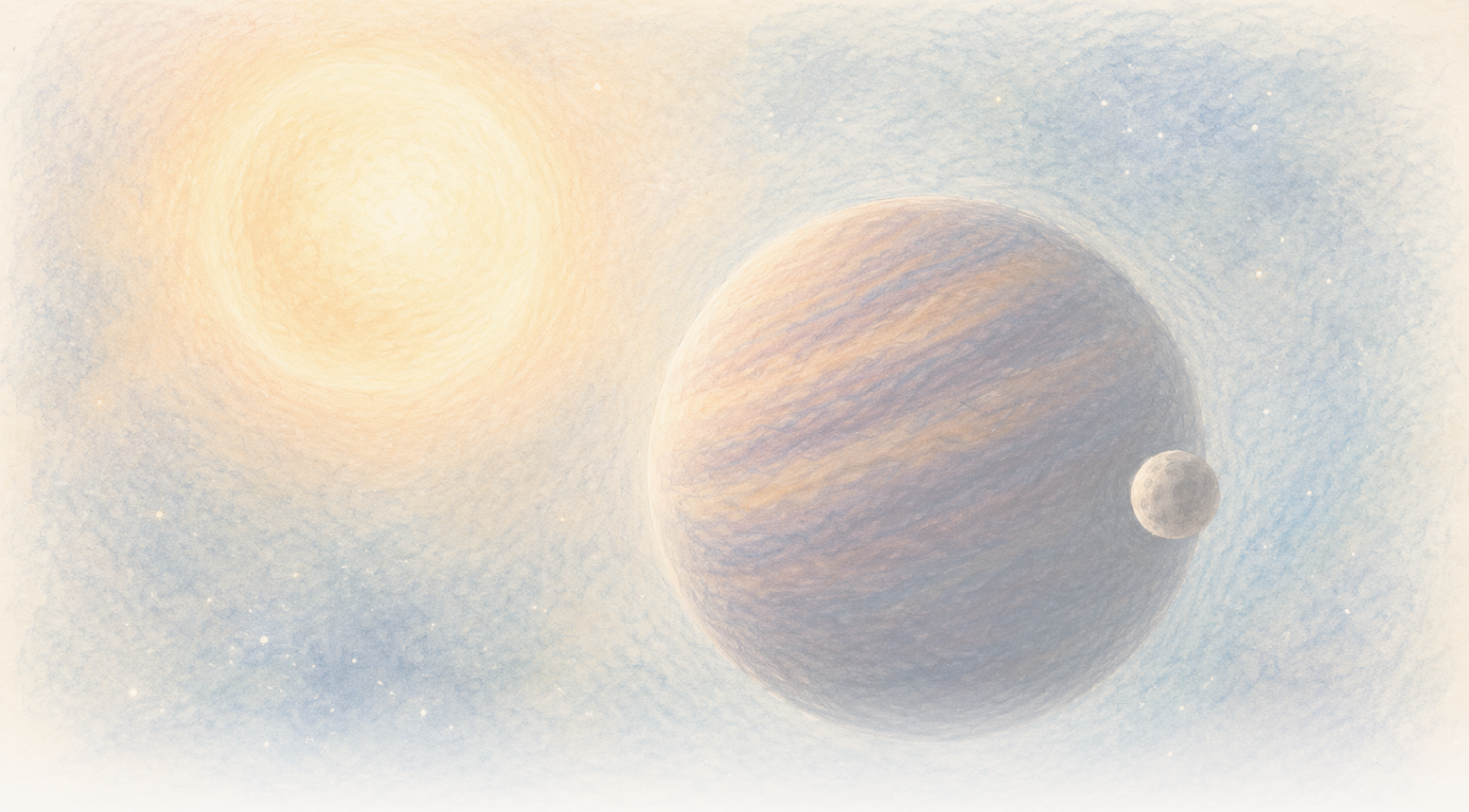


The Clean Paper

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

एक भूरा बौना हर 171 दिन में डगमगाता दिखता है। शायद कोई छिपा दुनिया उसे खींच रही है — लेकिन डेटा अभी दोनों की गुंजाइश भी छोड़ता है

23 उच्च-गुणवत्ता वाले spectra CD-35 2722 B की गति में एक मज़बूत आवधिक बदलाव दिखाते हैं। पसंदीदा मॉडल लगभग Jupiter जितने न्यूनतम द्रव्यमान वाले एक eccentric साथी का है, लेकिन दो-पिंड वाला मॉडल उसी signal की नकल कर सकता है; भूरे बौने की धीमी आंतरिक variability सिद्धांततः अभी भी संभव है; और यहाँ "exomoon" शब्द की सीमा भी तय नहीं है।

