

THE PHENOMENAL BESTSELLER

SEVEN  
BRIEF  
LESSONS  
ON  
PHYSICS

CARLO  
ROVELLI

'It really is enchanting'

NEW SCIENTIST

'Food for thought to last a lifetime'

DAILY MAIL



**Bảy Bài Giảng Ngắn Về Vật Lý**  
(Seven Brief Lessons on Physics)

*Carlo Rovelli*

Dịch giả: Lê Dọn Bàn - 12/2018

<https://chuyendaudau.blogspot.com/2018/12/rovelli-bay-bai-giang-ngan-ve-vat-ly-01.html>

Tạo ebook: Nhan Nguyen – 12/2018

[vannhannguyen13@gmail.com](mailto:vannhannguyen13@gmail.com)

Ebook thực hiện dành cho những bạn chưa có điều kiện mua sách.

Nếu bạn có khả năng hãy mua sách gốc để ủng hộ tác giả, người dịch và Nhà Xuất Bản

## LỜI NÓI ĐẦU

Những bài giảng này được viết cho người biết ít hay không biết gì về khoa học mới thời nay. Cùng nhau, chúng đem cho một cái nhìn nhanh từ trên cao về những mặt lạ lùng thú vị nhất của cuộc cách mạng vĩ đại đã xảy ra trong Vật lý ở thế kỷ XX, và những câu hỏi và những bí ẩn cuộc cách mạng này đã mở ra. Bởi khoa học cho chúng ta thấy cách để hiểu thế giới tốt hơn, nó cũng hé lộ cho chúng ta về chỉ những gì vẫn chưa biết thì bao la đến mức nào.

Bài thứ nhất dành cho thuyết tương đối tổng quát của Albert Einstein, ‘lý thuyết đẹp nhất trong những lý thuyết’. Bài thứ hai cho cơ học quantum, nơi ẩn dấu những phương diện khó hiểu nhất của vật lý hiện đại. Bài thứ ba cho cosmos: cấu trúc của cosmos chúng ta đang sống; bài thứ tư cho những particle cơ bản của nó. Bài thứ năm giải thích lực hấp dẫn quantum: những cố gắng vốn đang tiến hành để xây dựng một tổng hợp của những khám phá chính của thế kỷ XX. Bài thứ sáu là về tính xác suất và nhiệt của những hố đen. Phần cuối cùng của quyển sách về với chính chúng ta, và hỏi có thể suy nghĩ được thế nào về sự hiện hữu của chúng ta trong ánh sáng của thế giới kỳ lạ vật lý đã mô tả

Những bài giảng đều là những mở rộng của một loạt bài báo tác giả đã đăng trên phụ trang Chủ nhật của báo Il Sole 24 Ore ở Italy, tôi cảm ơn Armando Massarenti, người có thể được ghi công với việc mở rộng trang văn hóa của một tờ báo chủ nhật cho khoa học, và đã cho ánh sáng được rọi vào vai trò của phương diện không thể thiếu và quan trọng này của văn hóa của chúng ta.

*Carlo Rovelli*<sup>[1]</sup>

## **BÀI GIẢNG THỨ NHẤT**

### **Lý Thuyết Đẹp Nhất Trong Những Lý Thuyết**

**T**rong thời trẻ tuổi, Albert Einstein đã dành một năm rảnh rỗi, không chủ định làm gì cả. Bạn không đến được đâu cả nếu không chịu ‘phí’ thời giờ – một gì đó, thật không may, vốn cha mẹ những thanh thiếu niên thường quên bẵng. Ông ở Pavia, Italy. Ông đã về xum họp với gia đình mình sau khi bỏ học ở Germany, không chịu nổi sự nghiêm ngặt của trường trung học theo học ở đó. Đó là khởi đầu thế kỷ hai mươi, và bắt đầu cuộc cách mạng kỹ nghệ của Italy. Cha ông, một kỹ sư, đang lắp đặt những nhà máy điện đầu tiên ở vùng đồng bằng Padua. Albert đã đang đọc Kant và thỉnh thoảng dự thính những bài giảng tại Đại học Pavia: do thích thú, nhưng không ghi tên học ở trường hay phải lo nghĩ về những kỳ thi. Đó là như thế đã làm nên những nhà khoa học mê say.

Sau đó, ông ghi tên học Trường Bách khoa Kỹ thuật ở Zurich, và đắm mình trong nghiên cứu vật lý. Một vài năm sau, vào năm 1905, ông đã gửi ba bài nghiên cứu cho tạp chí khoa học uy tín nhất thời đó, *Annalen der Physik*. Mỗi bài đều xứng với một giải Nobel. Bài thứ nhất cho thấy rằng những atom thực sự hiện hữu. <sup>[2]</sup> Bài hai đặt nền tảng đầu tiên cho cơ học quantum, tôi sẽ thảo luận trong bài giảng tiếp sau. Bài thứ ba trình bày thuyết về tương đối đầu tiên của ông (được biết đến ngày nay là ‘thuyết về tương đối đặc biệt’), lý thuyết làm sáng tỏ thời gian không trôi qua như nhau cho tất cả mọi người như thế nào: hai anh chị em sinh đôi, giống hệt nhau, thấy rằng họ khác tuổi nhau, nếu một trong hai người đã đi du lịch với tốc độ nhanh. <sup>[3]</sup>

Chỉ qua đêm, Einstein thành một nhà khoa học nổi tiếng lừng lẫy, được nhiều trường đại học khác nhau mời làm việc. Mặc dù được tán dương tức thời, nhưng có một gì đó vẫn khiến ông không yên: thuyết về tương đối của ông đặt không vừa vào với những gì chúng ta đã biết về lực hấp dẫn, cụ thể là với cách mọi sự vật rơi. Ông đã đi đến nhận ra điều này khi viết một bài báo tóm tắt lý thuyết của mình, và đã bắt đầu tự hỏi có phải lực ‘hấp dẫn vũ trụ’ như đã được cha đẻ của vật lý, Isaac Newton viết thành công thức, cần sửa đổi để làm nó cùng tồn tại không mâu thuẫn với khái niệm mới về tương đối <sup>[4]</sup>. Ông đắm mình trong vấn đề. Phải mất mười năm để giải quyết. Mười năm

ngiên cứu mê cuồng, những gắng thử, những sai sót, sự lẫn lộn, những bài viết hiểu sai, những ý tưởng lỗi lạc, những ý tưởng nhận thức sai.

Cuối cùng, vào tháng 11 năm 1915, ông giao cho in một bài báo đưa ra giải pháp hoàn chỉnh: một lý thuyết mới về lực hấp dẫn, vốn ông gọi là ‘Thuyết Tương đối Tổng Quát’, kiệt tác của ông và ‘lý thuyết đẹp nhất trong những lý thuyết’ theo như Lev Landau [5], nhà vật lý lớn người Russia.

Có những kiệt tác tuyệt đối làm chúng ta xúc động sâu xa vô cùng: Requiem của Mozart; Odyssey của Homer; nhà nguyện Sistine ở Vatican; Vua Lear của Shakespeare. Để hoàn toàn thấu hiểu sự sáng chói toàn bích của chúng có thể đòi hỏi một thực tập chuyên môn lâu dài, nhưng phần thưởng là chỉ cái đẹp tuyệt đối – và không chỉ điều này, nhưng sự mở mắt của chúng ta tới một viễn cảnh mới về thế giới. Viên ngọc của Einstein, thuyết tương đối tổng quát, là một kiệt tác trong hàng này.

Tôi nhớ sự phấn khởi tôi đã cảm nhận khi bắt đầu hiểu một gì đó về nó. Đó là mùa hè. Tôi đang trên một bãi biển Condofuri ở Calabria, đắm mình dưới nắng Mediterranean của vòm trời Hellas, trong năm cuối đại học của tôi. Không phân trí với việc đến trường, người ta học hành tốt nhất trong thời gian của kỳ nghỉ hè. Tôi đang nghiên cứu với giúp đỡ của một quyển sách chuột gặm đã mất nhiều góc, vì ban đêm tôi dùng nó để chặn những lỗ chui của những con vật khôn khéo này trong căn nhà xiêu vẹo, khá ọp ẹp, kiểu sống hippy, trên một sườn đồi vùng Umbria, nơi tôi ẩn tránh những lớp học chán ngắt ở đại học Bologna. Mỗi lần như vậy, tôi sẽ ngược mắt lên khỏi quyển sách và nhìn vào biển lấp lánh: dường như tôi đã thực sự nhìn thấy độ cong của không gian và thời gian được Einstein tưởng tượng. Như thể bằng phép thuật: cứ như có một người bạn thì thào vào tai tôi một sự thật bí ẩn, đột nhiên vén lên tấm màn vẫn che thực tại, tiết lộ một trật tự đơn giản hơn, sâu xa hơn. Kể từ khi chúng ta tìm biết được rằng rằng Trái đất thì tròn và như một con vụn quay điên cuồng, chúng ta đã hiểu rằng thực tại thì không giống như nó hiện ra với chúng ta: mỗi lần chúng ta thoáng thấy được một phương diện mới của nó, đó là một kinh nghiệm xúc cảm sâu xa. Một màn che khác đã rơi xuống.

Nhưng trong sự hiểu biết của chúng ta vốn đã có rất nhiều bước nhảy vọt nối tiếp nhau thành công trong tiến trình lịch sử, bước nhảy vọt của Einstein thì có lẽ không gì sánh bằng. Tại sao?

Trước hết, một khi bạn hiểu nó hoạt động thế nào, lý thuyết có một sự đơn giản kỳ diệu đến hợp hồn. Tôi sẽ tóm tắt ý tưởng.

Newton đã gắng để giải thích lý do mọi sự vật rơi và những hành tinh quay là vì sao. Ông đã tưởng tượng ra sự hiện hữu của một ‘lực’ kéo tất cả những vật thể hướng về lẫn nhau, và gọi nó là ‘lực hấp dẫn’. Lực này tác động thế nào, giữa những vật thể xa nhau với không có bất kỳ một gì giữa chúng, thì đã không biết – và người cha vĩ đại của khoa học hiện đại đã thậm trọng đem cho một giả thuyết. Newton cũng đã tưởng tượng rằng những vật thể di chuyển trong không gian, và không gian đó đã là một chỗ chứa rộng lớn, (như) một cái hộp lớn bao quanh vũ trụ, một cấu trúc bao la qua đó tất cả những vật thể đúng là đều đã chạy, cho đến khi một lực buộc đường chạy của chúng thành cong. Cái ‘không gian’ này, cái hộp này của thế giới ông đã có sáng kiến, nó được tạo ra từ gì, Newton đã không thể nói. Nhưng một vài năm trước khi Einstein ra đời, hai nhà vật lý lớn người UK, Michael Faraday và James Maxwell, [6] đã cộng thêm một thành tố then chốt vào thế giới lạnh của Newton: trường điện từ. Trường này là một thực thể có thực, khuếch tán khắp mọi nơi, mang những sóng radio, lấp đầy không gian, có thể đong đưa và dao động như mặt một hồ nước, và ‘chuyên chở’ lực điện. Từ thời trẻ, Einstein đã bị mê hoặc bởi trường điện từ này vốn làm quay những rôto trong những nhà máy điện cha ông đã dựng, và ông nhanh chóng hiểu rằng lực hấp dẫn, như lực điện, cũng phải được một trường vận chuyển: phải có ‘trường hấp dẫn’ tương tự như ‘điện trường’. Ông nhắm vào việc tìm hiểu ‘trường hấp dẫn’ này hoạt động như thế nào, và nó có thể được mô tả bằng những phương trình như thế nào.

Và chính là tại điểm này một ý tưởng phi thường đã xảy ra với ông, một động tác của thiên tài thuần khiết: trường hấp dẫn thì không khuếch tán qua không gian; trường hấp dẫn là chính không gian đó. Đây là ý tưởng của thuyết tương đối tổng quát. ‘Không gian’ của Newton, qua đó mọi sự vật chuyển động, và ‘trường hấp dẫn’ là một và là cùng một sự vật.

Đó là một khoảnh khắc của nhận được ánh sáng. Một sự đơn giản hóa trọng đại về thế giới: không gian không còn là một gì đó khác biệt với vật chất, nó là một trong những thành phần ‘vật chất’ của thế giới. Một thực thể như sóng đập dòn, uốn, cong, xoắn. Chúng ta không còn bao hàm bên trong một cấu trúc vật chất nền tảng cứng nhắc vô hình: chúng ta chìm sâu trong

một vỏ ốc-sên cuộn cong, dẻo dai dễ uốn không lò. Mặt trời uốn cong không gian xung quanh nó và trái đất không quay quanh nó vì một lực bí ẩn nhưng vì đang chạy thẳng tới trong một không gian nghiêng, giống như một hòn bi quay thẳng trong một cái phễu. Không có lực bí ẩn nào được tạo ra ở trung tâm cái phễu; đó là bản chất cong của những bức tường khiến hòn bi lăn quanh. Hành tinh quay quanh mặt trời, và mọi sự vật rơi, vì không gian cong. Làm thế nào chúng ta có thể mô tả độ cong của không gian này? Nhà toán học nổi bật nhất của thế kỷ XIX, Carl Friedrich Gauss, [7] người được gọi là ‘hoàng tử của những nhà toán học’, đã viết công thức toán học để mô tả những bề mặt uốn cong hai chiều, tựa như những mặt của những ngọn đồi. Sau đó, ông đã hỏi một sinh viên thiên khiếu của ông hãy tổng quát hóa lý thuyết để bao gồm không gian trong ba hay nhiều chiều. Sinh viên ông hỏi là Bernhard Riemann [8], người này đã trình một luận án tiến sĩ gây thán phục hết sức, nhưng thuộc loại có vẻ hoàn toàn vô dụng. Kết luận của luận án Riemann là những thuộc tính của một không gian cong được nắm bắt bởi một đối tượng toán học đặc thù vốn ngày nay chúng ta đã biết như độ cong của Riemann, và chỉ bằng chữ ‘R’. Einstein đã viết một phương trình nói rằng R thì tương đương với năng lượng của vật chất. Đó là nói rằng: không gian cong ở chỗ có vật chất. Đó là thế. Phương trình viết vừa vắn hết một nửa dòng chữ trên trang giấy, và không gì hơn. Một viễn kiến – rằng không gian cong – đã thành một phương trình.

