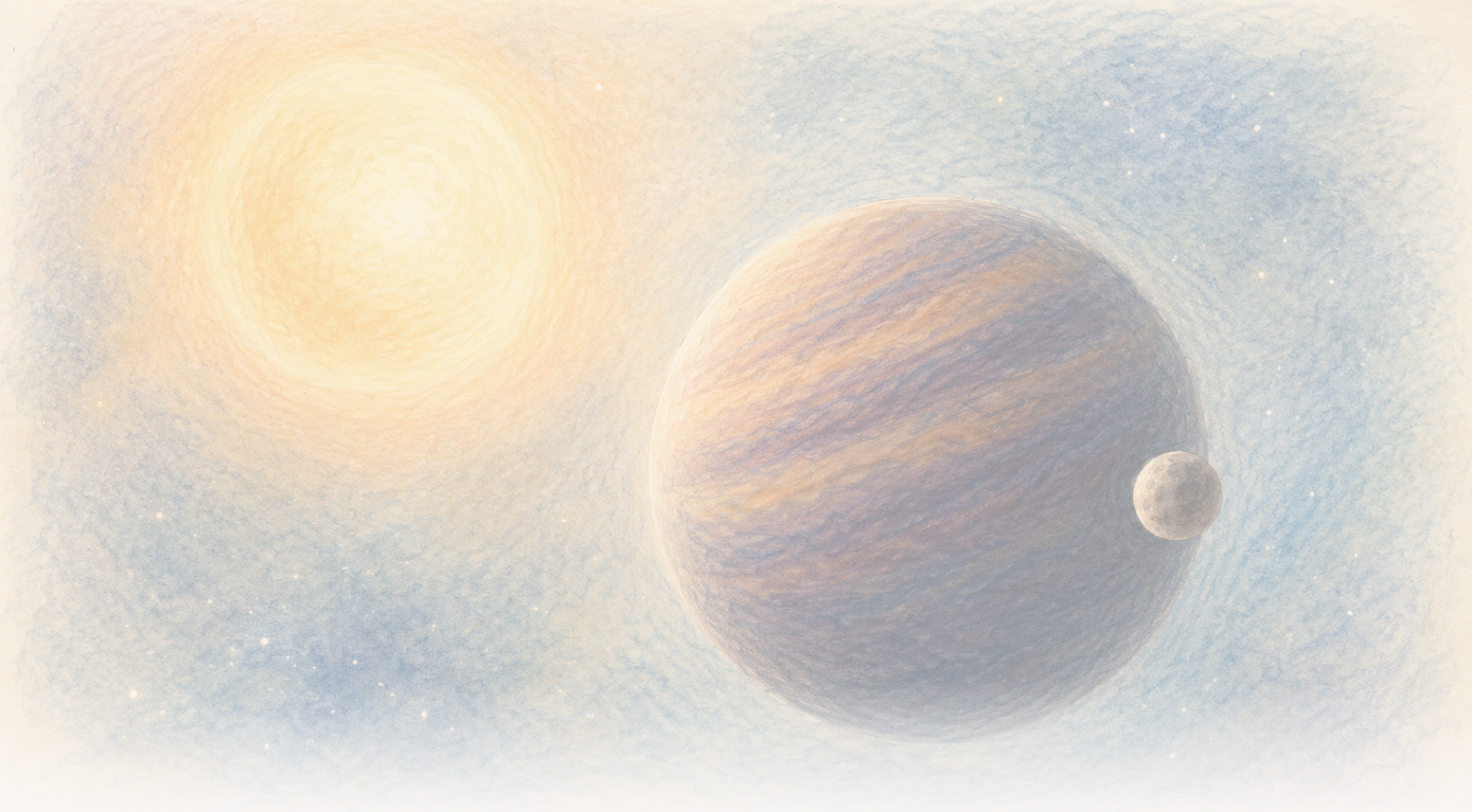




The CLEAN PAPER

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

একটি বাদামি বামন তারা যেনে প্রতি 171 দিনে দুলছে। একটি অদৃশ্য জগত তাকে টানতে পারে, কিন্তু তথ্য এখনও দুটি বিস্তুর সম্ভাবনাও রাখতে

উচ্চমানের 23টি বর্ণালি CD-35 2722 B-এর গতিতে শক্তিশালী পর্যায়বৃত্ত স্থানচ্যুতি দেখায়। পছন্দ করে মডেলটি বৃহস্পতির কাছাকাছি ন্যূনতম ভরবে একটি উৎকর্ষক সঙ্গী, কিন্তু দুই-বস্তুর মডেলে একই সংকটে নকল করতে পারে, বাদামি বামনের ধীরে ধীরে নীতিগতভাবে সম্ভব এবং এখানে 'exomoon' শব্দটির কোনো স্থায়ী সীমানা নেই।

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

একটি বাদামি বামন তারা যেনে প্রতি 171 দিনে দুলছে। একটি অদৃশ্য জগত তাকে টানতে পারে, কিন্তু তথ্য এখনও দুটি বস্তু সম্পর্কে রাখতে

জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা CD-35 2722 B-কে তার চারদিকে ঘোঁরা নক্ষত্র থেকে আলাদা একটি আলোয় বিন্দু হিসেবে দেখতে পান। এটি একটি **বাদামি বামন তারা**—ভর অনুযায়ী দৈত্যাকার গ্রহ ও নক্ষত্রের মাঝামাঝি শ্রেণির বস্তু। এর ভর প্রায় 37টি বৃহস্পতির সমান; সাধারণ দৈত্যাকার গ্রহের চেয়ে বেশি, কিন্তু স্বাভাবিক হাইড্রোজেন-দহনকারী নক্ষত্রের মতো নয়। তবে বাদামি বামনটির চারদিকে ঘুরতে পারে এমন আরও ছোট বস্তুটি তারা দেখতে পান না। সঠিক নিশ্চিতি হল, এটি হবে এমন প্রথম পর্যবেক্ষণের স্তরবিন্যাস যখনে একটি বড় উপ-নাক্ষত্রিক বস্তুকে প্রদক্ষিণ করছে একটি উপগ্রহ, আর সেই বড় বস্তুটি নিজস্ব একটি নক্ষত্রকে প্রদক্ষিণ করছে।

