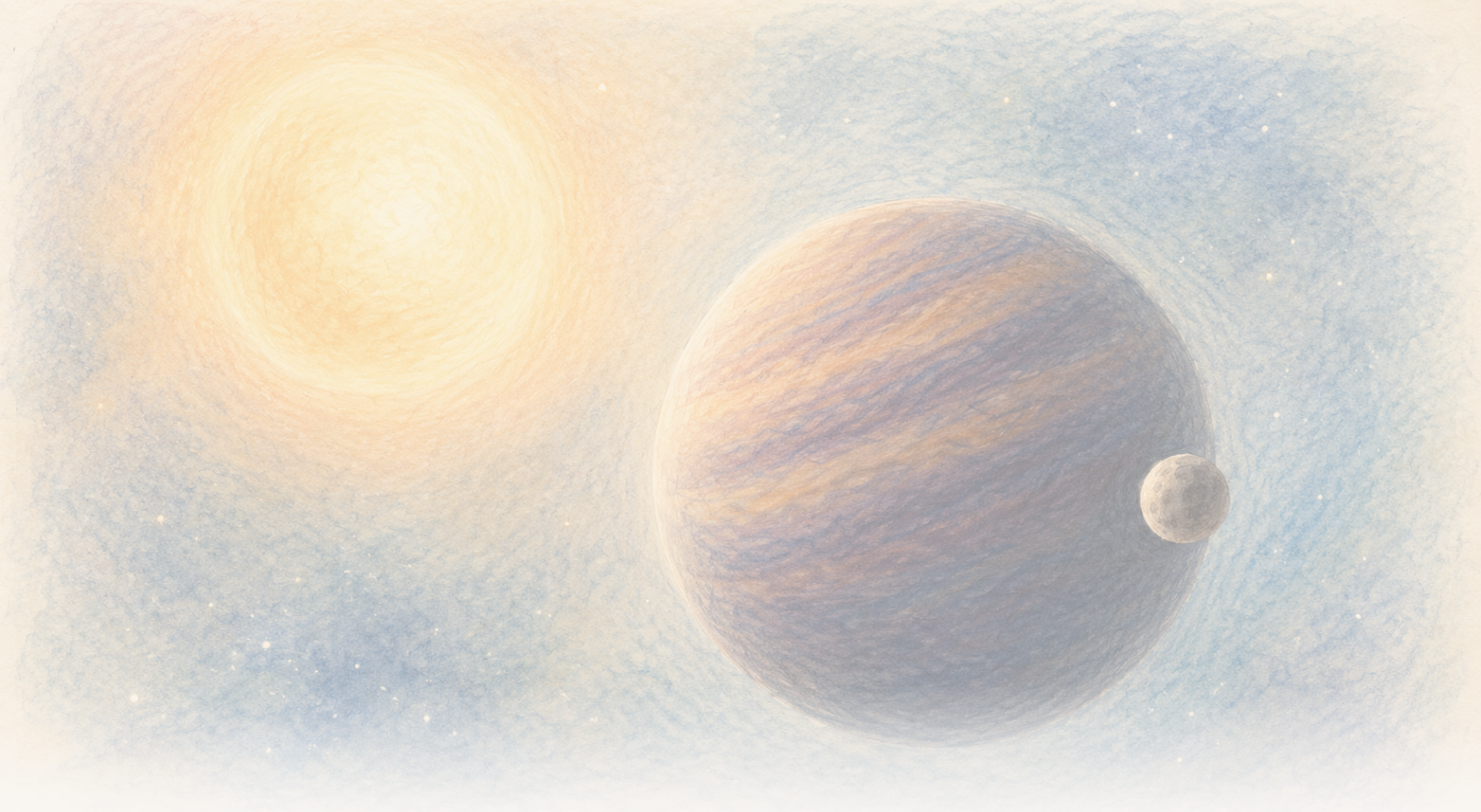


The Clean Paper

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

Kibete kahawia kinaonekana kuyumba kila siku 171. Huenda ulimwengu mmoja uliojificha unakivuta, lakini data bado zinaruhusu miwili

Spektra 23 zenye ubora wa juu zinaonyesha mabadiliko yenye kipindi thabiti katika mwendo wa CD-35 2722 B. Modeli inayopendelewa ni rafiki mmoja mwenye obiti yenye eksentrisiti na misa ya chini karibu na ya Jupiter, lakini modeli ya vitu viwili inaweza kuiga ishara hiyo, mabadiliko ya polepole ya kibete kahawia bado yanawezekana kimsingi, na neno "mwezi wa nje ya Mfumo wa Jua" (exomoon) halina mpaka uliokubaliwa hapa.