Nhưng bên trong phương trình này có một vũ trụ đầy áp. Và ở đây, sự phong phú huyền diệu của lý thuyết mở ra cho thấy một tiếp nối chùng chất ảo ảnh lung linh của những tiên đoán vốn tương tự như những tiên đoán mê sảng vô nghĩa của một người điên, nhưng chúng tất cả đã đều thành là thực.

Để bắt đầu, phương trình mô tả không gian uốn cong quanh một vì sao, một vật thể đứng yên tự đốt sáng trong vũ trụ, như thế nào. Do trạng thái cong này, không chỉ những hành tinh quay tròn quanh vì sao, nhưng ánh sáng ngừng chuyển động theo một đường thẳng và lệch đi. Einstein đã tiên đoán rằng mặt trời làm ánh sáng đi lệch. Năm 1919 độ lệch này đã đo được, và tiên đoán đã chứng thực. Nhưng không chỉ không gian cong; thời gian cũng vậy. Einstein tiên đoán rằng trên cao thời gian trôi qua nhanh hơn dưới thấp, gần Trái Đất hơn. Điều này đã đem đo lường và hóa ra đã xảy ra như thế. Nếu một người đã sống ở mực nước biển, lên gặp người anh chị em sinh đôi của



mình sống ở vùng núi cao, người này sẽ thấy rằng người sinh đôi của mình thì hơi già hơn mình. Và đây chỉ mới là sự mở đầu.

Khi một vì sao lớn đã cháy hết những chất cháy của nó (hydrogen), nó tắt đi. Những gì còn lại thì thôi không còn nhiệt của tiến trình đốt cháy cấp dưỡng và sụp đổ vì trọng lượng riêng của nó, đến một điểm nó làm cong không gian đến một mức khiến nó lao thẳng vào một cái hố thực. Đây là những ‘hố đen’ nổi tiếng. Khi tôi còn học đại học, chúng đã được xem chỉ là những tiên đoán có thể tin được của một lý thuyết khó hiểu. Ngày nay, hàng trăm trong số chúng đã quan sát được trên bầu trời, và được những nhà thiên văn nghiên cứu chi tiết.

Nhưng đây vẫn chưa là tất cả. Toàn bộ của không gian có thể giãn và co. Thêm nữa, phương trình của Einstein cho thấy không gian không thể đứng yên; nó phải đang giãn rộng. Năm 1930, sự giãn rộng của vũ trụ đã thực sự được quan sát. Cũng cùng phương trình tiên đoán rằng sự giãn rộng tất đã được khởi động bởi sự bùng nổ của một vũ trụ trẻ, cực nhỏ và cực kỳ nóng: bởi những gì chúng ta bây giờ biết là ‘Big Bang’. Lại thế nữa, lúc đầu không ai đã tin điều này, nhưng bằng chứng đã tăng lên dần cho đến khi phóng xạ thấy trong nền vũ trụ<sup>[9]</sup> – lóa sáng chói vốn còn lại, sinh ra từ nhiệt của Vụ Bùng Nổ Lớn ban đầu – đã thực sự quan sát được trong bầu trời. Tiên đoán phát sinh từ phương trình của Einstein đã hóa ra là chính xác. Và vẫn chưa hết, lý thuyết đoán chắc rằng không gian chuyển động như bề mặt của biển. Những tác động của những ‘sóng hấp dẫn’ này quan sát được trong bầu trời trên những chùm sao đôi<sup>[10]</sup>, và tương ứng với những tiên đoán của lý thuyết ngay cả với độ chính xác kinh ngạc, đến một phần của một trăm tỷ. Và tiếp tục những tương tự như vậy.

Vấn tắt, lý thuyết mô tả một thế giới đa dạng thích thú và đầy ngạc nhiên, nơi những vũ trụ nổ tung, không gian đổ sụp vào trong những hố không đáy, thời gian lún xuống và chậm lại gần một hành tinh, và những mở rộng không giới hạn của không gian giữa những chòm sao chao động và rung lắc như mặt biển... Và tất cả điều này, vốn hiện lên dần dần từ quyển sách chuột gặm của tôi, đã không là một câu chuyện do một người ngốc nói trong một lần lên cơn rò dại, hay một ảo giác do mặt trời Mediterranean đang cháy và biển rực rỡ của vùng Calabria đã gây ra. Nó là thực tại.

Hoặc đúng hơn, một thoáng nhìn thấy thực tại, ít bị che phủ hơn một chút

so với cái nhìn mờ nhòe và nhạt nhẽo hàng ngày của chúng ta thấy nó. Một thực tại mà dường như được làm bằng những thứ tương tự vốn những giấc mơ của chúng ta cũng được làm bằng, nhưng dấu sao đi nữa nó vẫn thực hơn cái giấc mơ mù như mây phủ thường ngày của chúng ta.

Tất cả điều này là kết quả của một trực giác cơ bản: rằng không gian và trường của lực hấp dẫn đều cùng là một. Và của một phương trình đơn giản mà tôi không thể cưỡng lại để đưa ra ở đây, mặc dù bạn gần như chắc chắn sẽ không có khả năng mở được ý nghĩa của nó. Có lẽ bất cứ ai đọc phương trình này sẽ có thể vẫn thâm cảm được sự đơn giản tuyệt diệu của nó:

$$R_{ab} - \frac{1}{2} R g_{ab} = T_{ab}$$

Có thể, hết!

Dĩ nhiên, bạn cần phải học và ‘tiêu hóa’ nổi toán học của Riemann hầu có khả năng chuyên môn để đọc và dùng phương trình này. Phải mất một chút nhất quyết và cố gắng. Nhưng ít hơn là cần thiết để đi đến cảm thức được cái đẹp cao vời của một bản quartet đàn dây của Beethoven đã viết cuối đời [\[11\]](#). Trong cả hai trường hợp, phần thưởng là cái đẹp tuyệt đối, và đôi mắt mới để nhìn thế giới.

-----\*\*\*-----

## BÀI GIẢNG THỨ HAI

### Quanta

Hai cột trụ của vật lý thế kỷ 20 – thuyết tương đối tổng quát, đã nói về nó trong bài giảng thứ nhất và cơ học quantum, vốn tôi đang nói về nó ở đây – chúng không thể nào khác nhau được hơn nữa. Cả hai lý thuyết đều dạy chúng ta rằng cấu trúc đúng thực của tự nhiên, nếu so với như nó hiện bên ngoài, thì tinh tế hơn nhiều. Nhưng thuyết tương đối tổng quát là một khối ngọc nén: được nghĩ ra từ não thức duy nhất, của Albert Einstein, nó là một viễn kiến đơn giản và mạch lạc về lực hấp dẫn, không gian và thời gian. Cơ học quantum, hay ‘thuyết quantum’, mặt khác, đã dành được sự thành công thực nghiệm không gì sánh bằng và đã dẫn đến những ứng dụng làm thay đổi đời sống hàng ngày của chúng ta (cômpuơ mà tôi dùng để viết, thí dụ); thế nhưng sau hơn một thế kỷ nó ra đời, nó vẫn còn phủ kín trong sự bí ẩn và không thể thấu hiểu hoàn toàn được. [1]

Người ta nói rằng cơ học quantum đã ra đời đúng vào năm 1900, hầu như đánh dấu trong một thế kỷ của suy tưởng mãnh liệt. Nhà vật lý Germany, Max Planck đã tính toán điện trường ở trạng thái cân bằng trong một cái hộp nóng [2]. Để làm việc này, ông đã dùng một mẹo: ông đã tưởng tượng rằng năng lượng của trường thì được phân phối trong ‘quanta’, có nghĩa là, trong những khối tụ nhỏ hay những gói nhỏ của năng lượng. Tiến hành này đã dẫn đến một kết quả vốn tái tạo toàn hảo những gì đã được đo (và do đó theo cách nào đó, phải là đúng) nhưng đã xung khắc với mọi sự vật việc được biết vào thời đó. Năng lượng đã được nhìn như một gì đó thay đổi liên tục và không có lý do để xem nó như thể được tạo thành từ những khối xây dựng nhỏ. Để xem năng lượng như thể nó được tạo thành từ những gói nhỏ có hạn lượng, với Planck, đã là một mẹo tính toán khác thường, và ông không hoàn toàn hiểu được lý do của chính sự hữu hiệu của nó. Đó đã là Einstein, một lần nữa, năm năm sau đó, là người hiểu rằng ‘những gói nhỏ của năng lượng’ là có thực.

Einstein đã cho thấy rằng ánh sáng được tạo thành từ những gói nhỏ: những particle ánh sáng. Ngày nay chúng ta gọi những particle sáng này là những ‘photon’. Ông đã viết, trong phần giới thiệu về bài viết của ông:

Dường như với tôi rằng những quan sát kết hợp với sự phóng xạ của vật thể đen [3], fluorescence, [4] sự sản xuất những tia cực âm từ ánh sáng cực tím, và những hiện tượng liên quan khác kết nối với sự phát xạ hay chuyển đổi của ánh sáng thì đều hiểu dễ dàng hơn, nếu người ta giả định rằng năng lượng của ánh sáng thì đã phân phối không liên tục trong không gian. Thuận theo giả định được xem xét ở đây, năng lượng của một tia sáng tỏa ra từ một điểm nguồn thì không được phân bố liên tục trên một không gian ngày càng tăng rộng, nhưng gồm một số lượng giới hạn của ‘quanta năng lượng’ vốn được định vị trí ở những điểm trong không gian, di chuyển nhưng không phân chia, và chúng chỉ có thể được sản xuất và hấp thu như những đơn vị toàn vẹn.

Những dòng đơn giản và rõ ràng này là giấy khai sinh thực của thuyết quantum. Lưu ý mở đầu tuyệt vời ‘Có vẻ như với tôi ...’, gọi nhớ lại ‘tôi nghĩ ...’ vốn Darwin giới thiệu trong những sổ ghi tay của ông ý tưởng vĩ đại rằng những loài tiến hóa, hay ‘sự do dự’ Faraday đã nói, khi giới thiệu lần đầu tiên ý tưởng cách mạng về những trường điện từ. Những do dự của những thiên tài.

Công trình của Einstein thoát đầu được những đồng nghiệp đã coi như những bài viết non dại của một người trẻ xuất chúng đặc biệt. Sau đó đã là cùng công trình đó khiến ông đã nhận giải Nobel. Nếu Planck là cha đẻ của lý thuyết, Einstein là người mẹ nuôi dưỡng nó.

Nhưng giống như tất cả những đứa con, lý thuyết sau đó đã đi theo đường riêng của nó, chính Einstein đã không nhận ra. Trong chục năm thứ hai và thứ ba của thế kỷ hai mươi, đó là Niels Bohr [5], nhà vật lý Denmark, đã đi trước trong sự phát triển của nó. Bohr đã là người hiểu rằng năng lượng của những electron trong atom chỉ có thể nhận lấy những năng xuất nhất định nào đó, giống như năng lượng của ánh sáng, và quan trọng là những electron chỉ có thể ‘nhảy’ qua lại giữa quỹ đạo của một atom và quỹ đạo của một atom khác với những năng lượng cố định, sau khi phát ra hay hấp thụ một photon khi chúng nhảy. Đây là những ‘bước nhảy quantum’ nổi tiếng. Và đã là trong viện nghiên cứu của ông ở Copenhagen, nơi những não thức trẻ tuổi xuất sắc nhất của thế kỷ tập hợp lại với nhau, để thăm dò và cố gắng mang trật tự đến với những phương diện khó hiểu của hành vi ứng xử trong thế giới atom, và từ đó xây dựng một lý thuyết mạch lạc. Năm 1925, những phương trình của

lý thuyết cuối cùng đã xuất hiện, thay thế toàn bộ cơ học của Newton.

Thật khó để tưởng tượng một thành tích lớn hơn. Tác động ngay lập tức, mọi sự vật việc đều có ý nghĩa và bạn có thể tính toán mọi sự vật việc. Lấy một thí dụ: bạn có nhớ bảng tuần hoàn những nguyên tố, được Mendeleev đưa ra, liệt kê tất cả những chất cơ bản có thể có vốn vũ trụ được tạo ra từ chúng, từ hydrogen đến uranium, và treo trên tường những lớp học? Tại sao đúng chỉ những nguyên tố này được liệt kê ở đó và tại sao bảng tuần hoàn có cấu trúc đặc biệt này, với những chu kỳ, và với những nguyên tố có những thuộc tính đặc thù này? Câu trả lời là mỗi nguyên tố tương ứng với một giải đáp của phương trình chính của cơ học quantum. Toàn bộ của hóa học hiện lên từ một phương trình duy nhất.

Người đầu tiên viết những phương trình của lý thuyết mới, dựa chúng trên những ý tưởng làm chóng mặt, sẽ là một thiên tài trẻ tuổi người Germany, Werner Heisenberg.<sup>[6]</sup>

Heisenberg đã tưởng tượng rằng những electron không phải lúc nào cũng có. Chúng chỉ có khi ai đó hay một gì đó nhìn chúng, hay đúng hơn, khi chúng giao tiếp với một gì đó khác. Chúng hóa thành vật chất ở một chỗ, với một xác suất có thể tính toán được, khi va chạm với một gì đó khác. Những ‘bước nhảy quantum’ từ một quỹ đạo này sang quỹ đạo khác là phương tiện duy nhất chúng có để mang tư thế là ‘thực’: một electron là một tập hợp của những bước nhảy từ một giao tiếp này sang giao tiếp khác. Khi không có gì động đến nó, nó không chính xác ở bất cứ nơi nào. Nó thì không ở một ‘nơi’ nào hết cả.

Có vẻ như Tạo hóa khi đặt bút vẽ bản nháp tạo dựng thực tại, đã không mạnh tay với một đường liền lạc đậm nét, nhưng chỉ nhẹ một đường rải rác những chấm chấm nhạt.

