

## Giải mã những hình ảnh đầu tiên chụp bởi Kính thiên văn không gian James Webb

Nguyễn Thị Hải Hiền<sup>1</sup>, Nguyễn Đức Phường<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bộ Ngoại giao

<sup>2</sup>Đại học Quốc gia Hà Nội

Sau hơn nửa năm từ khi phóng lên quỹ đạo, kính thiên văn không gian mạnh nhất, phức tạp nhất và tốn kém nhất mà con người từng chế tạo - James Webb (JWST) đã thực hiện một quy trình hiệu chỉnh phức tạp chưa từng có. Giờ đây, “cỗ máy thời gian” này đã sẵn sàng cho những sứ mệnh khoa học đầy hứa hẹn, mở ra một kỷ nguyên khám phá vũ trụ, giúp chúng ta hiểu biết một cách sâu sắc hơn về nguồn gốc của vũ trụ và bắt đầu trả lời những câu hỏi cốt yếu về sự tồn tại của con người: chúng ta đến từ đâu và liệu loài người có đơn độc trong vũ trụ hay không?

Để khởi động cho những khám phá khoa học trong tương lai, các nhà khoa học từ Cơ quan Hàng không Vũ trụ Hoa Kỳ (NASA), Cơ quan Vũ trụ châu Âu (ESA), Cơ quan Vũ trụ Canada (CSA) và Viện Khoa học Kính không gian của Hoa Kỳ (STScI) đã lựa chọn các mục tiêu quan sát đầu tiên cho JWST: ảnh trường sâu về đám thiên hà SMACS 0723, “Vách đá vũ trụ” trong tinh vân Carina, tinh vân hành tinh Nhãn phương Nam, đám thiên hà Stephan’s quintet, quang phổ khí quyển của ngoại hành tinh WASP-96b. Mới đây (12/7/2022), NASA đã công bố các hình ảnh ở những mục tiêu quan sát này được chụp lần đầu tiên bởi JWST.

### Nhìn trực diện về vũ trụ sơ khai

Giờ đây, nhờ “cỗ máy thời gian” JWST, chúng ta có thể quay ngược thời gian trở về quá khứ hơn 13 tỷ năm trước để ngắm nhìn vũ trụ với những thiên hà trẻ nhất hình thành sau gần 1 tỷ năm từ Vụ nổ lớn (Big Bang). JWST đã cung cấp hình ảnh hồng ngoại rõ ràng và sắc nét chưa từng có về những vùng sâu thẳm nhất của vũ trụ. Ảnh chụp trường sâu (Webb deep field) đầu tiên của JWST tập trung vào cụm thiên hà SMACS 0723 cách Trái đất 4,6 tỷ năm ánh sáng. Ảnh trường sâu này do Máy ảnh cận hồng ngoại (NIRCam) chụp là một tổ hợp được tạo ra từ các hình ảnh ở các bước sóng khác nhau với thời gian phơi sáng 12,5 giờ. Trong bức ảnh, cụm thiên hà trung tâm đóng vai trò như một thấu kính. Các cung sáng là hiệu ứng được tạo ra do trường hấp dẫn mạnh của cụm thiên hà bẻ cong các tia sáng từ các thiên hà xa hơn phía sau nó, giống như một kính lúp có tác dụng khuếch đại.

Nền bức ảnh trường sâu cũng hiển thị hàng nghìn thiên hà, bao gồm cả những thiên thể mờ nhất từng được quan sát trong vùng hồng ngoại. Khối lượng tổng hợp của cụm thiên hà này hoạt động như một thấu kính hấp dẫn (gravitational lensing) giúp phóng đại hình ảnh các thiên hà ở xa hơn, trong đó có một số thiên hà được nhìn thấy khi vũ trụ chưa đầy một tỷ năm tuổi [1].