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

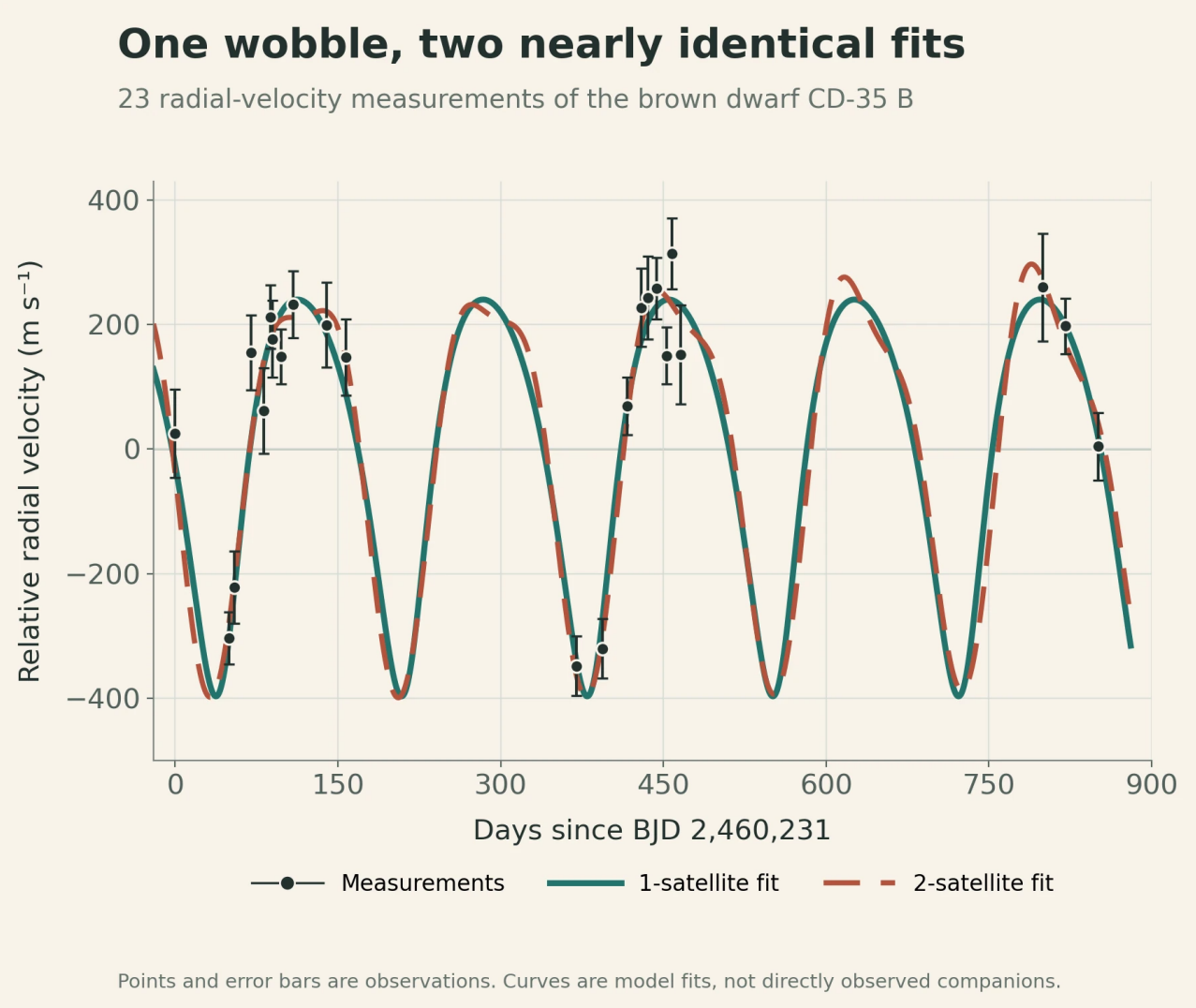
एक भूरा बौना हर 171 दिन में डगमगाता दिखता है। शायद कोई छिपी दुनिया उसे खींच रही है — लेकिन डेटा अभी दो पिंडों की गुंजाइश भी छोड़ता है

खगोलविद CD-35 2722 B को उसके मेज़बान तारे से अलग, एक स्वतंत्र प्रकाश-बिंदु के रूप में देख सकते हैं। यह एक **भूरा बौना** (brown dwarf) है — ऐसा पिंड जिसका द्रव्यमान विशाल ग्रहों और तारों के बीच आता है। लगभग 37 बृहस्पति-द्रव्यमान वाला यह पिंड सामान्य विशाल ग्रह से भारी है, लेकिन इतना भारी नहीं कि किसी सामान्य तारे की तरह हाइड्रोजन संलयन शुरू कर सके। जिस छोटे पिंड के इसके चारों ओर घूमने की आशंका है, उसे सीधे नहीं देखा गया है। यदि उसकी पुष्टि होती है, तो यह ऐसा पहला देखा गया पिंड होगा जिसमें किसी बड़े उपतारकीय पिंड की परिक्रमा एक उपग्रह करे और वह उपतारकीय पिंड स्वयं किसी तारे की परिक्रमा कर रहा हो।

इसके बजाय खगोलविदों को एक लय दिखाई देती है। कुछ रातों में भूरे बौने की वर्णक्रमीय रेखाएँ थोड़ा ऐसी खिसकती हैं जैसे वह पृथ्वी की ओर आ रहा हो। दूसरी रातों में खिसकाव उलटी दिशा में होता है, जैसे वह हमसे दूर जा रहा हो। यह पैटर्न लगभग हर **171 दिन** में दोहराता है।

ऐसी आगे-पीछे की गति किसी अदृश्य साथी से पैदा हो सकती है। जब दो पिंड अपने साझा द्रव्यमान-केंद्र की परिक्रमा करते हैं, तो छोटा पिंड बड़े के चारों ओर घूमता है, लेकिन बड़ा पिंड भी एक छोटा सा चक्कर लगाता है। यदि 171 दिन की यह लय सचमुच कक्षीय है, तो नया Nature शोधपत्र CD-35 2722 B में मापे गए डगमगाव की सबसे पसंदीदा व्याख्या एक ग्रह-द्रव्यमान वाले पिंड को मानता है।

यह एक असाधारण संभावना है — लेकिन किसी चाँद की तस्वीर नहीं। **23 उच्च-गुणवत्ता वाली अवलोकन रातें** एक मज़बूत आवधिक संकेत दिखाती हैं। उस संकेत को किसी वास्तविक पिंड से जोड़ने के लिए मॉडल की ज़रूरत है, और मौजूदा डेटा अभी एक से अधिक संभावित व्यवस्थाओं से मेल खाता है। भूरे बौने के भीतर होने वाले धीमे बदलावों को भी पूरी तरह खारिज नहीं किया गया है।



