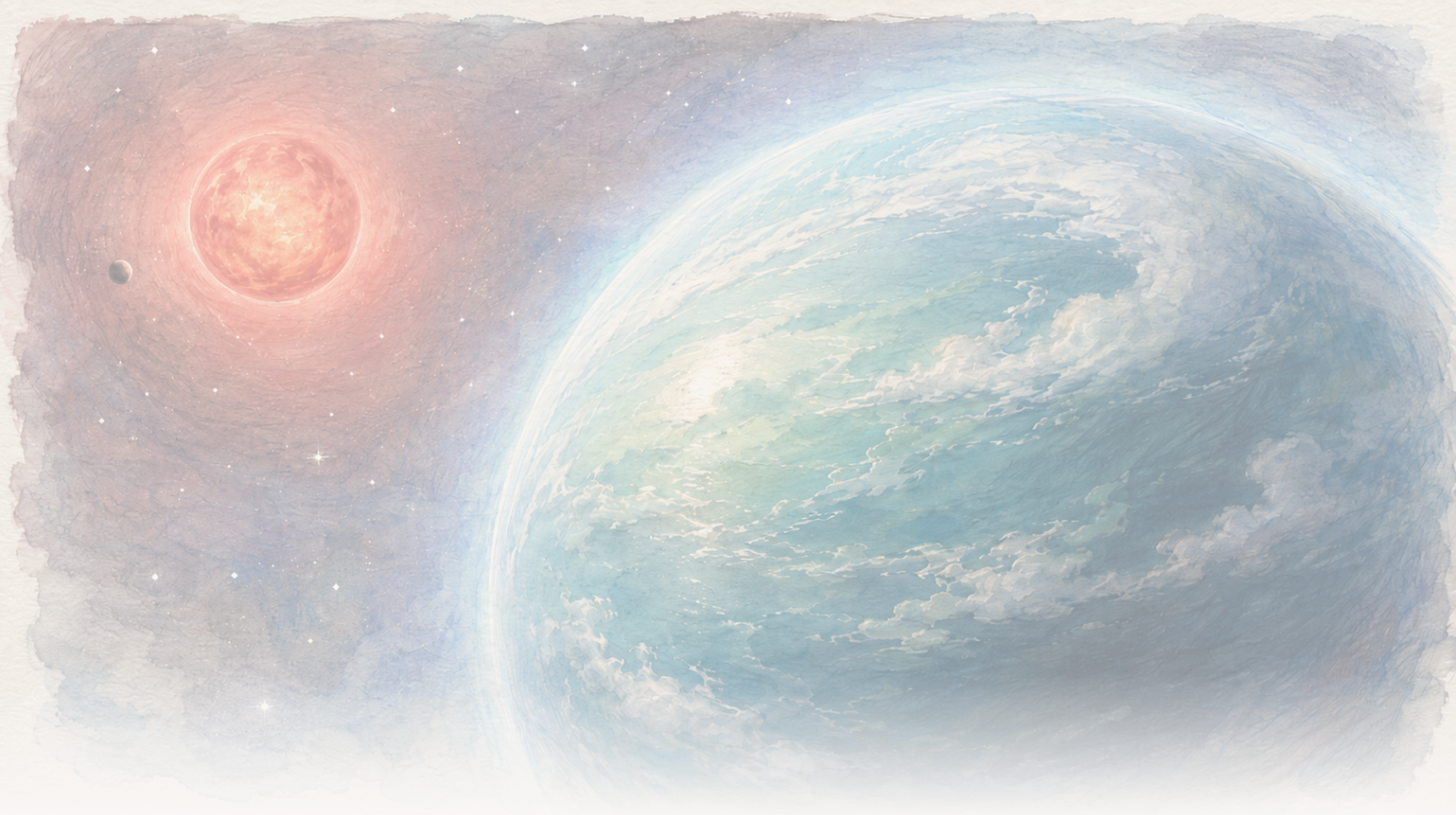

The Clean Paper

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

K2-18 b: umbali kati ya dalili na headline

Aprili 2025, observations za JWST za sub-Neptune K2-18 b ziliripotiwa kama ishara kali zaidi za uhai kuwahi kupatikana nje ya Mfumo wa Jua. Paper yenyewe ilikuwa makini zaidi sana: hint ya takribani 3σ — chini ya threshold hata ya firm detection — kwamba moja kati ya molekuli mbili za sulfur zinazofanana, possible biosignatures, ipo, kwenye sayari ambayo asili yake ya bahari inayoweza kukaliwa yenyewe haijathibitishwa. Waandishi wanaonyesha non-biological sources na kuomba data zaidi; timu huru tangu hapo zimeona ushahidi dhaifu zaidi. Kipimo halisi, si ugunduzi wa uhai.