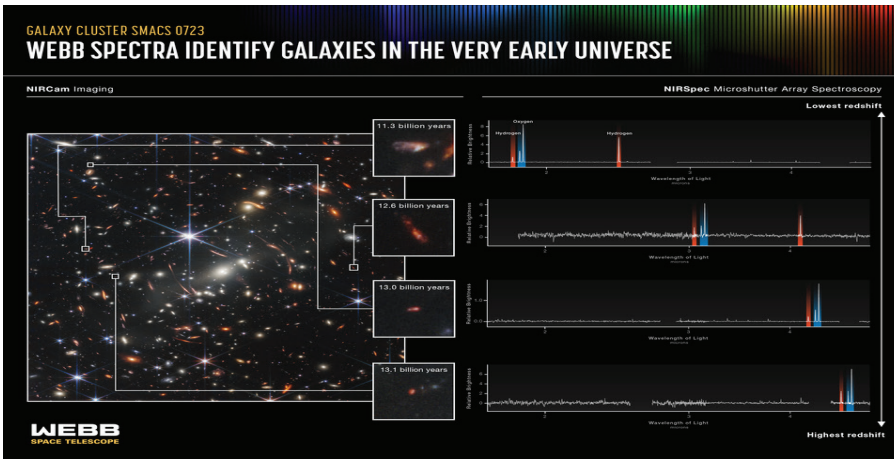
Bức ảnh trường sâu được chụp ở dải phổ cận hồng ngoại (hình 1) cho thấy những thiên hà xa xưa được hình thành trong những giai đoạn rất sớm của vũ trụ. Ánh sáng từ những thiên hà này phải mất hơn 10 tỷ năm mới đến được Trái đất, và do sự giãn nở của vũ trụ, bước sóng của chúng bị kéo dài tới bước sóng hồng ngoại cho phép JWST có thể quan sát. Một số đốm sáng đỏ nhỏ trong bức ảnh chính là những thiên hà cổ xưa cách chúng ta 13,1 tỷ năm ánh sáng [2].

Đây cũng là lần đầu tiên JWST cung cấp những thông tin về thành



Hình 1. Bức ảnh trường sâu tập trung vào cụm thiên hà SMACS 0723 với hiệu ứng thấu kính hấp dẫn cũng như sự xuất hiện của nhiều thiên hà hình thành từ những giai đoạn rất sớm của vũ trụ (nguồn: NASA, ESA, CSA, STScI).

phần, cấu tạo hoá học của những thiên hà nguyên thủy. Hình ảnh (hình 2) chụp bởi thiết bị hồng ngoại tầm trung (MIRI) cho phép chúng ta nhận biết được quá trình hình thành sao trong sự tiến hoá của các thiên



Hình 2. Bức ảnh trường sâu tiết lộ những thiên hà cổ xưa nhất (nguồn: NASA, ESA, CSA, STScI).

hà. Các thiên hà xanh có chứa các ngôi sao trẻ, ít bụi hơn và có nhiều hydrocarbon cũng như các hợp chất hóa học khác, trong khi các đối tượng màu đỏ được bao phủ trong khoảng không gian chứa đầy bụi dày đặc [3]. Thiết bị quang phổ cận hồng ngoại cũng cho phép phân tích quang phổ của từng thiên hà đơn lẻ, cung cấp những dữ liệu quý giá về những thiên hà cổ xưa từ hơn 13 tỷ năm về trước. Từ những dữ liệu này, các nhà khoa học sẽ có được những hiểu biết tường minh về cách các thiên hà hình thành, phát triển và hợp nhất với nhau, và trong một số trường hợp, có những thiên hà ngừng hẳn quá trình hình thành các ngôi sao trong nó.

