



Craig Hogan - GS vật lý thiên văn, Giám đốc Fermilab, Đại học Chicago, chủ nhân ý tưởng tiếng ồn toàn ảnh

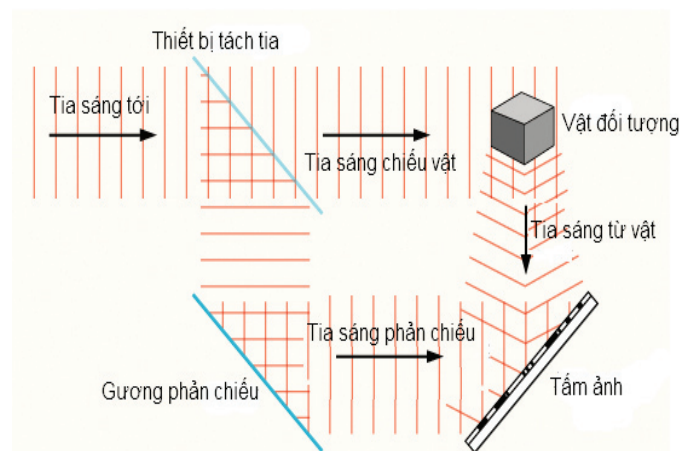
## THÍ NGHIỆM TRUY TÌM VŨ TRỤ TOÀN ẢNH ĐÃ BẮT ĐẦU

Vũ trụ toàn ảnh là vấn đề gây ấn tượng rất mạnh mẽ đối với nhiều nhà khoa học. Đây có thể là một hệ hình (paradigm) mới của vật lý? Craig Hogan - GS vật lý thiên văn, Giám đốc Fermilab, Đại học Chicago cùng với nhiều nhà vật lý khác tin rằng, vũ trụ của chúng ta chỉ là sự tái tạo 3 chiều của một toàn ảnh (hologram) 2 chiều. Nhờ thiết bị holometer (toàn ảnh kế), người ta kỳ vọng chứng minh rằng vũ trụ của chúng ta được mã hoá trên một ma trận 2 chiều. Sau đây là bài viết của tác giả Leah Hesla đăng trên tạp chí Symmetry (Joint Fermilab/SLAC publication), tháng 8.2014.

### Thế nào là toàn ảnh và nguyên lý toàn ảnh

Như chúng ta đã biết, trong quang học có phương pháp ghi một vật thể 3 chiều bằng một ảnh 2 chiều (hologram). Kỹ thuật này gọi là holography (phương pháp toàn ảnh). Chữ holography có gốc từ tiếng Hy Lạp *holos whole* (toàn thể + graphe writing, ghi ảnh). Đây là một phương pháp chụp ảnh hiện đại. Holography được sáng chế vào năm 1948 bởi nhà vật lý người Hungary Dennis Gabor (1900-1979), người mà nhờ thành tích này đã được trao Giải Nobel năm 1971.

Hologram là một ảnh 2 chiều (2D), song khi được nhìn dưới những điều kiện chiếu sáng nhất định thì tạo nên một hình ảnh 3 chiều (3D) trọn vẹn. Mọi thông tin mô tả vật thể 3D đều được mã hoá trong mặt biên 2D. Như vậy, chúng ta có hai thực tại 2 chiều và 3 chiều tương đương với nhau về mặt thông tin (hình 1).



Hình 1: holography trong quang học: một hologram thu được khi một tia laser bị phân tích làm đôi: tia thứ nhất đập vào vật cần chụp (ở đây là một hình lập phương), tia thứ hai sẽ được điều khiển để phản chiếu từ một cái gương rồi sau đó gặp tia sáng từ vật, kết quả giao thoa sẽ được ghi lại trên film

