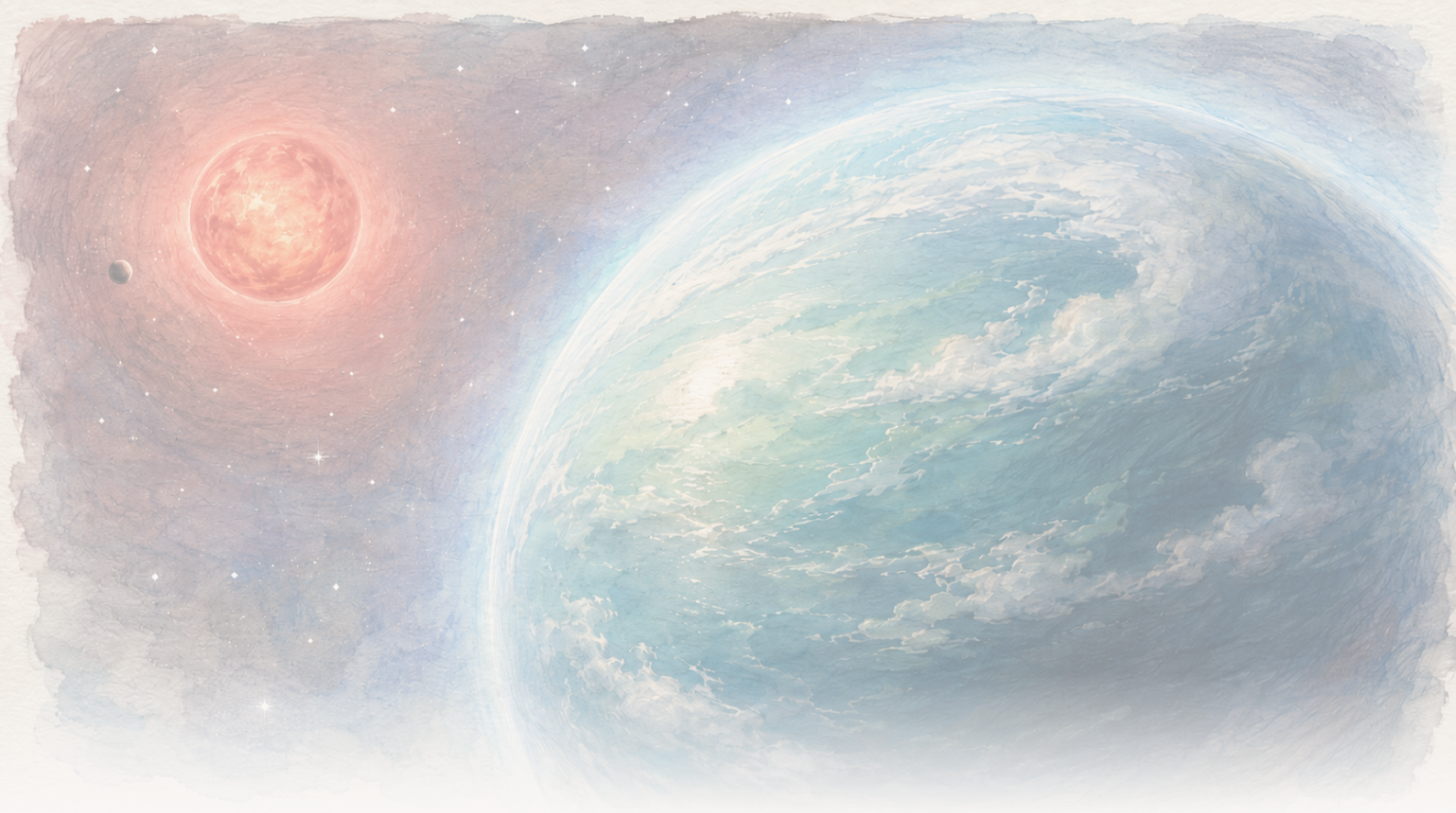

The Clean Paper

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

K2-18 b: एक संकेत और एक सनसनीखेज headline के बीच की दूरी

अप्रैल 2025 में sub-Neptune K2-18 b के JWST observations को Solar System के बाहर life के अब तक के "सबसे मजबूत संकेत" के रूप में पेश किया गया। शोधपत्र खुद इससे कहीं अधिक सावधान था। लगभग 3σ का hint — पक्की detection की सीमा से भी नीचे — कि दो मिलते-जुलते sulfur molecules में से कोई एक मौजूद हो सकता है; दोनों possible biosignatures हैं, और ग्रह पर habitable ocean होने का विचार खुद अनिश्चित है। लेखक गैर-जैविक स्रोतों को स्पष्ट रूप से मानते हैं और अधिक डेटा माँगते हैं; स्वतंत्र टीमों ने बाद में evidence को और कमजोर पाया। वास्तविक measurement, life की खोज नहीं।

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

एक संकेत और एक सुरखीके बीच कीदूरी

अप्रैल 2025 में 124 प्रकाश-वर्ष दूर एक ग्रह कुछ समय के लिए आकाश कीसबसे चर्चित दुनियाबन गया। Nikku Madhusudhan के नेतृत्व वालीटीम ने बताया कि James Webb स्पेस Telescope ने sub-Neptune K2-18 b के वातावरण में dimethyl sulfide कासंभावित निशान पकड़ाहै — ऐसाअणु जोपृथ्वीपर लगभग पूरीतरह जीवित प्राणियों, खासकर समुद्री plankton, द्वाराबनायाजाताहै। इसके बाद कीखबरोंने उपलब्ध सबसे बड़े शब्द चुन लिए: सौरमंडल के बाहर जीवन के अब तक के सबसे मजबूत संकेत। शोधपत्र खुद इससे कहींअधिक सावधान था, और इन्हींदोनोंबातोंके बीच काअंतर पूरीकहानीहै।