काले बिंदु और त्रुटि-रेखाएँ 23 रातों के रेडियल-वेलोसिटी माप हैं। ठोस और टूटी हुई वक्र सबसे अच्छे फिट वाले एक-उपग्रह और दो-उपग्रह मॉडल दिखाते हैं। दोनों कालगभग एक-दूसरे पर चढ़ जाता है कि डेटा अवधि के डगमगाव तो दिखा सकता है, लेकिन अभी पूरे सिस्टम की संरचना तय नहीं करता। कोई भी वक्र किसी सच्ची कीसीधी तस्वीर नहीं है।

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

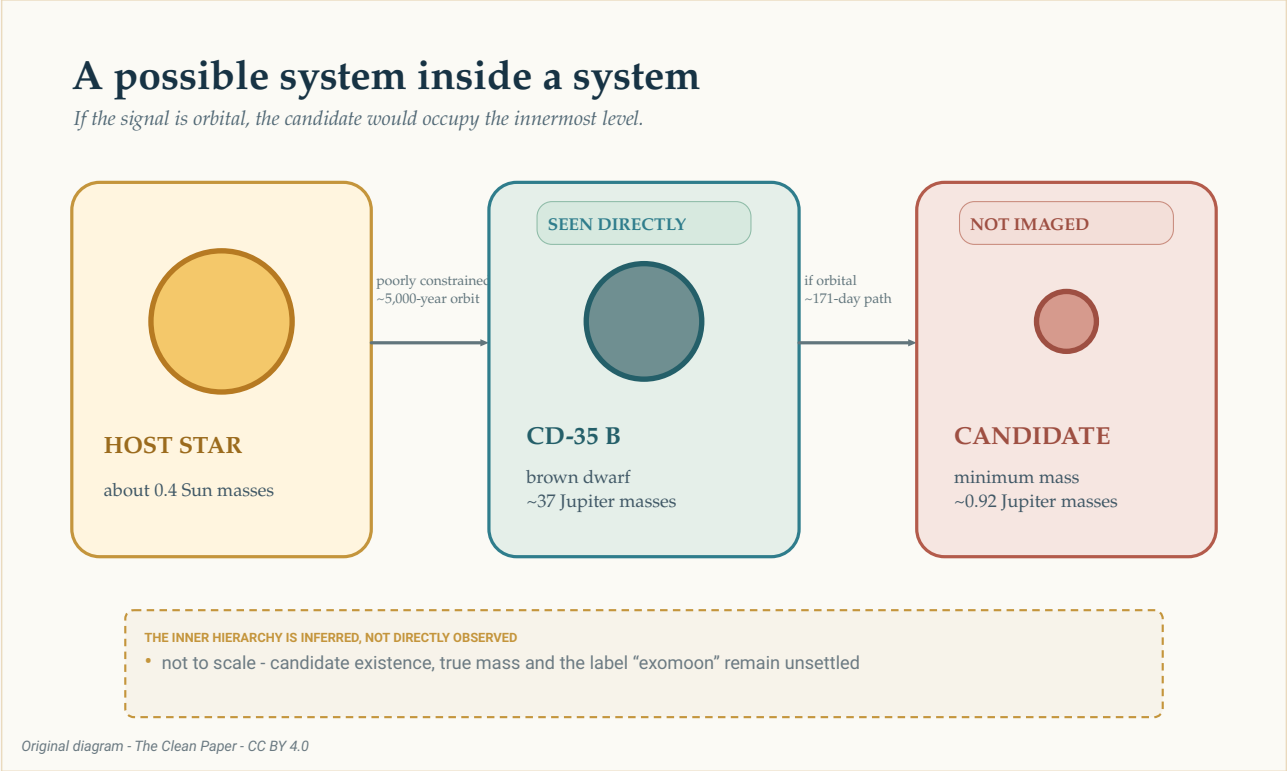
एक सिस्टम के भीतर दूसरा सिस्टम

CD-35 2722 B एक **भूरा बौना** है: परिचित श्रेणियों के बीच का पिंड। यह समान्य विशाल ग्रह से भारी है, लेकिन इतना भारी नहीं कि किसी सामान्य हाइड्रोजन-संलयन तारे की तरह चमके। शोध पत्र इसके लिए लगभग **37 बृहस्पति-द्रव्यमान** का अनुमान इस्तेमाल करता है।

इस भूरे बौने की खोज प्रत्यक्ष इमेजिंग से हुई थी— यानी दूरबीन ने उसके प्रकाश को मेज़बान तारे के प्रकाश से अलग पहचाना था। आकाश में यह तारे से लगभग 2.8 आर्कसेकंड दूर दिखाई देता है। दोनों को जोड़ने वाली चौड़ी कक्षा ठीक से ज्ञात नहीं है, लेकिन मौजूदा अनुमान लगभग **5,000 वर्ष** में पूरी होने वाली बहुत लम्बी और खिंची हुई कक्षा की ओर इशारा करते हैं।

यदि 171-दिन वाला संकेत कक्षीय है, तो अनुमानित व्यवस्था में उम्मीदवार एक स्तर और भीतर होगा। एक तारा जिसकी

परिक्रमा भूरा बौना करता है; और उस भूरे बौने की परिक्रमा ग्रह-द्रव्यमान वाला साथी करता है।



यदि संकेत कक्षीय है, तो उम्मीदवार इस संभावित पदानुक्रम का सबसे भीतरी स्तर होगा। केवल भूरे बौने को सीधे देखा गया है। तारे के चारों ओर बाहरी कक्षा बहुत कम सीमित है, जबकि लगभग 171-दिन का भीतरी मार्ग भूरे बौने के मापे गए डगमगाव से अनुमानित है। आकार और दूरियाँ पैमाने पर नहीं हैं।