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

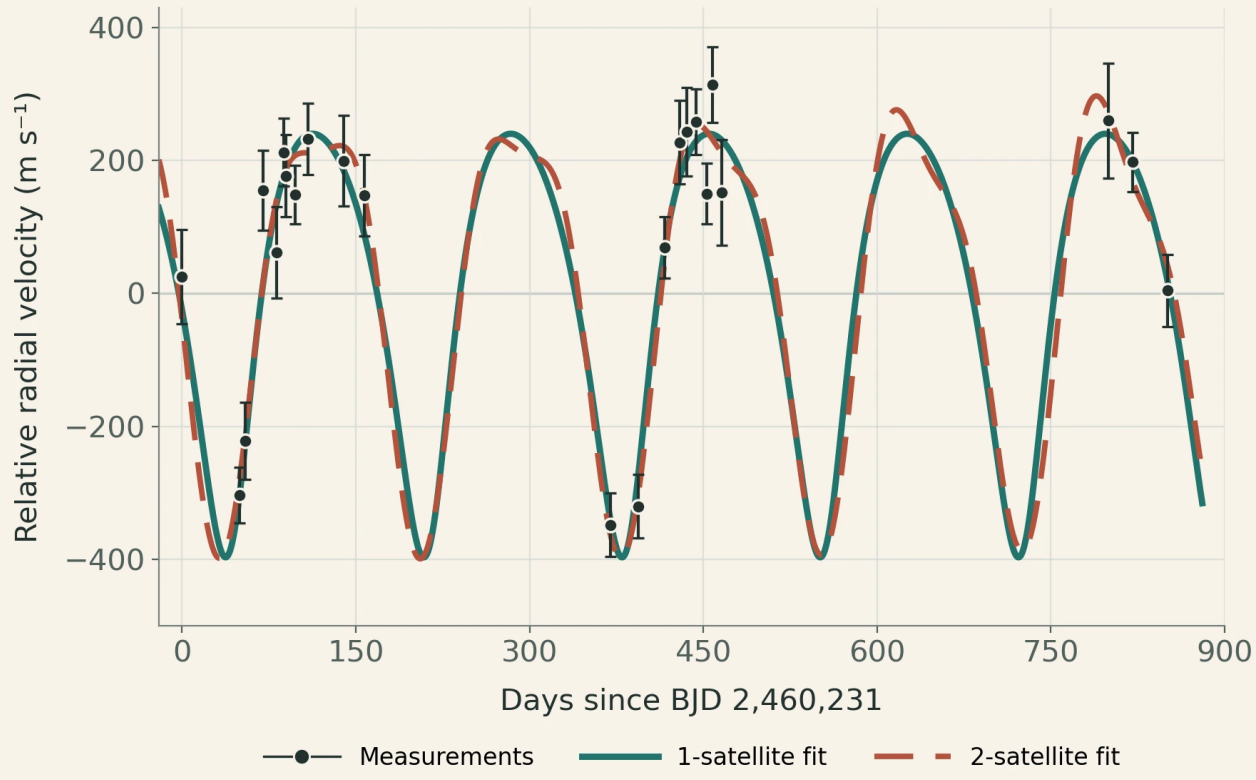
Kibete kahawia inaonekana kuyumba kila siku 171. Huenda ulimwengu mmoja uliojificha unaivuta, lakini data bado zinaruhusu miwili

Wanaastronomia wanaweza kuona CD-35 2722 B kama nukta yake yenyewe ya mwanga, tofauti na nyota inayozunguka. Ni kibete kahawia, katika eneo la misa kati ya sayari kubwa na nyota: ikiwa na takriban misa mara 37 ya Jupiter, ina misa kubwa kuliko sayari kubwa ya kawaida lakini si nyota ya kawaida inayochoma hidrojeni. Hawakuoni kitu kidogo ambacho huenda kinazunguka kibete kahawia yenyewe. Kikithibitishwa, kitu hicho cha ndani kabisa kingefanya huu kuwa mfumo wa kwanza ulioonekana wenye satelaiti inayozunguka kitu kikubwa cha substellar ambacho nacho kinazunguka nyota.

Badala yake, wanachoona ni mdundo. Katika usiku fulani, mwanga wa kibete kahawia husogezwa kidogo inapokuja kuelekea Dunia. Katika usiku mwingine, husogezwa kibete kahawia inapoondoka. Muundo huo hurudia takriban kila **siku 171**.

Mwendo huo wa kwenda na kurudi ndio ambao rafiki asiyeonekana anaweza kusababisha: vitu viwili vinapozunguka kituo cha pamoja cha misa, kidogo huzunguka kikubwa, lakini kikubwa nacho hufanya mzunguko mdogo zaidi. Ikiwa mdundo huu ni wa obiti, makala mpya katika Nature inawasilisha kitu kimoja cha misa ya sayari kama maelezo yanayopendelewa kwa mzunguko uliopimwa wa CD-35 2722 B.

Ni uwezekano wa kushangaza, si picha ya mwezi. Usiku 23 wa uchunguzi wa ubora wa juu unaonyesha ishara yenye kipindi thabiti. Kugeuza ishara hiyo kuwa ulimwengu kunahitaji modeli, na data za sasa bado zinaruhusu usanifu zaidi ya mmoja. Pia haziondoi kikamilifu mabadiliko ya polepole ndani ya kibete kahawia yenyewe.



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

Nukta nyeusi na pau za hitilafu ni vipimo 23 vya kasi ya radial vya usiku. Mistari thabiti na iliyokatika ni modeli zinazolingana vizuri zaidi za satelaiti moja na mbili. Karibu kufunikana kwao kunaonyesha kwa nini data zinaweza kufichua kuyumba kwa kipindi bila bado kuamua usanifu wa mfumo; hakuna mstari ambao ni picha ya moja kwa moja ya rafiki.