K2-18 b सचमुच दिलचस्प जगह है। इसकाद्रव्यमान पृथ्वीकालगभग 8.6 गुनाऔर त्रिज्या2.6 गुनाहै, और यह एक छोटे लाल तारे के temperate क्षेत्र में चक्कर लगाताहै। ऐसे ग्रहोंके बारे में एक विचार यह है कि वे *hycean* दुनियाएँ हो सकते हैं — मोटे हाइड्रोजन वायुमंडल के नीचे वैश्विक महासागर — जिससे वे जीवन तलाशने के लिए बड़े और निरीक्षण योग्य लक्ष्य बनेंगे। लेकिन यह पहचान तय नहींहै: वहीमान mini-Neptune याचट्टानी“गैस dwarf” से भीमेल खाते हैं, और K2-18 b वास्तव में इनमें से क्याहै यह खुलासवाल है। रहने योग्य महासागर वालीव्याख्याउम्मीद भरीhypothesis है, स्थापित तथ्य नहीं।

इसीपृष्ठभूमि में यह शोधपत्र स्पेक्ट्रम के उस हिस्से — mid-infrared, लगभग 6 से 12 microns — से नयासबूत जोड़ताहै जिसे K2-18 b के पहले के अवलोकन ने शामिल करनानहींकियाथा। और इस साक्ष्य कोईमानदारीसे शोधपत्र की अपनीसंख्याओं में वर्णित करनाचाहिए, सुरखीके adjectives में नहीं।

शोधपत्र लगभग 3σ कासांख्यिकीय संकेत बताताहै कि दोमिलते-जुलते अणु में से कोई एक मौजूद है — उस सीमासे भीनीचे जिसे वैज्ञानिक किसीचीज़ कोfirm पहचान कहने के लिए सामान्यत:चाहते हैं, और जीवन के संकेत से तोकई कदम दूर। “जीवन found” तक कीदूरीहीवह जगह है जहाँसावधानीसे पढ़नामायने रखताहै।