Sau đó, vào năm 1993 Gerard 't Hooft đưa ra nguyên lý toàn ảnh (theo nguyên lý này tồn tại một vật lý  $n$  chiều trên mặt biên mô tả được hoàn toàn vật lý  $(n+1)$  chiều của hệ nằm trong mặt biên). Một ví dụ ứng dụng nguyên lý toàn ảnh: theo nguyên lý holographic, các quy luật vật lý *trên mặt biên* (xem là hologram) mô tả tương tác giữa các hạt như quark, gluon trong khi các quy luật vật lý của không gian nằm *trong mặt biên* được mô tả bởi lý thuyết siêu dây như thế có chứa cả hấp dẫn. Trong quang học, hologram là bức ảnh 2 chiều có khả năng tái lập một vật thể 3 chiều. Nguyên lý toàn ảnh được thiết lập trong một trường hợp cụ thể bởi Maldacena (Đại học Harvard, Mỹ) vào năm 1997. Công trình của Maldacena gây tiếng vang lớn trong giới vật lý lý thuyết, trong vòng 5 năm công trình của Maldacena được trích dẫn trên 5.000 lần và được xem như một bước đột phá về quan niệm, tạo nên một cách nhìn mới đối với hấp dẫn và lý thuyết trường lượng tử.

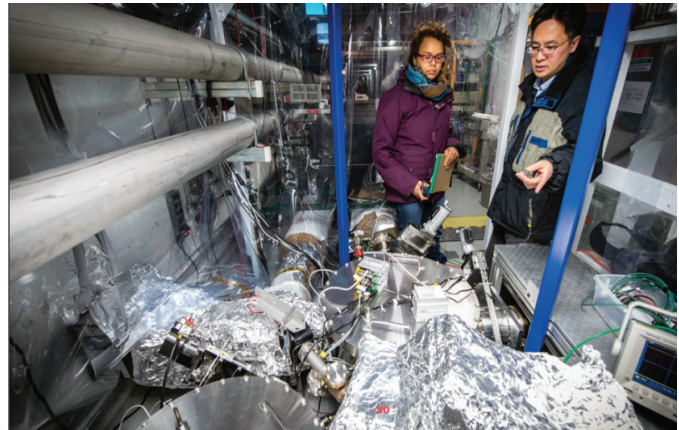
### **Câu chuyện tiếng ồn toàn ảnh bắt đầu như thế nào?**

GEO600 là một dự án hợp tác (bắt đầu từ năm 1995) giữa Viện Vật lý hấp dẫn thuộc Max Planck (Đức), Đại học Leibniz Hannover (Đức) và các trường đại học của Anh: Cardiff, Glasgow và Birmingham. GEO600 là một detector dài 600 m được xây dựng tại Hannover (Đức), có mục tiêu tìm sóng hấp dẫn phát ra từ những thiên thể như sao neutron, lỗ đen. Hiện GEO600 chưa tìm ra sóng hấp dẫn, song rất có thể đã phát hiện một hiện tượng quan trọng nhất trong thế kỷ này. Trong nhiều tháng qua, đội ngũ GEO600 đau đầu vì một nhiễu loạn, một tiếng ồn không giải thích được trong detector của họ.

Một điều đáng ngạc nhiên, Craig Hogan lại tiên đoán rằng, nhóm GEO600 sẽ gặp vấn đề về tiếng ồn lạ lùng này và đưa ra cách giải thích: nhóm GEO600 đã tiến tới giới hạn cơ bản của không thời gian, đến điểm mà continuum phẳng phiêu của Einstein chấm dứt, nhường chỗ cho cấu trúc dạng “hạt” gián đoạn, nhóm GEO600 đã chạm ngõ đến sự thăng giáng “run rẩy” lượng tử của không thời gian, một mức sâu của thực tại trong vũ trụ hologram. Tại những khoảng cách vi mô với kích thước cỡ  $10^{-35}$  m (độ dài Planck), không thời gian có cấu trúc gián đoạn như cấu tạo được bằng những pixel. Giám đốc Viện Albert Einstein Hannover Karsten Danzmann cho rằng: vấn đề tiếng ồn toàn ảnh đã đặt nhóm nghiên

cứu GEO600 vào tâm cơn lốc của một nghiên cứu cơ bản quan trọng của thế kỷ.