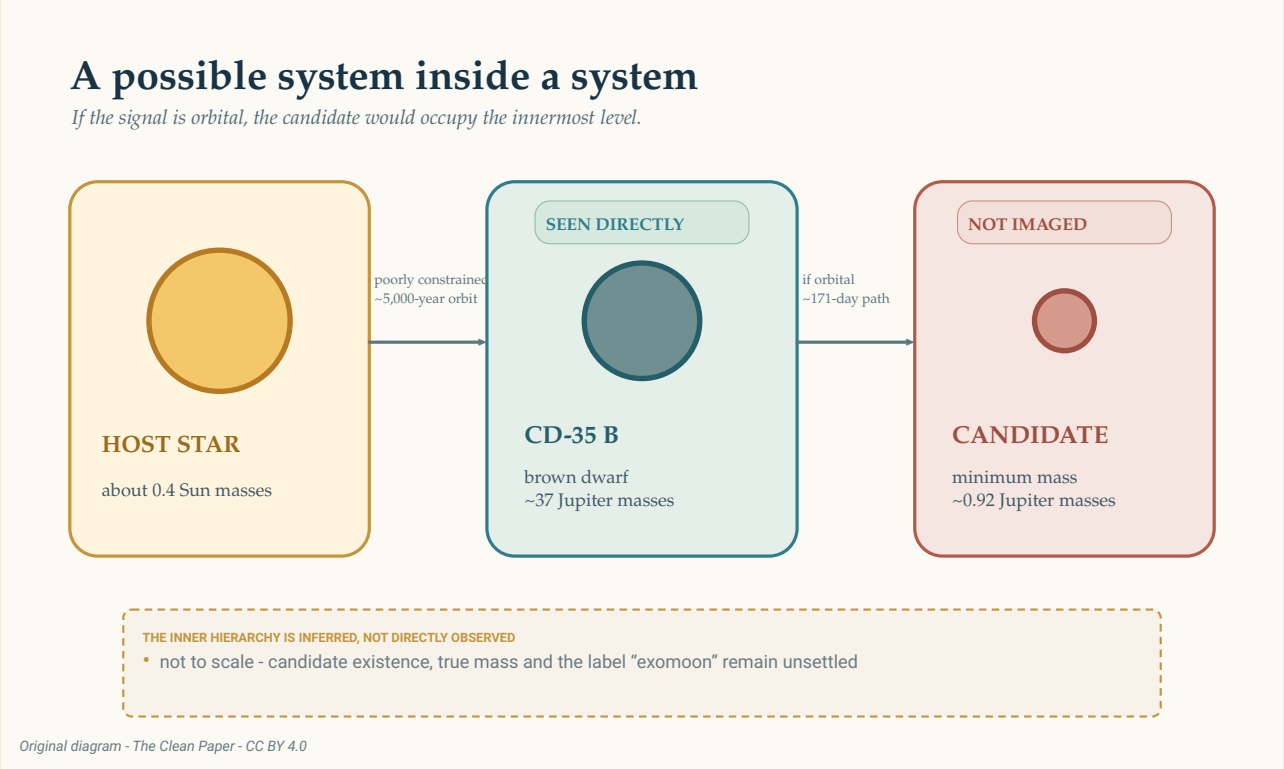
Original chart — The Clean Paper; data from Hoy et al., Nature (2026), Figure 1 source workbook CC BY 4.0

Mfumo ndani ya mfumo

CD-35 2722 B ni **kibete kahawia**: kitu kati ya makundi yanayofahamika. Ina misa kubwa kuliko sayari kubwa ya kawaida lakini si kubwa vya kutosha kung'aa kama nyota ya kawaida inayochoma hidrojeni. Makala hutumia makadirio ya misa ya takriban **Jupiter 37**.

Kibete kahawia iligunduliwa kwa upigaji picha wa moja kwa moja, yaani darubini ziliweza kutenganisha mwanga wake na ule wa nyota mwenyeji. Inaonekana takriban sekunde za upinde 2.8 kutoka nyota angani. Obiti pana inayounganisha wawili hao haijulikani vizuri, lakini makadirio ya sasa yanaonyesha njia iliyonyooka sana inayochukua takriban **miaka 5,000**.

Ikiwa ishara ya kipindi ni ya obiti, usanifu uliokadiriwa ungeweka mgombea ngazi moja ndani zaidi: nyota inayozungukwa na kibete kahawia, huku rafiki wa misa ya sayari akizunguka kibete kahawia huyo.



Ikiwa ishara ni ya obiti, mgombea angekaa katika ngazi ya ndani kabisa ya mfumo huu unaowezekana. Kibete kahawia pekee ndiye ameonekana moja kwa moja. Obiti ya nje kuzunguka nyota haijabanwa vizuri, huku njia ya ndani ya takriban siku 171 ikihitimishwa kutoka kwenye kuyumba kwa kibete kahawia kilichopimwa. Ukubwa na umbali si kwa skeli.

The Clean Paper CC BY 4.0

Mfumo huo unaowezekana ni rahisi kuchora. Uhalisia wake wa kimwili na msamiati wake haujaamuliwa. Je, mwili wa misa ya sayari unaozunguka kibete kahawia ni mwezi, sayari au satelaiti tu? Wanaastronomia hawana sheria iliyokubaliwa inayomaliza swali hilo. Kwa hiyo makala hutumia neno pana **exosatellite**.