यहाँDMS, “biosignature” और “3σ” कावास्तव में क्याअर्थ है

Dimethyl sulfide (DMS) और dimethyl disulfide (DMDS) sulfur वाले अणु हैं। पृथ्वीपर ये भारीमात्रामें जीवन — समुद्रीmicrobes — द्वाराबनते हैं और सामान्य non-जैविक रसायन-विज्ञान इन्हें बड़ीमात्रामें नहींबनाती। इसी वजह से इन्हें *उम्मीदवार biosignatures* कहाजाताहै: ऐसीgases जिनकीसहीसंदर्भ में मौजूदगीजीवविज्ञान कीओर इशाराकर सकतीहै। यहाँ“उम्मीदवार” शब्द बहुत महत्वपूर्ण है।

Biosignature पहचान नहींहै, और पहचान जीवन नहींहै। किसीअणु कोपानाएक बात है; यह दिखानाकि वह सचमुच मौजूद है — मॉडलिंग artefact याउपकरण quirk नहीं— दूसरी, और यह दिखानाकि जीवन उसकासबसे अच्छा explanation है, किसीnon-जैविक रसायन-विज्ञान कीबजाय, तीसरीऔर कहींकठिन बात। हर कदम अलग-अलग विफल होसकताहै।

“3σ” यह मान है कि संकेत केवल शोर कासंयोग होने कीकितनीसंभावनाहै — यहाँबहुत मोटे तौर पर एक प्रतिशत के छोटे अंश के बराबर। यह मजबूत सुनाई देताहै, लेकिन भौतिकीऔर astronomy में 3σ को*संकेत* मानाजाताहै: खोज दावा कीconvention 5σ है, और वह भीकेवल अणु के बारे में दावाहोगा, जीवन के बारे में नहीं। लेखक खुद कहते हैं कि उनका साक्ष्य “वैज्ञानिक साक्ष्य के लिए सामान्यत:अपेक्षित मजबूतीकीनिचलीसीमा” पर है।

[figure_pair pending]

Dimethyl sulfide (DMS) और dimethyl disulfide (DMDS) छोटे sulfur-bearing अणु हैं, जिनमें केवल एक sulfur atom काअंतर है। JWST/MIRI शोधपत्र ऐसे संभावित स्पेक्ट्रल विशेषताएँ बताताहै जोइन अणु से मेल खाते हैं — लेकिन इतनीमहत्व पर नहीं कि उन्हें सुरक्षित पहचान कहाजासके, और डेटादोनोंकोअलग नहींकर सकता।

लेखकोंने क्याकिया

- JWST के MIRI उपकरण कोकम-resolution mode में इस्तेमाल करके K2-18 b काअवलोकन कियाऔर लगभग 6 से 12 microns तक उसकासंचरण स्पेक्ट्रम लिया— तरंगदैर्ध्य सीमाजिसे पहले के पास-infrared डेटाने शामिल करना नहींकियाथा।
- डेटाकोदोस्वतंत्र pipelines से reduce कियाऔर मज़बूतीजाँच कीलंबीशृंखलाचलाई; 5.6 microns से नीचे के अधिक noisy स्पेक्ट्रम कोसावधानीसे हटादिया।
- atmospheric मॉडल से स्पेक्ट्रम फिट कियाऔर 20 उम्मीदवार अणु जाँचे कि कौन विशेषताएँ कीआकृति समझासकता है।
- दोनोंpipelines में featureless स्पेक्ट्रम के मुकाबले DMS-only, DMDS-only और संयुक्त DMS+DMDS मॉडल की महत्त्व कीतुलनाकी।
- असत्य positives पर अलग sections दिए — क्याnon-जैविक रसायन-विज्ञान ये अणु बनासकतीहै — और यह बताया कि परिणाम कोमजबूत करने यापलटने के लिए किस तरह के अतिरिक्त डेटाचाहिए।