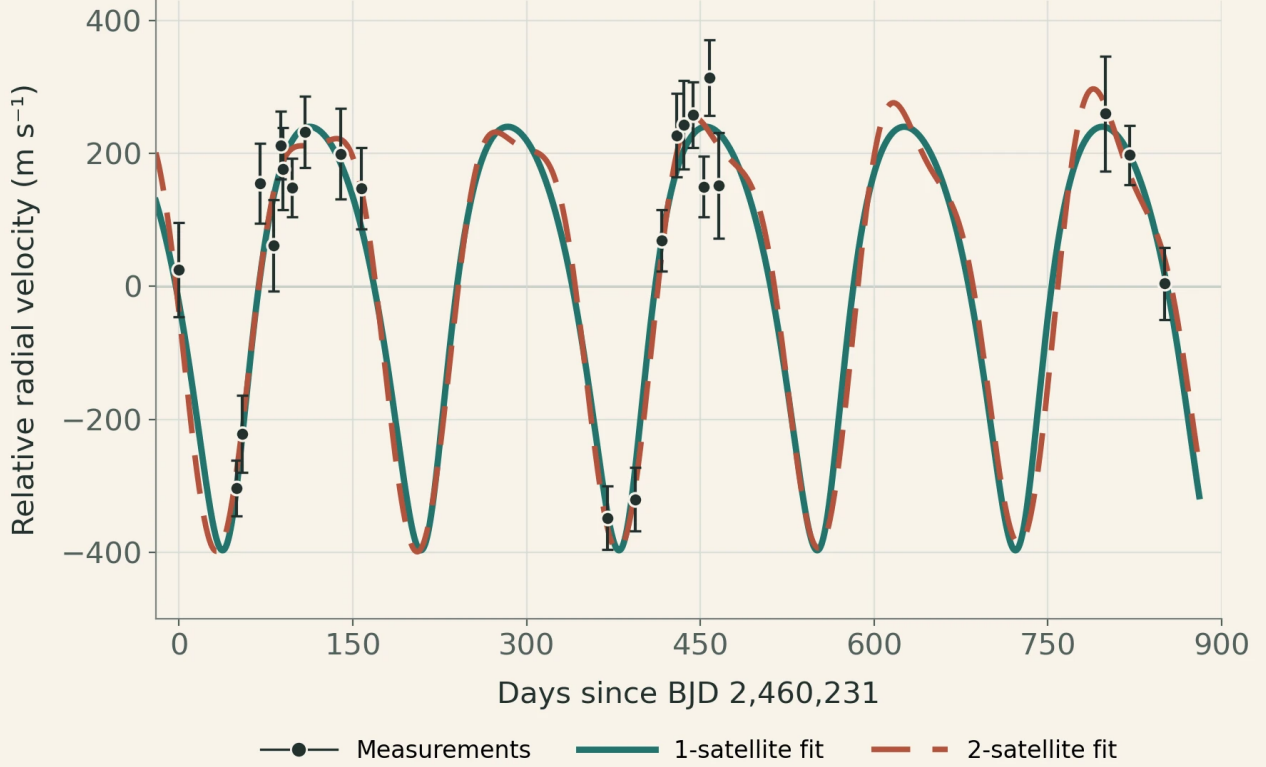
তার বদলে তারা দেখেছেন একটি ছন্দ। কতকটা রাতে বাদামি বামনটি পৃথিবীর দিকে এগালে তার আলো সামান্য সরে যায়। অন্য রাতে, সঠিক পৃথিবী থেকে দূরে গলে আলো বিপ্লবিত দিকে সরে যায়। এই ধরণটি প্রায় প্রতি **171 দিনে** পুনরাবৃত্ত হয়।

এমন সামনে-পছনের গতি একটি অদৃশ্য সঙ্গী তরেকিরতে পারে। দুটি বস্তু যখন তাদের যৌথ ভরকেন্দ্রকে প্রদক্ষিণ করে, ছোটটি বড়টির চারদিকে ঘোঁরে, কিন্তু বড়টিও একটি অনেকে ছোট বৃত্তাকার পথ অনুসরণ করে। এই ছন্দটি যদি কক্ষপথজনিত হয়, তবে নতুন একটি প্রকৃতি গবেষণাপত্র CD-35 2722 B-এর মাপা দোলনের সবচেয়ে পছন্দসই ব্যাখ্যা হিসেবে গ্রহ-ভরবে একটি বস্তুকে প্রস্তাব করেছে।

এটি চমকপ্রদ একটি সম্ভাবনা—কোনো চাঁদের ছবিনয়। উচ্চমানের 23 রাতের পর্যবেক্ষণে শক্তিশালী একটি পর্যায়বৃত্ত সংকেত দেখা যায়। সেই সংকেত থেকে একটি জগতের অস্তিত্ব অনুমান করতে মডেল দরকার, আর বর্তমান তথ্য এখনও একাধিক বিন্যাসের সঙ্গুতে সামঞ্জস্যপূর্ণ। বাদামি বামনটির নিজস্ব ধীর পরবর্তনকেও তথ্য পুরোপুরি বাদ দিয়ে না।

One wobble, two nearly identical fits

23 radial-velocity measurements of the brown dwarf CD-35 B



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

কালো বিন্দু ও ত্রুটিবিরণগুলি 23 রাতের রেডিয়াল-ভেলোসিটি পরিমাপ। অবচিহ্নিত ও ড্যাশরখো যথাক্রমে সবচেয়ে ভালো মলো এক-উপগরহ ও দুই-উপগরহ মডেল। রখো দুটির প্রায় মলি যাওয়া দেখায় কনে তথ্য একটি পর্যায়বৃত্ত দোলন প্রকাশ করতে পারে, অথচ ব্যবস্থাটির প্রকৃত বিন্যাস এখনও নির্ধারণ করতে পারে না; কনো রখোই সঙ্গী বস্তুর সরাসরি ছবিনয়।