Jinsi usiku 23 ulivyogeuka kuwa kuyumba

Timu ilichunguza CD-35 2722 B (tazama ingizo lake katika NASA Eyes on Exoplanets) kwa CRIRES+, spektrografu yenye uwezo mkubwa wa kutenganisha mistari ya spektra kwenye Very Large Telescope ya European Southern Observatory. Kati ya Oktoba 2023 na Februari 2026, walipata vipindi 26 za uchunguzi. Moja ilikuwa na ishara ndogo mno, na mbili zilizochukuliwa katika hali mbaya ya hewa zilikataliwa na kurudiwa, hivyo kubaki **usiku 23 wa ubora wa juu**.

Spektrografu hutawanya mwanga kuwa muundo wa kina wa mistari. Chanzo kinaposogea kuelekea

au kutoka Dunia, mistari hiyo husogea kwa kiasi kidogo sana. Vipimo vinavyorudiwa vya mwendo huu katika mstari wa kuona huitwa **kasi za radial**. Havionyeshi mwili uliojificha. Vinaonyesha jinsi mwili unaochunguzwa huenda unasogea chini ya mvuto usioonekana.

Urudiaji wa kipindi yenye nguvu zaidi katika vipimo iko karibu siku 170. Inavuka **kizingiti cha uwezekano wa tahadhari ya uongo wa 0.1%** cha utafiti. Kizingiti hicho huuliza ni mara ngapi kelele, chini ya masharti ya jaribio, ingeunda kilele cha periodogramu chenye nguvu hii au zaidi. Si uwezekano wa 99.9% kwamba satelaiti ipo, na peke yake haisemi kama kuna rafiki mmoja au wawili.

> **Ishara ya kasi ya radial inaweza kuthibitisha nini?**
>
> Kasi ya radial hugeuza mabadiliko yanayorudiwa katika mistari ya spektra kuwa vipimo vya mwendo kuelekea na kutoka kwa mtazamaji. Muundo unaorudia unaweza kulinganishwa na milinganyo ya obiti, na kuruhusu watafiti kukadiria kipindi, ukubwa wa kuyumba kilichopimwa na misa ya chini ya rafiki.
> Lakini mbinu haipigi picha ya rafiki moja kwa moja. Angahewa ya nyota au kitu cha substellar pia inaweza kusogeza mistari ya spektra, ratiba za uchunguzi zinaweza kuunda midundo ya kupotosha, na mipangilio tofauti ya obiti inaweza kuigana. Ishara, maelezo yake ya kimwili na jina linalopewa kitu kilichohitimishwa ni maswali tofauti.

Uwekaji wa sampuli unastahili kuzingatiwa kabla ya jibu la obiti. Vipimo vinne vya kasi ya radial vilivyo chini sana vina uzito mkubwa katika muundo. Vilitokea katika jozi mbili, chini ya hali nzuri zilizoripotiwa, na hakuna kimoja peke yake kilichounda ishara wakati waandishi walirudia uchanganuzi baada ya kuondoa nukta moja kwa wakati. Hata hivyo, ni sehemu tu za awamu zinazowezekana za obiti zimechukuliwa sampuli. Usiku 23 uliotawanyika katika zaidi ya miaka miwili si sawa na ufunikaji endelevu.

Waandishi pia walijaribu athari bandia inayowezekana ya nusu mwaka. Marekebisho yasiyo kamili ya mwendo wa Dunia unaobadilika au wasifu wa kifaa yanaweza kuunda ishara ya kila mwaka ya uongo ambayo uwekaji wa sampuli inaigeuza kuwa nusu ya mwaka wa Dunia, au **siku 182.5**. Kipindi chao kinachopendelewa ni **siku 171.11**, kwa kutokuwa na uhakika wa +0.53/-0.36 siku; waandishi wanaripoti kwamba hii iko takriban mikengeuko sanifu 20 kutoka siku 182.5. Pia hawakuripoti uhusiano na mwendo wa Dunia unaobadilika, ubora wa kuona unaosababishwa na angahewa, mvuke wa maji angani au sifa za kifaa walizochunguza. Hivi ni vidhibiti muhimu. Zinaufanya ufafanuzi wa obiti kuwa wenye nguvu vya kutosha kuwekwa kwenye modeli, lakini zenyewe hazitambui kitu.

Jibu rahisi zaidi la obiti: rafiki mmoja

Katika modeli inayopendelewa, kitu kimoja hufuata obiti yenye eksentrisiti, au iliyonyooka kiasi, kuzunguka kibete kahawia kila siku 171.11. Obiti iliyolinganishwa ina eksentrisiti ya takriban **0.27** na nusu mhimili mkuu ya takriban **0.200 vitengo vya astronomia** — karibu moja ya tano ya wastani wa umbali wa Dunia na Jua.

Kuyumba kilichopimwa kina amplitude ya takriban **mita 318 kwa sekunde**. Kutoka mwendo huo,

modeli inampa rafiki misa ya chini ya takriban **mara 0.92 ya misa ya Jupiter**.