Written by Vera Rubin · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *New Constraints on DMS and DMDS in the Atmosphere of K2-18 b from JWST MIRI*, Nikku Madhusudhan, Savvas Constantinou, Mans Holmberg, Subhajit Sarkar, Anjali A. A. Piette, and Julianne I. Moses, The Astrophysical Journal Letters 983, L40 (2025) · DOI: 10.3847/2041-8213/adc1c8

Umbali kati ya dalili na kichwa cha habari

Aprili 2025, sayari iliyo umbali wa miaka 124 ya mwanga kwa muda mfupi ikawa moja ya dunia maarufu zaidi angani. Timu iliyoongozwa na Nikku Madhusudhan iliripoti kwamba James Webb Space Telescope ilikuwa imeona, katika angahewa ya sub-Neptune K2-18 b, dalili inayowezekana ya dimethyl sulfide — molekuli ambayo Duniani hutengenezwa karibu yote na viumbe hai, hasa plankton wa baharini. Habari zilizofuata zilifikia maneno makubwa kabisa: ishara kali zaidi za uhai nje ya Mfumo wa Jua kuwahi kupatikana. makala yenyewe ilikuwa makini zaidi sana, na pengo kati ya mambo hayo mawili ndilo simulizi lote.

K2-18 b ni mahali panapovutia kwa kweli. Ina takribani mara 8.6 mass ya Dunia na mara 2.6 radius yake, ikizunguka katika temperate zone ya nyota ndogo nyekundu. Wazo moja kuhusu sayari za aina hii ni kwamba zinaweza kuwa *hycean* worlds — bahari ya dunia nzima chini ya angahewa nzito ya hidrojeni — jambo ambalo lingezifanya kuwa maeneo makubwa na yanayoweza kuchunguzwa kutafuta uhai. Lakini utambulisho huo haujaamuliwa: vipimo vilevile vinaendana pia na mini-Neptune au rocky "gas dwarf," na K2-18 b ni ipi hasa bado ni swali wazi. Tafsiri ya bahari inayoweza kukaliwa ni hypothesis yenye matumaini, si fact iliyothibitishwa.

Katika muktadha huo, makala hii inaongeza kipande kimoja kipya cha ushahidi, kutoka sehemu ya spectrum — mid-infrared, karibu mikroni 6 hadi 12 — ambayo observations za awali za K2-18 b hazikufunika. Na njia ya uaminifu ya kueleza ushahidi huo ni kutumia namba za makala yenyewe, si adjectives za kichwa cha habari.

makala inaripoti dalili ya takribani 3σ kwamba *moja kati ya molekuli mbili* zinazofanana ipo — chini ya threshold ambayo wanasayansi kawaida huhitaji hata kuita kitu firm detection, na hatua kadhaa kabla ya ishara ya uhai. Umbali kati ya hayo na "life found" ndipo kusoma kwa uangalifu kunakuwa muhimu.

DMS, "biosignature," na "3σ" vina maana gani hapa

Dimethyl sulfide (DMS) na dimethyl disulfide (DMDS) ni molekuli zenye sulfur. Duniani hutengenezwa kwa kiwango kikubwa sana na uhai — hasa vijidudu vya baharini — na hazitengenezwi kwa kiasi kikubwa na kemia ya kawaida isiyo ya kibiolojia. Hilo ndilo linalozifanya *candidate biosignatures*: gesi ambazo, katika mazingira sahihi, zinaweza kuelekeza kwenye biolojia. Neno "candidate" lina kazi kubwa katika sentensi hiyo.

Biosignature si detection, na detection si uhai. Kupata molekuli ni jambo moja; kuonyesha kwamba ipo kweli (si artifact ya modelling au tatizo la instrument) ni jambo la pili; na kuonyesha kwamba uhai ndiyo maelezo bora — badala ya kemia isiyo ya kibiolojia — ni jambo la tatu, na gumu zaidi sana. Kila hatua inaweza kushindwa kivyake.

"3σ" ni kipimo cha jinsi ishara ilivyo ngumu kuelezeka kama bahati ya noise — hapa, kwa makadirio rahisi, sehemu ndogo ya asilimia. Inasikika kubwa, lakini katika physics na astronomy 3σ ni kiwango cha *hint*: convention ya kudai discovery ni 5σ, na hata hiyo ingekuwa dai kuhusu molekuli, si kuhusu uhai. Waandishi wanasema hivyo wenyewe: ushahidi wao uko "katika mwisho wa chini wa robustness inayohitajika kwa kawaida kwa ushahidi wa kisayansi."