Trong cơ học quantum không đối tượng nào có một vị trí ấn định, trừ sau khi đâm đầu va thẳng vào một gì đó khác. Để mô tả nó trong thế cách đang-bay, giữa một giao tiếp này và một giao tiếp khác, chúng ta dùng một công thức toán học trừu tượng vốn không hiện hữu trong không gian thực, chỉ trong không gian toán học trừu tượng. Nhưng còn tệ hại thêm hơn: những bước nhảy qua lại này, với nó mỗi đối tượng chuyển từ chỗ này sang một chỗ khác, không xảy ra trong một cách có thể tiên đoán được, nhưng phần lớn thì

ngẫu nhiên. Không thể nào đoán trước được chỗ nào một electron sẽ lại hiện ra, nhưng chỉ tính toán được xác suất rằng nó sẽ nảy lên ở đây hay bật lên ở kia. Vấn đề của xác suất đi vào trung tâm của vật lý, ở đó mọi sự vật việc đã xem như đều được những luật chặt chẽ qui định, vốn chúng thì phổ quát và không thể hủy ngang.

Điều này có vẻ phi lý phải không? Với Einstein nó cũng có vẻ phi lý. Một mặt, ông đã đề cử Heisenberg cho giải Nobel, sau khi nhìn nhận rằng Heisenberg đã hiểu được một gì đó nền tảng về thế giới; trong khi về mặt khác, ông không bỏ lỡ bất kỳ dịp nào để cầu nhàu rằng điều này đã không có nghĩa lý gì nhiều!

Những con sư tử trẻ của nhóm Copenhagen sừng sốt mất tinh thần: Sao Einstein lại có thể nghĩ về điều này như thế? Người cha tinh thần của họ, người đã cho thấy sự can đảm để nghĩ điều không thể nghĩ, bây giờ lại thối lui và sợ nhảy bước mới này vào cái chưa biết vốn chính ông đã khởi động. Cũng vẫn là cùng một Einstein, người đã cho thấy thời gian không như nhau ở mọi nơi và không gian thì cong, bây giờ đang nói rằng thế giới thì không thể là sự lạ lùng này.

Kiên nhẫn, Bohr đã giải thích những ý tưởng mới cho Einstein. Einstein phản đối. Ông nghĩ ra những thí nghiệm suy tưởng để cho thấy rằng những ý tưởng đã mâu thuẫn: ‘Hãy tưởng tượng một hộp đầy ánh sáng, từ [hộp đó] chúng ta cho một photon duy nhất thoát ra trong một khoảnh khắc ...’ Như thế, bắt đầu một trong những thí dụ nổi tiếng của ông, thí nghiệm ‘hộp đầy ánh sáng’ suy nghĩ trong đầu. Cuối cùng, Bohr luôn tìm được một trả lời để bác bỏ những phản đối này. Trong nhiều năm, họ đã tiếp tục đối thoại qua những bài giảng, thư từ, bài viết ... Trong tiến trình trao đổi, hai con người vĩ đại này đều đã phải lui về bước cũ, để thay đổi suy nghĩ của họ. Einstein phải thừa nhận rằng không thực sự có mâu thuẫn trong những ý tưởng mới. Bohr sẽ phải nhìn nhận rằng mọi sự vật việc đã không đơn giản và rõ ràng như ông đã nghĩ ban đầu. Einstein đã không muốn bớt nghiêm khắc về những gì với ông đã là vấn đề chính: rằng có một thực tại khách quan độc lập với bất cứ ai tiếp xúc với dù bất cứ là gì. Bohr đã không chịu bớt nghiêm khắc về sự hợp thức của cách thức sâu xa mới, trong đó thực tại đã được khái niệm hóa bằng lý thuyết mới. Cuối cùng, Einstein nhìn nhận rằng lý thuyết là một bước tiến khổng lồ trong sự hiểu biết của chúng ta về thế giới, nhưng vẫn tin rằng mọi

sự vật việc không thể kỳ lạ như nó được đưa ra – rằng ‘đằng sau’ nó phải có thêm một giải thích hợp lý hơn nữa.

Một thế kỷ sau, chúng ta vẫn ở một chỗ. Những phương trình của cơ học quantum và những hệ quả của chúng đều được những nhà vật lý, kỹ sư, hóa học và sinh vật học dùng hàng ngày trong những lĩnh vực khác biệt và rộng lớn: Chúng hết sức hữu ích trong tất cả kỹ thuật thời nay. Nếu không có cơ học quantum thì tất đã không có những transistor. Thế nhưng, chúng vẫn còn là bí ẩn. Vì chúng không mô tả những gì xảy ra với một hệ thống vật lý, nhưng chỉ một hệ thống vật lý tác động một hệ thống vật lý khác như thế nào.

Điều này có nghĩa là gì? Rằng yếu tính thực tại của một hệ thống thì không thể diễn tả được? Có phải nó có nghĩa là chúng ta thiếu chỉ một mảnh của câu hỏi hiểm hóc? Hay điều đó có nghĩa là, dường như với tôi, rằng chúng ta phải chấp nhận ý tưởng rằng thực tại chỉ là sự tác động qua lại? Kiến thức của chúng ta tăng lên, trong những hạn định thực. Nó cho phép chúng ta làm những sự việc mới vốn trước đây thậm chí chúng ta đã không tưởng tượng được. Nhưng sự tăng trưởng kiến thức đó đã mở ra những câu hỏi mới. Những bí ẩn mới. Những ai là người dùng những phương trình của lý thuyết trong phòng thí nghiệm cứ tiếp tục bất chấp, nhưng trong những bài báo và hội nghị ngày càng nhiều trong những năm gần đây, những nhà vật lý và triết gia tiếp tục tìm kiếm. Thuyết quantum là gì, một thế kỷ sau khi ra đời? Một nhảy lao sâu xuống trong bản chất của thực tại? Một nhầm lẫn ngu dốt nhưng hoạt động, do ngẫu nhiên? Phần của một trò chơi ghép hình còn thiếu sót? hay một manh mối cho một gì đó sâu xa về cấu trúc của thế giới mà chúng ta chưa ‘tiêu hóa’ được đúng cách?

Khi Einstein chết, đối lập lớn nhất của ông, Bohr đã tìm được những lời ngưỡng phục cảm động dành cho ông. Vài năm sau, đến phiên Bohr chết, ai đó chụp một tấm ảnh tấm bảng đen trong phòng học của ông. Có một hình vẽ trên đó. Một hình vẽ của ‘hộp đầy ánh sáng’ trong thí nghiệm tưởng tượng của Einstein. Cho đến sau cùng, khao khát tự thách thức và hiểu thêm. Và cho đến tận cùng: hoài nghi (khoa học).

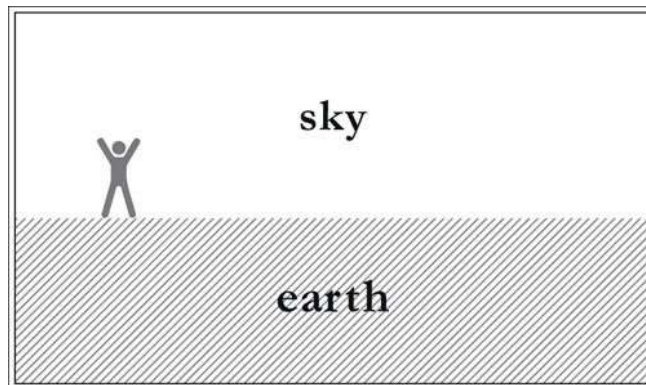
-----\*\*\*-----

## BÀI GIẢNG THỨ BA

### Kiến Trúc Của Cosmos

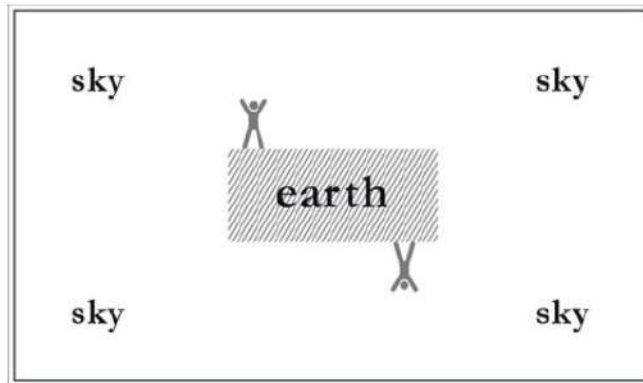
**T**rong nửa đầu thế kỷ XX, Einstein đã mô tả những cách thức hoạt động của không gian và thời gian, trong khi Niels Bohr và những học trò trẻ tuổi của ông đã chụp bắt trong những phương trình được bản chất quantum lạ lùng của vật chất. Trong nửa sau của thế kỷ, những nhà vật lý đã xây dựng dựa trên những nền tảng này, sau khi áp dụng hai lý thuyết mới vào những lĩnh vực lớn rộng khác nhau của Tự nhiên: từ cấu trúc macro của vũ trụ đến cấu trúc micro của những particle cơ bản. Tôi nói về cấu trúc trước trong bài này và cấu trúc sau trong bài tiếp.

Bài giảng này hầu hết làm bằng những hình vẽ đơn giản. Lý do của việc này là trước những thí nghiệm, đo lường, toán học và những diễn dịch nghiêm ngặt, khoa học trên hết là về những tầm nhìn xa rộng. Khoa học bắt đầu với một tầm nhìn. Tư tưởng khoa học được nuôi dưỡng bằng khả năng để ‘nhìn thấy’ những sự vật việc một cách khác biệt với chúng trước đây được nhìn thấy. Tôi muốn đem lại ở đây một phác thảo ngắn gọn, khiêm tốn của một hành trình giữa những tầm nhìn.

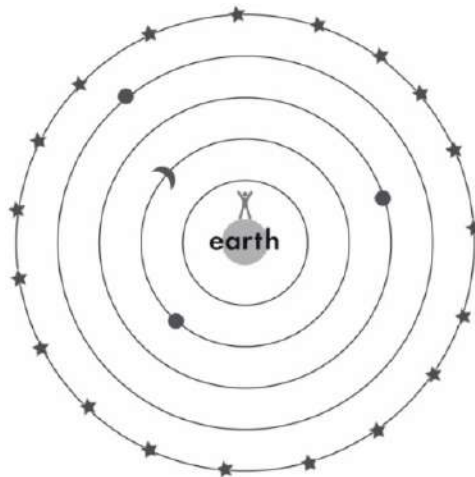


Hình vẽ này trình bày cosmos, <sup>[1]</sup> đã được khái niệm như thế nào trong hàng nghìn năm: Trái đất ở dưới, bầu trời ở trên. Cuộc cách mạng khoa học lớn đầu tiên, Anaximander đã thành tựu hai mươi sáu thế kỷ trước, khi cố gắng để hình dung ra có thể như thế nào mặt trời, mặt trăng và những sao xoay quanh chúng ta, đã thay thế hình vẽ trên của cosmos với hình vẽ này:



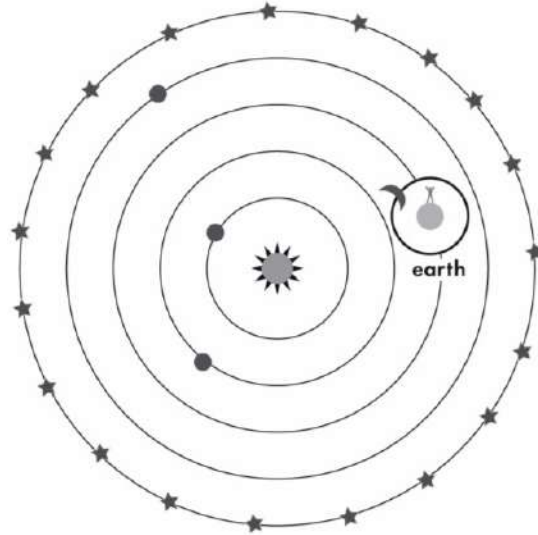


Bây giờ bầu trời thì tất cả xung quanh trái Đất, không chỉ ở bên trên nó, và trái Đất là một khối đá lớn vốn nổi bồng bồng trong không gian, nhưng không rơi. Chẳng bao lâu, một ai đó (có lẽ là Parmenides, có lẽ là Pythagoras) đã nhận ra rằng khối cầu là hình thể hợp lý nhất cho trái đất đang bay này vốn tất cả phương hướng đều ngang bằng nhau – và Aristotle đã đưa ra những lập luận khoa học thuyết phục để xác nhận bản chất khối cầu của cả Trái Đất và vòm trời xung quanh nó, nơi những vật thể trên vòm trời chạy theo lối của chúng. Đây là hình ảnh kết quả của cosmos:



Và cosmos này, như Aristotle đã mô tả trong tác phẩm Về Vòm Trời của ông, là hình ảnh của thế giới vẫn còn giữ như tính chất tiêu biểu đặc biệt của những nền văn minh Mediterranean suốt cho đến cuối Trung cổ. Đó là hình ảnh của thế giới vốn Dante và Shakespeare đã học trong trường.

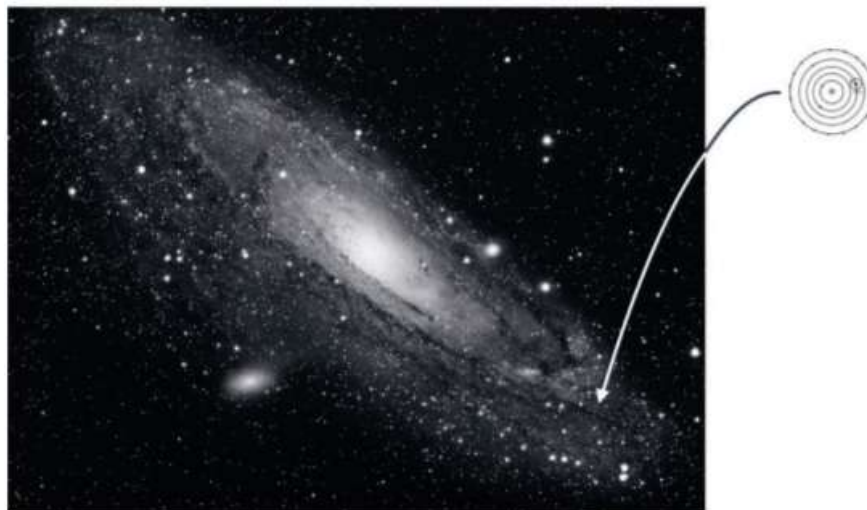
Bước nhảy vọt tiếp theo đã được Copernicus hoàn thành, khai mở những gì đã đi đến gọi là cuộc cách mạng khoa học vĩ đại. Thế giới, với Copernicus, thì trông không khác biệt lắm so với Aristotle:



Nhưng thực ra có một sự khác biệt then chốt. Tiếp nhận một ý tưởng đã được xem xét trong thời cổ, Copernicus đã hiểu và cho thấy rằng trái Đất của chúng ta thì không ở trung tâm của vũ điệu của những hành tinh, nhưng chỗ ở giữa đó là của mặt trời. Hành tinh của chúng ta trở thành một giữa những hành tinh khác, quay với vận tốc nhanh, quanh trục của nó và quanh mặt trời.