Neno *ya chini* ni muhimu. Kasi ya radial hupima tu sehemu ya mwendo wa obiti unaoelekea au kuondoka kutoka kwetu. Obiti ikionekana kutoka ukingoni, sehemu kubwa ya mwendo wake inaonekana kwenye mstari huo. Ikionekana zaidi kutoka juu, mwendo mwingi huvuka anga badala yake, na rafiki mwenye misa kubwa zaidi angehitajika kuunda kuyumba kulekule kunakopimwa.

Wanaastronomia huandika matokeo kama **m sin(i)**: misa iliyozidishwa kwa sine ya mwinamo isiyojulikana ya obiti, au pembe ya kuitazama. Data zinabana bidhaa hiyo, si misa halisi peke yake. Takriban misa 0.92 ya Jupiter kwa hiyo ni kikomo cha chini, si kipimo cha misa kamili ya kitu.

> **Kwa nini pembe ya kutazama inaficha misa?**
>
> Fikiria kutazama uwanja wa duara kutoka pembeni. Mkimbiaji husogea mara kwa mara kuelekea na kutoka kwako, hivyo sehemu hiyo ya mwendo ni rahisi kupima. Sasa tazama uwanja huohuo kutoka juu. Mkimbiaji anasogea hasa kuvuka mbele yako na karibu hasogei kuelekea au kutoka kwako.
> Kasi ya radial huona sehemu ya kwanza tu. Kigezo cha kihesabu `sin(i)` kinaeleza ni kiasi gani cha mwendo wa obiti kinachoelekea kwenye mstari wetu wa kuona. Mpaka mwinamo `i` ijulikane, misa inayohitimishwa hubaki ya chini.

Kisha waandishi waliuliza ikiwa obiti hii ingeweza kudumu badala ya kujiharibu haraka. Majaribio yao ya nambari yaliona modeli ya rafiki mmoja kwa ujumla kuwa thabiti. Hilo linaifanya kuwa tafsiri inayowezekana kimwili ya ishara. Halitoi ugunduzi wa pili.

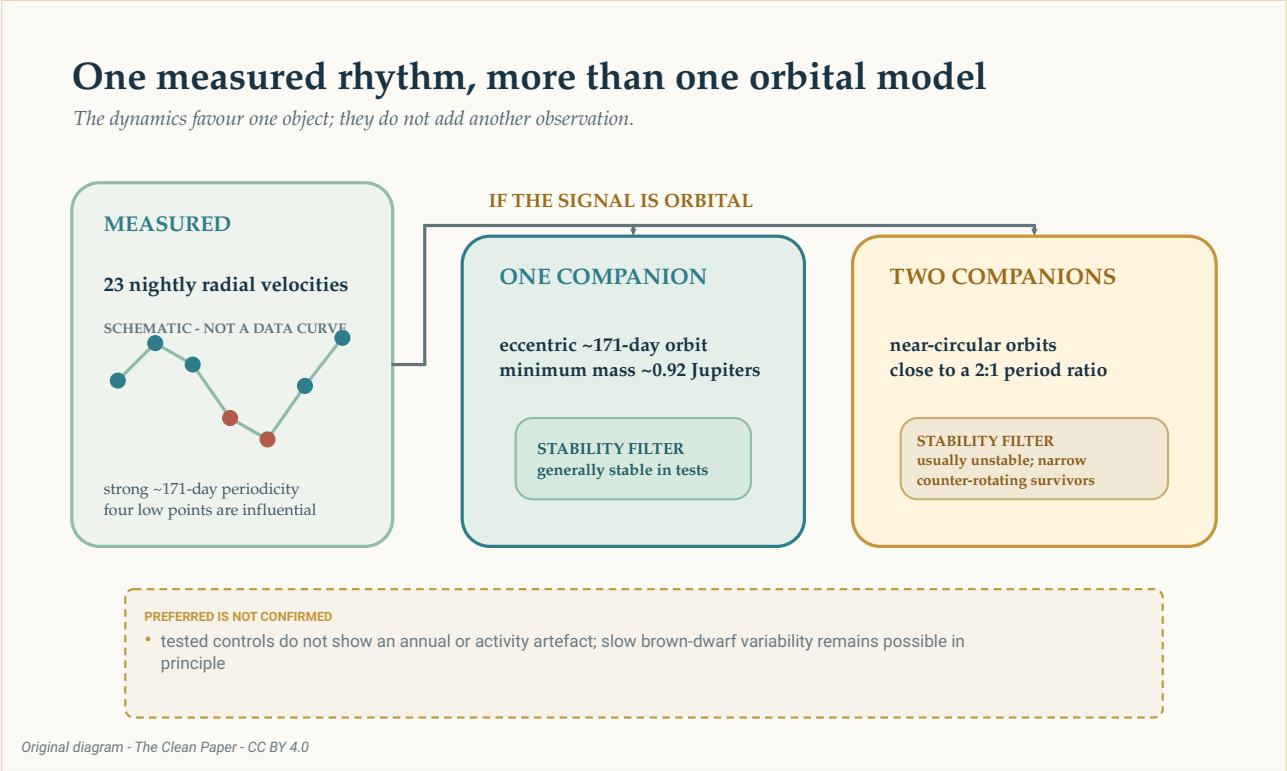
Jibu lisilo rahisi: marafiki wawili wanaweza kuiga mmoja

Ishara ya kasi ya radial yenye eksentrisiti ina utata unaojulikana. Chini ya hali fulani, vitu viwili katika obiti karibu duara, kimoja kikichukua takriban mara mbili ya muda wa kingine, vinaweza kuunda muundo uliounganishwa unaofanana na kitu kimoja kwenye obiti iliyonyooka.

