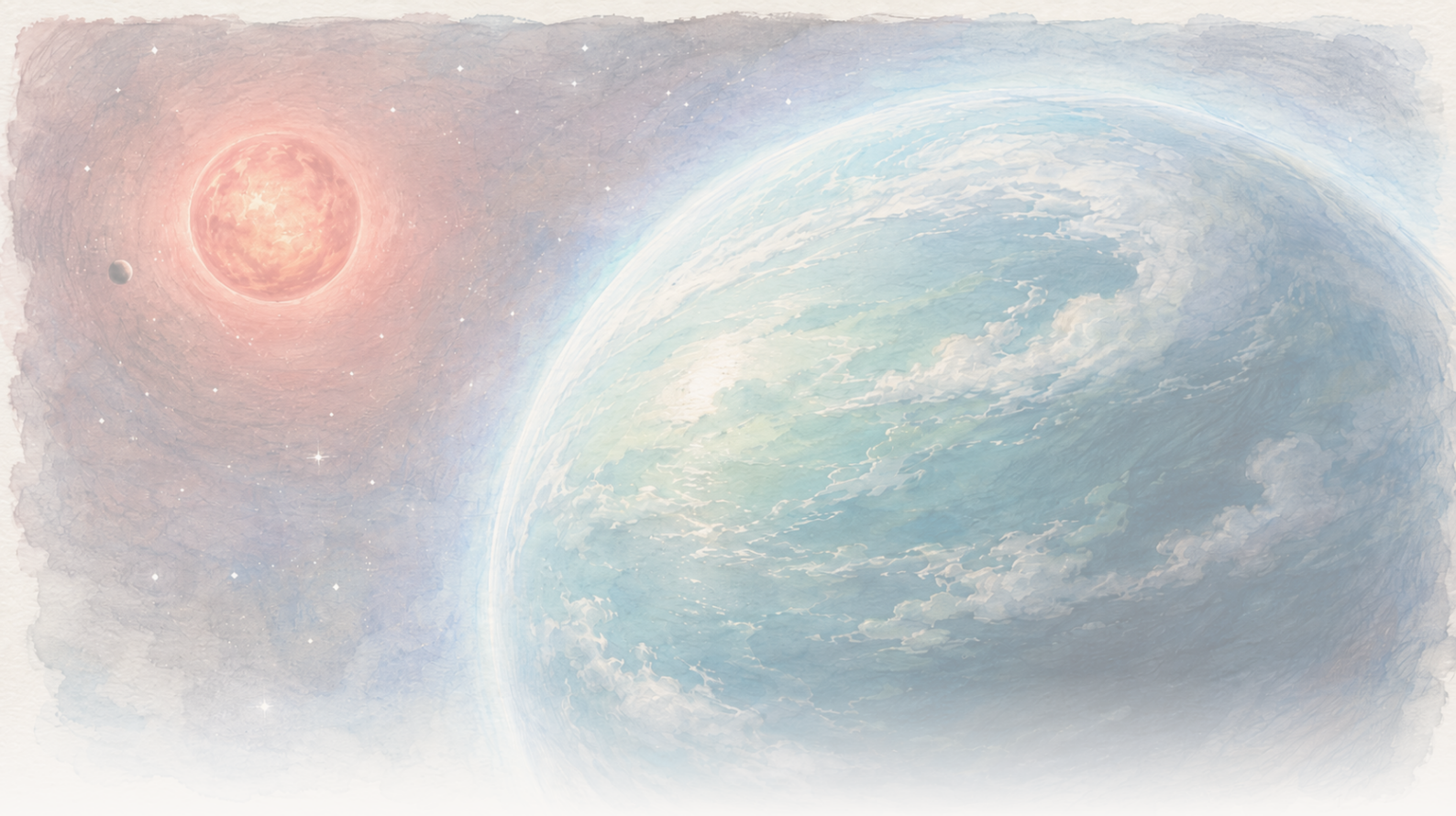




# The CLEAN PAPER

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

## K2-18 b: la distanza tra un indizio e un titolo

*Nell'aprile 2025, osservazioni JWST del sub-Nettuno K2-18 b sono state presentate come i segni di vita più forti mai trovati oltre il sistema solare. L'articolo era molto più cauto: un indizio di circa  $3\sigma$  - sotto la soglia persino per una rilevazione solida - che una di due molecole solforate simili, possibili biosignature, sia presente su un pianeta la cui natura di oceano abitabile è essa stessa incerta. Gli autori segnalano fonti non biologiche e chiedono più dati; team indipendenti hanno poi trovato l'evidenza più debole. Una misura reale, non la scoperta della vita.*

---

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

# La distanza tra un indizio e un titolo

Nell'aprile 2025, un pianeta a 124 anni luce di distanza è diventato per poco il mondo più famoso del cielo. Un team guidato da Nikku Madhusudhan ha riportato che il James Webb Space Telescope aveva colto, nell'atmosfera del sub-Nettuno K2-18 b, una possibile traccia di dimetil solfuro - una molecola che sulla Terra è prodotta quasi interamente da esseri viventi, soprattutto dal plancton oceanico. La copertura mediatica ha usato le parole più grandi disponibili: i segni di vita oltre il sistema solare più forti mai trovati. L'articolo stesso era molto più cauto, e la distanza tra queste due cose è tutta la storia.

K2-18 b è un posto davvero interessante. Ha circa 8,6 volte la massa della Terra e 2,6 volte il suo raggio, e orbita nella zona temperata di una piccola stella rossa. Un'idea su pianeti come questo è che possano essere mondi *hycean* - un oceano globale sotto una spessa atmosfera di idrogeno - il che li renderebbe luoghi ampi e osservabili