उन्हें क्यामिला

- mid-infrared स्पेक्ट्रम flat नहींहै: लेखकोंके canonical मॉडल के मुकाबले यह featureless रेखासे 3.4σ अलग है। कुछ तोइसकीआकृति बनारहाहै।
- जाँचे गए 20 अणु में लेखकोंके अनुसार विशेषताएँ कोDMS और/याDMDS सबसे अच्छीतरह समझाते हैं, लगभग 3σ साक्ष्य के साथ (दोनोंpipelines में व्यक्तिगत मॉडल fits 2.9σ से 3.2σ तक हैं)।
- अनुमानित प्रचुरताऊँचीहै — कम से कम दसोंमें से एक अणु के लिए volume से लगभग 10 हिस्से per मिलियन।
- डेटाDMS और DMDS में फर्क नहींकर सकता दोनोंdegenerate हैं, इसलिए संकेत कोसहीमान लेने पर भीकौन-साअणु है यह अनसुलझाहै।
- पहले कापास-infrared DMS संकेत कमजोर था(लगभग 2σ) और उपकरण परिस्थितियोंके प्रति संवेदनशील; यह अलग उपकरण और तरंगदैर्ध्य सीमासे स्वतंत्र साक्ष्य रेखाहै, इसलिए लेखक इसे आगे काकदम मानते हैं।

यह क्यासाबित नहींकरता

- यह **पहचान नहीं**है। लगभग 3σ एक संकेत है, वह 5σ नहींजिसे वैज्ञानिकि सामान्यत:किसीअणु कीवास्तविक मौजूदगी दावाकरने के लिए भीचाहते हैं — लेखक खुद इस बात कोकहते हैं और परिणाम कोकम मज़बूतीवालातथाverification की जरूरत वालाबताते हैं।
- यह किसीखास अणु की**पहचान नहीं**करता। DMS/DMDS degeneracy कामतलब डेटा"इन दोमें से एक" कोसमर्थन करताहै, किसीएक कोनिश्चित रूप से नहीं।
- यह जीवन **नहींदिखाता**। DMS और DMDS केवल *संभव* biosignatures हैं। शोधपत्र काfalse-positive section बताता है कि ये अणु abiotically भीबन सकते हैं (लैब प्रयोग में, और DMS धूमकेतु पर भीदेखागयाहै), और साफ़ कहताहै कि निर्णायक biosignature के लिए मज़बूत environmental संदर्भ और असत्य positives कोसाफ़ में परखनाहोगा— और यह प्रक्रिया"तुरंत यावनिाambiguity के होने कीसंभावनानहींहै।"
- यह स्थापित **नहीं**करताकि K2-18 b रहने योग्य ocean दुनियाहै। Hycean व्याख्याकई संभव व्याख्याओं में से एक है जिन्हें bulk डेटाअनुमति देताहै, और उस पर वैज्ञानिक बनाहुआ है।
- आगेकि पहचान इस बात कीप्रयोगशालामापन पर निर्भर है कि ये gases प्रकाश कैसे अवशोषित करतीहैं — cross-