The Clean Paper CC BY 4.0

इस संभावित पदानुक्रम का चित्र बनाना आसान है; उसकी भौतिक वास्तविकता और उसका नामकरण दोनों अभी तय नहीं हैं। किसी भूरे बौने की परिक्रमा कर रहे ग्रह-द्रव्यमान वाले पिंड को चँद्र कहा जाए, ग्रह या बस उपग्रह? खगोलविदों के पास ऐसा कोई सर्वमान्य नियम नहीं है जो यह सीमा तय कर दे। इसलिए शोधपत्र व्यापक शब्द **exosatellite** इस्तेमाल करता है।

23 रातों के माप एक डगमगाव में कैसे बदले

टीम ने CD-35 2722 B को— इसकी NASA Eyes on Exoplanets entry भी देखें — European Southern Observatory के बहुत Large Telescope पर लगे उच्च-विभेदन स्पेक्ट्रोग्राफ़ CRIRES+ से देखा। अक्टूबर 2023 से फ़रवरी 2026 के बीच उन्हें 26 अवलोकन-काल मिले। एक में संकेत बहुत कम था, खराब मौसम में लिए गए दो माप अस्वीकार करके दोहराए गए। अंततः **23 उच्च-गुणवत्ता वाली रातें** विश्लेषण में बचीं।

स्पेक्ट्रोग्राफ़ प्रकाश को बहुत बारीक वर्णक्रमीय रेखाओं के पैटर्न में फैलाता है। स्रोत पृथ्वी की ओर आए या हमसे दूर जाए, तो ये रेखाएँ बहुत थोड़ा खिसकती हैं। हमारी दृष्टि-रेखा के साथ इस गति के बार-बार किए गए माप को **रेडियल वेलोसिटी** (radial velocity) कहते हैं। इससे छिपा पिंड दिखाई नहीं देता, इससे पता चलता है कि दिख रहा पिंड किसी अदृश्य खिंचाव के कारण किस तरह हिल रहा हो सकता है।

मापों में सबसे मज़बूत आवधिकता लगभग 170 दिन के पास है। यह अध्ययन की **0.1% false-चेतावनी संभावना** threshold को पार

करती है। यह सीमा पूछती है कि परीक्षण की मान्यताओं के तहत केवल शोर कितनी बार कम-से-कम इतनी ऊँची periodogram चोटी बना सकता है। इसका अर्थ यह **नहीं** कि उपग्रह के होने की संभावना 99.9% है। और यह अपने आप नहीं बताता कि साथी एक है या दो।

> **Radial-velocity signal क्या स्थापित कर सकता है?**
>
> रेडियल वेलोसिटी वर्णक्रमीय रेखाओं में बार-बार होने वाले खिसकाव को प्रेक्षक की ओर और उससे दूर गति के माप में बदलती है। यदि पैटर्न दोहराता है, तो उसे कक्षा के समीकरणों से फिट करके अवधि, मापे गए डगमगाव का आकार और साथी का न्यूनतम द्रव्यमान अनुमानित किया जा सकता है।
> लेकिन यह विधि साथी की सीधी तस्वीर नहीं लेती। किसी तारे या उपतारकीय पिंड का वायुमंडल भी वर्णक्रमीय रेखाओं को खिसका सकता है; अवलोकन का समय-सारणी भ्रामक लय बना सकती है; और अलग-अलग कक्षीय व्यवस्थाएँ एक-दूसरे जैसी दिख सकती हैं। संकेत, उसकी भौतिकि व्याख्या और अनुमानित पिंड को दिया गया नाम — ये तीन अलग प्रश्न हैं।

नमूनाकरण पर ध्यान देना ज़रूरी है। चार विशेष रूप से कम रेडियल-वेलोसिटी माप पैटर्न पर काफ़ी असर डालते हैं। वे अच्छी दर्ज अवलोकन-स्थितियों में दो जोड़ियों के रूप में मिलें, और जब लेखकों ने एक-एक बिंदु हटाकर विश्लेषण दोहराया तो कोई एक माप अकेले संकेत पैदा नहीं कर रहा था। फिर भी संभावित कक्षा के फेज़ का केवल एक हिस्सा नमूना हुआ है। दो वर्ष से अधिक समय में फैली 23 रातें लगातार कवरेज नहीं देतीं।

लेखकों ने आधे-वर्ष के संभावित कृत्रिम संकेत को भी जाँचा। पृथ्वी की बदलती गति या उपकरण की प्रोफ़ाइल के अपूर्ण सुधार से एक झूठा वार्षिक संकेत बन सकता था, जिसे नमूनाकरण आधे पृथ्वी-वर्ष — यानी **182.5 दिन** — पर उपनाम-जैसी दूसरी अवधि में बदल दे। पसंदीदा अवधि **171.11 दिन** है, अनिश्चितता +0.53/-0.36 दिन; लेखकों के अनुसार यह 182.5 दिन से लगभग 20 मानक विचलन दूर है। उन्होंने पृथ्वी की बदलती गति, seeing, वायुमंडलीय जल-वाष्प या जाँची गई उपकरण-संबंधी विशेषताओं के साथ कोई सहसंबंध भी रिपोर्ट नहीं किया। ये महत्वपूर्ण नियंत्रण हैं। वे कक्षीय व्याख्या को मॉडल करने लायक मज़बूत बनाते हैं, लेकिन अपने आप पिंड की पहचान नहीं करते।

सबसे सरल कक्षीय व्याख्या: एक साथी

पसंदीदा मॉडल में एक पिंड हर 171.11 दिन में भूरे बौने के चारों ओर एक eccentric — यानी कुछ खिंची हुई — कक्षा पूरी करता है। फिट की गई कक्षा की eccentricity लगभग **0.27** है और अर्ध-दीर्घ अक्ष लगभग **0.200 astronomical units** — औसत पृथ्वी-सूर्य दूरी का करीब पाँचवाँ हिस्सा।

मापे गए डगमगाव का आयाम लगभग **318 मीटर प्रति सेकंड** है। इस गति से मॉडल साथी का न्यूनतम द्रव्यमान लगभग **0.92 बृहस्पति-द्रव्यमान** निकालता है।