Sự phát triển của kiến thức chúng ta đã tiếp tục và với những dụng cụ tốt hơn, đã sớm học được rằng hệ mặt trời tự nó là chỉ một trong số rất nhiều những hệ hành tinh khác, và mặt trời thì không gì khác hơn là ‘một ông sao sáng’ như những ‘hai ông sáng sao, ba ông sao sáng ...’ khác. Một đốm cực nhỏ trong một đám mây rộng lớn vô cùng của một trăm tỷ ngôi sao – Galaxy

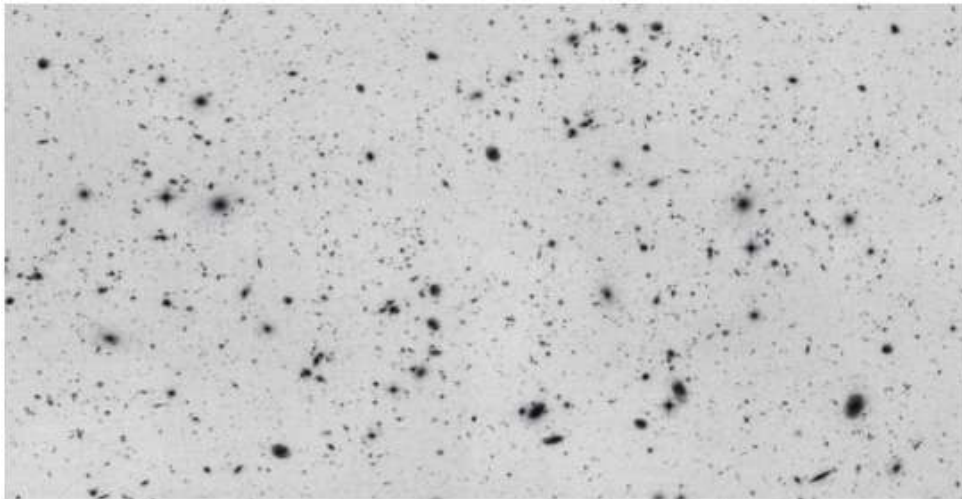
[2]



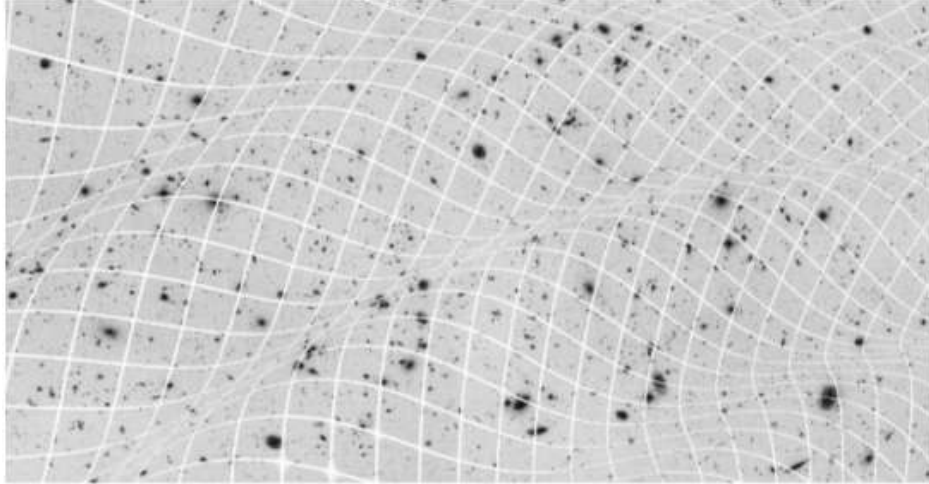
Tuy nhiên, trong những năm 1930, những đo lường chính xác bởi những nhà thiên văn về nebulae – những đám mây nhỏ, màu như trắng, giữa những

vì sao – cho thấy rằng Galaxy tự nó thì là một hạt bụi trong một đám mây không lồ của những galaxy, trải dài mướt mắt đến vô cùng, dù dùng những kính viễn vọng mạnh nhất của chúng ta. Thế giới bây giờ đã trở thành một mở rộng đồng dạng và vô biên.

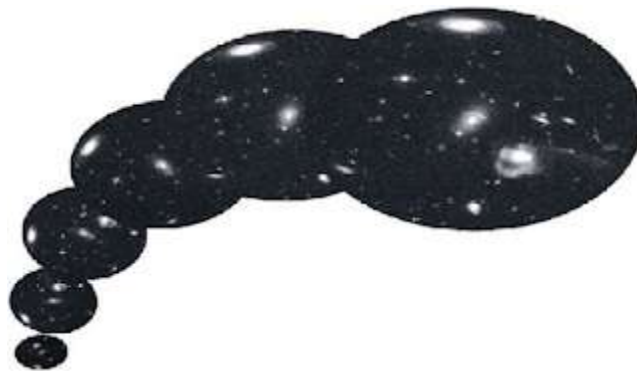
Minh họa dưới đây không phải là bản vẽ; đó là một photo do kính thiên văn Hubble, bay trên quỹ đạo của nó, đã chụp được, cho thấy một hình ảnh xa thẳm hơn của bầu trời, sâu thẳm hơn bất kỳ hình ảnh nào từng được thấy trước đây với những kính viễn vọng mạnh nhất của chúng ta: nhìn bằng mắt thường, nó là một mảnh nhỏ bé của vòm trời cực kỳ tối đen. Qua kính viễn vọng Hubble, một đám bụi của những dấu chấm bao la xa thẳm hiện ra. Mỗi chấm đen trong hình ảnh là một galaxy chứa một trăm tỷ mặt trời tương tự như của chúng ta. Trong vài năm trở lại đây, đã quan sát thấy được rằng phần lớn những mặt trời này đều có những hành tinh bay quanh. Do đó, trong vũ trụ có hàng ngàn tỷ tỷ những hành tinh như Trái đất. Và theo mọi hướng nhìn của chúng ta, đây là những gì hiện ra:



Nhưng sự đồng dạng vô tận này, đến phiên, thì không là những gì như nó dường như hiện ra. Như tôi đã giải thích trong bài đầu tiên, không gian thì không phẳng nhưng bị cong. Chúng ta phải tưởng tượng mặt đan kết của vũ trụ, với những tung tán của những galaxy của nó, đương di chuyển bởi những sóng tương tự như của biển, đôi khi quá lay động như tạo ra những khoảng trống về phần những hố đen. Vì vậy, chúng ta hãy quay lại để vẽ một hình ảnh, hầu trình bày vũ trụ này với những đường nhăn bởi những sóng lớn:

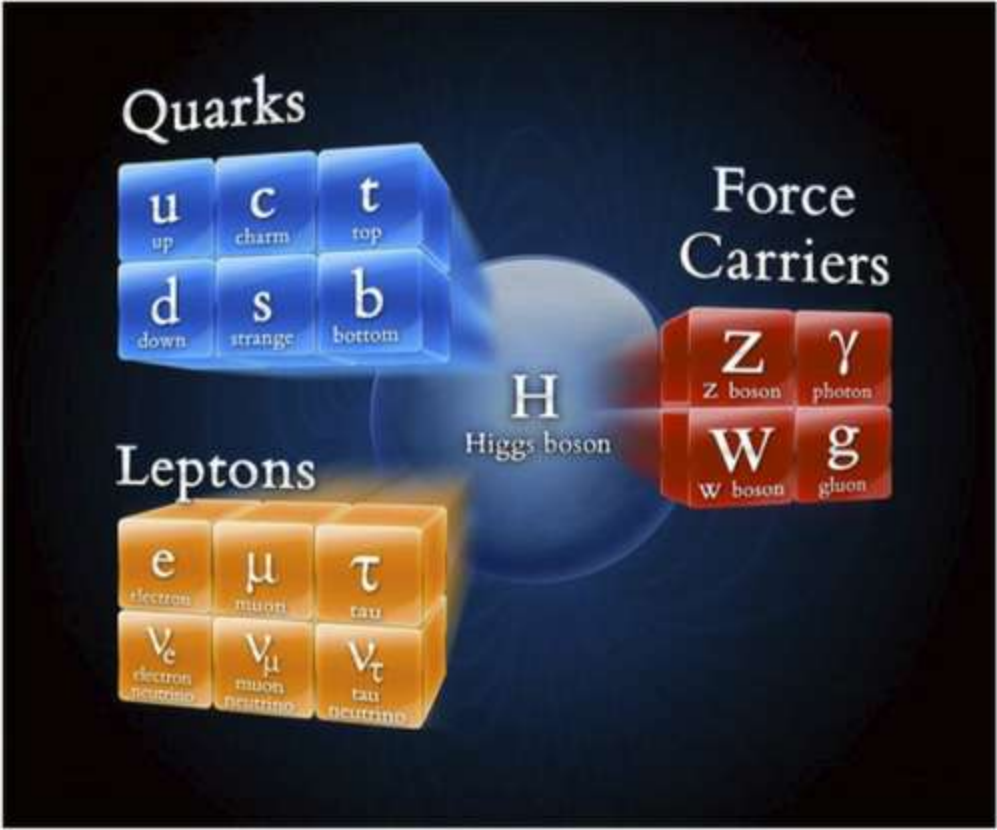


Và cuối cùng, bây giờ chúng ta biết rằng cosmos đàn hồi bao la vô cùng này, chạm gấn với những galaxy và làm thành trong mười lăm tỷ năm, đã nổi lên từ một đám mây nhỏ, cực kỳ nóng và dày đặc. Để trình bày tầm nhìn này, chúng ta thôi không cần vẽ vũ trụ nữa, nhưng vẽ toàn bộ lịch sử của nó. Đây là sơ đồ:



Vũ trụ đã bắt đầu như một quả bóng nhỏ và sau đó nở bùng cho đến những kích thước hiện nay của cosmos. Đây là hình ảnh hiện nay của chúng ta về vũ trụ, trên quy mô lớn nhất mà chúng ta biết.

Có gì nào khác không? Đã có gì trước đó? Có lẽ, Đúng. Tôi sẽ nói về nó sau một vài bài giảng. Có tồn tại những vũ trụ tương tự không, hay những vũ trụ khác nhau? Chúng ta không biết.



## BÀI GIẢNG THỨ TƯ Những Particle

Bên trong vũ trụ đã mô tả trong bài trước, ánh sáng và những sự vật di động. Ánh sáng tạo bởi những photon, những particle của ánh sáng Einstein đã trực giác. Những sự vật chúng ta thấy đều tạo bởi những atom. Mỗi atom gồm một nucleus, có những electron bao quanh. Mỗi nucleus gồm những proton và neutron nôm chặt. Những proton lẫn neutron đều tạo bởi những particle lại còn nhỏ hơn, vốn nhà vật lý US Murray Gell-Mann đã đặt tên là những ‘quark’, lấy hứng từ một từ xem có vẻ vô nghĩa trong một câu văn vô nghĩa trong quyển Finnegans Wake của James Joyce: ‘Ba quark cho Muster Mark!’ Như thế, tất cả những gì chúng ta chạm vào đều tạo bởi những electron và nhữngquark này.

Lực “dán chặt” những quark bên trong những proton và neutron do những particle gây ra, vốn những nhà vật lý, với một chút ý buồn cười, gọi là những ‘gluon’.

Những electron, quark, photon và gluon là những tạo phần của tất cả mọi sự vật vốn chúng ‘rúng động’ trong không gian quanh chúng ta. Chúng là ‘những particle cơ bản’ được nghiên cứu trong vật lý particle. Với những particle cơ bản này, một số particle khác mới thêm vào, chẳng hạn như nhữngneutrino bơi đây trong vũ trụ, nhưng ít có tác động qua lại với chúng ta, và những ‘bosons Higgs’ tìm ra được mới đây ở Geneva, trong Máy Hadron Đâm Vào Nhau Lớn của trung tâm nghiên cứu CERN. Nhưng không có nhiều những particle này, thực tế có chỉ ít hơn mười loại. Một số ít chỉ đây nắm tay những nguyên liệu cơ bản, chúng hoạt động như những viên gạch trong bộ đồ chơi Lego khổng lồ và với chúng toàn thể thực tại vật chất quanh chúng ta được xây dựng.

Bản chất của những particle này, và cách chúng di chuyển, được cơ học quantum mô tả. Những particle này không giống như viên sỏi trong thực tại, nhưng đúng hơn là ‘quanta’ của những trường tương ứng, giống đúng như những photon là ‘quantum’ của trường điện từ. Chúng là những kích động cơ bản của một tầng-dưới-vật-chất (substratum) di động, tương tự như trường của Faraday và Maxwell. Những gợn sóng nhỏ lăn tăn di chuyển. Chúng biến

mất và xuất hiện trở lại theo như những luật lệ của cơ học quantum, nơi mọi sự vật việc hiện hữu không bao giờ bền vững, và là không là gì khác nhưng chỉ là một nhảy từ một tác động qua lại này sang một tác động qua lại khác.

Ngay cả nếu chúng ta quan sát một vùng nhỏ trống rỗng của không gian, trong đó không có những atom, chúng ta vẫn dò thấy một chen chúc cực nhỏ của những particle này. Không có gì như một khoảng trống thực sự, một khoảng không hoàn toàn trống rỗng. Cũng giống như biển yên tĩnh nhất nhìn thật gần thì chao đảo và rúng động, dù chỉ rất nhẹ đến đâu, do đó những trường vốn hình thành thế giới đều là đối tượng của những nghiêng ngã cực nhỏ, và có thể tưởng tượng được những particle cơ bản của nó có những tồn tại ngắn ngủi và thoáng qua, liên tục được tạo ra rồi bị phá hủy bởi những chuyển động này.