in cui cercare vita. Ma questa identità non è stabilita: le stesse misure sono compatibili anche con un mini-Nettuno o con un "gas dwarf" roccioso, e che cosa K2-18 b sia davvero resta una domanda aperta. La lettura dell'oceano abitabile è un'ipotesi promettente, non un fatto stabilito.

Su questo sfondo, l'articolo aggiunge un nuovo pezzo di evidenza, da una parte dello spettro - il medio infrarosso, circa 6-12 micron - che le osservazioni precedenti di K2-18 b non avevano coperto. E il modo onesto di descrivere quell'evidenza è usare i numeri dell'articolo, non gli aggettivi dei titoli.

Ciò che l'articolo riporta è un indizio statistico di circa  $3\sigma$  che *una di due* molecole simili sia presente: sotto la soglia che gli scienziati richiedono normalmente anche solo per chiamarla una rilevazione solida, e diversi passi lontano da un segno di vita. La distanza tra questo e "trovata vita" è il punto in cui la lettura attenta conta.

## Che cosa significano davvero qui DMS, "biosignature" e " $3\sigma$ "

**Dimetil solfuro (DMS) e dimetil disolfuro (DMDS)** sono molecole che contengono zolfo. Sulla Terra sono prodotte in modo schiacciante dalla vita - microbi marini - e non sono prodotte in grandi quantità dalla normale chimica non biologica. Questo le rende *candidate biosignatures*: gas la cui presenza, nel contesto giusto, potrebbe indicare biologia. "Candidate" fa lavoro reale in questa frase.

**Una biosignature non è una rilevazione, e una rilevazione non è vita.** Trovare una molecola è una cosa; mostrare che è davvero lì (non un artefatto di modellazione o una stranezza dello strumento) è un'altra; e mostrare che la vita è la spiegazione migliore - invece di qualche chimica non biologica - è una terza cosa, molto più difficile. Ogni passaggio può fallire indipendentemente.

