere een vergelijkbare vervorming.
Dit is een **orbitale degeneratie**: verschillende fysieke systemen produceren vergelijkbare metingen. Meer waarnemingen op momenten waarop de modellen verschillende snelheden voorspellen kunnen het verschil zichtbaar maken. Een dynamische test helpt door te vragen of elk voorgesteld systeem kan overleven, maar kan die waarnemingen niet vervangen.

Kan het ritme van de bruine dwerg zelf komen?

Een bruine dwerg is geen stille testmassa. Zijn atmosfeer roteert, vormt wolken en kan magnetische activiteit hebben. Veranderende oppervlaktepatronen kunnen spectraallijnen vervormen en beweging nabootsen.

De geschatte maximale rotatieperiode van CD-35 2722 B is ongeveer **0,65 dag**, veel korter dan 171 dagen. Het team vond geen sterk kort rotatiesignaal en evenmin een overtuigend wolken- of granulatiesignaal in de activiteitsmodellen die het testte. Het onderzocht ook jaarlijkse bemonstering en instrumentgrootheden zonder een overeenkomst met het ritme van 171 dagen te vinden.

Die controles verkleinen de alternatieven, maar het artikel beweert niet dat alle intrinsieke variabiliteit is uitgesloten. Magnetische activiteit of atmosferische circulatie op lange tijdschalen in de bruine dwerg kan in beginsel niet worden uitgesloten. Die resterende mogelijkheid hoort naast de orbitale modellen te staan, niet erachter verstopt.



Het bewijs stijgt door afzonderlijke niveaus: 23 nachtelijke radiale snelheden met beperkte fasedekking, een sterke periodiciteit van ongeveer 171 dagen, een voorkeursmodel met één begeleider als het signaal orbitaal is, en ten slotte een onbesliste aanduiding „exomaan". De ladder scheidt meting, statistisch patroon, fysieke interpretatie en taxonomie; het is geen bevestigingspijl.

The Clean Paper CC BY 4.0

Is het een exomaan?

In het zonnestelsel draait een maan om een planeet. CD-35 2722 B is een bruine dwerg en de ware massa van de afgeleide begeleider is nog niet bekend. Vertrouwde namen beginnen te knellen wanneer het ene object nabij de grens planeet-bruine dwerg ligt en het andere nabij de grens maan-planeet.

Het artikel claimt niet de eerste bevestigde exomaan. Het zegt dat nog geen exomaan overtuigend is gedetecteerd, presenteert bewijs voor een **exosatelliet** met planeetmassa en noemt het systeem een stap richting een onbetwiste detectie. De bespreking van mogelijke nieuwigheid begint voorwaardelijk: mocht het signaal echt blijken.

Die voorzichtigheid maakt het resultaat niet leeg. Radiale snelheden rechtstreeks uit een zwakke begeleidende bruine dwerg meten is moeilijk. Als verdere waarnemingen het signaal behouden, zou het systeem laten zien dat methoden om planeten te zoeken nog een niveau dieper in een hemelhiërarchie kunnen reiken.

Een volgend waarnemingsseizoen kan meer doen dan punten toevoegen. De modellen met één en

twee begeleiders voorspellen op bepaalde toekomstige tijden verschillende snelheden. Metingen die de ontbrekende baanfasen invullen kunnen testen of het ritme van 171 dagen blijft bestaan, de invloed van de vier lage punten verminderen en de concurrerende curven uiteen laten lopen.

Voorlopig is het eerlijkste beeld niet een nieuwe maan die naast een bruine dwerg hangt. Het is een spectrum, nacht na nacht herhaald, met een kleine periodieke verschuiving. Misschien zit er een wereld in dat ritme. De prestatie is leren hoeveel eruit kan worden afgeleid zonder te doen alsof de afleiding al voltooid is.

Heldere samenvatting

Astronomen maten de radiale snelheid van de rechtstreeks afgebeelde bruine dwerg CD-35 2722 B op 23 hoogwaardige nachten tussen oktober 2023 en februari 2026. Zijn spectraallijnen vertonen een sterke periodieke verschuiving rond 171 dagen. Het voorkeursmodel bevat één excentrische begeleider met een minimale massa van ongeveer 0,92 Jupitermassa, maar de ware massa is onbekend doordat de inclinatie van de baan onbekend is. Twee bijna cirkelvormige begeleiders kunnen hetzelfde brede signaal nabootsen, hoewel de meeste geteste configuraties met twee objecten dynamisch instabiel waren. Vier epochen met lage snelheid zijn invloedrijk en de dekking van de baanfase blijft beperkt: de waarnemingen bemonsteren slechts geselecteerde delen van een mogelijke cyclus van 171 dagen in plaats van elke fase continu te volgen. Tests wezen rotatie, jaarlijkse bemonstering, weer en onderzochte instrumenteigenschappen niet aan als bron, maar variabiliteit van de bruine dwerg op lange tijdschalen kan in beginsel niet worden uitgesloten. Het onzichtbare object werd niet rechtstreeks afgebeeld, het model met één object heeft de voorkeur maar is niet bevestigd, en er bestaat geen vaste regel dat een object met planeetmassa rond een bruine dwerg een exomaan is.

Zonder omwegen

Wat werd waargenomen: Drieëntwintig nachtelijke radiale-snelheidsmetingen van CD-35 2722 B bevatten een sterke periodiciteit van ongeveer 171 dagen. De bruine dwerg zelf werd rechtstreeks afgebeeld; de voorgestelde begeleider niet.

Wat de auteurs verkiezen: Als het signaal orbitaal is, biedt één excentrische begeleider met een minimale massa nabij die van Jupiter de eenvoudigste dynamisch plausibele interpretatie van de huidige gegevens.

Wat open blijft: Twee begeleiders kunnen de radiale snelheden fitten, hoewel de geteste systemen meestal instabiel zijn; variabiliteit van de bruine dwerg op lange tijdschalen is in beginsel niet uitgesloten; en de onbekende kijkhoek laat de ware massa van de begeleider onbepaald.

Wat het artikel niet vaststelt: Een eerste bevestigde exomaan, een rechtstreeks geziene satelliet, precies één omloopobject, een ware massa van 0,92 Jupitermassa of een kans van 99,9% dat het voorkeursmodel fysiek juist is.

Wat het vertrouwen zou vergroten: Verdere radiale-snelheidsmetingen die meer baanfasen bestrijken, testen of het signaal van 171 dagen blijft bestaan en momenten bemonsteren waarop de modellen met één en twee begeleiders verschillende voorspellingen doen.

Bronnen

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