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

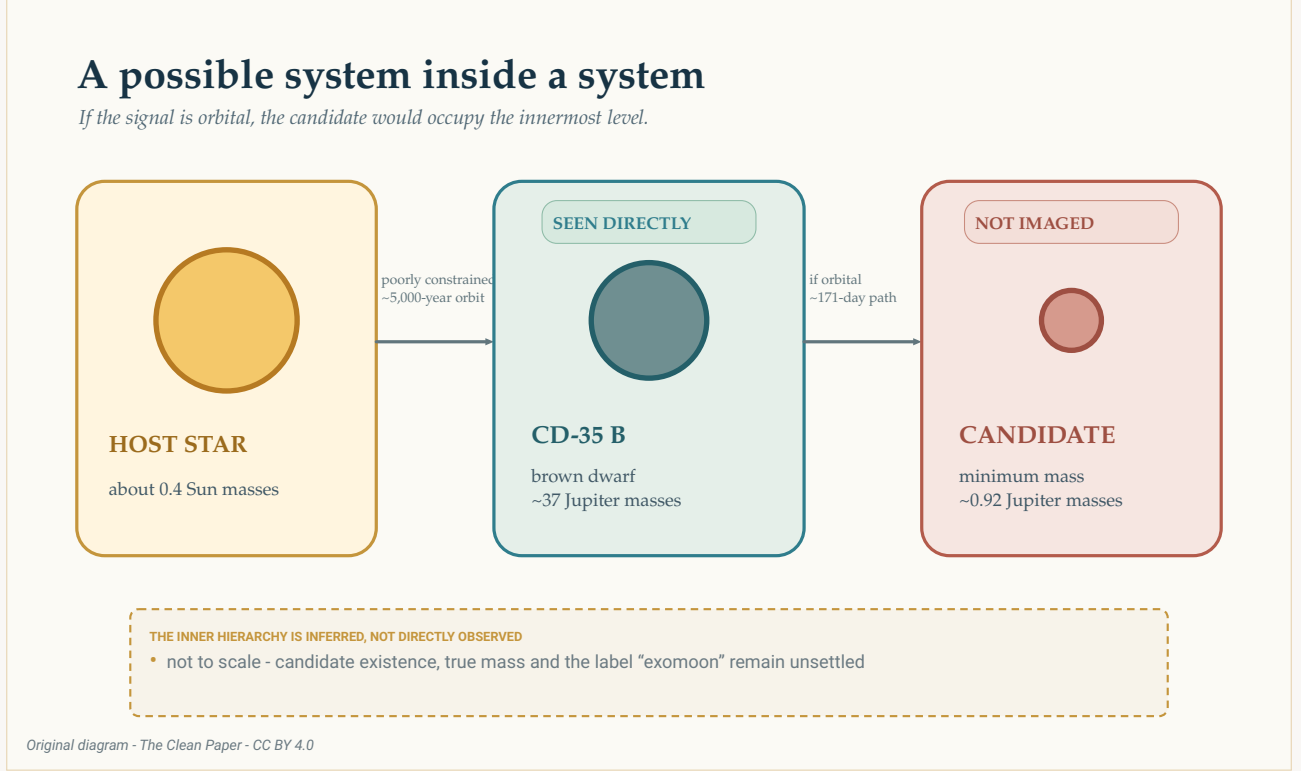
একটি ব্যবস্থার ভেতরে আরেকটি ব্যবস্থা

CD-35 2722 B একটি **বাদামি বামন তারা**—পরিচিতি শ্রেণিগুলোর মাঝামাঝি এক ধরনের বস্তু। সাধারণ দৈত্যাকার গ্রহের চেয়ে এর ভর বেশি, কনিত্ব স্বাভাবিক হাইড্রোজেন-দহনকারী নক্ষত্রের মতো জ্বলার জন্য যথেষ্ট নয়। গবেষণাপত্রে এর আনুমানিক ভর ধরা হয়েছে প্রায় **37টি বৃহস্পতি**।

বাদামি বামনটির সরাসরি ছবি তুলে আবিস্কৃত হয়েছিল, অর্থাৎ দূরবীন তার আলোকে মূল নক্ষত্রের আলো থেকে আলাদা করে শনাক্ত করতে পেরেছিল। আকাশে এটিকে নক্ষত্রটির থেকে প্রায় 2.8 আর্কসেকেন্ড দূরে দেখা যায়। দুটিকে যুক্ত করা প্রশস্ত কক্ষপথ সম্পর্কে খুব কমই জানা যায়, তবে বর্তমান অনুমান বলছে এটি অত্যন্ত প্রসারিত একটি পথ, যা সম্পূর্ণ করতে প্রায় **5,000 বছর** লাগবে।

পর্যায়বৃত্ত সংকেতটি যদি কক্ষপথজনিত হয়, তবে অনুমতি বিন্যাসে প্রার্থী বস্তুটি আরও এক স্তর ভেতরে থাকবে: একটি নক্ষত্রকে প্রদক্ষিণ

করছে বাদামি বামনটি, আর সেই বাদামি বামনকে প্রদক্ষিণ করছে গ্রহ-ভররে একটি সঙ্গী।



সংকেতটি যদি কক্ষপথজনিত হয়, তবে এই সম্ভাব্য স্তরবিন্যাসের সবচেয়ে ভেতরের স্তরে থাকবে পরারথী বস্তুটি। শুধু বাদামি বামনটিকেই সরাসরি দেখা হয়েছে। নক্ষত্রের চারদিকে বাইরের কক্ষপথটি খুবই অনিশ্চিত, আর প্রায় 171 দিনের ভেতরে পথটি অনুমান করা হয়েছে বাদামি বামনের মাপা দেয়াল থেকে। আকার ও দূরত্ব স্কেলে অনুযায়ী দেখানো নয়।

The Clean Paper CC BY 4.0

এই সম্ভাব্য স্তরবিন্যাস আঁকা সহজ, কিন্তু এর ভিত্তি বাস্তবতা ও নামকরণ এখনও স্থির নয়। বাদামি বামনকে প্রদক্ষিণকারী গ্রহ-ভররে বস্তুকে কি চাঁদ বলা হবে, গ্রহ, নাকি শুধু উপগ্রহ? প্রশ্নটির মীমাংসা করার মতো। স্বীকৃত কখনো। নিয়ম জ্যোতির্বিজ্ঞানীদের নই। তাই গবেষণাপত্রটি আরও সাধারণ শব্দ **এক্সো স্যাটেলাইট** ব্যবহার করেছে।