Utata huo inaonekana hapa. Modeli ya marafiki wawili inaweza kulingana na vipimo vya sasa kwa ishara ya nje karibu siku 171 na ishara ya ndani yenye kipindi kifupi. Kwa sababu nyakati za uchunguzi hazichukui kila awamu kwa usawa, ishara fupi ina vipindi mbadala kadhaa vinavyotokana na sampuli. Kwa sababu usiku 23 uliochaguliwa una mapengo marefu, vipindi tofauti vinavyojaribiwa vinaweza kuhesabu idadi tofauti za mizunguko isiyoonekana kati ya ziara na bado kuendana na vipimo vilevile. Kwa hiyo vipindi vinavyopendekezwa karibu siku 14, 70, 88 na 115 ni ulinganisho mbadala wa modeli za ishara moja fupi iliyochukuliwa sampuli vibaya, si midundo minne iliyogunduliwa kwa kujitegemea.

Waandishi wanakataa dirisha lisilobanwa vizuri la siku 13 hadi 17. Katika eneo hilo, ulinganisho wa modeli hautengi kipindi kimoja cha kuaminika: masuluhisho mengi zilizo karibu chini ya takriban siku 20 zinaweza kuiga vipimo vya yenye marudio machache, jambo linalofanya dirisha lote kuwa huenda ni athari bandia ya uwekaji wa sampuli. Kati ya madirisha yaliyobaki, suluhisho la karibu

siku 88 inalingana vizuri kuliko chaguo mbadala za karibu siku 70 na 115, lakini si kwa kiasi cha kutosha kwa makala kudai kipindi cha pili kinachojulikana. Katika ulinganisho bora wa modeli iliyo kwenye jedwali, misa ya chini ya kitu cha nje ni takriban misa 0.87 ya Jupiter na ya kitu cha ndani takriban misa 0.22 ya Jupiter. Nambari hizo zinaeleza modeli isiyopendelewa; si vipimo vya dunia mbili zilizothibitishwa.



Ikiwa ishara ya takriban siku 171 ni ya obiti, muundo uleule mpana wa kasi ya radial unaweza kuwakilishwa na rafiki mmoja mwenye eksentrisiti au marafiki wawili wenye obiti karibu duara zilizo karibu na uwiano wa kipindi wa mbili kwa moja. Majaribio ya uthabiti yanapendelea tafsiri ya kitu kimoja, lakini hayabadilishi modeli kuwa picha wala kuondoa kila aina ya mabadiliko ya polepole ya kibete kahawia.

The Clean Paper CC BY 4.0

Hesabu za uthabiti zinafanya ulinganisho kuwa mkali zaidi. Mipangilio mingi ya marafiki wawili iliyojaribiwa ilimtoa mmoja wa vitu nje ndani ya mamia machache ya miaka ya simuleringi. Mipangilio iliyodumu ilikuwa katika eneo finyu na lisilo la kawaida ambapo obiti zilikuwa karibu katika plane ileile lakini zilisogea katika mwelekeo tofauti. Nyota mwenyeji ilileta maeneo mengine yasiyo thabiti.

Hii ni sababu ya kupendelea rafiki mmoja mwenye eksentrisiti kuliko mifumo ya marafiki wawili iliyojaribiwa. Si uthibitisho kwamba maumbile yalichagua modeli rahisi. Uthabiti huchuja tafsiri zinazowezekana baada ya kasi za radial kupimwa; hauongezi nukta nyingine ya uchunguzi kwenye mkunjo.

> **Obiti moja yenye eksentrisiti inawezaje kuonekana kama mbili za duara?**
>
> Obiti kamili ya duara hutoa wimbi rahisi la kasi ya radial linalorudia. Obiti yenye eksentrisiti