**“Vườn ươm” của những ngôi sao**

Cách Trái đất khoảng 7.600 năm ánh sáng, tinh vân NGC 3324 được James Dunlop đưa vào danh mục lần đầu tiên vào năm 1826. NGC 3324 nằm ở góc tây bắc của tinh vân Carina (NGC 3372) trong chòm sao Carina. NGC 3324 được JWST chụp ảnh bằng NIRCам và MIRI. Bức ảnh rõ nét chưa từng có về tinh vân Carina mang tên “Vách đá vũ trụ” tựa như một bức tranh sơn thủy 3D ngoạn mục với những rặng núi cheo leo trùng điệp. Nhờ kỹ thuật chụp tối

tân trong dải hồng ngoại đã hé lộ chi tiết những nơi mà các ngôi sao đang được sinh ra. Thoạt nhìn, chúng ta dễ lầm tưởng đây là quang cảnh những dãy núi trùng điệp với những vách đá cheo leo ẩn hiện trong một đêm trăng sáng. Trên thực tế, nó là rìa của đám mây khí khổng lồ nằm trong NGC 3324, trong đó “đỉnh” cao nhất trong hình ảnh này trải rộng đến hơn 7 năm ánh sáng. Còn những khu vực nhìn giống như hang động được tạo ra bởi bức xạ cực tím cường độ cao và gió sao từ các ngôi sao trẻ cực nóng xung quanh. Những lớp khí nhìn như những làn sương được toả ra từ “núi” thực ra là những khí và bụi nóng bị ion hóa do bức xạ cực kỳ lớn từ những ngôi sao trẻ mới sinh (hình 3).



Hình 3. “Vách đá vũ trụ” - nơi chứa rất nhiều ngôi sao trẻ và các ngôi sao đang sinh ra (nguồn: NASA, ESA, CSA, STScI).

JWST đã tiết lộ vườn ươm sao mới mà bình thường không thể thấy trong các bức ảnh chụp trong vùng phổ khả kiến trước đó. Nhờ quan sát trong vùng phổ hồng ngoại, JWST có thể nhìn xuyên qua bụi vũ trụ để thấu tỏ những nơi các ngôi sao đang hình thành. Bức ảnh ở hình 3 cũng cho thấy, những đuôi khí phóng ra từ một số ngôi sao trẻ. Các tiền sao trẻ nhất xuất hiện dưới dạng các chấm đỏ trong vùng tối dày đặc bụi khí. Những tiền sao ở giai đoạn sớm nhất của quá trình hình thành sao rất khó quan sát, nhưng với độ nhạy và độ phân giải cực cao, JWST có thể ghi lại các sự kiện khó nắm bắt này [4].

JWST sẽ giúp các nhà khoa học hiểu sâu sắc về sự hình thành của các ngôi sao trẻ trong tinh vân và tác động của chúng đối với môi trường của tinh vân. Trong khi ảnh hưởng của các ngôi sao khối lượng lớn với những cơn gió sao dữ dội đầy năng lượng cao thường khá rõ ràng, thì ảnh hưởng của ngôi sao khối lượng thấp hơn vẫn còn nhiều điều chưa sáng tỏ. Cho đến thời điểm này, các nhà khoa học có rất ít dữ liệu về ảnh hưởng của các ngôi sao trẻ khối lượng thấp. Những quan sát của JWST về tinh vân NGC 3324 cũng sẽ giúp làm sáng tỏ quá trình hình thành sao và trả lời một số câu hỏi còn bỏ ngỏ: điều gì quyết định số lượng các ngôi sao hình thành trong một vùng không gian? tại sao các ngôi sao hình thành với một khối lượng nhất định?

**Khoảnh khắc hấp hối của một ngôi sao**

Đối với tinh vân hành tinh mang tên Nhấn phương Nam (Southern Ring Nebula - NGC 3132), JWST đã ghi lại hình ảnh về cái chết của ngôi sao và mang đến cái nhìn thoáng qua về tương lai đang chờ