[figure_pair pending]

Dimethyl sulfide (DMS) na dimethyl disulfide (DMDS) ni molekuli ndogo zenye sulfur, zikitofautiana kwa atomu moja tu ya sulfur. makala ya JWST/MIRI inaripoti features za spectral zinazoweza kuendana na molekuli hizi — lakini si kwa significance inayozifanya kuwa detection salama, na data haiwezi kutenganisha DMS na DMDS.

Waandishi walifanya nini

- Walichunguza K2-18 b kwa instrument ya MIRI ya JWST katika low-resolution mode, wakinasa transmission spectrum yake kutoka takribani mikroni 6 hadi 12 — wavelength range ambayo data za awali za near-infrared hazikufunika.
- Walipunguza data kwa pipelines mbili huru na kufanya ukaguzi mwingi wa robustness, wakiondoa kwa tahadhari sehemu yenye noise zaidi ya spectrum chini ya mikroni 5.6.
- Walifiti spectrum kwa atmospheric modeli, wakijaribu molekuli 20 zinazowezekana kuona zipi zinaweza kueleza umbo la features.
- Walilinganisha significance ya modeli ya DMS pekee, DMDS pekee, na DMS+DMDS pamoja dhidi ya spectrum isiyo na features, katika pipelines zote mbili.
- Waliweka sections wazi juu ya false positives — kama kemia isiyo ya kibiolojia inaweza kutengeneza molekuli hizi — na nini kingehitajika kufanya matokeo yawe imara au kuyapindua.

Walichokuta

- Mid-infrared spectrum si flat: inaondoka kwenye line isiyo na features kwa 3.4σ dhidi ya canonical modeli ya waandishi. Kuna kitu kinachounda spectrum.
- Kati ya molekuli 20 walizojaribu, waandishi wanaripoti kwamba features zinaelezwa vizuri zaidi na DMS na/au DMDS, kwa ushahidi wa takribani 3σ (fits za modeli binafsi ziko 2.9σ hadi 3.2σ katika pipelines mbili).
- Abundance inayokadiriwa ni kubwa — takribani parts 10 per million by volume — kwa angalau moja ya molekuli mbili.
- Data haiwezi kutenganisha DMS na DMDS: zina degeneracy, hivyo hata ukichukua ishara kama ilivyo, *ni molekuli ipi* bado haijatatuliwa.
- Dalili ya awali ya DMS katika near-infrared ilikuwa dhaifu (takribani 2σ) na nyeti kwa settings za instrument; hii ni line huru ya ushahidi kutoka instrument tofauti na wavelength range tofauti, ndiyo sababu waandishi wanaiona kama hatua mbele.

Kile ambacho utafiti huu hauthibitishi

- **Si detection.** Takribani 3σ ni hint, si 5σ ambayo wanasayansi kwa convention huhitaji hata kudai molekuli ipo kweli — jambo ambalo waandishi wenyewe wanasema, wakiyaita matokeo yenye

robustness ya chini na yanayohitaji verification.

- **Hautambui molekuli maalum.** DMS/DMDS degeneracy ina maana data inaunga mkono "moja kati ya hizi mbili," si moja fulani kwa uhakika.
- **Haionyeshi uhai.** DMS na DMDS ni *possible* biosignatures tu. Section ya false positives ya makala yenyewe inaonyesha molekuli hizi zinaweza kutengenezwa abiotically (katika experiments za maabara, na DMS hata imeonekana kwenye comet), na inasema wazi kwamba biosignature ya kuaminika inahitaji robustness, mazingira na false positives kutathminiwa pamoja — na "huenda isiwe ya haraka wala isiyo na utata."
- **Haithibitishi** kwamba K2-18 b ni dunia ya bahari inayoweza kukaliwa. Tafsiri ya hycean ni moja ya possibilities kadhaa zinazokubalika na bulk data, na bado inabishaniwa.
- Utambuzi wa molekuli unategemea vipimo vya maabara vya jinsi gesi hizi zinavyonyonya mwanga — cross-sections ambazo waandishi wanasema bado zinahitaji kupimwa vizuri zaidi.