Đây là thế giới được cơ học quantum và lý thuyết particle mô tả. Chúng ta đã đi rất xa khỏi thế giới cơ khí của Newton và Laplace, chốn có những viên đá cực nhỏ lạnh lẽo đã du hành vĩnh cửu trên những đường phóng dài chính xác trong không gian hình học không thay đổi. Cơ học quantum và những thí nghiệm trên những particle đã dạy chúng ta rằng thế giới là một chen chúc đông đảo của những sự vật liên tục, không ngừng nghỉ; một liên tục đến ánh sáng và sự biến mất của những thực thể phù du. Một set của những rung động, như trong thế giới hippy bất-tĩnh-dậy của những năm 1960. Một thế giới của những-đang-xảy-ra, không phải của những sự vật (xác định).

Những chi tiết về lý thuyết particle được xây dựng dần dần vào những năm 1950, 1960 và 1970, bởi một số nhà vật lý vĩ đại nhất thế kỷ như Richard Feynman và Gell-Mann. Công trình xây dựng này dẫn đến một lý thuyết phức tạp, dựa trên cơ học quantum và mang tựa đề không phải rất lãng mạn của ‘Mô hình Phổ biến’ [3] của những particle cơ bản’. Mô hình Phổ biến đã được hoàn tất vào những năm 1970, sau một loạt dài những thí nghiệm, chúng xác nhận tất cả những tiên đoán. Xác nhận cuối cùng của nó xảy ra vào năm 2013 với sự khám phá ra boson Higgs.[4]

Nhưng dù có những chuỗi dài những thí nghiệm thành công, Mô hình Phổ biến chưa bao giờ được những nhà vật lý nghiêm chỉnh tiếp nhận hoàn toàn thực sự. Đó là một lý thuyết mà trông, ít nhất trong cái nhìn đầu tiên, thì từng mảnh và chấp vá với nhau. Nó được tạo thành từ những mảnh và những

phương trình khác nhau được lắp ráp nhưng không theo bất kỳ thứ tự nào rõ ràng. Một số trường nào đó nhất định (nhưng tại sao những trường này, đúng thế?) Tác động qua lại giữa chúng với những lực nào đó nhất định (nhưng tại sao những lực này?) mỗi (lực) được xác định bởi những hằng số nào đó nhất định (nhưng tại sao chính xác là những số giá trị này?) Cho thấy một số những đối xứng nào đó (nhưng lại nữa, tại sao những đối xứng này?). Chúng ta thì rất xa với sự đơn giản của những phương trình của thuyết về tương đối rộng, và của cơ học quantum.

Chính cách thức trong đó những phương trình của Mô hình Phổ biến làm những tiên đoán về thế giới thì cũng phức tạp một cách vô lý. Được dùng trực tiếp, những phương trình này dẫn đến những tiên đoán vô nghĩa, trong đó mỗi số lượng được tính hóa ra là vô cùng lớn. Để có được kết quả có ý nghĩa, cần phải tưởng tượng rằng những parameter đưa vào chúng đều chính chúng lớn vô cùng, để làm ngang bằng với kết quả vô lý và làm cho chúng thành hợp lý. Thủ tục phức tạp và kỳ cục này được gán cho thuật ngữ ‘sự tái chuẩn hóa’ [5]. Nó hoạt động trong thực tiễn, nhưng để lại một vị chat đắng trong miệng của bất cứ ai mong muốn sự đơn giản của Tự nhiên. Trong những năm cuối đời, nhà khoa học vĩ đại nhất của thế kỷ hai mươi sau Einstein, Paul Dirac, kiến trúc sư vĩ đại của cơ học quantum và là tác giả của những phương trình đầu tiên và chính của Mô hình Phổ biến, đã liên tục bày tỏ sự không hài lòng của ông về trạng thái này, của sự việc, sau khi kết luận rằng ‘chúng ta vẫn chưa giải quyết vấn đề’.

Thêm nữa, một giới hạn nổi bật của Mô hình Phổ biến đã xuất hiện trong những năm gần đây. Xung quanh mọi galaxy, những nhà thiên văn theo dõi được một đám mây lớn của vật chất, hé mở cho thấy hiện hữu của nó bằng đường của lực hấp dẫn vốn nó tác động trên những sao, và bằng cách nó làm lệch hướng ánh sáng. Nhưng đám mây lớn này, chúng ta theo dõi những tác động lực hấp dẫn của nó, không thể thấy trực tiếp và chúng ta không biết nó làm bằng gì. Nhiều giả thuyết đã đưa ra nhưng không giả thuyết nào có vẻ đem làm việc được. Rõ ràng là có một gì đó ở đó, nhưng chúng ta không biết nó là gì. Ngày nay nó được gọi là ‘vật chất tối’ [6]. Bằng chứng chỉ ra rằng nó là một gì đó Mô hình Phổ biến không mô tả, nếu không, chúng ta tất đã đoán/thấy nó. Một gì đó khác không phải những atom, neutrino hay photon...

Thật không có gì ngạc nhiên cho lắm, rằng có những sự vật trên trời và



dưới đất, bạn đọc thân yêu của tôi ơi, nhiều hơn là từng được mơ đến trong triết học của chúng ta – hay trong vật lý của chúng ta. Cho đến gần đây thậm chí chúng đã không nghi ngờ rằng có sóng vô tuyến và neutrino, dù chúng đầy trong vũ trụ. Ngày hôm nay, Mô hình Phổ biến vẫn là tốt nhất vốn chúng ta có khi nói về thế giới của sự vật, những tiên đoán của nó đã được xác nhận; và nếu không kể vật chất tối – và lực hấp dẫn đã mô tả trong thuyết tương đối tổng quát như độ cong của không-thời gian – mô tả rất hay về mọi phương diện của thế giới nhận thức.

Những lý thuyết thay thế đã được đưa ra, chỉ để bị những thí nghiệm hủy bỏ. Một lý thuyết tốt được đưa ra trong những năm 1970, và được đặt tên kỹ thuật là SU5, thí dụ, thay thế những phương trình rối loạn của Mô hình Phổ biến với cấu trúc đơn giản hơn và thanh lịch hơn nhiều. Lý thuyết tiên đoán rằng một proton có thể tan rã, với một xác suất nào đó, biến thành những electron và quark. Những máy lớn được chế tạo để quan sát những proton tan rã. những nhà vật lý đã dành trọn đời vào việc tìm kiếm một sự phân rã proton quan sát được. (Bạn không nhìn vào một proton tại một thời điểm, vì phải mất quá nhiều thời gian để tan rã. Bạn lấy hàng tấn nước và bao quanh nó với những máy dò rất nhạy, để quan sát những tác động của sự tan rã.) Nhưng hồi ơi, không có proton nào đã từng bị phân hủy. Lý thuyết đẹp, SU5, mặc dù sự thanh nhã ghi nhận của nó, đã không thuận với ý thích của đảng Tạo hóa.

Câu chuyện có lẽ chính nó bây giờ lặp lại với một nhóm những lý thuyết được gọi là ‘siêu đối xứng’,<sup>[7]</sup> nó tiên đoán sự hiện hữu của một lớp particle mới. Trong suốt đời làm việc của tôi, tôi đã lắng nghe những đồng nghiệp đang chờ đợi với sự tự tin hoàn toàn về sự xuất hiện sắp xảy ra của những particle này. Những ngày, tháng, năm và nhiều chục năm trôi qua – nhưng những particle siêu đối xứng vẫn chưa tự thể hiện được. Vật lý không chỉ là một lịch sử của những thành công.

Như thế, giờ đây, chúng ta phải ở lại với Mô hình Phổ biến. Nó có thể không là rất thanh lịch, nhưng nó làm được việc khá tốt trong sự mô tả thế giới quanh chúng ta. Và ai biết được? Có lẽ khi xem xét kỹ lưỡng hơn, nó không là mô hình thiếu thanh lịch. Có lẽ đó là chúng ta vẫn chưa học được cách để nhìn nó từ chỉ góc độ đúng của cái nhìn; một cái nhìn sẽ hé lộ sự đơn giản còn ẩn dấu của nó. Lúc này, đây là những gì chúng ta biết về vật chất:

Một số đầy nắm tay những loại của những particle cơ bản, chúng dao động và chao đảo không ngừng giữa là-có và không là-có, và lúc nhúc đông đảo trong không gian ngay cả khi có vẻ rằng không có gì ở đó, kết hợp với nhau đến vô tận giống như những chữ cái của một bảng chữ cái vũ trụ, để kể lịch sử bao la của những galaxy, của vô hạn những chòm sao, của ánh sáng mặt trời, của núi, rừng và những đồng lúa, của những khuôn mặt tươi cười thời tuổi trẻ quanh những bàn tiệc, và của bầu trời đêm lấp lánh sao như những hạt kim cương đánh vào vòm tối.

-----\*\*\*-----

## BÀI GIẢNG THỨ NĂM Những Hạt Không Gian

Mặc dù có một số những không rõ ràng, những không hài lòng và những câu hỏi không trả lời được, vật lý tôi đã phác thảo đem cho một mô tả tốt hơn về thế giới so những gì chúng ta từng có trong quá khứ. Như thế, chúng ta tất nên lấy làm hết sức vừa lòng. Nhưng chúng ta thì không!

Có một nghịch lý ở trung tâm của sự hiểu biết của chúng ta về thế giới vật chất. Thế kỷ hai mươi đã cho chúng ta hai viên ngọc quý mà tôi đã nói: thuyết tương đối tổng quát và cơ học quantum. Từ viên ngọc đầu tiên, vũ trụ học đã phát triển, cũng như vật lý thiên văn, nghiên cứu về sóng hấp dẫn, những hố đen và nhiều thứ khác bên cạnh. Viên ngọc thứ hai cung cấp nền tảng cho vật lý atom, vật lý nucleus, vật lý những particle cơ bản, vật lý của vật chất ngưng tụ, và nhiều, nhiều hơn. Hai lý thuyết, khai quật như đào lấy của trong những quà tặng của chúng, là nền tảng cho kỹ nghệ ngày nay và đã chuyển đổi cách chúng ta sinh sống. Thế nhưng, hai lý thuyết không thể đều cùng đúng, ít nhất trong dạng hiện tại của chúng, vì chúng mâu thuẫn lẫn nhau.

Một sinh viên đại học dự những bài giảng về thuyết tương đối tổng quát vào buổi sáng và những người khác về cơ học quantum vào buổi chiều, đều có thể được tha thứ nếu kết luận rằng những giáo sư của mình là người ngố, hay xao lãng giao tiếp với nhau ít nhất một thế kỷ. Vào buổi sáng thế giới là không gian cong, nơi mọi sự vật việc đều liên tục; vào buổi chiều nó là một không gian bằng phẳng, nơi những quantum của năng lượng nhảy vọt.

Nghịch lý là cả hai lý thuyết đều hoạt động tốt. Thiên nhiên đang cư xử với chúng ta giống như một người rabbi già, người này có hai người đàn ông đến gặp để nhờ giải quyết một tranh chấp. Sau khi nghe người thứ nhất, giáo sĩ đạo Juda đó nói: ‘Anh thì đúng.’ Người thứ hai khấn khoản đòi mình cũng được nghe, rabbi nghe người này và nói: ‘Anh thì cũng đúng.’ Sau khi nghe lỏm từ phòng bên cạnh, bà vợ của rabbi kêu toáng, ‘Nhưng họ thì không thể đều là đúng!’ Rabbi nghĩ ngợi và gật đầu trước khi kết luận: ‘Và cả bà thì cũng đúng nữa.’

Một nhóm những nhà vật lý lý thuyết rải rác khắp năm châu đang cần mẫn để cố gắng giải quyết vấn đề. Lĩnh vực nghiên cứu của họ được gọi là ‘lực hấp dẫn quantum’: đối tượng của nó là tìm một lý thuyết, đó là một tập hợp những phương trình – nhưng trên tất cả, một tầm nhìn mạch lạc về thế giới – với tầm nhìn đó để giải quyết tình trạng hiện tại như bị bệnh tâm thần phân liệt.

Đây không phải là lần đầu tiên vật lý thấy chính nó đối mặt với hai lý thuyết rất thành công nhưng rõ ràng mâu thuẫn. Cố gắng tổng hợp trong quá khứ đã được tặng thưởng với những bước tiến lớn trong sự hiểu biết của chúng ta về thế giới. Newton đã tìm được lực hấp dẫn phổ quát bằng kết hợp những parabol của Galileo với những ellipse của Kepler.<sup>[1]</sup> Maxwell đã tìm được những phương trình của trường điện từ bằng kết hợp những lý thuyết về điện và hiện tượng từ tính. Einstein đã khám phá thuyết về tương đối bằng cách giải quyết một xung đột rõ ràng giữa điện từ và cơ học. Một nhà vật lý thì chỉ rất sung sướng khi ông tìm thấy một xung đột thuộc loại này giữa những lý thuyết thành công: đó là một cơ hội đặc biệt hết sức may mắn. Chúng ta có thể xây dựng một cấu trúc làm khung cho khái niệm để suy nghĩ về thế giới tương ứng với những gì chúng ta đã học về nó từ cả hai lý thuyết?

Ở đây, trong lớp tiên phong, vượt ngoài những biên giới của tri thức, khoa học trở nên lại còn đẹp hơn – sáng chói trong xưởng rèn của những ý tưởng mới sinh, của những trực giác, của những cố gắng. Của những con đường đón nhận và sau đó buông rơi, của những nhiệt tình. Trong cố gắng để tương tượng những gì vẫn chưa tương tượng.

Hai mươi năm trước, sương mù dày đặc. Ngày nay những đường đi đã xuất hiện vốn đã gọi lên nhiệt tình và lạc quan. Có hơn một đường trong số này, vì vậy không thể nói rằng vấn đề đã được giải quyết. Sự đa dạng tạo ra nhiều bất đồng, nhưng tranh luận thì lành mạnh: cho đến khi sương mù tan hết mở lên hoàn toàn, có những phê bình và những quan điểm chống đối thì tốt. Một trong những cố gắng chính để giải quyết vấn đề là một hướng nghiên cứu gọi là ‘Lực Hấp Dẫn Quantum Vòng’<sup>[2]</sup>, được một đội ngũ đầy đủ những nhà nghiên cứu theo đuổi, làm việc ở nhiều quốc gia.

Thuyết Lực Hấp Dẫn Quantum Vòng là một cố gắng để kết hợp thuyết tương đối tổng quát và cơ học quantum. Đó là một cố gắng thận trọng vì nó chỉ dùng những giả thuyết đã chứa trong những lý thuyết này, viết lại phù

hợp để làm cho chúng tương hợp. Nhưng những hệ quả của nó thì cơ bản: một sự thay đổi sâu xa hơn nữa về cách chúng ta nhìn vào cấu trúc của thực tại.