23 রাত কীভাবে একটি দেয়ালনে রূপ নলি

দলটি CD-35 2722 B-কে—NASA Eyes on Exoplanets-এ যার এন্ট্রি আছে—CRIRES+ দিয়ে পর্যবেক্ষণ করেছে। CRIRES+ হলো European Southern Observatory-এর Very Large Telescope-এ বসানো উচ্চ রেজোলিউশনের spectrograph। অক্টোবর 2023 থেকে ফেব্রুয়ারি 2026 পর্যন্ত তারা 26টি observing epoch পয়েছে। একটিতে signal খুব দুর্বল ছিল, আর খারাপ আবহাওয়ায় নেওয়া দুটি observation বাতিল করে আবার করা হয়। শেষে পর্যন্ত বিশ্লেষণে থাকে **উচ্চমানের 23টি রাত**।

স্পেকট্রোগ্রাফ আলোককে সূক্ষ্ম রঙের এক বিস্তারিত বিন্যাসে ভেঙে দেয়। উৎস পৃথিবীর দিকে বা পৃথিবী থেকে দূরে চললে, ওই রঙগুলোতে অতিসামান্য সরে যায়। দৃষ্টিরঞ্জে বরাবর এই গতি বরাবর মাপাকে বলা হয় **রেডশিফট**। এতে অদৃশ্য বস্তুটি দেখা যায় না; বরং দেখা যায়, অদৃশ্য কখনো। টানরে প্রভাবে পর্যবেক্ষিত বস্তুটি কীভাবে চলতে পারে।

পরমাপগুলোর সবচেয়ে শক্তিশালী পর্যায়বৃত্ততা 170 দিনের কাছাকাছি। এটি গবেষণার **0.1% false-alarm-probability threshold** অতিক্রম করে। পরীক্ষার অনুমানগুলো ঠিক হলে নছিক noise বা randomness কতবার অন্তত এত শক্তিশালী periodogram peak তরৈ

করতে পারে—এই threshold সই প্রশ্নের উত্তর দিয়ে। এর অর্থ এই নয় যে উপগ্রহটির অস্তিত্বের সম্ভাবনা 99.9%, আর একে দেখেই বলা যায় না সেখানে একটি সঙ্গী আছে নাকি দুটি।

রডেয়াল-ভলে সিসটি সংকতে কী প্রতিষ্ঠা করতে পারে?

রডেয়াল ভলে সিসটি বর্ণালির রেখায় বারবার হওয়া স্থানচ্যুতকি পর্যবেক্ষকের দিকে ও পর্যবেক্ষক থেকে দূরে গতির পরিমাপে রূপ দেয়। পুনরাবৃত্ত ধরণকে কক্ষপথে সমীকরণ দিয়ে ফিট করলে গবেষকেরা পর্যায়কাল, মাপা দেয়ালনের আকার এবং সঙ্গী বস্তুর ন্যূনতম ভর অনুমান করতে পারেন।

কিন্তু এই পদ্ধতি সঙ্গী বস্তুর সরাসরি ছবি তোলেনা। নক্ষত্র বা উপ-নাক্ষত্রিক বস্তুর বায়ুমণ্ডলও বর্ণালির রেখা সরাতো পারে, পর্যবেক্ষণের সময়সূচি বিভিন্নতাকির ছন্দ তৈরি করতে পারে, আর ভিন্ন কক্ষপথীয় বিন্যাস একে অন্যের মতো দেখাতে পারে। সংকতে, তার ভেতর ব্যাখ্যা এবং অনুমতি বস্তুকে দেওয়া নাম—এগুলো আলাদা প্রশ্ন।

কক্ষপথে ব্যাখ্যায় যাওয়ার আগে নমুনা সংগ্রহের ধরনটি গুরুত্বপূর্ণ। বিশেষভাবে কম রডেয়াল-ভলে সিসটির চারটি পরিমাপ ধরণের ওপর যথেষ্ট প্রভাব ফেলে। সেগুলো দুটি জোড়ায়, প্রতিবিদনে ভালো বলা অবস্থায় নেওয়া হয়েছিল; লেখকেরা একবারে একটি বিন্দু বাদ দিয়ে বিশ্লেষণ পুনরাবৃত্তি করলে কোনো এক বিন্দু নজির থেকে সংকতে তৈরি করেনি। তবু সম্ভাব্য কক্ষপথে পর্যায়গুলোর কবেল একটি অংশই নমুনায় ধরা পড়েছে। দুই বছরেরও বেশি সময়ে ছড়িয়ে থাকা 23 রাত ধারাবাহিক পর্যবেক্ষণের সমান নয়।

লেখকেরা সম্ভাব্য অর্ধ-বছরের কৃত্রিম সংকতেও পরীক্ষা করেন। পৃথিবীর পরিবর্তনশীল গতি বা যন্ত্রের প্রয়োজিত ঠিকমতো সংশোধন না হলে একটি মথিয়া বার্ষিক সংকতে তৈরি হতে পারে, যা নমুনা নেওয়ার কারণে অর্ধ-বছর, অর্থাৎ 182.5 দিন হিসেবে দেখা দিতে পারে। তাদের পছন্দে পর্যায়কাল 171.11 দিন, যার অনিশ্চয়তা +0.53/-0.36 দিন; লেখকেরা জানান, এটি 182.5 দিন থেকে প্রায় 20 মানক বচিছুত দূরে। পৃথিবীর পরিবর্তনশীল গতি, seeing, বায়ুমণ্ডলে জলীয়বাষ্প বা পরীক্ষিত যন্ত্রগত বৈশিষ্ট্যের সঙ্গতে তারা কোনো সম্পর্ক পাননি। এগুলো গুরুত্বপূর্ণ নয়ন্ত্রণ পরীক্ষা। এগুলো কক্ষপথীয় ব্যাখ্যাকে মডেল করার মতো যথেষ্ট বিশ্বাসযোগ্য করে, কিন্তু নজিরেই বস্তুটির পরিচয় নির্ধারণ করে না।

