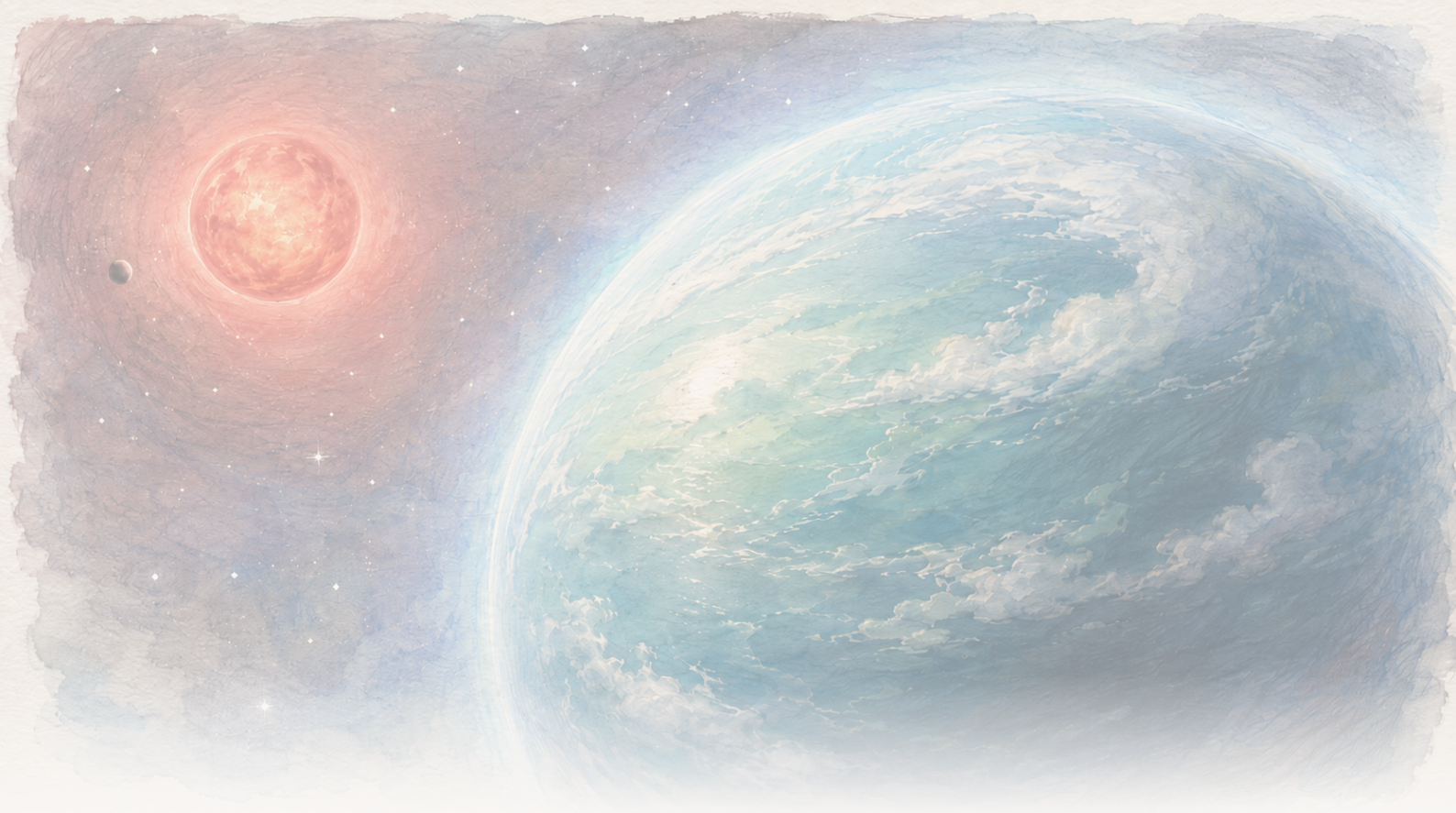

The Clean Paper

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

K2-18 b: khoảng cách giữa một gợi ý và một hàng tít

Vào tháng 4 năm 2025, các quan sát của JWST đối với tiểu Hải Vương tinh K2-18 b được đưa tin là những dấu hiệu mạnh nhất về sự sống từng được tìm thấy ngoài Hệ Mặt Trời. Bản thân bài báo thận trọng hơn nhiều: một gợi ý khoảng 3σ — dưới ngưỡng cho cả một phát hiện chắc chắn — rằng một trong hai phân tử lưu huỳnh tương tự, những dấu hiệu sinh học khả dĩ, hiện diện, trên một hành tinh mà bản chất đại dương có thể ở được của nó cũng chưa chắc chắn. Các tác giả chỉ ra những nguồn phi sinh học và kêu gọi thêm dữ liệu; các nhóm độc lập kể từ đó đã thấy bằng chứng yếu hơn. Một phép đo thật, không phải việc khám phá ra sự sống.