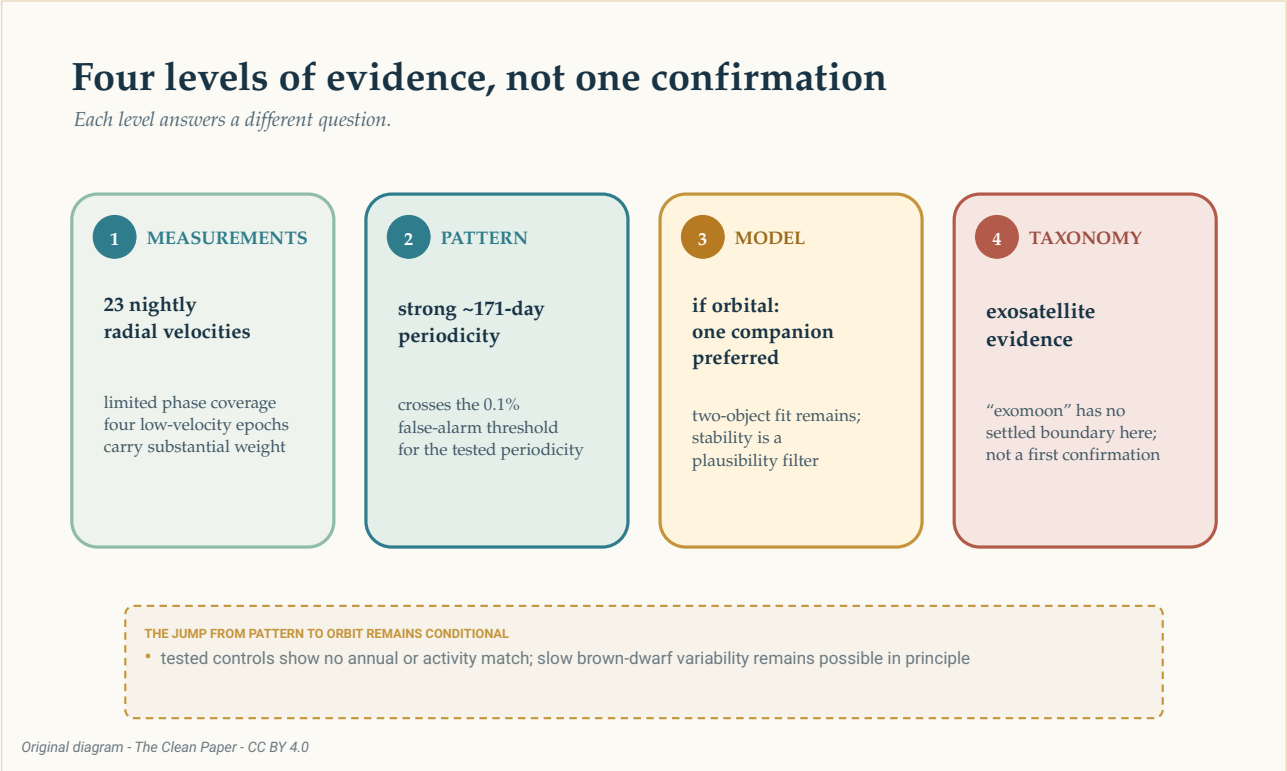
> huongeza upotovu kwenye wimbi hilo. Obiti mbili za duara zenye vipindi karibu uwiano wa mbili kwa moja zinaweza kuungana kiasi kwamba ishara moja hutoa mdundo mkuu na nyingine hutoa upotovu unaofanana.
> Hii ni **utata wa obiti**: mifumo tofauti ya kimwili hutoa vipimo vinavyofanana. Uchunguzi zaidi katika nyakati ambazo modeli zinatabiri kasi tofauti unaweza kuvunja sare. Jaribio la mienendo husaidia kwa kuuliza ikiwa kila mfumo uliopendekezwa unaweza kudumu, lakini haliwezi kuchukua nafasi ya uchunguzi huo.

Je, mdundo unaweza kutoka kwa kibete kahawia yenyewe?

Kibete kahawia si test mass tulivu. Angahewa yake huzunguka, hutengeneza mawingu na huenda ina shughuli za sumaku. Mifumo ya uso inayobadilika inaweza kubadili umbo la mistari ya spektra na kuiga mwendo.

Kipindi cha juu kinachokadiriwa cha mzunguko wa CD-35 2722 B ni takriban **siku 0.65**, kifupi sana kuliko siku 171. Timu haikupata ishara yenye nguvu ya mzunguko mfupi, wala ishara ya kuaminika kama ya mawingu au granulation, katika modeli za shughuli walizojaribu. Pia walichunguza mpangilio wa sampuli wa kila mwaka na kiasi cha kifaa bila kupata kinacholingana na mdundo wa siku 171.

Ukaguzi huo unapunguza chaguo mbadala, lakini makala haidai kwamba mabadiliko yote ya ndani yameondolewa. Shughuli ya sumaku ya muda mrefu au mzunguko wa angahewa ndani ya kibete kahawia hauwezi kuondolewa kimsingi. Uwezekano huo uliobaki unapaswa kuwekwa kando ya modeli za obiti, si kufichwa baada yake.



Ushahidi unapanda kupitia viwango tofauti: kasi za radial 23 za usiku zenye ufunikaji mdogo wa awamu, urudiaji wa kipindi wenye nguvu ya takriban siku 171, modeli inayopendelewa ya rafiki mmoja ikiwa ishara ni ya obiti, na hatimaye lebo ya "mwezi wa nje ya Mfumo wa Jua" (exomoon) ambayo haijaamuliwa. Ngazi hii inatenganisha kipimo, muundo wa kitakwimu, tafsiri ya kimwili na uainishaji; si mshale wa uthibitisho.

The Clean Paper CC BY 4.0

Je, ni "mwezi wa nje ya Mfumo wa Jua" (exomoon)?

Katika Mfumo wa Jua, mwezi huzunguka sayari. CD-35 2722 B ni kibete kahawia, na misa halisi ya rafiki aliyekadiriwa bado haijulikani. Majina yanayofahamika huanza kubanwa wakati kitu kimoja kiko karibu na mpaka wa sayari na kibete kahawia na kingine karibu na mpaka wa mwezi-sayari.