সবচেয়ে সরল কক্ষপথীয় উত্তর: একটি সঙ্গী

পছন্দে মডেলে একটি বস্তু প্রতি 171.11 দিনে বাদামি বামনটির চারদিকে উৎকেন্দ্রিক, অর্থাৎ কিছুটা প্রসারিত কক্ষপথে ঘোরে। ফিট করা কক্ষপথে উৎকেন্দ্রিকতা প্রায় 0.27 এবং অর্ধ-দীর্ঘ অক্ষ প্রায় 0.200 জ্যোতির্বিজ্ঞানিক units—পৃথিবী-সূর্যের গড় দূরত্বের প্রায় এক-পঞ্চমাংশ।

মাপা দেয়ালনের বিস্তার প্রায় 318 মটির প্রতিদ্বিতীয়। ওই গতি থেকে মডেলে সঙ্গী বস্তুর ন্যূনতম ভর দিয়ে বৃহস্পতির ভরের প্রায় 0.92 গুণ।

ন্যূনতম শব্দটি গুরুত্বপূর্ণ। Radial velocity কক্ষপথীয় গতির শুধু সই অংশ মাপে, যা আমাদের দিকে বা আমাদের থেকে দূরে। কক্ষপথকে edge-on দেখলে গতির বেশির ভাগ এই দিকেই ধরা পড়ে। কিন্তু কক্ষপথটি যদি বেশি face-on হয়, গতির বড় অংশ আকাশের সমতলে থেকে যায়; তখন একই মাপা দেয়ালন তৈরি করতে প্রকৃত সঙ্গীর ভর আরও বেশি হতে হবে।

জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা ফলটি লেখেন $m \sin(i)$ হিসেবে: ভর $\times$ কক্ষপথে অজানা inclination-এর sine। তথ্য এই গুণফলটিকেই সীমাবদ্ধ করে, প্রকৃত ভরকে আলাদা করে নয়। তাই প্রায় 0.92 Jupiter mass হলো একটি নমিনসীমা, বস্তুর প্রকৃত ভরের সরাসরি পরিমাপ নয়।

দেখার কোণ কবে ভর আঁড়াল করে?

ভাবুন, একটি বৃত্তাকার দৈড়পথকে পাশ থেকে দেখছেন। দৈড়দি বারবার আপনার দিকে আসে ও দূরে যায়, তাই গতি এই অংশটি

সহজে মাপা যায়। এবার একই পথ ওপর থেকে দেখুন। তখন দাঁড়ি বশেরি ভাগই আপনার দৃষ্টিক্ষেত্রেরে আড়াআড়ি চলে, আপনার দিকে বা দূরে খুব কমই।
রডেয়াল ভলে সটিশিধু প্রথম অংশটি দেখে। গাণিতিক $\sin(i)$ গুণকটি বলবে কক্ষপথীয় গতির কতটা আমাদের দৃষ্টিরিখো বরাবর।
ঝাঁক i জানা না হওয়া পর্যন্ত অনুমতি ভর ন্যূনতমই থাকে।

এরপর লেখকরো দেখেছেন, এই কক্ষপথ দ্রুত ধ্বংস না হয়ে টকি থাকতে পারে কিনা। তাদের সংখ্যাতাত্ত্বিক পরীক্ষায় এক-সঙ্গী মডেলটি সাধারণত স্থতিশীল ছিল। ফলে এটি সংকটেটির ভেঁতাভাবে সম্ভবপর ব্যাখ্যা। কিন্তু এটি দ্বিতীয় কনো শনাক্তকরণ নয়।

অস্বস্তিকির উত্তর: দুটি সঙ্গীও একটির মতো দেখাতে পারে

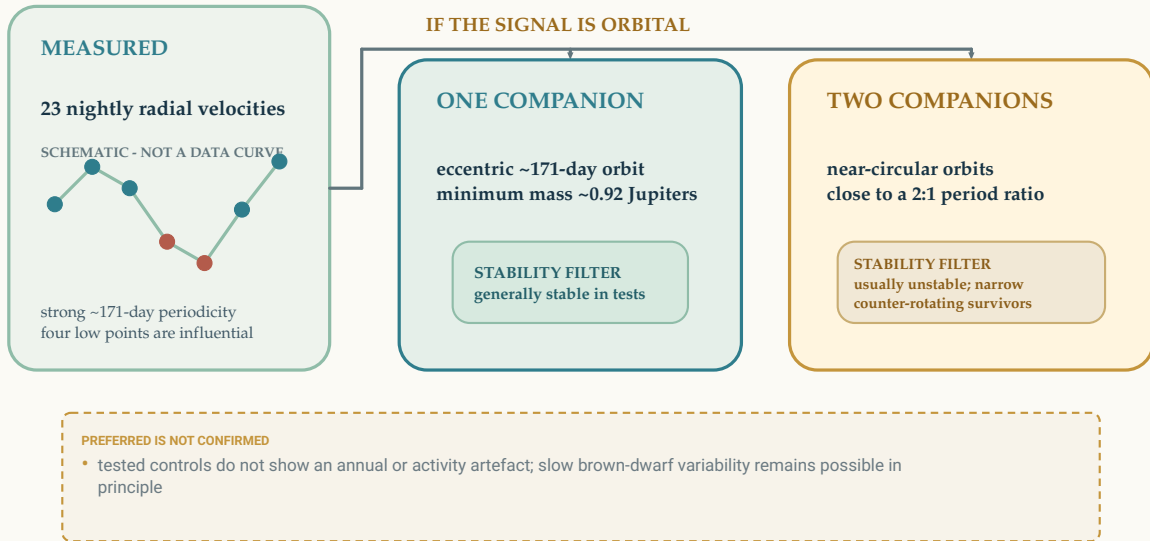
উৎকন্দরকি রডেয়াল-ভলে সটি সংকতেরে একটি পরিচিতি দ্বয়রখতা আছে। কিছু পরিস্থিতিতে প্রায় বৃত্তাকার কক্ষপথে থাকা দুটি বস্তু—যাদের একটির পর্যায়কাল অন্যটির প্রায় দ্বিগুণ—মিলে এমন একটি ধরণ তৈরিকরতে পারে, যা প্রসারতি কক্ষপথে থাকা একটি বস্তুর মতো দেখায়।