Ý tưởng thì đơn giản. Thuyết tương đối tổng quát đã dạy chúng ta rằng không gian không phải là một cái hộp trống, nhưng là một gì đó năng động: một loại ốc sên di động, bao la mà chúng ta có trong đó – một gì có thể được nén và xoắn. Mặt khác, cơ học quantum đã dạy chúng ta rằng mọi trường thuộc loại này thì ‘được làm bằng những quantum’ và có một cấu trúc hạt-nhỏ mịn. Nó dẫn đến ngay sau đó là không gian vật lý thì cũng được ‘làm bằng những quantum’.

Kết quả quan trọng, cốt yếu nhất của thuyết Lực Hấp Dẫn Quantum Vòng là quả thực rằng không gian thì không liên tục, rằng nó không phải là có thể phân chia đến vô hạn, nhưng được tạo thành từ những hạt, hay những ‘atom không gian’. Những hạt của không gian này thì cực kỳ nhỏ: nhỏ hơn một tỷ tỷ lần so với nucleus của atom nhỏ nhất. Lý thuyết mô tả những ‘atom của không gian’ này trong dạng toán học và cung cấp những phương trình xác định sự tiến hóa của chúng. Chúng được gọi là những ‘vòng cuộn’, hay những vòng móc, vì chúng móc nối với nhau, trong khi tạo thành một mạng lưới của những liên hệ, vốn đan dệt bề mặt kết cấu của không gian, giống như những vòng sắt nhỏ móc nối của một cái áo giáp mênh mông được đan khéo léo.

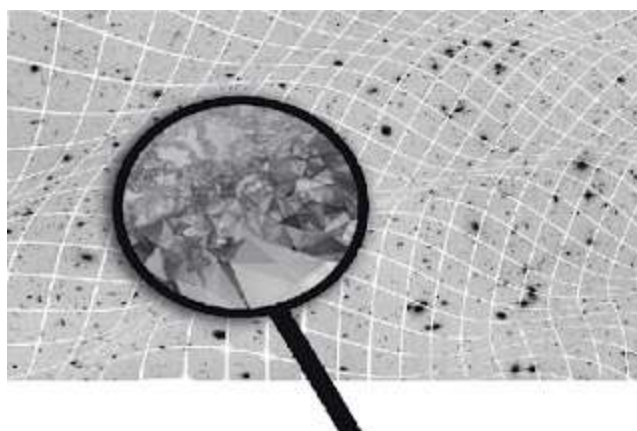
Những quantum của không gian này ở đâu? Không đâu cả. Chúng không ở trong không gian vì chúng chính là không gian. Không gian được tạo ra bằng sự nối kết những quantum của lực hấp dẫn riêng lẻ này. Một lần nữa, thế giới dường như ít về phần những đối tượng hơn là về phần những quan hệ tác động qua lại.

Nhưng đó là hệ quả thứ hai của lý thuyết thì cực đoan nhất. Giống như ý tưởng về một không gian liên tục vốn chứa đựng mọi sự vật biến mất; cũng vậy, ý tưởng về một ‘thời gian’ cơ bản và nguyên sơ tuân chảy bất chấp mọi sự vật việc cũng biến mất. Những phương trình mô tả những hạt của không gian và vật chất thì không còn chứa biến số ‘thời gian’. Điều này không có nghĩa là mọi sự vật việc đều đứng yên và không thay đổi. Ngược lại, nó có nghĩa là sự thay đổi có mặt khắp mọi nơi – nhưng những tiến trình cơ bản không thể được sắp xếp theo một sự tiếp nối liên tục có chung của ‘những

khoảng khắc'. Ở quy mô cực nhỏ của những hạt của không gian, điệu nhảy của Tự nhiên không diễn ra theo nhịp điệu của cây gậy nhạc trường của một dàn nhạc duy nhất, với một tempo duy nhất: mỗi tiến trình nhảy thì độc lập với những lân cận của nó, theo nhịp điệu riêng của nó. Sự trôi qua của thời gian thì bên trong của thế giới, thì sinh ra trong bản thân thế giới trong sự quan hệ giữa những biến cố quantum bao gồm cả thế giới và bản thân chúng đều là gốc của thời gian.

Thế giới được lý thuyết mô tả bởi thì như vậy xa hơn nữa với một thế giới trong đó chúng ta đã quen thuộc. Không còn không gian chứa 'thế giới', và không còn thời gian 'trong đó' sự kiện xảy ra. Chỉ có những tiến trình cơ bản trong đó quantum của không gian và vật chất liên tục tác động qua lại với nhau. Ảo tưởng về không gian và thời gian vốn tiếp tục xung quanh chúng ta là một cái nhìn nhòe nhạt về sự chen chúc lúc nhúc của những tiến trình cơ bản này, giống như một hồ nước yên tĩnh trong trẻo trên vùng núi Alps, gồm trong thực tế là một điệu nhảy nhanh chóng của một vô vàn những particle nước cực nhỏ.

Nhìn cực gần qua một kính lúp cực kỳ mạnh, hình ảnh gần cuối trong bài giảng thứ năm của chúng ta sẽ cho thấy dạng cấu trúc particle của không gian:



Có thể kiểm chứng lý thuyết này bằng thực nghiệm không? Chúng ta đang suy nghĩ và cố gắng, nhưng vẫn chưa có kiểm chứng thực nghiệm. Tuy nhiên, có một số những gắng thử khác nhau.

Một trong số những gắng thử đó xuất phát từ việc nghiên cứu về những hố đen. Trên vòm trời, giờ đây chúng ta có thể theo dõi những hố đen do những sao đã tan vỡ đã hình thành. Bị trọng lượng riêng của nó nghiền nát, vật chất

của những sao tan vỡ này đã biến mất khỏi tầm nhìn của chúng ta. Nhưng nó đã đi đâu? Nếu lý thuyết về lực Hấp dẫn Quantum Vòng là chính xác, vật chất không thể thực sự sụp đổ vào trong một điểm nhỏ vô cùng, vì những điểm nhỏ vô cùng không hiện hữu – chỉ những khối không gian hữu hạn. Sau khi sụp đổ dưới trọng lượng riêng của nó, vật chất phải trở nên ngày càng dày đặc, đến điểm ở đó cơ học quantum phải có tác dụng một phản ngược, áp lực được cân bằng.

Giai đoạn cuối cùng giả thuyết này trong đời của một ngôi sao, nơi những biến động chao đảo quantum của thời-không cân bằng trọng lượng của vật chất, là những gì được gọi là ‘sao Planck’. Nếu mặt trời ngừng cháy và tạo thành một hố đen thì nó sẽ đo được khoảng một kilômét đường kính. Bên trong hố đen này, vật chất của mặt trời sẽ tiếp tục sụp đổ, cuối cùng trở thành một sao Planck như vậy. Kích thước của nó sau đó sẽ tương tự như kích thước của một atom. Toàn bộ vật chất của mặt trời được ngưng tụ vào không gian của một atom: một sao Planck tất được cấu thành bởi trạng thái cực đoan này của vật chất.

Một sao Planck thì không trong trạng thái ổn định: một khi được nén đến mức tối đa, nó sẽ lại bật nảy lên, và bắt đầu giãn rộng trở lại. Điều này dẫn đến một sự bùng nổ của hố đen. Tiến trình này, khi giả định có một người ngồi trong hố đen trên sao Planck quan sát sự việc, sẽ là một sự ‘lấy lại năng lượng’ diễn ra trong một tốc độ rất nhanh. Nhưng thời gian không trôi qua cùng tốc độ với người ấy như với những người bên ngoài hố đen, như cùng lý do tương tự rằng thời gian ở trên núi trôi đi nhanh hơn so với ở mực nước biển. Ngoại trừ điều đó cho người quan sát trong hố sao, vì những điều kiện cực đoan, sự khác biệt về thời gian trôi qua thì rất lớn, và những gì cho người quan sát ngồi trong hố sao có vẻ như xuất hiện một phản ứng cực kỳ nhanh chóng, nhưng nhìn từ bên ngoài nó, nó phải mất một thời gian rất dài. Đây là lý do chúng ta theo dõi, thấy những hố đen như giữ nguyên không đổi, trong một thời gian dài: một hố đen là một ngôi sao đang hồi phục được nhìn thấy trong chuyển động rất chậm.

Có thể là trong lò của những khoảnh khắc đầu tiên của vũ trụ những hố đen đã được hình thành, và một số trong số này đang bùng nổ. Nếu điều đó đúng, có lẽ chúng ta có thể quan sát được những tín hiệu chúng phát ra khi đang phát nổ, trong dạng của những tia vũ trụ mang năng lượng cao, đến từ bầu

trời, do đó cho phép chúng ta quan sát và đo lường được một tác động trực tiếp của hiện tượng có lực hấp dẫn quantum chi phối. Đó là một ý tưởng táo bạo – nó có thể không thành công, thí dụ, nếu trong vũ trụ nguyên thủy không có đủ những hố đen đã hình thành để ngày nay cho phép chúng ta dò tìm được những vụ nổ của chúng. Nhưng việc tìm kiếm những tín hiệu đã bắt đầu. Chúng ta sẽ thấy.

Một trong những hệ quả khác của lý thuyết, và một trong những hệ quả ngoạn mục nhất, liên quan đến nguồn gốc của vũ trụ. Chúng ta biết cách thế nào để lập lại lịch sử hành tinh của chúng ta trở ngược về một giai đoạn khởi đầu khi nó có kích thước rất nhỏ. Nhưng còn trước đó thì sao? Vâng, những phương trình của lý thuyết vòng cho phép chúng ta đi xa hơn nữa trong việc dựng lại lịch sử đó.

Điều chúng ta thấy là khi vũ trụ đã nén ép cùng cực, (theo) thuyết quantum (nó) gây ra một lực kháng cự, với kết quả là sự Nở Bùng Lớn hay ‘Big Bang’ có thể thực sự là một sự Nảy Bật Lớn ‘Big Bounce’. Thế giới của chúng ta có thể đã thực sự được sinh ra từ một vũ trụ trước đó, đã co thắt như ‘rắn đẽ’ dưới sức nặng riêng của nó, cho đến khi nó bị vắt ép vào một không gian nhỏ tí, trước khi ‘bật nảy’ và bắt đầu giãn nở trở lại, như thế trở thành vũ trụ đang mở rộng mà chúng ta quan sát được quanh chúng ta.

Khoảnh khắc của sự bật nảy này, khi vũ trụ đã co lại vào thành một vỏ-hạt bé tí xíu, là lĩnh vực thực sự của lực hấp dẫn quantum: thời gian và không gian đã biến mất hoàn toàn, và thế giới đã ‘tan loãng’ vào thành một đám mây dày nhúc nhúc của xác suất, tuy nhiên, những phương trình có thể vẫn tính toán (để mô tả bằng những con số xác suất) được. Và hình ảnh cuối cùng của bài giảng thứ năm được chuyển thành như sau:



Vũ trụ của chúng ta có thể đã được sinh ra từ một sự Nảy Bật Lớn trong một giai đoạn trước, đi qua một giai đoạn trung gian vốn trong đó không có



không gian và không có thời gian.

Vật lý mở ra những cửa sổ qua đó chúng ta nhìn sâu vào xa thẳm. Những gì chúng ta thấy không làm chúng ta kinh ngạc. Chúng ta ý thức được rằng chúng ta đã đầy định kiến, và rằng qua trực giác của chúng ta hình ảnh về thế giới thì chỉ một phần, cục bộ, không đầy đủ. Trái đất không bằng phẳng, nó không đứng yên. Thế giới tiếp tục thay đổi trước mắt chúng ta, khi dần dần chúng ta thấy nó lớn rộng hơn và rõ ràng hơn. Nếu chúng ta cố gắng đặt chung vào nhau những gì chúng ta đã học được trong thế kỷ XX về thế giới vật chất, những manh mối hướng đến một gì đó khác biệt sâu xa với sự hiểu biết theo bản năng của chúng ta về vật chất, không gian và thời gian. Lực hấp dẫn Quantum Vòng là một cố gắng để tháo mở những manh mối này, và để nhìn thêm một chút sâu hơn nữa vào xa thẳm<sup>[3]</sup>.

-----\*\*\*-----

## **BÀI GIẢNG THỨ SÁU** **Xác Suất, Thời Gian Và Nhiệt Của Hồ Đen**

Cùng với những lý thuyết chính tôi đã bàn luận và mô tả về những thành phần cấu tạo cơ bản của thế giới, có một thành trì lớn khác của vật lý, vốn nó thì có phần nào khác biệt với những hào lũy khác. Một câu hỏi duy nhất đã có nguyên nhân bất ngờ từ nó: ‘Nhiệt là gì?’

Cho đến giữa thế kỷ XIX, những nhà vật lý đã cố gắng để hiểu nhiệt bằng cách nghĩ nó như một loại chất lỏng, gọi là ‘calory’; hay hai chất lỏng, một nóng và một lạnh. Ý tưởng đã hóa ra là sai. Cuối cùng hai nhà vật lý, James Maxwell, người UK, và Ludwig Boltzmann, người Austria, đã hiểu. Và những gì họ đã hiểu thì rất đẹp, lạ thường và sâu xa – và đem chúng ta vào những vùng vốn phần lớn chúng vẫn còn chưa khám phá.

Những gì họ đã thành ra hiểu được là một loại chất vật chất nóng thì không là một vật chất chứa chất lỏng có calory. Một vật chất nóng là một chất trong đó những atom di chuyển nhanh hơn. Những atom và những particle, những cụm nhỏ gồm những atom liên kết với nhau, luôn chuyển động. Chúng chạy, rung, nảy bật và tiếp tục như vậy. Không khí lạnh là không khí trong đó những atom, hay đúng hơn là những particle, di chuyển chậm hơn. Khí nóng là không khí trong đó những particle di chuyển nhanh hơn. Đẹp đơn giản. Nhưng chừng đó thì chưa hết.