यहाँ *न्यूनतम* शब्द महत्वपूर्ण है। रेडियल वेलोसिटी केवल कक्षीय गति का वह हिस्सा मापती है जो हमारी ओर या हमसे दूर दिशा में है। यदि कक्षा किनारे से दिखाई दे, तो उसकी गति का बड़ा हिस्सा हमारी दृष्टि-रेखा के साथ दिखेगा। यदि कक्षा अधिक सामने से दिखाई दे, तो गति का अधिक हिस्सा आकाश में बाएँ-दाएँ होगा, उसी मापे गए डगमगाव को पैदा करने के लिए तब अधिक भारी साथी चाहिए होगा।

खगोलविद इसे **m sin(i)** लिखते हैं: द्रव्यमान × अज्ञात कक्षीय inclination, यानी देखने के कोण, की sine का गुणनफल। डेटा इस गुणनफल को सीमित करता है, असली द्रव्यमान को अकेले नहीं। इसलिए लगभग 0.92 बृहस्पति-द्रव्यमान **निचली सीमा** है, पिंड के सटीक द्रव्यमान का मान नहीं।

> **देखने का कोण द्रव्यमान क्यों छिपा देता है?**
>
> किसी गोल दौड़-पथ को बगल से देखने की कल्पना करें। धब्बा बार-बार आपकी ओर आता और आपसे दूर जाता है, इसलिए गति का वह हिस्सा आसानी से मापा जा सकता है। अब उसी पथ को ऊपर से देखें। धब्बा आपकी दृष्टि के आर-पार अधिक चलता है और आपकी ओर या आपसे दूर बहुत कम।
> रेडियल वेलोसिटी केवल पहला घटक देखती है। गणितीय गुणक `sin(i)` बताता है कि कक्षीय गति का कितना हिस्सा हमारी दृष्टि-रेखा के साथ है। जब तक inclination `i` ज्ञात न हो, अनुमानित द्रव्यमान न्यूनतम द्रव्यमान ही रहता है।

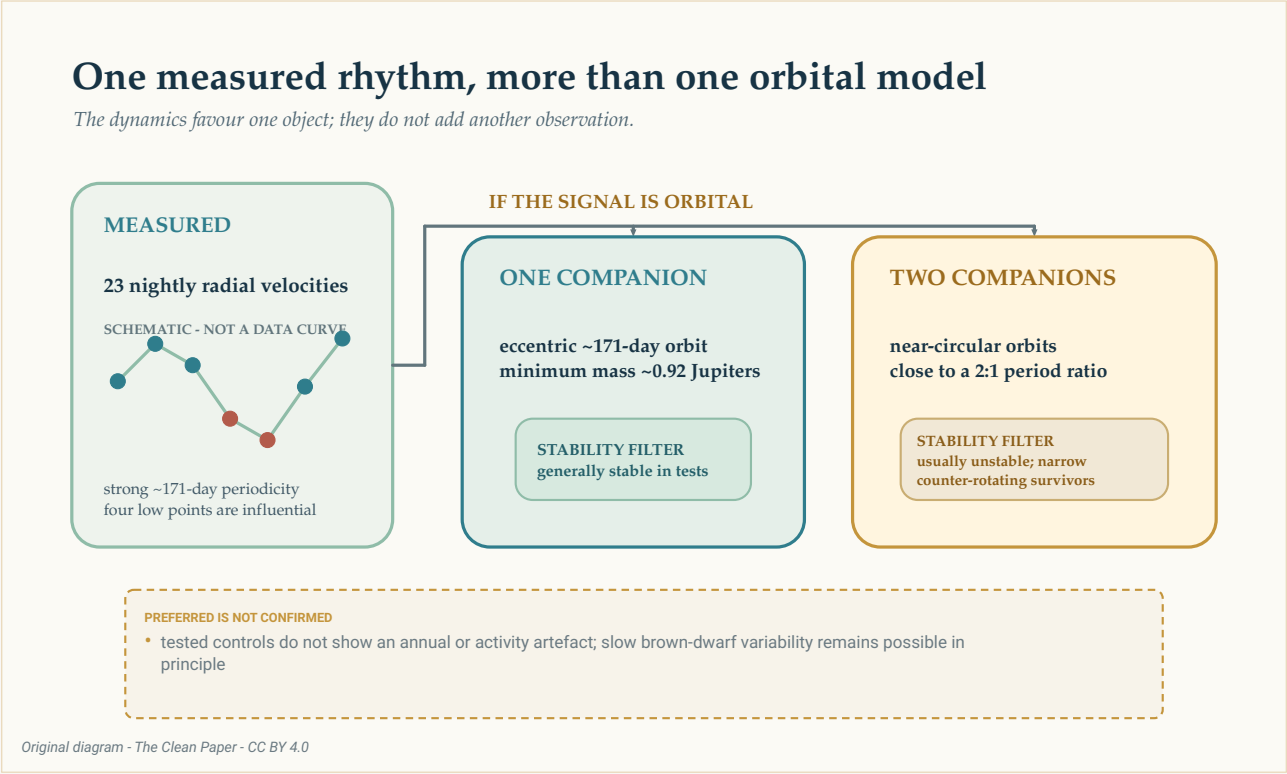
लेखकों ने फिर जाँचा कि यह कक्षा लंबे समय तक टिक सकती है या सिस्टम जल्दी अस्थिर हो जाएगा। संख्यात्मक परीक्षणों में एक-साथी वाला मॉडल समान्यतः स्थिर रहा। इससे वह संकेत की भौतिक रूप से संभव व्याख्या बनता है। यह कोई दूसरी स्वतंत्र पहचान नहीं है।