đội Hệ Mặt trời của chúng ta. JWST đã phô bày cho chúng ta cái nhìn chi tiết chưa từng có về tinh vân hành tinh NGC 3132, cách Trái đất 2.500 năm ánh sáng. Hai ngôi sao trung tâm được liên kết trong một quỹ đạo chặt chẽ. Hình 4 (bên trái) chụp bởi NIRCam cho thấy ngôi sao trung tâm và các lớp khí sáng nổi bật, thì hình 4 (bên phải) chụp bởi MIRI lần đầu tiên tiết lộ ngôi sao thứ hai được bao quanh bởi bụi. Ngôi sao mờ hơn ở trung tâm của tinh vân đã giải phóng các vòng khí và bụi trong suốt hàng nghìn năm theo mọi hướng. Nhờ JWST, ngôi sao này vốn bị che lấp trong những lớp khí bụi đã lần đầu tiên lộ diện. Ngôi sao sáng hơn đang ở giai đoạn sớm hơn của quá trình tiến hóa sao và có thể sẽ tạo ra tinh vân hành tinh của chính nó trong tương lai. Khi cặp sao này tiếp tục quay quanh nhau, chúng “khuấy động” khí và bụi, gây ra các dạng bất đối xứng của tinh vân.



**Hình 4.** Hình ảnh chi tiết về tinh vân hành tinh NGC 3132. Ảnh chụp bởi NIRCam (trái) cho thấy ngôi sao trung tâm và các lớp khí sáng nổi bật, ảnh chụp bởi MIRI (phải) lần đầu tiên tiết lộ ngôi sao thứ hai được bao quanh bởi bụi (nguồn: NASA, ESA, CSA, STScI).

Với độ phân giải siêu cao, JWST sẽ cho phép các nhà khoa học có những hiểu biết rõ ràng và chi tiết hơn về các tinh vân hành tinh, chẳng hạn thành phần hóa học trong các lớp vỏ khí và bụi được phóng thích từ ngôi sao trung tâm. Như trong bức ảnh trên, mỗi lớp vỏ khí phản ánh một giai đoạn mà ngôi sao mờ hơn bị mất một phần khối

lượng. Những đám mây khí màu xanh bên trong là những khí nóng ion hóa trong khi những gợn khí lẫn tần màu cam chính là các đám mây phân tử hydro. Các lớp khí cho biết lịch sử phóng thích vật chất của ngôi sao và toàn hệ thống. Mỗi lớp vỏ khí mà ngôi sao phóng thích giúp các nhà khoa học đo lường chính xác khí và bụi có bên trong nó. Khi ngôi sao phóng ra các lớp vỏ vật chất, bụi và các phân tử hình thành bên trong chúng tác động đến môi trường xung quanh. Bụi này cuối cùng sẽ làm giàu môi trường giữa các vì sao. Và vì nó tồn tại rất lâu, nên bụi có thể sẽ di chuyển trong không gian trong hàng tỷ năm và có thể hình thành nên một ngôi sao hoặc hành tinh mới.

Các quan sát được thực hiện bằng NIRCam cũng cho thấy những tia sáng cực nhỏ xung quanh tinh vân hành tinh. Hiện tượng này là do ánh sáng sao từ các ngôi sao trung tâm rọi chiếu qua các hố khí và bụi giống như ánh sáng mặt trời xuyên qua các khe hở trong đám mây trên bầu trời.

### Vũ điệu của những thiên hà

Nằm trong chòm sao Pegasus, Stephan's Quintet được phát hiện bởi nhà thiên văn học người Pháp Édouard Stephan vào năm 1877. Mặc dù được gọi là “nhóm thiên hà” nhưng chỉ có 4 trong số các thiên hà thực sự gần nhau và bị cuốn vào một vũ điệu vũ trụ. Trong hình 5, thiên hà thứ 5 (ngoài cùng bên trái) được gọi là NGC 7320, nằm ở phía trước so với 4 thiên hà còn lại. NGC 7320 nằm cách Trái đất 40 triệu năm ánh sáng, trong khi 4 thiên hà khác (NGC 7317, NGC 7318A, NGC 7318B và NGC 7319) cách chúng ta khoảng 290 triệu năm ánh sáng. Mặc dù vậy, khoảng cách này vẫn được xem là khá gần về mặt vũ trụ nếu so với các thiên

hà khác cách chúng ta hàng tỷ năm ánh sáng. “Sự gần gũi” này giúp các nhà khoa học có một cơ hội tuyệt vời để tận mục sở thị sự hợp nhất và tương tác giữa các thiên hà, từ đó, làm sâu sắc hơn hiểu biết về sự tiến hóa của chúng, đặc biệt hiểu được sự tương tác của các thiên hà đã kích hoạt sự hình thành sao giữa chúng cũng như quá trình xáo trộn khí và bụi diễn ra như thế nào trong quá trình tương tác.