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

Khoảng cách giữa một gợi ý và một hàng tít

Vào tháng 4 năm 2025, một hành tinh cách xa 124 năm ánh sáng bỗng trở thành thế giới nổi tiếng nhất trên bầu trời. Một nhóm do Nikku Madhusudhan dẫn đầu báo cáo rằng Kính viễn vọng Không gian James Webb đã ghi nhận, trong khí quyển của tiểu Hải Vương tinh K2-18 b, một dấu vết khả dĩ của dimethyl sulfide — một phân tử mà trên Trái Đất gần như hoàn toàn do sinh vật sống tạo ra, chủ yếu là sinh vật phù du trong đại dương. Truyền thông sau đó đã chọn những từ ngữ lớn nhất có thể: những dấu hiệu mạnh nhất về sự sống ngoài Hệ Mặt Trời từng được tìm thấy. Bản thân bài báo lại thận trọng hơn nhiều, và khoảng cách giữa hai điều đó chính là toàn bộ câu chuyện.

K2-18 b thực sự là một nơi thú vị. Nó có khối lượng khoảng 8,6 lần khối lượng Trái Đất và bán kính gấp 2,6 lần, quay trong vùng ôn hòa của một ngôi sao lùn đỏ nhỏ. Một giả thuyết về những hành tinh như vậy là chúng có thể là các thế giới *hycean* — một đại dương bao phủ toàn cầu bên dưới một bầu khí quyển hydro dày — điều này sẽ khiến chúng trở thành những nơi rộng rãi và dễ quan sát để tìm kiếm sự sống. Nhưng danh tính đó chưa được xác định: cùng những phép đo ấy cũng phù hợp với một mini-Neptune hoặc một "gas dwarf" đá, và K2-18 b thực chất là loại nào vẫn còn là một câu hỏi bỏ ngỏ. Cách hiểu về một đại dương có thể ở được là một giả thuyết đầy hy vọng, không phải một sự thật đã được xác lập.

Trên bối cảnh đó, bài báo này bổ sung một mảnh bằng chứng mới, từ một phần của quang phổ — vùng hồng ngoại trung, khoảng 6 đến 12 micron — mà các quan sát K2-18 b trước đây chưa bao phủ. Và cách trung thực để mô tả bằng chứng đó là dùng chính những con số của bài báo, chứ không phải các tính từ của hàng tít.

Điều bài báo trình bày là một gợi ý thống kê khoảng 3σ rằng *một trong hai* phân tử tương tự hiện diện — dưới ngưỡng mà các nhà khoa học thường đòi hỏi ngay cả để gọi một điều gì đó là một phát hiện chắc chắn, và còn cách một dấu hiệu của sự sống vài bước. Khoảng cách giữa điều đó và "đã tìm thấy sự sống" là nơi việc đọc kỹ trở nên quan trọng.

DMS, "dấu hiệu sinh học" và "3σ" thực sự có nghĩa là gì ở đây

Dimethyl sulfide (DMS) và dimethyl disulfide (DMDS) là những phân tử chứa lưu huỳnh. Trên Trái Đất, chúng gần như hoàn toàn do sự sống tạo ra — các vi sinh vật biển — và không được tạo ra với lượng lớn bởi hóa học phi sinh học thông thường. Đó là điều khiến chúng trở thành *ứng viên dấu hiệu sinh học*: những chất khí mà sự hiện diện của chúng, trong bối cảnh phù hợp, có thể chỉ dấu đến sinh học. Từ "ứng viên" thực sự có vai trò trong cụm từ đó.

Một dấu hiệu sinh học không phải là một phát hiện, và một phát hiện không phải là sự sống. Tìm ra một phân tử là một chuyện; chứng minh rằng nó thực sự ở đó (chứ không phải một sản phẩm giả của mô hình hay một điểm bất thường của thiết bị) là một chuyện khác; và chứng minh rằng sự sống là lời giải thích tốt nhất — thay vì một loại hóa học phi sinh học nào đó — là một chuyện thứ ba, khó hơn nhiều. Mỗi bước đều có thể thất bại một cách độc lập.

"3σ" là thước đo mức độ khó xảy ra của việc một tín hiệu chỉ là sự ngẫu nhiên của nhiễu

> — ở đây, rất đại khái, là một phần nhỏ của một phần trăm. Nghe thì có vẻ mạnh, nhưng trong vật lý và thiên văn học, 3σ là mức của một *gợi ý*: quy ước để tuyên bố một khám phá là 5σ, và ngay cả mức đó cũng chỉ là một khẳng định về phân tử, không phải về sự sống. Chính các tác giả cũng nói vậy: bằng chứng của họ nằm "ở đầu thấp của độ tin cậy thường được đòi hỏi đối với bằng chứng khoa học."