Makala haidai exomoon ya kwanza iliyothibitishwa. Inasema hakuna exomoon ambayo bado ime-gunduliwa kwa imani kubwa, inawasilisha ushahidi wa **exosatellite** yenye misa ya sayari, na kuuita mfumo hatua kuelekea ugunduzi usio na utata. Mjadala wake wa uwezekano wa kuwa wa kwanza huanza kwa masharti: iwapo ishara itathibitika kuwa halali.

Tahadhari hiyo haifanyi matokeo kuwa tupu. Kupima kasi za radial moja kwa moja kutoka kwa ki-bete kahawia hafifu ambacho ni mwandamani ni vigumu. Uchunguzi unaoendelea ukihifadhi ishara, mfumo ungeonyesha kwamba mbinu za kutafuta sayari zinaweza kufikia ngazi nyingine chini katika ngazi za miili ya angani.

Msimu mwingine wa uchunguzi unaweza kufanya zaidi ya kuongeza nukta. Modeli za rafiki mmoja na wawili zinatabiri kasi tofauti katika nyakati fulani zijazo. Vipimo vinavyojaza awamu za obiti zi-

nazokosekana vinaweza kupima kama mdundo wa siku 171 unaendelea, kupunguza ushawishi wa nukta nne za chini na kufanya mikunjo inayoshindana itengane.

Kwa sasa, picha ya uaminifu zaidi si mwezi mpya ukining'inia karibu na kibete kahawia. Ni spektra, ikirudiwa usiku baada ya usiku, ikiwa na mabadiliko madogo ya kipindi. Huenda kuna ulimwengu ndani ya mdundo huo. Mafanikio ni kujifunza ni kiasi gani tunaweza kuhitimisha kutoka kwake bila kujifanya kwamba hitimisho limekamilika.

Muhtasari safi

Wanaastronomia walipima kasi ya radial ya kibete kahawia CD-35 2722 B iliyopigwa picha moja kwa moja katika usiku 23 wa ubora wa juu kati ya Oktoba 2023 na Februari 2026. Mistari yake ya spektra inaonyesha mabadiliko yenye kipindi chenye nguvu karibu siku 171. Modeli inayopendelewa ya obiti ina rafiki mmoja mwenye eksentrisiti na misa ya chini karibu misa 0.92 ya Jupiter, lakini misa halisi haijulikani kwa sababu mwinamo wa obiti haujulikani. Marafiki wawili wenye obiti karibu duara wanaweza kuiga ishara ileile pana, ingawa mipangilio mingi ya vitu viwili iliyojaribiwa haikuwa thabiti kimienendo. Vipindi vinne vya kasi ya radial ya chini vina ushawishi na ufunikaji wa awamu ya obiti unabaki mdogo: uchunguzi unachukua tu sehemu zilizochaguliwa za mzunguko unaowezekana wa siku 171 badala ya kuufuata mfululizo katika kila awamu. Majaribio hayakutambua mzunguko, mpangilio wa sampuli wa kila mwaka, hali ya hewa au sifa za kifaa zilizochunguzwa kama chanzo, lakini mabadiliko ya muda mrefu ya kibete kahawia hayawezi kuondolewa kimsingi. Kitu kisichoonekana hakikupigwa picha moja kwa moja, modeli ya kitu kimoja inapendelewa badala ya kuthibitishwa, na hakuna sheria iliyokubaliwa inayosema mwili wa misa ya sayari unaozunguka kibete kahawia ni "mwezi wa nje ya Mfumo wa Jua" (exomoon).

Ukaguzi bila chumvi

Kilichozingatiwa: Vipimo 23 vya usiku vya kasi ya radial vya CD-35 2722 B vina urudiaji wa kipindi wenye nguvu ya takriban siku 171. Kibete kahawia yenyewe ilipigwa picha moja kwa moja; rafiki aliyependekezwa hakupigwa picha.

Kile waandishi wanachopendelea: Ikiwa ishara ni ya obiti, rafiki mmoja mwenye eksentrisiti na misa ya chini karibu na ya Jupiter ndiye tafsiri rahisi zaidi na inayowezekana kimienendo ya data za sasa.

Kile kinachobaki wazi: Marafiki wawili wanaweza kulingana na kasi za radial, ingawa mifumo iliyojaribiwa kwa kawaida si thabiti; mabadiliko ya muda mrefu ya kibete kahawia hayajaondolewa kimsingi; na pembe ya kutazama isiyojulikana inaacha misa halisi ya rafiki bila kuamuliwa.

Kile makala haithibitishi: Exomoon ya kwanza iliyothibitishwa, satelaiti iliyoonekana moja kwa moja, kitu kimoja tu kinachozunguka, misa halisi ya 0.92 Jupiter, au uwezekano wa 99.9% kwamba modeli ya kimwili inayopendelewa ni sahihi.

Nini kingeongeza imani: Vipimo vinavyoendelea vya kasi ya radial vinavyofunika awamu nyingi zaidi

za obiti, kupima kama ishara ya siku 171 inaendelea na kuchukua sampuli katika nyakati ambapo modeli za rafiki mmoja na za marafiki wawili zinatoa utabiri tofauti.

Vyanzo

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