**" $3\sigma$ "** è una misura di quanto sia improbabile che un segnale sia un colpo di fortuna del rumore: qui, molto grossolanamente, una frazione di punto percentuale. Sembra forte, ma in fisica e astronomia  $3\sigma$  è il livello di un *indizio*: la convenzione per rivendicare una scoperta è  $5\sigma$ , e anche quello sarebbe solo un'affermazione sulla molecola, non sulla vita. Gli autori lo dicono esplicitamente: le loro prove si collocano "all'estremo basso della robustezza tipicamente richiesta per una prova scientifica".

[figure\_pair pending]

Dimetil solfuro (DMS) e dimetil disolfuro (DMDS) sono piccole molecole contenenti zolfo, diverse per un singolo atomo di zolfo. L'articolo JWST/MIRI riporta possibili caratteristiche spettrali compatibili con queste molecole, ma non a una significatività che le renda una rilevazione sicura, e i dati non riescono a distinguerle.

## Che cosa hanno fatto gli autori

- Hanno osservato K2-18 b con lo strumento MIRI di JWST in modalità a bassa risoluzione, catturando il suo spettro di trasmissione da circa 6 a 12 micron: una gamma di lunghezze d'onda non coperta dai dati precedenti nel vicino infrarosso.
- Hanno ridotto i dati con due pipeline indipendenti e condotto una batteria di controlli di robustezza, scartando in modo conservativo la parte più rumorosa dello spettro sotto 5,6 micron.
- Hanno adattato lo spettro con modelli atmosferici, testando 20 molecole candidate per vedere quali potessero spiegare la forma delle caratteristiche.
- Hanno confrontato la significatività di un modello solo DMS, solo DMDS e combinato DMS+DMDS rispetto a uno spettro senza caratteristiche, in entrambe le pipeline.
- Hanno dedicato sezioni esplicite ai falsi positivi - se la chimica non biologica possa produrre queste molecole - e a ciò che servirebbe per rafforzare o ribaltare il risultato.

## Che cosa hanno trovato

- Lo spettro nel medio infrarosso non è piatto: si discosta da una linea senza caratteristiche a  $3,4\sigma$  rispetto al modello canonico degli autori. Qualcosa lo sta modellando.
- Delle 20 molecole testate, gli autori riportano che le caratteristiche sono spiegate meglio da DMS e/o DMDS, con evidenza a circa  $3\sigma$  (i fit individuali dei modelli vanno da  $2,9\sigma$  a  $3,2\sigma$  nelle due pipeline).
- L'abbondanza inferita è alta - dell'ordine di 10 parti per milione in volume - per almeno una delle due molecole.
- I dati non riescono a distinguere DMS e DMDS: le due sono degenerate, quindi anche prendendo il segnale alla lettera resta irrisolto *quale* molecola sia.
- Il precedente indizio di DMS nel vicino infrarosso era debole (circa  $2\sigma$ ) e sensibile alle impostazioni strumentali; questa è una linea di evidenza indipendente da uno strumento e una gamma di lunghezze d'onda diversi, ed è per questo che gli autori la considerano un passo avanti.

## Che cosa non prova

- **Non** è una rilevazione. Circa  $3\sigma$  è un indizio, non i  $5\sigma$  che gli scienziati richiedono convenzionalmente anche solo per dire che una molecola è davvero lì: un punto che gli autori fanno loro stessi, chiamando il risultato basso in robustezza e bisognoso di verifica.
- **Non** identifica una molecola specifica. La degenerazione DMS/DMDS significa che i dati supportano “una di queste due”, non una in particolare.
- **Non** mostra vita. DMS e DMDS sono solo *possibili* biosignature. La sezione sui falsi positivi dell’articolo nota che queste molecole possono formarsi abioticamente (in esperimenti di laboratorio, e DMS è stato persino visto su una cometa), e dice chiaramente che una biosignature conclusiva richiede di valutare insieme robustezza, contesto ambientale e falsi positivi - ed è “improbabile che sia istantanea o non ambigua”.
- **Non** stabilisce che K2-18 b sia un mondo oceanico abitabile. L’interpretazione hycean è una delle varie permesse dai dati globali e resta contestata.
- L’identificazione molecolare dipende da misure di laboratorio di come questi gas assorbono luce - cross-section che gli autori dicono debbano ancora essere fissate meglio.