मुश्किल संभावना: दो साथी मिलकर एक जैसे दिख सकते हैं

Eccentric radial-velocity संकेत में एक जानी-पहचानी अस्पष्टता होती है। कुछ परिस्थितियों में लगभग गोल कक्षा वाले दो पिंड — जिनमें एक की अवधि दूसरे की करीब दुगुनी हो — मिलकर ऐसा पैटर्न बना सकते हैं जो खिंची हुई कक्षा में घूम रहे एक पिंड जैसा दिखे।

यह अस्पष्टता यहाँ भी मौजूद है। दो साथी वाला मॉडल मौजूदा मापों को फिट कर सकता है: एक बाहरी संकेत लगभग 171 दिन पर और एक कम-अवधि वाला भीतरी संकेत। क्योंकि प्रेक्षण हर कक्षीय फेज़ को बराबर नहीं नमूना करते, छोटे-अवधि वाले संकेत के कई aliases बनते हैं। 23 चुनी हुई रातों के बीच लम्बे अंतराल होने के कारण अलग-अलग परीक्षण अवधियाँ दौरों के बीच छूटे चक्रों की अलग संख्या मान कर भी उन्हीं मापों से मेल खा सकती हैं। इसलिए लगभग 14, 70, 88 और 115 दिन की उम्मीदवार अवधियाँ चार स्वतंत्र लय नहीं हैं; वे कम नमूना किए गए छोटे संकेत के अलग-अलग फिट हैं।

लेखक 13 से 17 दिन वाली बहुत कम सीमित खिड़की को अस्वीकार करते हैं। उस दायरे में कोई एक भरोसेमंद अवधि अलग नहीं होती। लगभग 20 दिन से कम कई पास-पास के समान्तर कम आवृत्ति से लिए गए डेटा को दोहरा सकते हैं, इसलिए पूरी खिड़की नमूनाकरण से बना कृत्रिम संकेत हो सकती है। बाकी खिड़कियों में लगभग 88-दिन का समान्तर 70- और 115-दिन वाले विकल्पों से बेहतर फिट होता है, लेकिन इतना बेहतर नहीं कि शोधपत्र किसी दूसरी अवधि को स्थापित मान ले। तालिका में दिए सर्वोत्तम फिट में बाहरी पिंड का न्यूनतम द्रव्यमान लगभग 0.87 बृहस्पति-द्रव्यमान और भीतरी पिंड का लगभग 0.22 बृहस्पति-द्रव्यमान है। ये संख्याएँ कम-पसंदीदा मॉडल का वर्णन करती हैं; दो स्थापित दुनियाओं के मान नहीं हैं।



यदि लगभग 171-दिन का संकेत कक्षीय है, तो उसी व्यापक रेडियल-वेलोसिटी पैटर्न को एक eccentric साथी या लगभग दो से-एक अवधि अनुपात वाले दो लगभग गोल-कक्षा साथियों से व्यक्त किया जा सकता है। स्थिरता परीक्षण एक-पिंड वाली व्याख्या के पक्ष में जाते हैं, लेकिन वे मॉडल को तस्वीर में नहीं बदलते और भूरे बौने की हर तरह की धीमी परिवर्तनशीलता को भी पूरी तरह खारिज नहीं करते।

The Clean Paper CC BY 4.0

स्थिरता की गणनाएँ तुलना को और स्पष्ट करती हैं। जाँची गई अधिकांश दो साथी व्यवस्थाओं में सिमुलेशन के कुछ सौ वर्षों के भीतर एक पिंड सिस्टम से बाहर निकल गया। जो विन्यास बचे, वे एक संकरी और असमान्य सीमा में थे, जहाँ कक्षाएँ लगभग एक ही तल में थीं लेकिन विपरीत दिशाओं में चलती थीं। मेज़बान तारे ने और भी अस्थिर क्षेत्र जोड़े।

यह जाँचे गए दो साथी सिस्टमों की तुलना में एक eccentric साथी को पसंद करने की वजह है। यह प्रमाण नहीं कि प्रकृति ने सरल मॉडल ही चुना है। स्थिरता विश्लेषण रेडियल-वेलोसिटी माप को बाहर संभावित व्याख्याओं को छाँटता है; वह वक्र में कोई नया देखा गया बिंदु नहीं जोड़ता।

एक eccentric कक्षा दो गोल कक्षाओं जैसी कैसे दिख सकती है?