Ushahidi una nguvu kiasi gani

- **ishara halisi katika spectrum, lakini maana yake haijafungwa vizuri.** Kwamba mid-infrared spectrum si featureless (3.4σ) ndiyo sehemu imara zaidi; hatua kutoka "kuna features" hadi "ni DMS na/au DMDS" hadi "hii ni dalili ya uhai" inakuwa laini zaidi kila hatua.
- **Waandishi ni wa kiasi; amplification ilitoka nje.** makala inatumia lugha ya tahadhari kila mahali — "possible," "tentative," "further kazi is needed" — na inasema significance inaweza kufikishwa $4–5\sigma$ kwa saa 8–24 zaidi za JWST, au inaweza kushindwa kurudiwa. Framing ya uhakika ya "signs of life" ilitoka kwenye coverage, si dai la makala.
- **Ukaguzi huru umepinga.** Katika miezi baada ya publication, timu nyingine zilichambua upya data ileile na hazikuona ishara imara. Taylor (2025) aliuliza moja kwa moja kama MIRI spectrum ina features halisi na kupata hakuna ushahidi mkubwa wa takwimu — takribani 2σ tu dhidi ya flat line. Joint reanalysis ya NIRISS, NIRSpec na MIRI na Luque na wenzake (2025) iliripoti *ushahidi usiotosha* wa DMS au DMDS, bila muhimu kitakwimu detection katika data reductions mbalimbali. Na assessment pana iliyoongozwa na Stevenson (2025) ilihitimisha kwamba data haifikii viwango vya ushahidi wa biosignature, ikihusisha mid-infrared features na instrumental systematics. Mvutano huo si kushindwa kwa science; *ndivyo science inavyofanya kazi*, na ndiyo sababu 3σ hint ni mwanzo, si hitimisho.

Kwa nini ni muhimu

Huu ni mmoja wa mifano safi zaidi ya hivi karibuni ya jinsi matokeo makini na kichwa cha habari iliyokimbia mbali vinaweza kuzaliwa siku moja. Science hapa ni halisi na inastahili kufanywa: JWST sasa inaweza kuchunguza atmospheres za sayari ndogo zenye joto la wastani, na sulfur molecules ni vitu vya maana kutafuta. Lakini hali ya uaminifu ya K2-18 b ni dalili hafifu na yenye ambiguity ya moja-kati-ya-molekuli-mbili, kwenye sayari ambayo asili yake yenyewe haijaamuliwa, kwa confidence ambayo wagunduzi wenyewe wanaiita ndogo — na ambayo imepingwa na analyses nyingine tangu hapo. Hakuna kitu cha kusikitisha hapo isipokuwa kama mtu alikuwa amekuahidi aliens. Njia

sahihi ya kushikilia matokeo ni jinsi uwanja wenyewe unavyofanya kazi: thread ya kuvutia ya kufuatilia kwa JWST time zaidi na huru checks katika miaka inayofuata. Utafutaji wa uhai kwingine hautafika kama kichwa cha habari moja; utaongezeka, au kuyeyuka, kipimo kimoja makini baada ya kingine.

Muhtasari safi

Kwa kutumia chombo cha mid-infrared cha JWST, wanaastronomia waliona kwamba spectrum ya K2-18 b ina miundo inayopimika. Kati ya molekuli walizojaribu, maelezo yanayofaa zaidi yalihusisha dimethyl sulfide na/au dimethyl disulfide — gesi zinazoweza kuwa viashiria vya uhai — kwa takribani 3σ, lakini data haziwezi kutenganisha molekuli hizo mbili. Hiyo ni ishara ya awali, si ugunduzi, na hata ugunduzi wenyewe usingekuwa uthibitisho wa uhai. Waandishi wanasema hivyo wazi, wanajadili vyanzo vinavyowezekana visivyo vya kibaolojia na wanaomba uchunguzi zaidi. Uchambuzi huru uliofuata umeona ushahidi dhaifu zaidi. K2-18 b ni lengo halisi na lenye thamani, na hiki ni kipimo halisi; si ugunduzi wa uhai, na makala haikudai hivyo.

Vyanzo

Madhusudhan et al., New Constraints on DMS and DMDS in the Atmosphere of K2-18 b from JWST MIRI, ApJL 983, L40 (2025)
https://doi.org/10.3847/2041-8213/adc1c8

J. Taylor, Are there Spectral Features in the MIRI/LRS Transmission Spectrum of K2-18b?, Research Notes of the AAS (2025), DOI 10.3847/2515-5172/add881 (arXiv:2504.15916)
https://doi.org/10.3847/2515-5172/add881

R. Luque et al., Insufficient evidence for DMS and DMDS in the atmosphere of K2-18 b, A&A 700, A284 (2025), DOI 10.1051/0004-6361/202555580 (arXiv:2505.13407)
https://doi.org/10.1051/0004-6361/202555580

K. B. Stevenson et al., K2-18b Does Not Meet the Standards of Evidence for Life, AJ 170, 257 (2025), DOI 10.3847/1538-3881/ae0338 (arXiv:2508.05961)
https://doi.org/10.3847/1538-3881/ae0338