এখানেও সেই দ্বয়রখতা দেখা যায়। দুই-সঙ্গীর একটি মডেলে বর্তমান পরিমাপের সঙ্গে মিলতে পারে, যেখানে বাইরের সংকটেটি 171 দিনেরে কাছাকাছি এবং ভেরেরেটি কম সময়েরে। পর্যবেক্ষণেরে সময়গুলো সব কক্ষপথীয় পর্যায় সমানভাবে নমুনা নয়েনি বলে ছোট পর্যায়কালেরে সংকটেটির একাধিক alias দেখা যায়। নির্বাচতি 23 রাতেরে মধ্যে দীর্ঘ ফাঁক থাকায়, ভিন্ন পরীক্ষামূলক পর্যায়কাল পরদিরশনেরে মাঝখানে ভিন্ন সংখ্যক অদখো চক্র ধরে নিয়েও একই পরিমাপেরে সঙ্গে মিলে যেতে পারে। তাই 14, 70, 88 ও 115 দিনেরে কাছাকাছি প্রারথী পর্যায়গুলো চারটি আলাদাভাবে শনাক্ত হন্দ নয়; এগুলো একই দুর্বলভাবে-নমুনাকৃত ছোট সংকতেরে বকিল্প ফটি।

লেখকরো 13 থেকে 17 দিনেরে দুর্বলভাবে সীমাবদ্ধ পরিসরটি বাদ দনে। সেখানে ফটি একটি বিশ্বাসযোগ্য একক পর্যায় আলাদা করতে পারে না: প্রায় 20 দিনেরে নটি ঘনঘন অনেকে সমাধানই কম-cadence পরিমাপ পুনরুত্পাদন করতে পারে, তাই পুরো পরিসরটি নমুনা নেওয়ার কৃত্রিম ফল হওয়ার সম্ভাবনা বেশি। বাকি পরিসরগুলো মধ্য প্রায় 88 দিনেরে সমাধানটি আনুমানিক 70 ও 115 দিনেরে বকিল্পেরে চেয়ে ভালো মলে, কিন্তু গবেষণাপত্রটি নিশ্চিত দ্বিতীয় পর্যায় দাবি করার মতো যথেষ্ট নয়। সারণিত্ত্বিক সরো ফটি বাইরের বস্তুর ন্যূনতম ভর প্রায় 0.87 বৃহস্পতি-ভর এবং ভেরেরেটির প্রায় 0.22 বৃহস্পতি-ভর। এই সংখ্যাগুলো কম-পছন্দেরে একটি মডেলেরে বর্ণনা; প্রতিষ্ঠতি দুটি জগতেরে পরিমাপ নয়।

One measured rhythm, more than one orbital model

The dynamics favour one object; they do not add another observation.



Original diagram - The Clean Paper - CC BY 4.0

প্রায় 171 দিনের সংকেতটি যদি কক্ষপথজনিত হয়, তবে একই সামগ্রিক রডেয়াল-ভলে সঠিক ধরণকে একটি উৎকেন্দ্রিক সঙ্গী অথবা প্রায় দুইকে পর্যায়কাল অনুপাতের দুটি প্রায়-বৃত্তাকার সঙ্গী দিয়ে বোঝানো যায়। স্থিতিশীলতার পরীক্ষা এক-বস্তু ব্যাখ্যাকে সমর্থন করে, কিন্তু তাতে কোনও মডলে ছবি দিয়ে যা না বা বাদামি বামনের সব ধরনের ধীর পরবর্তন বাদ পড়ে না।

The Clean Paper CC BY 4.0

স্থিতিশীলতার হিসাব তুলনাটিকে আরও স্পষ্ট করে। পরীক্ষা করা দুই-সঙ্গী বন্যাসরে বেশির ভাগই কয়েকশ সম্মিলটেডে বছরের মধ্যে একটি বস্তু বেরিয়ে যায়। টিকে থাকা বন্যাসগুলে খুব সংকীর্ণ ও অস্বাভাবিক অঞ্চলে ছিল, যখনে কক্ষপথগুলে প্রায় একই সমতলে হলেও বিপরীত দিকে চলত। মূল নক্ষত্রটিও আরও কিছু অস্থিতিশীল অঞ্চল তৈরি করে।

এটি পরীক্ষিত দুই-সঙ্গী ব্যবস্থার তুলনায় একটি উৎকেন্দ্রিক সঙ্গীকে পছন্দ করার কারণ। প্রকৃত যি সরল মডেলেই বেছে নিয়েছে, তার প্রমাণ নয়। রডেয়াল ভলে সঠিক মাপার পর স্থিতিশীলতা সম্ভাব্য ব্যাখ্যাগুলোকে ছুঁকে দেয়; বক্ররোধে এটি নিতুন কোনও পর্যবেক্ষণ বিন্দু যোগ করে না।

একটি উৎকেন্দ্রিক কক্ষপথ কীভাবে দুটি বৃত্তাকার কক্ষপথের মতো দেখাতে পারে?

একটি নিখুঁত বৃত্তাকার কক্ষপথ সরল পুনরাবৃত্ত রডেয়াল-ভলে সঠিক তরঙ্গ তৈরি করে। উৎকেন্দ্রিক কক্ষপথ সেই তরঙ্গে বক্রতা যোগ করে। প্রায় দুইকে অনুপাতের পর্যায়কালসহ দুটি বৃত্তাকার কক্ষপথ মিললে একটি সংকেত মূল ছন্দটি দিয়ে এবং অন্যটিকে কাছাকাছি ধরনের বক্রতায় যোগ করতে পারে।

এটি একটি **কক্ষপথীয় degeneracy**: ভিন্ন ভিন্ন ব্যবস্থা একই রকম পরিমাপ তৈরি করে। যে সময়গুলোতে মডেলগুলো ভিন্ন ভলে সঠিক প্রবাস দেয়, সেই সময়ে আরও পর্যবেক্ষণ করলে পার্থক্য ধরা যেতে পারে। গতবিদ্যার পরীক্ষা প্রতিটি প্রস্তাবিত ব্যবস্থা টিকে থাকতে পারে কিনা জিজ্ঞাসে করে সাহায্য করে, কিন্তু ওই পর্যবেক্ষণের বকিল্প নয়।

ছন্দট কি বাদামি বামনটির নজিরে থেকেই আসতে পারে?