Nhiệt, như chúng ta biết, luôn luôn di chuyển từ những vật nóng sang vật lạnh. Một thìa khuấy trà lạnh được đặt trong một tách trà nóng cũng trở thành nóng. Nếu chúng ta mặc không thuận thời tiết, vào một ngày băng giá, chúng ta nhanh chóng mất nhiệt độ thân thể và bị nhiễm lạnh. Tại sao nhiệt đi từ những vật nóng đến những vật lạnh, nhưng không ngược lại?

Đó là một câu hỏi quan trọng, vì nó liên quan đến bản chất của thời gian. Trong mọi trường hợp, trong đó sự trao đổi nhiệt không xảy ra, hay khi sự trao đổi nhiệt thì không đáng kể, chúng ta thấy rằng tương lai chạy đúng in như quá khứ. Thí dụ, đối với chuyển động của những hành tinh trong hệ mặt trời, nhiệt thì gần như không can dự, và trong thực tại, cùng chuyển động tương tự này có thể diễn ra ngược lại nhưng không phá vỡ bất kỳ một định

luật vật lý nào. Ngay sau khi có nhiệt, tuy nhiên, tương lai thì khác với quá khứ. Trong khi không có lực ma sát, thí dụ, một quả lắc đồng hồ có thể đong đưa mãi mãi. Nếu chúng ta quay phim nó và chiếu cuộn phim này trở ngược, chúng ta sẽ thấy chuyển động có thể hoàn toàn xảy ra. Nhưng nếu có lực ma sát, khi đó quả lắc sẽ làm phụ trợ của nó hơi nóng lên, mất năng lượng và chậm lại. Ma sát tạo nhiệt. Và ngay lập tức chúng ta có thể phân biệt tương lai (theo hướng quả lắc chậm dần) với quá khứ. Chúng ta chưa bao giờ thấy một quả lắc bắt đầu đong đưa từ một vị trí tĩnh, với chuyển động của nó bắt đầu bởi năng lượng thu được bằng hấp thụ nhiệt từ những phụ trợ của nó. Sự khác biệt giữa quá khứ và tương lai chỉ hiện hữu khi ở đó có nhiệt. Hiện tượng cơ bản vốn phân biệt tương lai với quá khứ là sự kiện rằng nhiệt truyền từ những vật nóng hơn sang những vật lạnh hơn.

Như thế, lại nữa, khi thời gian trôi qua, tại sao nhiệt truyền từ những vật nóng sang vật lạnh nhưng không theo cách khác, ngược lại?

Lý do được Boltzmann đã tìm ra, và đơn giản đến ngạc nhiên: nó thì không gì ngoài tình cờ. [\[1\]](#)

Ý tưởng của Boltzmann thì sáng trí, và đưa ý tưởng về xác suất vào hoạt động. Nhiệt không di chuyển từ vật nóng sang vật lạnh theo một luật tuyệt đối: nó chỉ làm như vậy theo xác suất với một mức độ lớn. Lý do của điều này là nó có thể xảy ra, theo thống kê xác suất, rằng một atom của chất nóng chuyển động nhanh, va chạm với một chất lạnh, và để lại cho chất lạnh một chút năng lượng của nó, chứ không phải ngược lại. Năng lượng được bảo tồn trong những va chạm, nhưng có khuynh hướng được phân phối trong những phần bằng nhau, nhiều hơn hay ít hơn, khi có nhiều va chạm. Trong lối này, nhiệt độ của vật thể có tiếp xúc với nhau có khuynh hướng để cân bằng. Không phải là không thể xảy ra cho một vật thể nóng trở nên nóng hơn qua tiếp xúc với một vật thể lạnh hơn: điều này thì chỉ là cực kỳ khó có thể xảy ra.

Việc đưa (tính toán) xác suất này vào trong ‘lòng’ của vật lý, và dùng nó để giải thích những cơ sở của động lực học về nhiệt, ban đầu đã bị xem là phi lý. Như thường xảy ra, không ai đã nghiêm chỉnh tiếp nhận ý tưởng của Boltzmann. Ngày 5 tháng 9 năm 1906, tại Duino gần Trieste, ông đã treo cổ tự tử, không bao giờ có cơ hội chứng kiến sau đó sự thừa nhận chung trong học giới về sự đúng thực của những ý tưởng của ông.

Trong bài giảng thứ hai, tôi đã liên hệ đến cách như thế nào cơ học quantum đoán trước rằng sự chuyển động của mọi sự vật cực nhỏ xảy ra một cách ngẫu nhiên. Điều này cũng đặt xác suất vào giải thích. Nhưng xác suất Boltzmann đã xem xét, xác suất ở những góc của nhiệt, có một bản chất khác biệt, và độc lập với cơ học quantum. Xác suất đóng vai trò trong khoa học về nhiệt thì trong một ý hướng nào đó đã buộc chặt với sự thiếu hiểu biết của chúng ta.

Tôi có thể không biết một gì đó với chắc chắn, nhưng tôi vẫn có thể gán một mức độ, thấp hay cao hơn, về xác suất của một gì đó. Thí dụ, tôi không biết ngày mai, ở đây, tại Marseilles, liệu trời sẽ mưa hay không, hay trời sẽ nắng, hay trời sẽ có tuyết, nhưng ngày mai – ở Marseilles, vào tháng 8 – trời có tuyết, thì có xác suất thấp. Tương tự như với hầu hết những đối tượng vật lý: chúng ta biết một gì đó nhưng không biết tất cả mọi sự việc về trạng thái của chúng, và chúng ta chỉ có thể đoán trước dựa trên xác suất. Hãy nghĩ đến một quả bóng chứa đầy không khí. Tôi có thể đo lường nó: đo hình dạng, thể tích, áp suất, nhiệt độ của nó... Nhưng những particle không khí trong quả bóng đang di chuyển nhanh chóng bên trong nó, và tôi không biết vị trí chính xác của mỗi particle. Điều này ngăn cản tôi việc đoán trước cho được chính xác cách quả bóng sẽ hoạt động thế nào. Thí dụ, nếu tôi tháo nút thắt đang buộc kín nó, và để nó đi, nó sẽ xì hơi ồn ào, xô vào chỗ này và chạm vào chỗ kia, theo cách mà tôi không thể nào có thể đoán trước được. Không thể nào, vì tôi chỉ biết hình dạng, thể tích, áp suất và nhiệt độ của nó. Những va vào đây và chạm vào kia của quả bóng thì tùy vào chi tiết của vị trí của những particle bên trong nó, vốn tôi không biết. Tuy nhiên, ngay cả khi tôi không thể đoán trước chính xác mọi sự việc, tôi có thể đoán trước được xác suất rằng một điều này hay điều khác sẽ xảy ra. Nó sẽ rất có thể không xảy ra, thí dụ, rằng quả bóng sẽ bay ra khỏi cửa sổ, quanh tháp hải đăng dưới kia ở đằng xa, và sau đó vòng lại, rơi vào tay tôi, đúng chỗ nó đã được thả ra. Một vài phản ứng thì có thể xảy ra hơn, vài phản ứng khác thì rất nhiều phần không thể xảy ra hơn.

Trong cùng một ý hướng này, xác suất vốn khi những particle đụng chạm, nhiệt truyền từ những vật thể nóng hơn sang những vật thể lạnh hơn có thể tính được, và hóa ra lớn hơn nhiều so với xác suất của nhiệt di chuyển hướng tới vật thể nóng hơn.

Phân ngành của khoa học làm sáng tỏ những điều này được gọi là vật lý thống kê, và một trong những thành tựu lớn của nó, bắt đầu với Boltzmann, là đã để hiểu bản chất có tính xác suất của Nhiệt và nhiệt độ, tức là, nhiệt động lực học.

Thoạt nhìn, ý nghĩ rằng sự thiếu hiểu biết của chúng ta ngầm chứa một gì đó về cách vận động của thế giới, xem đường phản lý trí: thìa khuấy trà lạnh nóng lên trong tách trà nóng và quả bóng bay lung tung sau khi bùng nổ ra, đều bất chấp những gì tôi biết hay không biết. Những gì chúng ta biết hay không biết có dính dáng gì với những luật chi phối thế giới? Câu hỏi thì không sai trái; trả lời cho nó thì uẩn khúc.

Thìa khuấy trà và quả bóng tác động như chúng phải thế, tuân theo những luật của vật lý trong độc lập hoàn toàn với những gì chúng ta biết hay không biết về chúng. Tính có thể đoán trước được hay không đoán trước được về hành vi của chúng không phụ thuộc vào điều kiện chính xác của chúng; nó phụ thuộc vào tập hợp hữu hạn gồm những thuộc tính của chúng vốn chúng ta tác động qua lại với chúng. Tập hợp những thuộc tính này phụ thuộc vào cách tác động qua lại cụ thể của chúng ta với thìa khuấy trà hay quả bóng. Xác suất không đề cập đến sự phóng thả của vật chất trong chính nó. Nó liên hệ đến sự phóng thả của những số lượng cụ thể đó mà chúng ta tác động qua lại với chúng. Một lần nữa, bản chất tương đối sâu xa của những khái niệm chúng ta dùng để dàn xếp thế giới nổi lên.

Thìa khuấy trà lạnh nóng lên trong nước trà nóng vì nước trà và thìa khuấy tác động qua lại với chúng ta qua một số hữu hạn của những biến số giữa vô số những biến số, vốn chúng đặc trưng trạng thái micrô của chúng. Giá trị của những biến số này thì không đủ để đoán trước chính xác được hành vi tương lai (chúng kiến trường hợp quả bóng), nhưng là đủ để đoán trước với xác suất thuận lợi nhất rằng cái thìa sẽ nóng lên.

Tôi mong rằng không làm người đọc mất đi sự chú ý về những phân biệt tế nhị này...

Bây giờ, trong đường tiên của Nhiệt Động Lực Học thế kỷ XX (tức là, khoa học về Nhiệt) và Cơ Học Thống Kê (nghĩa là, khoa học về xác suất của những chuyển động khác loại) [2] đã được mở rộng đến những hiện tượng của trường điện từ và quantum. Tuy nhiên, sự mở rộng để gồm cả trường hấp

dẫn, đã cho thấy có khó khăn. Trường lực hấp dẫn hoạt động thế nào khi nó nóng lên thì vẫn là một vấn đề chưa được giải quyết.

Chúng ta biết những gì sẽ xảy ra với trường điện từ khi nóng: trong một lò hấp, lấy thí dụ, có phóng xạ điện từ nóng vốn nấu chín một bánh pie, và chúng ta biết mô tả việc này thế nào. Những sóng điện từ dao động, chia sẻ năng lượng theo ngẫu nhiên, và chúng ta có thể tưởng tượng tất cả giống như một đám khí gồm những photon, nó di chuyển giống như những particle trong một quả bóng nóng. Nhưng một trường lực hấp dẫn nóng là gì?

Trường lực hấp dẫn, như chúng ta đã thấy trong bài giảng đầu tiên, chính nó là không gian, thời-không trong hoạt động. Do đó khi nhiệt được khuếch tán vào trường hấp dẫn, thời và không gian chính nó phải dao động ... Nhưng chúng ta cũng vẫn không biết mô tả sự việc này thế nào. Chúng ta không có những phương trình để mô tả những dao động nhiệt của một thời-không nóng. Một thời gian dao động là gì?

Những vấn đề loại như vậy dẫn chúng ta đến trung tâm của vấn đề thời gian: dòng chảy của thời gian thì chính xác là gì?

Vấn đề đã có mặt trong vật lý cổ điển, và được những nhà triết học nhân mạnh trong những thế kỷ XIX và XX – nhưng trong vật lý hiện đại nó trở thành một vấn đề trầm trọng hơn. Vật lý mô tả thế giới bằng phương tiện của công thức vốn cho biết mọi sự vật việc thay đổi khác nhau như một hàm số của ‘thời gian’. Nhưng chúng ta có thể viết công thức để cho chúng ta biết mọi sự vật việc thay đổi khác nhau thế nào trong tương quan với ‘vị trí’ của chúng, hay hương vị của một đĩa cơm chiên bơ lồi Italy (risotto) thay đổi thế nào như một hàm số của ‘lượng thay đổi của bơ’. Thời gian xem dường như ‘trôi chảy’, trong khi lượng bơ hay vị trí trong không gian không ‘trôi chảy’. Sự khác biệt này từ đâu đến?

Một cách khác để đưa lên vấn đề là một người hãy tự hỏi: ‘hiện tại’ là gì? Chúng ta nói rằng chỉ những sự vật việc của hiện tại thì hiện hữu: quá khứ không còn hiện hữu và tương lai chưa hiện hữu. Nhưng trong vật lý thì không có gì tương ứng với khái niệm của ‘bây giờ’. So sánh ‘bây giờ’ với ‘ở đây’. ‘Ở đây’ chỉ định vị trí nơi có người nói: đối với hai người khác nhau ‘ở đây’ chỉ hai địa điểm khác nhau. Do đó ‘ở đây’ là một từ mà ý nghĩa của nó phụ thuộc vào nơi nào nó được nói. Thuật ngữ kỹ thuật cho loại ‘nói ra’ này là

‘tùy người nói’. ‘Bây giờ’ cũng chỉ vào khoảnh khắc trong đó từ này được thốt lên, và cũng được phân loại là ‘tùy người nói’. Nhưng không một ai mơ tưởng để nói rằng những sự vật việc ‘ở đây’ thì là-có, trong khi những sự vật việc không ‘ở đây’ thì không là-có. Vậy thì tại sao chúng ta lại nói rằng những sự vật việc ‘bây giờ’ thì là-có và mọi sự vật việc khác thì không? Có phải hiện tại là một gì đó mà nó thì khách quan trong thế giới, mà nó ‘trôi chảy’ và làm cho mọi sự vật việc ‘là-có’, từ sự vật việc này đến sự vật việc kia, hay nó chỉ là chủ quan, như ‘ở đây’?

Điều này có thể xem dường giống như một vấn đề tinh thần tôi tạm khó hiểu. Nhưng vật lý hiện đại đã biến nó thành một vấn đề nóng bỏng, vì thuyết tương đối đặc biệt đã cho thấy rằng khái niệm ‘hiện tại’ thì cũng là chủ quan. Những nhà vật lý và triết học đã đi đến kết luận rằng ý tưởng về một hiện tại vốn nó thì có chung với toàn bộ vũ trụ là một ảo tưởng, và rằng sự ‘trôi chảy’ phổ quát của thời gian là một sự khái quát hóa không thành công. Khi Michele Besso, người bạn thân người Italy của ông qua đời, Einstein đã viết một lá thư cảm động cho người chị của Michele: ‘Michele đã rời bỏ thế giới xa lạ này trước tôi một chút. Điều này chẳng có nghĩa. Những người như chúng ta, những người tin vào vật lý, biết rằng sự khác biệt tạo ra giữa quá khứ, hiện tại và tương lai thì không gì hơn một ảo tưởng bướng bỉnh, khó bỏ’.