**Hình 5.** Hình ảnh JWST chụp đám thiên hà Stephan's quintet. Đối với nhóm thiên hà Stephan's quintet, thiên hà NGC 7319 hoạt động với một lỗ đen siêu lớn ở trung tâm có khối lượng gấp 24 triệu lần Mặt trời. Lỗ đen này đang tích cực hút vật chất và phát ra năng lượng tương đương với 40 tỷ mặt trời (nguồn: NASA, ESA, CSA, STScI).

Stephan's Quintet là một “phòng thí nghiệm” tuyệt vời để nghiên cứu những quá trình cơ bản đối với tất cả các thiên hà. Những dữ liệu thu được từ JWST sẽ cung cấp những hiểu biết mới về tương tác giữa các thiên hà và mối liên hệ với sự tiến hóa của thiên hà trong vũ trụ sơ khai. Giờ đây, với phổ quan sát hồng ngoại mạnh mẽ và độ phân giải cực lớn, JWST mang đến một góc nhìn hoàn mỹ nhất về đám thiên hà Stephan's Quintet. Hình ảnh chụp được là trường quan sát lớn nhất của JWST đến thời điểm này, bao phủ khoảng 1/5 đường

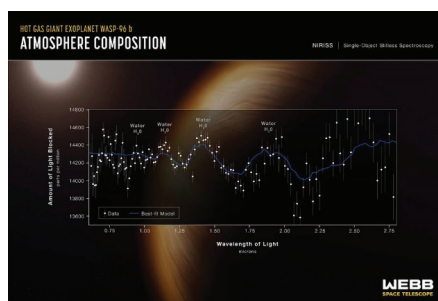
kính của Mặt trăng; chứa hơn 150 triệu pixel và được tạo từ gần 1.000 hình ảnh riêng biệt. Trong bức ảnh, những cụm sáng lấp lánh của hàng triệu ngôi sao trẻ. Các đuôi khí, bụi và các ngôi sao đang được kéo ra khỏi thiên hà do tương tác hấp dẫn. JWST còn ghi nhận được sóng xung kích cực lớn khi thiên hà NGC 7318B đâm xuyên qua cụm thiên hà.

Các đám thiên hà có liên kết chặt chẽ như thế này có thể đã phổ biến hơn trong vũ trụ sơ khai khi vật chất ở trạng thái siêu nóng và đó cũng có thể là nguồn năng lượng khổng lồ cho những siêu lỗ đen ở trung tâm các chuẩn tinh (Quasar). Đối với nhóm thiên hà Stephan's quintet, thiên hà NGC 7319 hoạt động với một lỗ đen siêu lớn ở trung tâm có khối lượng gấp 24 triệu lần Mặt trời. Lỗ đen này đang tích cực hút vật chất và phát ra năng lượng tương đương với 40 tỷ Mặt trời. JWST đã nghiên cứu rất chi tiết về nhân thiên hà đang hoạt động bằng thiết bị NIRSpec và MIRI. Các thiết bị này sẽ cung cấp một kho dữ liệu lớn về các đặc điểm quang phổ của lõi thiên hà. Giống như chụp cộng hưởng từ trong y tế (MRI), các đơn vị trường tích hợp (IFU) cho phép các nhà khoa học cắt lát và chia nhỏ các lớp thông tin thành nhiều hình ảnh để nghiên cứu chi tiết. JWST nhìn xuyên qua lớp bụi bao quanh lõi thiên hà để quan sát các dòng khí nóng quanh lỗ đen đang hoạt động và đo vận tốc của các luồng khí sáng. Điều này sẽ giúp các nhà khoa học có được những hiểu biết rõ ràng về tốc độ mà các lỗ đen siêu lớn hút vật chất và phát triển.