## Quanto sono solide le prove?

- **Un segnale reale nello spettro, debolmente vincolato nel significato.** Che lo spettro nel medio infrarosso non sia senza caratteristiche ( $3,4\sigma$ ) è la parte più ferma; il salto da “ci sono caratteristiche” a “sono DMS e/o DMDS” a “questo suggerisce vita” diventa progressivamente più morbido a ogni passo.
- **Gli autori sono misurati; l’amplificazione è stata esterna.** L’articolo usa cautele ovunque - “possible”, “tentative”, “further work is needed” - e nota che la significatività potrebbe salire a  $4-5\sigma$  con appena 8-24 ore in più di JWST, oppure non riprodursi. Il framing sicuro dei “segni di vita” è venuto dalla copertura, non dal affermazione.
- **Lo scrutinio indipendente ha spinto indietro.** Nei mesi dopo la pubblicazione, altri team hanno rianalizzato gli stessi dati e non hanno trovato il segnale robusto. Taylor (2025) ha chiesto direttamente se lo spettro MIRI contenga davvero caratteristiche spettrali, e non ha trovato forte evidenza statistica: solo circa  $2\sigma$  rispetto a una linea piatta. Una rianalisi congiunta delle osservazioni NIRISS, NIRSpec e MIRI da parte di Luque e colleghi (2025) ha riportato *evidenza insufficiente* per DMS o DMDS, senza una rilevazione statisticamente significativa in una gamma di riduzioni dei dati. E una valutazione più ampia guidata da Stevenson (2025) ha concluso che i dati non soddisfano gli standard di evidenza per una biosignature, attribuendo le caratteristiche nel medio infrarosso a sistematiche strumentali. Questo confronto non è un fallimento del processo; è il processo, ed è per questo che un indizio a  $3\sigma$  è un inizio, non una conclusione.

## Perché conta

È uno degli esempi più puliti degli ultimi anni di come un risultato prudente e un titolo fuori controllo possano condividere lo stesso giorno. La scienza qui è reale e vale la pena farla: JWST può ora sondare le atmosfere di piccoli pianeti temperati, e le molecole di zolfo sono una cosa sensata da cercare. Ma lo status onesto di K2-18 b è un indizio debole e ambiguo di una tra due molecole, su un pianeta la cui natura stessa è incerta, a una confidenza che gli scopritori chiamano bassa - e contestata da analisi successive. Nulla di questo è deludente, a meno che ti fossero stati promessi alieni. Il modo giusto di tenerlo in mente è il modo in cui il campo funziona davvero: un filo interessante da tirare, con più tempo JWST e controlli indipendenti, nei prossimi anni. La ricerca di vita altrove non arriverà come un singolo titolo; si accumulerà, o si dissolverà, una misura attenta alla volta.

## In breve

Usando lo strumento nel medio infrarosso di JWST, gli astronomi hanno trovato che lo spettro di K2-18 b non è privo di caratteristiche, e che la migliore spiegazione tra le molecole testate è dimetil solfuro e/o dimetil disolfuro - possibili gas biosignature - a circa  $3\sigma$ , con le due molecole indistinguibili nei dati. È un indizio, non una rilevazione, e una rilevazione da sola non sarebbe un segno di vita: gli autori lo dicono, segnalano possibili fonti non biologiche e chiedono più osservazioni. Rianalisi indipendenti hanno poi trovato prove ancora più deboli. K2-18 b è un bersaglio reale e utile, e questa è una misura reale. Non è la scoperta della vita, e l'articolo non ha mai sostenuto che lo fosse.

---

## Fonti

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>