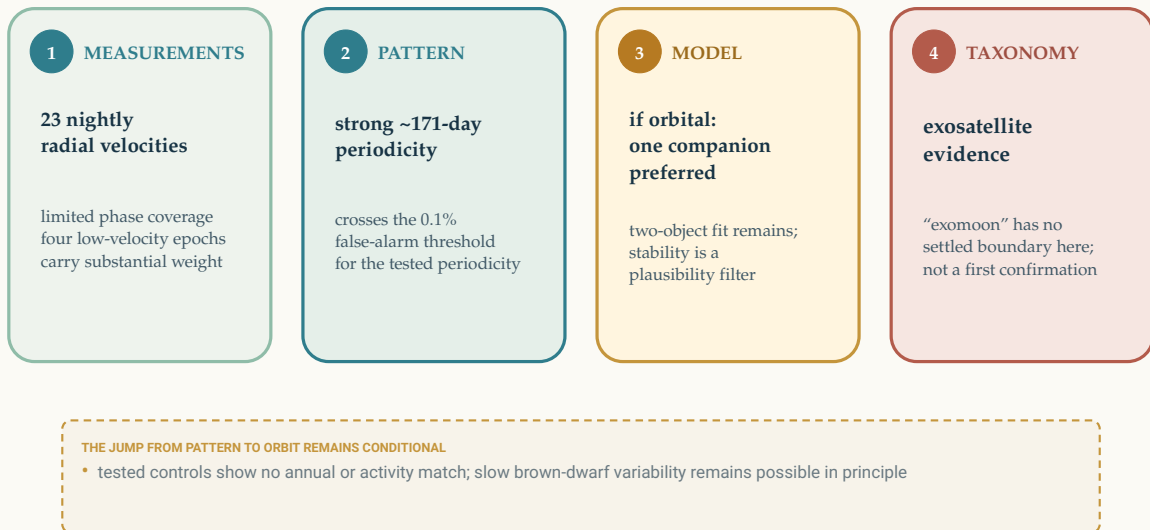
বাদামি বামন কোনও নীরব পরীক্ষণ-ভর নয়। তার বায়ুমণ্ডল ঘোরে, মঘে তরৈকিরে এবং চট্টম্বকীয় কার্যকলাপ থাকতে পারে। পৃষ্ঠের পরিবর্তনশীল ধরণ বর্ণালির রঞ্চার আকৃতিবিদলে গতির ভান তরৈকিরতে পারে।

CD-35 2722 B-এর আনুমানিক সর্বোচ্চ rotation period প্রায় **0.65 দিন**, যা 171 দিনের তুলনায় অনেক কম। দলটি পরীক্ষিত activity model-এ শক্তিশালী স্বল্পময়োদি rotation signal বা বিশ্বাসযোগ্য cloud- কহিবা granulation-সদৃশ signal পায়নি। বার্ষিক sampling ও instrument-related quantity-ও পরীক্ষা করা হয়েছে, কিন্তু 171 দিনের ছন্দের সঙ্গে কোনও মিল পাওয়া যায়নি।

এই পরীক্ষাগুলো বকিল্পের পরসির সংকুচতি করে, কিন্তু গবেষণাপত্রটি দাবি করে না যে সব অন্তর্নহিত পরিবর্তন বাদ দেওয়া হয়েছে। দীর্ঘসময়ের চট্টম্বকীয় কার্যকলাপ বা বাদামি বামনের বায়ুমণ্ডলীয় সঞ্চালন নীতিগতভাবে বাদ দেওয়া যায় না। এই বাকসম্ভাবনাটিকে কক্ষপথীয় মডেলগুলো পাশে রাখতে হবে, তাদের পরে আড়াল করে নয়।

Four levels of evidence, not one confirmation

Each level answers a different question.



Original diagram - The Clean Paper - CC BY 4.0

প্রমাণ আলাদা কয়েকটি স্তরে সাজানো: সীমিত কক্ষপথীয় পর্যায় কভারজেসহ 23 রাতের রেডিয়াল ভলে সটি; প্রায় 171 দিনের শক্তিশালী পর্যায়বৃত্ততা; সংকটেটিক কক্ষপথজনতি হলে পছন্দরে এক-সঙ্গী মডেল; এবং সবশেষে এখনও অনির্ধারিত “exomoon” নাম। এই ধাপগুলো পরমাপ, পরিসংখ্যানগত ধরণ, ভেঁত ব্যাখ্যা ও শ্রণেবিনিয়াসকে আলাদা রাখে; এটিনিশ্চিতকরণের তীর নয়।

The Clean Paper CC BY 4.0

এট কি একটি এক্সোমুন?

স্টোজগতে চাঁদ একটি গ্রহকে প্রদক্ষিণ করে। CD-35 2722 B একটি বাদামি বামন, আর অনুমতি সঙ্গীর প্রকৃত ভর এখনও জানা নাই। একটি বস্তু গ্রহ-বাদামি বামন সীমার কাছে এবং আরকেটচাঁদ-গ্রহ সীমার কাছে থাকলে পরিচিতি নামগুলো অস্পষ্ট হয়ে যায়।

গবেষণাপত্রটি প্রথম নশ্চিতি এক্সে মুন দাবিকরে না। এতে বলা হয়েছে, এখনো এক্সে মুন বশ্বাসযোগ্যভাবে শনাক্ত হয়নি; বরং গ্রহ-ভররে একটি এক্সে স্যাটেলাইট-এর পক্ষ্যে প্রমাণ তুলে ধরা হয়েছে এবং ব্যবস্থাটিকে বতিরক্ষহীন শনাক্তকরণের দিকে একটি ধাপ বলা হয়েছে। সম্ভাব্য নতুনত্ব নিয়ে আলোচনাও শর্তসাপেক্ষে শুরু হয়: সংকতেটি সত্য বলে প্রমাণিত হলে।