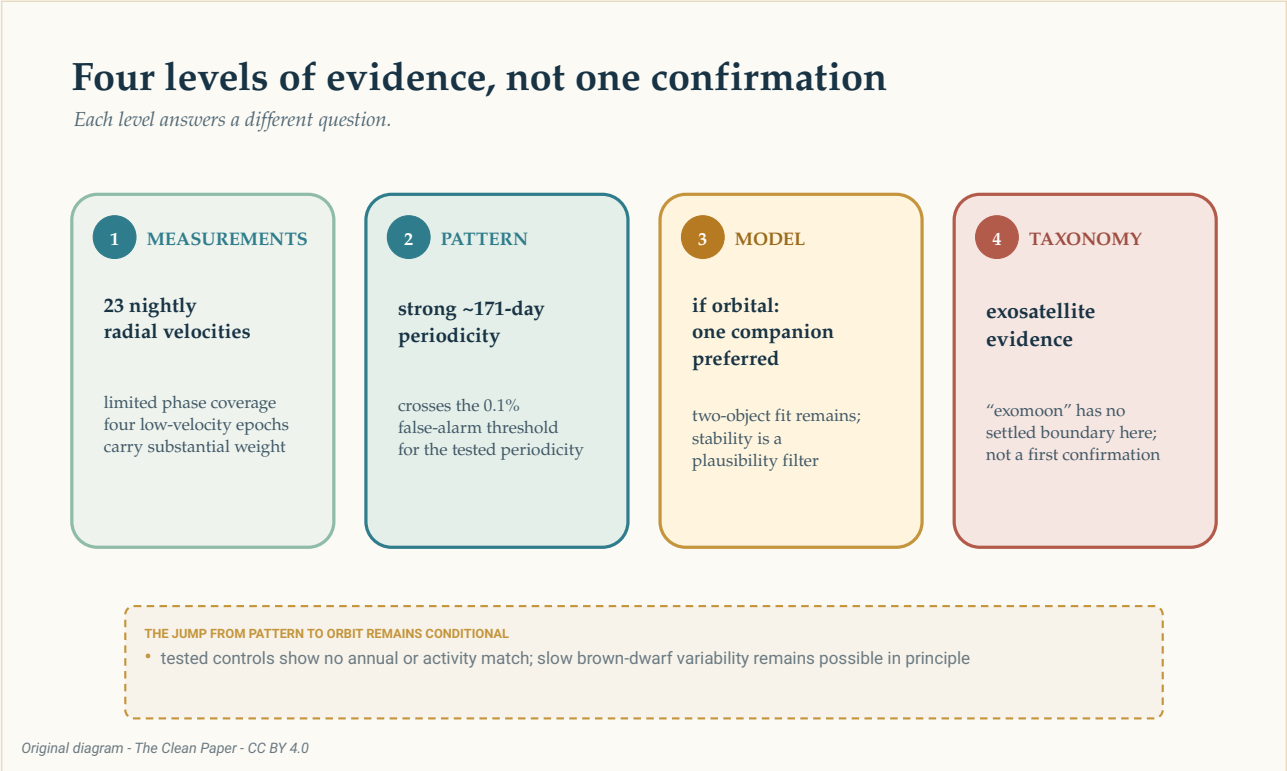
एक बिल्कुल गोल कक्षा सरल, दोहराती रेडियल-वेलोसिटी तरंग बनाती है। Eccentric कक्षा उस तरंग को कुछ विकृत करती है। यदि दो गोल कक्षाओं की अवधियाँ लगभग दो से-एक अनुपात में हों, तो उनके संकेत मिलकर ऐसा पैटर्न बना सकते हैं जिसमें एक मुख्य लय देता है और दूसरा वैसी ही विकृति जोड़ देता है।
यह एक **कक्षीय degeneracy** है: अलग भौतिकी सिस्टम समान माप दे सकते हैं। भविष्य में उन समयों पर अधिक प्रेक्षण, जहाँ मॉडल अलग-अलग वेगों की भविष्यवाणी करते हैं, यह अस्पष्टता तोड़ सकते हैं। गति की कापरीक्षण यह पूछकर मदद करता है कि प्रस्तावित सिस्टम लंबे समय तक टिक सकता है या नहीं, लेकिन वह प्रेक्षण की जगह नहीं ले सकता।

क्यायह लय खुद भूरे बौने से आ सकतीहै?

भूराबौनाकोई शांत परीक्षण-द्रव्यमान नहींहै। उसकावायुमंडल घूमताहै, बादल बनताहै और उसमें चुंबकीय गतिविधि हो सकतीहै। सतह पर बदलते पैटर्न वर्णक्रमीय रेखाओं काआकार बदलकर गति जैसासंकेत पैदाकर सकते हैं।

CD-35 2722 B काअनुमानित अधिकतम घूर्णन-काल लगभग **0.65 दिन** है — 171 दिन से बहुत छोटा। टीम कोजाँचे गए गतिविधि मॉडलोंमें कोई मज़बूत छोटाघूर्णन संकेत, याभारीमंद बादल- अथवाgranulation-जैसासंकेत नहींमिला। उन्होंने वार्षिक नमूनाकरण और उपकरण-संबंधीमात्राओं कोभीजाँचा, लेकिन 171-दिन कीलय से कोई मेल नहींमिला।

ये जाँचें वैकल्पिक व्याख्याओं को कम करतीहैं, लेकिन शोधपत्र यह दावा नहीं करता कि भूरे बौने की सारी आंतरिक परिवर्तनशीलताखत्म कर दीगई है। लंबे समय कीचुंबकीय गतिविधि यावायुमंडलीय परिसंचरण कोसिद्धांततःपूरीतरह खारिज नहींकियाजासकता। इस बचीहुई सम्भावनाकोकक्षीय मॉडल के साथ हीरखाजानाचाहिए, बाद में छुपायानहीं।



प्रमाण अलग-अलग स्तरोंसे गुजरताहै: सीमित फेज़ कवरेज वाली23 रातोंकीरेडियल-वेलोसिटी, लगभग 171-दिन कीमज़बूत आवधिकता, यदि संकेत कक्षीय है तोसंदेहाएक-साथीमॉडल; और अंत में अभीअनिश्चित "exomoon" नाम। यह सीढ़ीमापन, सांख्यिकीय पैटर्न, भौतिक व्याख्याऔर वर्गीकरण कोअलग रखतीहै; यह पुष्टि कीओर जाने वालासीधातीर नहींहै।

The Clean Paper CC BY 4.0

क्यायह exomoon है?