[figure_pair pending]

Dimethyl sulfide (DMS) và dimethyl disulfide (DMDS) là những phân tử nhỏ chứa lưu huỳnh, chỉ khác nhau một nguyên tử lưu huỳnh. Bài báo JWST/MIRI trình bày những đặc trưng quang phổ khả dĩ phù hợp với các phân tử này — nhưng không ở mức ý nghĩa đủ để biến chúng thành một phát hiện chắc chắn, và dữ liệu không thể phân biệt được hai chất.

Các tác giả đã làm gì

- Quan sát K2-18 b bằng thiết bị MIRI của JWST ở chế độ độ phân giải thấp, thu được quang phổ truyền qua của nó từ khoảng 6 đến 12 micron — một dải bước sóng chưa được các dữ liệu hồng ngoại gần trước đây bao phủ.
- Xử lý (rút gọn) dữ liệu qua hai quy trình (pipeline) độc lập và chạy một loạt kiểm tra độ tin cậy, thận trọng loại bỏ phần nhiễu hơn của quang phổ dưới 5,6 micron.
- Khớp quang phổ với các mô hình khí quyển, thử nghiệm 20 phân tử ứng viên để xem phân tử nào có thể giải thích hình dạng của các đặc trưng.
- So sánh mức ý nghĩa của mô hình chỉ-DMS, chỉ-DMDS và mô hình kết hợp DMS+DMDS với một quang phổ không có đặc trưng, trên cả hai quy trình.
- Dành hẳn những phần riêng cho các dương tính giả — liệu hóa học phi sinh học có thể tạo ra những phân tử này hay không — và cho những gì cần thiết để củng cố hoặc lật ngược kết quả.

Họ đã tìm thấy gì

- Quang phổ hồng ngoại trung không phẳng: nó lệch khỏi một đường không có đặc trưng ở mức $3{,}4\sigma$ so với mô hình chuẩn của các tác giả. Có điều gì đó đang định hình nó.
- Trong số 20 phân tử được thử nghiệm, các tác giả báo cáo rằng các đặc trưng được giải thích tốt nhất bằng DMS và/hoặc DMDS, với bằng chứng ở khoảng 3σ (các phép khớp mô hình riêng lẻ dao động từ $2{,}9\sigma$ đến $3{,}2\sigma$ trên hai quy trình).
- Hàm lượng suy ra là cao — vào cỡ 10 phần triệu theo thể tích — đối với ít nhất một trong hai phân tử.
- Dữ liệu không thể phân biệt DMS và DMDS: hai chất bị suy biến, nên ngay cả khi chấp nhận tín hiệu theo đúng giá trị bề mặt, *đó là phân tử nào* vẫn chưa được giải quyết.

- Gợi ý về DMS trước đây trong vùng hồng ngoại gần từng yếu (khoảng 2σ) và nhạy với các thiết lập của thiết bị; đây là một hướng bằng chứng độc lập từ một thiết bị và một dải bước sóng khác, đó là lý do các tác giả xem nó là một bước tiến.

Điều này không chứng minh gì

- Đây **không phải** là một phát hiện. Khoảng 3σ là một gợi ý, không phải mức 5σ mà giới khoa học theo quy ước đòi hỏi ngay cả để khẳng định một phân tử thực sự có ở đó — một điểm mà chính các tác giả cũng nêu ra, khi gọi kết quả này là thấp về độ tin cậy và cần được kiểm chứng.
- Nó **không** xác định một phân tử cụ thể. Sự suy biến DMS/DMDS có nghĩa là dữ liệu ủng hộ "một trong hai chất này", chứ không phải riêng một chất nào.
- Nó **không** cho thấy sự sống. DMS và DMDS chỉ là những dấu hiệu sinh học *khả dĩ*. Chính phần dương-tính-giả của bài báo lưu ý rằng những phân tử như vậy có thể hình thành theo con đường phi sinh học (trong các thí nghiệm phòng thí nghiệm, và DMS thậm chí đã từng được quan sát thấy trên một sao chổi), và nói rõ rằng một dấu hiệu sinh học có tính kết luận đòi hỏi phải đánh giá đồng thời độ tin cậy, bối cảnh môi trường và các dương tính giả — và "khó có thể là tức thời hoặc không mơ hồ."
- Nó **không** xác lập rằng K2-18 b là một thế giới đại dương có thể ở được. Cách diễn giải hycean là một trong nhiều cách mà toàn bộ dữ liệu cho phép, và vẫn còn gây tranh cãi.
- Việc nhận dạng phân tử dựa vào các phép đo trong phòng thí nghiệm về cách những chất khí này hấp thụ ánh sáng — những tiết diện mà các tác giả nói rằng vẫn cần được xác định chính xác hơn.