Việc truy tìm tiếng ồn toàn ảnh bắt đầu từ năm 2014. Hiện nay, tại phòng thí nghiệm Fermilab (Illinois, Mỹ) dưới sự lãnh đạo của Craig Hogan, Aaron Chou cùng cộng sự đã thiết kế một *giao thoa kế toàn ảnh* (holometer = holographic interferometer) nhằm truy tìm vũ trụ toàn ảnh. Họ đã bắt đầu thu thập dữ liệu tín hiệu của tiếng ồn toàn ảnh.



Hình 2: holometer được đặt trong một đường hầm dài 40 m. Hai nhà vật lý Aaron Chou và Brittany Kamai đang thảo luận việc hoàn thành dự án

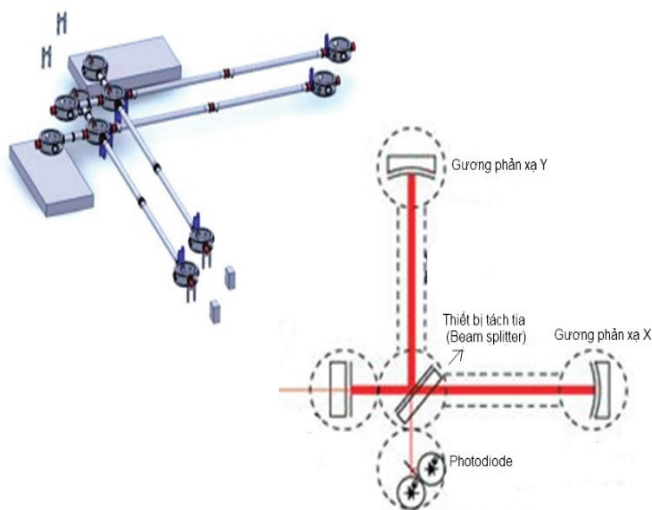
### **Ý nghĩa vật lý**

Các nhà vật lý thuê phòng thí nghiệm Fermilab tại Illinois, Mỹ đang thực hiện thí nghiệm để chứng minh rằng vũ trụ 3 chiều của chúng ta được tái tạo từ một hologram vũ trụ 2 chiều. Nếu vũ trụ chỉ là một hologram thì continuum không thời gian sẽ được cấu thành bởi những bit 2 chiều giống như những pixel trên màn hình tivi hay trên màn hình máy tính. Nếu nhìn kỹ màn hình tivi ta thấy các hình ảnh tưởng chừng như liên tục nhưng thật ra được cấu tạo bởi những bit. Tương tự như vậy, holometer được thiết kế để nhìn thấy các bit đó ở kích thước Planck, trong kích thước đó, mỗi pixel là  $10^{25}$  lần nhỏ hơn một nguyên tử. Lý thuyết khẳng định rằng, ở kích thước đó vốn là vương quốc của lý thuyết lượng tử các pixel không thời gian sẽ luôn “run rẩy” vì nguyên lý bất định của cơ học lượng tử và tạo nên một tiếng ồn được gọi là tiếng ồn toàn ảnh (holographic noise). Những điều ta thấy trong không gian 3 chiều có thể chỉ là một ảo tưởng. Giống như trong một lỗ đen 3 chiều, mọi thông tin bị giam cầm ở đáy có thể được mã hóa trên một mặt 2 chiều là mặt chân trời sự cố.

Về mặt lý thuyết, toàn bộ vũ trụ cũng có thể có cấu trúc tương tự: một hologram 2 chiều sẽ mã hóa được mọi thông tin 3 chiều của vũ trụ 3 chiều. Quan điểm này có thể cung cấp cơ sở cho việc thống nhất hai lý thuyết lượng tử và hấp dẫn. Đây là một thách thức lớn của vật lý hiện đại.