### Tim kiếm dấu hiệu sự sống trên các hành tinh xa xôi

Nhờ trang bị những công nghệ vượt bậc, JWST đã cung cấp cho chúng ta những phân tích chính xác và chi tiết chưa từng có về thành

phần bầu khí quyển của những hành tinh ngoài hệ Mặt trời. WASP-96 b là một trong hơn 5.000 ngoại hành tinh được phát hiện và cách chúng ta 1.150 năm ánh sáng. Với khối lượng nhỏ hơn một nửa Sao Mộc và đường kính lớn hơn 1,2 lần, WASP-96 b nặng hơn nhiều so với bất kỳ hành tinh nào trong hệ Mặt trời. Nó cũng là một hành tinh rất nóng với nhiệt độ lớn hơn 540°C. Hành tinh này chuyển động quanh quỹ đạo rất gần với ngôi sao trung tâm, chỉ bằng 1/9 khoảng cách giữa Sao Thủy và Mặt trời, hoàn thành một vòng quỹ đạo trong khoảng thời gian 3½ ngày Trái đất. Sự kết hợp của kích thước lớn, chu kỳ quỹ đạo ngắn, bầu khí quyển dày và dễ quan sát khiến WASP-96 b trở thành mục tiêu lý tưởng để nghiên cứu.



**Hình 6. JWST đã ghi lại được sự tồn tại của nước, các đám mây và sương mù trong bầu khí quyển của ngoại hành tinh WASP-96 b** (nguồn: NASA, ESA, CSA, STScI).

Ngày 21/6/2022, Máy đo quang phổ không khe cận hồng ngoại (NIRISS) đã phân tích ánh sáng từ WASP-96 b trong 6,4 giờ khi hành tinh di chuyển qua ngôi sao trung tâm [5] (hình 6). Phân tích quang phổ truyền qua cho thấy sự thay đổi độ sáng của các bước sóng riêng lẻ trong khoảng từ 0,6 đến 2,8 μm đã tiết lộ các thông tin về sự tồn tại của nước. JWST đã ghi lại được sự tồn tại của nước, các đám mây và

sương mù trong bầu khí quyển của ngoại hành tinh WASP-96 b.

Quang phổ của WASP-96 b được NIRISS nghiên cứu không chỉ là phổ truyền qua trong vùng cận hồng ngoại mà còn bao phủ một dải bước sóng rộng đáng kể, bao gồm cả ánh sáng đỏ nhìn thấy được và một phần của quang phổ mà trước đây chưa thể tiếp cận từ các kính thiên văn khác (bước sóng dài hơn 1,6 μm). Phần này của quang phổ đặc biệt nhạy với nước cũng như các phân tử quan trọng khác như oxy, metan và carbon dioxide... Các thông tin từ phân tích quang phổ cũng cung cấp thông tin về sự thay đổi nhiệt độ theo độ cao trong bầu khí quyển của các ngoại hành tinh. Các quan sát từ thiết bị NIRISS sẽ giúp hé lộ những thông tin quan trọng về sự sống trên các hành tinh ngoài hệ Mặt trời [6]

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] [jwst.nasa.gov](https://www.jwst.nasa.gov).

[2] Daniel Clary (2022), "Webb telescope wows with first images, Pictures showcase start of science campaign for NASA's largest space telescope", *Science*, **377(6603)**, pp.246-248.

[3] Alexandra Witze (2022), "Landmark Webb telescope releases first science image - astronomers are in awe", *Nature*, DOI: 10.1038/d41586-022-01906-6.

[4] [smithsonianmag.com/science-nature/nasa-releases-first-breathtaking-images-taken-by-james-webb-space-telescope-180980403/](https://www.smithsonianmag.com/science-nature/nasa-releases-first-breathtaking-images-taken-by-james-webb-space-telescope-180980403/).

[5] [webbtelescope.org](https://www.webbtelescope.org).

[6] Nguyễn Đức Phường (2022), "Kính thiên văn không gian James Webb: Định hình kỷ nguyên mới trong khám phá vũ trụ", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam*, **Số 1+2**, tr102-106.