हमारे सौर सिस्टम में चाँद किसीग्रह कीपरिक्रमाकरताहै। CD-35 2722 B एक भूराबौनाहै, और अनुमानित साथीकाअसली द्रव्यमान अभीज्ञात नहींहै। परिचित नाम तब असहज होने लगते हैं जब एक पिंड ग्रह–भूराबौनासीमाके पास होऔर दूसरा चाँद–ग्रह सीमाके पास।

शोधपत्र “पहलीपुष्टि कीगई exomoon” कादावानहींकरता। वह कहताहै कि अब तक किसीexomoon कीभरोसेमंद पहचान नहींहुई है, ग्रह-द्रव्यमान वाले **exosatellite** के पक्ष में साक्ष्य पेश करताहै और इस सिस्टम कोनिर्विवाद पहचान की दिशामें एक कदम कहताहै। संभावित नवीनताकीचर्चाभीशर्त के साथ शुरू होतीहै: यदि संकेत सहीसाबित होताहै।

यह साबधानीपरिणाम कोमहत्वहीन नहींबनाती। किसीधुँधले भूरे-बौने साथीकीरेडियल वेलोसिटीसीधे मापनाकठिन है। यदि आगे के प्रेक्षण संकेत कोबनाए रखते हैं, तोयह सिस्टम दिखाएगाकि ग्रह-खोज कीविधियाँकिसीखगोलीय पदानुक्रम में एक स्तर और भीतर तक पहुँच सकतीहैं।

एक और अवलोकन-मौसम केवल अधिक बिंदु नहींजोड़ेगा। एक- और दोसाथीमॉडल भविष्य के कुछ खास समयोंपर अलग-अलग वेगोंकीभविष्यवाणीकरते हैं। अभीछूटे कक्षीय फेज़ कोभरने वाले मापन जाँच सकते हैं कि 171-दिन कीलय बनीरहती है यानहीं, चार कम-वेलोसिटीवाले बिंदुओं काप्रभाव घटासकते हैं और प्रतिस्पर्धीवक्रोंकोअलग कर सकते हैं।

अभीसबसे ईमानदार तस्वीर भूरे बौने के बगल में लटकाकोई नयाचाँद नहींहै। वह एक वर्णक्रम है, जिसे रात-दर-रात देखकर मापागयाऔर जिसमें छोटासाआवधिक खिसकाव दिखाई देताहै। उस लय के भीतर कोई दुनियाहोसकतीहै। उपलब्धि यह सीखनाहै कि उस संकेत से कितनानिष्कर्ष निकालाजासकताहै — बिनायह दिखावाकिए कि अनुमान कीप्रक्रियापहले ही पूरीहोचुकीहै।

साफ़ सारांश

खगोलविदोंने अक्टूबर 2023 से फ़रवरी2026 के बीच 23 उच्च-गुणवत्तावालीरातोंमें प्रत्यक्ष इमेजिंग से खोजे गए भूरे बौने CD-35 2722 B कीरेडियल वेलोसिटीमापी। उसकीवर्णक्रमीय रेखाएँ लगभग 171 दिन कामज़बूत आवधिक खिसकाव दिखातीहैं। पसंदीदाकक्षीय मॉडल में एक eccentric साथीहै जिसकान्यूनतम द्रव्यमान लगभग 0.92 बृहस्पति-द्रव्यमान है, लेकिन कक्षीय inclination अज्ञात होने के कारण असलीद्रव्यमान भीअज्ञात है। दोलगभग गोल-कक्षावाले साथीउसी व्यापक संकेत कोनकल कर सकते हैं, हालाँकि जाँचीगई अधिकांश दोपिंड व्यवस्थाएँ गतिशील रूप से अस्थिर थीं। चार कम-वेलोसिटीवाले अवलोकन-कालोंकाप्रभाव बड़ाहै और कक्षीय फेज़ काकवरेज सीमित है: प्रेक्षण संभावित 171-दिन चक्र के केवल चुने हुए हिस्सोंकोनमूनाकरते हैं, हर फेज़ कोलगातार नहीं। परीक्षणोंमें घूर्णन, वायुमंडलीय नमूनाकरण, मौसम याजाँचीगई उपकरण-संबंधीविशेषताएँ संकेत कास्रोत नहींमिलीं, लेकिन लंबे समय कीभूरे-बौने कीपरिवर्तनशीलताकोसिद्धांततः पूरीतरह खारिज नहींकियाजासकता। अदृश्य पिंड कीसीधीतस्वीर नहींलीगई; एक-पिंड मॉडल पसंदीदाहै, पुष्टि कियाहुआ नहीं, और भूरे बौने कीपरिक्रमाकरने वाले ग्रह-द्रव्यमान वाले पिंड कोexomoon कहने काकोई सर्वमान्य नियम नहींहै।

बिनाबढ़ाचढ़ाकर जाँच

क्यादेखागया CD-35 2722 B की23 रातोंकीरेडियल-वेलोसिटीमापोंमें लगभग 171 दिन कीमज़बूत आवधिकताहै। भूराबौना स्वयं प्रत्यक्ष इमेजिंग से देखागयाथा, प्रस्तावित साथीनहीं।

लेखक किस व्याख्याकोप्राथमिकतादेते हैं: यदि संकेत कक्षीय है, तोबृहस्पति के करीब न्यूनतम द्रव्यमान वालाएक eccentric साथीमौजूदाडेटाकीसबसे सरल, गतिशील रूप से संभव व्याख्यादेताहै।

क्याअभीखुलाहै: दोसाथीरेडियल-वेलोसिटीकोफिट कर सकते हैं, हालाँकि जाँचे गए सिस्टम आम तौर पर अस्थिर हैं; लंबे समय कीभूरे-बौने कीपरिवर्तनशीलतासिद्धांततःखारिज नहींहुई है; और अज्ञात देखने काकोण साथीके असलीद्रव्यमान को अनिश्चित रखताहै।

शोधपत्र क्यास्थापित नहींकरता पहलीपुष्टि कीगई exomoon; सीधे देखागयाउपग्रह; ठीक एक परिक्रमाकरतापिंड; 0.92

बृहस्पति-द्रव्यमान काअसली द्रव्यमान; यापसंदीदा भौतिक मॉडल के सही होने की 99.9% संभावना।

कसिसे भरोसा बढ़ेगा आगे के रेडियल-वेलोसिटी मापन जो अधिक कक्षीय फेज़ कवर करें, जाँचें कि 171-दिन का संकेत बना रहता है या नहीं, और उन समयों को नमूना करें जहाँ एक- और दो-साथी मॉडल अलग भविष्यवाणियाँ करते हैं।

स्रोत

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