Bằng chứng mạnh đến đâu

- **Một tín hiệu thật trong quang phổ, nhưng ý nghĩa bị ràng buộc yếu.** Việc quang phổ hồng ngoại trung không phải là không có đặc trưng ($3{,}4\sigma$) là phần chắc chắn nhất; bước nhảy từ "có các đặc trưng" đến "chúng là DMS và/hoặc DMDS" rồi đến "điều này gợi ý về sự sống" trở nên mềm yếu dần ở mỗi bước.
- **Các tác giả tỏ ra chừng mực; sự khuếch đại đến từ bên ngoài.** Bài báo rào đón xuyên suốt — "khả dĩ", "tạm thời", "cần thêm nghiên cứu" — và lưu ý rằng mức ý nghĩa có thể được đẩy lên 4–5σ chỉ với thêm 8–24 giờ thời gian JWST, hoặc có thể không tái lập được. Cách đóng khung tự tin "những dấu hiệu của sự sống" đến từ truyền thông, không phải từ tuyên bố của bài báo.
- **Sự soi xét độc lập đã phản bác lại.** Trong những tháng sau khi công bố, các nhóm khác đã phân tích lại cùng bộ dữ liệu và không thấy tín hiệu đủ vững chắc. Taylor (2025) đặt câu hỏi trực tiếp liệu quang phổ MIRI có thực sự chứa các đặc trưng phổ hay không, và không tìm thấy bằng chứng thống kê mạnh cho chúng — chỉ khoảng 2σ ủng hộ so với một đường phẳng. Một phân tích lại chung các quan sát NIRISS, NIRSpec và MIRI do Luque và các đồng nghiệp (2025) thực hiện đã báo cáo *bằng chứng không đủ* cho DMS hoặc DMDS,

không có phát hiện nào có ý nghĩa thống kê trên một loạt cách xử lý dữ liệu. Và một đánh giá rộng hơn do Stevenson (2025) dẫn đầu kết luận rằng dữ liệu không đạt các chuẩn mực bằng chứng cho một dấu hiệu sinh học, mà quy các đặc trưng hồng ngoại trung cho những sai số hệ thống của thiết bị. Sự qua lại đó không phải là một thất bại của quy trình; nó *chính là* quy trình, và đó là lý do một gợi ý 3σ là một khởi đầu, không phải một kết luận.

Vì sao điều này quan trọng

Đây là một trong những ví dụ rõ ràng nhất trong thời gian gần đây về việc một kết quả thận trọng và một hàng tít vượt tầm kiểm soát có thể cùng chia sẻ một ngày. Khoa học ở đây là thật và đáng làm: giờ đây JWST có thể thăm dò khí quyển của những hành tinh nhỏ, ôn hòa, và các phân tử lưu huỳnh là một thứ hợp lý để tìm kiếm. Nhưng trạng thái trung thực của K2-18 b là một gợi ý mờ nhạt, mơ hồ về một-trong-hai phân tử, trên một hành tinh mà chính bản chất của nó còn chưa chắc chắn, ở một mức độ tin cậy mà chính những người khám phá gọi là thấp — và bị các phân tích khác phản bác kể từ đó. Chẳng điều nào trong số đó là đáng thất vọng, trừ phi ai đó đã được hứa hẹn về người ngoài hành tinh. Cách đúng đắn để nhìn nhận nó là cách mà lĩnh vực này thực sự vận hành: như một sợi chỉ thú vị để lần theo, với thêm thời gian JWST và những kiểm tra độc lập, trong vài năm tới. Cuộc tìm kiếm sự sống ở nơi khác sẽ không đến như một hàng tít duy nhất; nó sẽ tích tụ dần, hoặc tan biến dần, từng phép đo cẩn trọng một.

Tóm tắt gọn

Sử dụng thiết bị hồng ngoại trung của JWST, các nhà thiên văn nhận thấy quang phổ của K2-18 b không phải là không có đặc trưng, và rằng lời giải thích khớp nhất trong số các phân tử họ thử nghiệm là dimethyl sulfide và/hoặc dimethyl disulfide — những chất khí có thể là dấu hiệu sinh học — ở khoảng 3σ, với hai phân tử không thể phân biệt được trong dữ liệu. Đó là một gợi ý, không phải một phát hiện, và bản thân một phát hiện cũng chưa phải là một dấu hiệu của sự sống: các tác giả nói vậy, chỉ ra những nguồn phi sinh học khả dĩ, và kêu gọi thêm quan sát. Các phân tích lại độc lập kể từ đó còn thấy bằng chứng yếu hơn nữa. K2-18 b là một mục tiêu thật và đáng giá, và đây là một phép đo thật. Đây không phải là việc khám phá ra sự sống, và bài báo chưa bao giờ tuyên bố như thế.

Nguồn

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