sections जिन्हें लेखकों के अनुसार अभी बेहतर तय करना बाकी है।

सबूत कितने मजबूत हैं

- **स्पेक्ट्रम में वास्तविक संकेत, लेकिन उसके अर्थ पर कमजोर पकड़।** mid-infrared स्पेक्ट्रम का featureless न होना (3.4σ) सबसे मजबूत हिस्सा है; "विशेषताएँ हैं" से "वे DMS और/या DMDS हैं" और वहाँ से "यह जीवन की ओर संकेत है" तक हर कदम में साक्ष्य नरम होता जाता है।
- **लेखक सावधान हैं; बढ़ा-चढ़ाकर पेश करना बाहर से आया।** शोधपत्र भर में भाषा "संभव," "tentative," "further काम is needed" जैसी है और वह बताता है कि केवल 8–24 घंटे अतिरिक्त JWST समय से महत्त्व $4–5\sigma$ तक जा सकती है, या परिणाम देहरा या हीन जाए। आत्मविश्वासी "signs of जीवन" फ्रेमिंग दबाव से आई, शोधपत्र के दबाव से नहीं।
- **स्वतंत्र scrutiny ने आपत्ति की है।** publication के महीनों बाद अन्य teams ने वही डेटा फिर analyze किया और संकेत को मजबूत नहीं पाया। Taylor (2025) ने सीधे पूछा कि MIRI स्पेक्ट्रम में वास्तविक स्पेक्ट्रल विशेषताएँ हैं भी या नहीं और flat रेखा के ऊपर केवल लगभग 2σ समर्थन पाया। Luque और colleagues (2025) द्वारा NIRISS, NIRSpec और MIRI अवलोकन की joint reanalysis ने अलग-अलग डेटा reductions में DMS या DMDS के लिए *insufficient साक्ष्य* और कोई सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण पहचान नहीं बताया। Stevenson (2025) के नेतृत्व वाले व्यापक आकलन ने निष्कर्ष दिया कि डेटा biosignature के साक्ष्य standards पूरे नहीं करता और mid-infrared विशेषताएँ को instrumental systematics से जोड़ा। यह आगे-पीछे होना प्रक्रिया की विफलता नहीं है; यही प्रक्रिया है, और यही वजह है कि 3σ संकेत शुरुआत है, निष्कर्ष नहीं।

यह क्यों मायने रखता है

यह हाल के वर्षों के सबसे साफ़ उदाहरणों में से एक है कि सावधान परिणाम और भागती हुई सुर्खी एक ही दिन कैसे पैदा हो सकते हैं। यहाँ science वास्तविक है और करने लायक है: JWST अब छोटे, temperate planets के atmospheres को probe कर सकता है, और sulfur अणु तलाशना समझदारी है। लेकिन K2-18 b की ईमानदार स्थिति यह है: दो में से किसी एक अणु का हल्का, ambiguous संकेत; ऐसा planet जिसकी प्रकृति खुद अनिश्चित है; विश्वास इतना कम कि discoverers खुद उसे कम कहते हैं; और बाद की स्वतंत्र विश्लेषण उससे असहमत हैं। इनमें से कुछ भी निराशाजनक नहीं है, जब तक किसी ने आपको aliens का वादा न किया हो। इसे उसी तरह देखना चाहिए जैसे क्षेत्र वास्तव में काम करता है: अगले कुछ वर्षों में अधिक JWST समय और स्वतंत्र जाँच के साथ खींचने लायक एक दिलचस्प धागा। दूसरी जगह जीवन की खोज किसी एक सुर्खी के रूप में नहीं आएगी; वह एक-एक सावधान मापन के साथ जमा होगी, या घुल जाएगी।

साफ़ सारांश

JWST के mid-infrared उपकरण का इस्तेमाल करके खगोलविद ने पाया कि K2-18 b का स्पेक्ट्रम featureless नहीं है और उन्होंने जिन अणु को परिक्षण किया उनमें सबसे अच्छा फिट dimethyl sulfide और/या dimethyl disulfide — संभव biosignature gases — देता है, लगभग 3σ पर; डेटा दो में अणु में फ़र्क नहीं कर सकता। यह संकेत है, पहचान नहीं, और पहचान भी अपने आप जीवन का संकेत नहीं होगी। लेखक खुद ऐसा कहते हैं, संभव non-जैविक स्रोत बताते हैं और अधिक अवलोकन की मांग करते हैं। स्वतंत्र reanalyses ने बाद में साक्ष्य को और कमजोर पाया। K2-18 b वास्तविक और अध्ययन योग्य लक्ष्य है, और यह वास्तविक मापन है। यह जीवन की खोज नहीं है, और शोधपत्र ने कभी ऐसा दावा नहीं किया।

सन्दर्भ

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