### Mô tả toàn ảnh kế (holometer)

Toàn ảnh kế gồm 2 giao thoa kế (hình 3). Trên mỗi giao thoa kế, một tia laser qua *thiết bị tách tia (beam splitter)* tách thành 2 tia thẳng góc với nhau theo hai cánh dài 40 m. Ánh sáng laser được phản chiếu ngược lại về *thiết bị tách tia* nhờ hai *kính phản chiếu* đặt ở cuối mỗi cánh và tái hợp tại *thiết bị tách tia*. Nếu *thiết bị tách tia* vốn bị cuốn theo các rung động của không gian có chuyển động do ở sự rung động của continuum không thời gian, thì những thăng giáng tinh tế đó trong laser sẽ được ghi đo lại nhờ các photodiode. Sự run rẩy nào đó của không thời gian sẽ làm thay đổi tần số ánh sáng cho nên khi tái hợp tại *thiết bị tách tia* hai tia laser phản chiếu không còn đồng bộ nữa và tạo nên những thăng giáng về độ sáng. Sự mất đồng bộ này là biểu hiện của hiện tượng dao động của bản thân không thời gian tương tự như độ mờ (fuzziness) trong hai băng tần gần nhau trong nhiễu radio. Các nhà vật lý sẽ nghiên cứu dữ liệu ghi đo được bởi các photodiode. Holometer là thiết bị nhạy cảm nhất hiện nay để ghi đo sự rung động của không thời gian.



Hình 3: holometer (toàn ảnh kế) và sơ đồ hoạt động

Vì sao phải cần đến 2 holometer? Bởi vì rằng một hệ quả giao thoa ngẫu nhiên nào đó sẽ không bao giờ được ghi đo bởi cả hai thiết bị. Nếu chúng tôi tìm thấy một tiếng ồn không loại được thì chúng tôi đã ghi đo được một điều gì đó rất cơ bản - nói cách khác tiếng ồn đó là **tiếng ồn nội tại** của không thời gian. Đó là ý kiến của nhà vật lý Aaron Chou thuộc Fermilab. Đây sẽ là một thời điểm đầy kích động cho giới vật lý. Một kết quả dương tính như vậy sẽ mở ra con đường để hiểu không gian đã hoạt động như thế nào.

### Kết luận

Thí nghiệm của Craig Hogan và Aaron Chou (còn có tên gọi là Fermilab E-990) đang tích cực tích lũy dữ liệu (holometer còn có thể dùng để nghiên cứu thêm một vấn đề khác là tìm sóng hấp dẫn, kể cả các hiệu ứng topo). Nếu tiếng ồn toàn ảnh (holographic noise) của vũ trụ được tìm ra thì đây là một thành tựu vô cùng ấn tượng trong vật lý. Vũ trụ chúng ta đang sống thực chất là một hologram 2 chiều mã hóa mọi thông tin của vũ trụ 3 chiều, tương tự như mặt chân trời 2 chiều chứa đựng được mọi thông tin của lỗ đen 3 chiều. Phát hiện này nếu thành công sẽ là cơ sở trông đợi cho việc thống nhất hai lý thuyết lượng tử và hấp dẫn. GS Bernard Schutz (Viện Thiên văn Hoàng gia Anh) cho rằng: nếu tiếng ồn toàn ảnh được phát hiện thì đây là tín hiệu của một kỷ nguyên mới trong vật lý cơ bản (Science Daily, số 4 tháng 2.2009). Có phải chúng ta đang sống trong một vũ trụ toàn ảnh hay không? Đây có thể là cuộc cách mạng lớn nhất trong thế kỷ XXI ✍

CC biên dịch

### Tài liệu tham khảo

1. Hogan's holometer: testing the hypothesis of a holographic universe by Sara Reardon.
2. Fermilab is building a "holometer" to determine once and for all whether reality is just an illusion by Clay Dillow.
3. Read more at: <http://phys.org/news/2014-08-d-hologram-fermilab-nature-universe.html#jCp>.