এই সতরকতা ফলটিকে তুচ্ছ করে না। কৃষিগ বাদামি বামন সঙ্গীর রডেয়াল ভলে সটি সিরাসরি মাপা কঠনি। ভবষিৎ পর্যবক্ষেণেও সংকতেটি টিকে থাকলে, ব্যবস্থাটি দেখাবে যে গ্রহ-অনুসন্ধানের পদ্ধতি মহাজাগতিক স্তরবন্যাসরে আরও এক ধাপ ভতেরে পট্টাছাতে পারে।

আরও একটি পর্যবক্ষেণ মট্টে সুম শুধু বনিদু বাড়াবে না। এক- ও দুই-সঙ্গী মডলে নরিদষ্টি ভবষিৎ সময়ে ভিনি ভলে সটির পূর্বাভাস দেয়। অনুপস্থিতি কক্ষপথীয় পর্যায়গুলো পূরণ করা পরমাপ 171 দিনেরে ছন্দটি টিকে আছে কনি পরীক্ষা করতেরে, চারটিকিম মানেরে বনিদুর প্রভাব কমাতে পারে এবং প্রতদিবন্দবী বক্ররখোগুলে একে আলাদা করতেরে পারে।

এখন পর্যন্ত সবচয়ে সৎ ছবিকি নে। বাদামি বামনের পাশে ঝুলে থাকা নতুন চাঁদ নয়। বরং রাতেরে পর রাত নওয়া একটি বরণালি, যখনে ছোট্ট একটি পর্যায়বৃত্ত স্থানচ্যুতি আছে। সতাই ছন্দেরে ভতেরে একটি জগত থাকতেরে পারে। সাফল্যটি হলে, অনুমানকে ইতিমধ্যেই সম্পূর্ণ সত্য বলে না ধরে সেখান থেকে কতটা জানা যায় তা শখে।

সংক্ষিপ্ত সারাংশ

জ্যেতিবর্জিগ্গনীরা অক্টোবর 2023 থেকে ফেব্রুয়ারি 2026-এর মধ্যে উচ্চমানেরে 23 রাতেরে সরাসরি চিত্রায়তি বাদামি বামন CD-35 2722 B-এর রডেয়াল ভলে সটি মপেছে। তার বরণালির রখেয় 171 দিনেরে কাছাকাছি শক্তিশালী পর্যায়বৃত্ত স্থানচ্যুতি দেখা যায়। পছন্দেরে কক্ষপথীয় মডলে ন্যূনতম প্রায় 0.92 বৃহস্পতি-ভররে একটি উৎকেন্দ্রিক সঙ্গী আছে, কনিত্ত কক্ষপথেরে ঝট্টক অজানা বলে প্রকৃত ভরও অজানা। প্রায়-বৃত্তাকার দুটি সঙ্গী একই সামগ্রিক সংকতে নকল করতেরে পারে, যদিও পরীক্ষতি দুই-বস্তু বন্যাসরে বেশির ভাগ গতিশীলভাবে অস্থিতিশীল ছিল। কম ভলে সটির চারটি পর্যবক্ষেণ প্রভাবশালী এবং কক্ষপথীয় পর্যায়েরে কভারেজ এখনও সীমতি: পর্যবক্ষেণগুলো সম্ভাব্য 171 দিনেরে চক্রেরে নরিবাচতি অংশই নমুনা নিয়েছে, সব পর্যায় ধারাবাহিকভাবে অনুসরণ করেনি। পরীক্ষায় ঘূর্ণন, বার্ষিক নমুনা, আবহাওয়া বা পরীক্ষতি যন্ত্রগত বৈশিষ্ট্যকে উৎস হিসেবে শনাক্ত করা যায়নি, কনিত্ত দীর্ঘসময়েরে বাদামি বামন পরবর্তন নীতিগতভাবে বাদ দেওয়া যায় না। অদৃশ্য বস্তুটির সরাসরি ছবিনাই, এক-বস্তু মডলেটি পছন্দেরে কনিত্ত নশ্চিতি নয়, এবং বাদামি বামনকে প্রদক্ষিণকারী গ্রহ-ভররে বস্তুকে এক্সে মুন বলতাই হবে—এমন স্থিতি ন্যিম নাই।

সরাসরি যাচাই

কী পর্যবক্ষেতি হয়েছে: CD-35 2722 B-এর 23 রাতেরে রডেয়াল-ভলে সটি পরমাপে প্রায় 171 দিনেরে শক্তিশালী পর্যায়বৃত্ততা আছে। বাদামি বামনটিকে সরাসরি চিত্রায়তি করা হয়েছে; প্রস্তাবতি সঙ্গীকে নয়।

লেখকেরা কনি ব্যাখ্যাকে পছন্দ করেন: সংকতেটি কক্ষপথজনতি হলে, বৃহস্পতির কাছাকাছি ন্যূনতম ভররে একটি উৎকেন্দ্রিক সঙ্গী বর্তমান তথ্যেরে সবচয়ে সরল ও গতিশীলভাবে সম্ভবপর ব্যাখ্যা দেয়।

কী এখনও খেলা: দুটি সঙ্গী রডেয়াল ভলে সটির সঙ্গে মলিতে পারে, যদিও পরীক্ষতি ব্যবস্থাগুলো সাধারণত অস্থিতিশীল; দীর্ঘসময়েরে বাদামি বামন পরবর্তন নীতিগতভাবে বাদ যায়নি; আর অজানা দেখার কারণ প্রকৃত সঙ্গী-ভরকে অনির্ধারতি রাখে।

গবেষণাপত্রটিকী প্রতিষ্ঠা করেনা: প্রথম নশ্চিতি এক্সে মুন, সরাসরি দেখা উপগ্রহ, ঠিক একটি কক্ষপথীয় বস্তু, প্রকৃত ভর 0.92 বৃহস্পতি-ভর, অথবা পছন্দেরে ভট্ট মডলে সঠিক হওয়ার 99.9% সম্ভাবনা।

কী আত্মবশ্বাস বাড়াবে: আরও রডেয়াল-ভলে সটি পরমাপ, যা বেশি কক্ষপথীয় পর্যায় কভার করবে, 171 দিনেরে সংকতেটি টিকে থাকে কনি পরীক্ষা করবে এবং এমন সময়ে নমুনা নেবে যখন এক- ও দুই-সঙ্গী মডলে ভিনি পূর্বাভাস দেয়।

উৎস

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