Ảo tưởng hay không, những gì giải thích việc xảy ra rằng đối với chúng ta thời gian ‘chạy’, ‘chảy’, ‘trôi qua’? Sự trôi qua của thời gian thì hiển nhiên với tất cả chúng ta: những suy nghĩ của chúng ta và những lời nói của chúng ta tồn tại trong thời gian; cấu trúc của ngôn ngữ của chúng ta đòi hỏi thời gian – một sự vật việc ‘là’, hay ‘đã là’, hay ‘sẽ là’. Có thể tưởng tượng một thế giới không có màu sắc, không có vật chất, ngay cả không có không gian, nhưng thật khó để tưởng tượng một thế giới không có thời gian. Triết gia Germany, Martin Heidegger đã nhấn mạnh vào sự ‘cư ngụ trong thời gian’ của chúng ta. Có thể nào rằng dòng chảy của thời gian mà Heidegger coi như nguyên sơ thiết yếu thì vắng mặt trong những mô tả của thế giới? <sup>[3]</sup>

Một số triết gia, trong đó gồm những tín đồ trung thành nhất của Heidegger, kết luận rằng vật lý thì không có khả năng mô tả những phương diện cơ bản nhất của thực tại, và loại bỏ nó như một hình thức hiểu biết sai lạc. Nhưng nhiều lần trong quá khứ chúng ta đã nhận ra rằng đó là những trực giác trực tiếp của chúng ta thì không chính xác: nếu chúng ta vẫn giữ chúng,

chúng ta tất vẫn tin rằng Trái Đất thì phẳng và quanh nó là mặt trời quay. Những trực giác của chúng ta đã phát triển trên những kinh nghiệm có hạn của chúng ta. Khi chúng ta nhìn xa hơn một chút về trước, chúng ta tìm biết được rằng rằng thế giới thì không như nó xuất hiện với chúng ta: Trái đất thì tròn, và (những người) trong thành phố Cape Town (ở nam bán cầu), chân họ đều chõng ngược lên và đầu của họ đều xoay chúi xuống. Để tin cậy vào những trực giác tức thời này, thay vì vào sự xem xét tập thể vốn hợp lý, cẩn thận và thông minh, thì không là khôn ngoan: nó là tự phụ của một cụ già, người từ chối để tin rằng thế giới bao la bên ngoài làng của cụ thì không gì khác với thế giới cụ hằng biết.

Cũng sống động như nó có thể hiện ra với chúng ta, kinh nghiệm của chúng ta về thời gian trôi qua không cần để phản chiếu một phương diện nền tảng của thực tại. Nhưng nếu nó không phải là nền tảng, kinh nghiệm sống động của chúng ta về sự trôi qua của thời gian, nó đến từ đâu?

Tôi nghĩ rằng trả lời nằm trong kết nối chặt chẽ giữa thời gian và nhiệt. Có một sự khác biệt có thể dò thấy được giữa quá khứ và tương lai chỉ khi có dòng chảy của nhiệt. Nhiệt được nối với xác suất; và đến lượt xác suất được nối với thực tế là những tác động qua lại của chúng ta với phần còn lại của thế giới không ghi chép những chi tiết tinh tế của thực tại. Dòng chảy của thời gian xuất hiện như vậy từ vật lý, nhưng không phải trong bối cảnh của một mô tả chính xác về những sự vật việc như chúng đang là-có. Nó xuất hiện, đúng hơn, trong bối cảnh của xác suất thống kê và nhiệt động lực học. Điều này có thể giữ chìa khóa của sự bí ẩn của thời gian. ‘Hiện tại’ không tồn tại trong một ý nghĩa khách quan nào hơn là ‘ở đây’ tồn tại một cách khách quan, nhưng vì những mô tác động qua lại ở tầm mức micro bên trong thế giới khiến nổi lên nhắc nhở sự xuất hiện của những hiện tượng theo thời gian bên trong một hệ thống (thí dụ, bản thân chúng ta) vốn chỉ những tác động qua lại qua trung gian của vô số những biến số.

Trí nhớ của chúng ta và ý thức của chúng ta được xây dựng trên những hiện tượng mang tính thống kê này. Đối với một con người quá sức nhạy cảm, trong giả thuyết, thì sẽ không có ‘trôi chảy’ của thời gian: vũ trụ sẽ là một khối duy nhất của quá khứ, hiện tại và tương lai. Nhưng do những hạn chế trong ý thức của chúng ta, chúng ta chỉ nhận thức được một cái nhìn mờ mờ của thế giới, và sống trong thời gian. Vay mượn từ người biên tập, người



Italy của tôi, ‘những gì không rõ ràng thì bao la hơn nhiều những gì rõ ràng’. Từ điểm nhìn giới hạn, mờ nhòe này, chúng ta có được nhận thức của chúng ta về sự trôi chảy của thời gian. Thế đã rõ ràng chưa? Chưa, không phải vậy. Vẫn còn quá nhiều để tìm hiểu.

Thời gian nằm ở trung tâm của mớ rối rắm của những vấn đề được nêu lên bởi giao điểm của lực hấp dẫn, cơ học quantum và nhiệt động lực học. Một loạt rối rắm những vấn đề vốn chúng ta vẫn còn trong bóng tối. Nếu có một gì đó mà chúng ta có thể bắt đầu hiểu về lực hấp dẫn quantum, vốn kết hợp hai trong ba mảng còn thiếu của trò đồ ghép hình, chúng ta vẫn chưa có một lý thuyết nào có khả năng kéo chung lại cả ba mảng kiến thức cơ bản của chúng ta về thế giới.

Một manh mối nhỏ hướng tới giải pháp đến từ một tính toán được Stephen Hawking hoàn thành, nhà vật lý nổi tiếng vì tiếp tục tạo lý thuyết vật lý xuất sắc mới mặc dù tình trạng sức khỏe đặc biệt khiến ông phải đi lại với một xe lăn và ông nói phải có một máy trợ giúp.

Dùng cơ học quantum, Hawking đã chứng minh thành công rằng những hố đen đều luôn luôn “nóng”. Chúng tỏa nhiệt như một lò đốt. Đó là dấu hiệu cụ thể đầu tiên về bản chất của ‘không gian nóng’. Chưa ai đã từng quan sát nhiệt này, vì nó thì mờ nhạt trong những hố đen thực sự vốn đã từng được quan sát đến nay – nhưng tính toán của Hawking thì thuyết phục, nó đã được lập lại trong nhiều cách khác nhau, và thực tại của nhiệt của những hố đen thì đã được chấp nhận rộng rãi.

Nhiệt của hố đen là một tác động quantum trên một vật thể, hố đen, vốn có lực hấp dẫn trong tự nhiên. Nó là những quantum riêng rẽ của không gian, những hạt cơ bản của không gian, những ‘particle’ rung động làm nóng bề mặt của hố đen, và tạo ra nhiệt hố đen. Hiện tượng này liên quan đến cả ba mặt của vấn đề: cơ học quantum, thuyết tương đối tổng quát và nhiệt lực học. Nhiệt của hố đen giống như hòn đá Rosetta <sup>[4]</sup> của vật lý, được viết bằng một kết hợp của ba ngôn ngữ – Quantum, Lực Hấp dẫn và Nhiệt Động Lực – vẫn đang chờ được khai mở để hé lộ cho thấy bản chất thực của thời gian.

-----\*\*\*-----

## **ĐỀ ĐÓNG LẠI** **VỀ BẢN THÂN CHÚNG TA**

Sau khi đã theo đi đến đây, từ cấu trúc của không gian sâu thẳm đến những rìa cạnh mờ mịt của cosmos được biết, trước khi đóng lại loạt bài giảng này, tôi muốn quay về đề tài là chính chúng ta.

Chúng ta có vai trò gì như những con người nhận thức, tạo những quyết định, cười và khóc, trong bức tranh vẽ trên tường vĩ đại của thế giới như vật lý ngày nay đã hình dung cho thấy? Nếu thế giới là một dày đặc đông đảo những quantum ẩn hiện thoáng qua của không gian và vật chất, một hình ghép của những mẩu rời rạc thách đố của không gian và những particle cơ bản, thì chúng ta là gì? Có phải chúng ta cũng chỉ gồm những quantum và những particle? Nếu thế, từ đâu chúng ta có được cảm nhận đó về hiện hữu cá nhân và về tính có tự ngã duy nhất vốn tất cả chúng ta đều có thể làm chứng cho chúng? Và khi đó những gì là những giá trị của chúng ta, những giấc mơ của chúng ta, những cảm xúc của chúng ta, kiến thức cá nhân của chúng ta? Chúng ta là gì đây, trong thế giới vô biên và đang nở rộng này?

Tôi không thể ngay cả dù chỉ tưởng tượng để cố gắng thực sự trả lời một câu hỏi như vậy trong những trang đơn giản này. Đó là một câu hỏi gai góc. Trong bức tranh lớn về khoa học ngày nay, có rất nhiều những sự vật việc chúng ta không hiểu, và một trong những sự việc chúng ta hiểu ít nhất là chính chúng ta. Nhưng để tránh câu hỏi này hay bỏ qua nó, tôi nghĩ, sẽ là bỏ qua một gì đó thiết yếu. Tôi đã bắt đầu với ý định để cho thấy thế giới trông như thế nào dưới ánh sáng của khoa học, và chúng ta cũng là một phần của thế giới đó.

‘Chúng ta’, loài người, đều trước tiên và trước hết là những đối tượng thực hiện việc quan sát thế giới này; những nhà kiến tạo tập thể của bức ảnh về thực tại mà tôi đã cố gắng biên soạn. Chúng ta là những nút trong một mạng lưới của những trao đổi (trong đó quyển sách này là một thí dụ) qua đó chúng ta truyền đi những hình ảnh, dụng cụ, thông tin và kiến thức.

Nhưng chúng ta cũng là một phần không thể tách rời của thế giới mà chúng ta cảm nhận; chúng ta không là những người quan sát bên ngoài. Chúng ta

đều ở bên trong nó. Quan điểm của chúng ta về nó là từ giữa nó. Chúng ta được tạo thành từ cùng những atom và những tín hiệu ánh sáng như được trao đổi giữa những cây tùng trên núi cao và những sao trong những galaxy.

Khi kiến thức của chúng ta đã tăng trưởng, chúng ta đã học được rằng chúng ta là chỉ một phần của vũ trụ, và một phần nhỏ trong đó.

Điều này đã ngày càng rõ ràng hơn qua nhiều thế kỷ, nhưng đặc biệt như thế trong thế kỷ vừa qua. Chúng ta đã tin rằng chúng ta đã trên một hành tinh ở trung tâm của vũ trụ, nhưng chúng ta thì không. Chúng ta đã nghĩ rằng chúng ta hiện hữu như những sinh vật độc đáo, một loài khác biệt với gia đình gồm những thú vật và cây cỏ, nhưng đã khám phá được rằng rằng chúng ta là dòng dõi của cùng cha cùng mẹ như mọi loài có sự sống quanh chúng ta. Chúng ta có chung tổ tiên chung với loài bướm và loài tùng. Chúng ta giống như đứa trẻ con một, lớn lên nhận ra rằng thế giới không xoay quanh một mình chúng, như chúng nghĩ khi còn nhỏ. Chúng phải học cách trở thành một giữa những người khác. Phản chiếu bởi những người khác, và bởi những sự vật khác, chúng ta biết chúng ta là ai.

Đương giai đoạn rực rỡ của chủ nghĩa duy ý Germany, Schelling<sup>[1]</sup> đã có thể nghĩ rằng loài người đại diện cho chop nhọn của Tự nhiên, điểm cao nhất, nơi đó thực tại trở thành tự ý thức. Ngày nay, từ điểm đứng được kiến thức hiện tại của chúng ta đem cho về thế giới tự nhiên, ý tưởng này mang lại một nụ cười mỉm. Nếu chúng ta đều là đặc biệt, chúng ta đều chỉ đặc biệt theo cách mà mọi người cảm thấy về chính mình, như mọi người mẹ với đứa con của bà. Chắc chắn không phải với phần còn lại của tự nhiên.

Trong lòng biển cả bao la của những galaxy và những chùm sao, chúng ta ở một góc hẻo lánh; giữa vô hạn những uốn lượn như trang trí của những thể dạng vốn tạo dựng thực tại, chúng ta đơn thuần là một bưng nở trong vô vàn những bưng nở khởi sắc loại giống như vậy.

Những hình ảnh mà chúng ta xây dựng về vũ trụ sống bên trong chúng ta, trong không gian của những suy nghĩ của chúng ta. Giữa những hình ảnh này – giữa những gì chúng ta có thể tái tạo và thấu hiểu với những phương tiện giới hạn của chúng ta – và thực tại vốn chúng ta là phần của nó, ở đó có mặt vô số những sàng lọc: sự thiếu hiểu biết của chúng ta, những giới hạn của những giác quan và của óc thông minh của chúng ta. Chính là cùng những

điều kiện vốn thiên nhiên của chúng ta như những chủ thể, và những chủ thể đặc thù chi tiết, áp đặt trên kinh nghiệm.

Những điều kiện này, dù sao đi nữa, đều không, như Kant đã tưởng tượng, là phổ quát – sau khi diễn dịch từ điều này (trong sai lầm rõ ràng) rằng bản chất của không gian hình học Euclid và ngay cả cả cơ học Newton do đó phải là đúng tiên nghiệm. Chúng là một hậu nghiệm đối với sự tiến hóa tinh thần của loài người chúng ta, và đang trong tiến hóa liên tục. Chúng ta không chỉ học, nhưng chúng ta cũng học để dần dần thay đổi khung dàn dựng khái niệm của chúng ta và để thích ứng nó với những gì chúng ta học. Và những gì chúng ta đang học để nhìn nhận, mặc dù chậm chạp và do dự, là bản chất của thế giới thực vốn chúng ta đều là phần của nó. Những hình ảnh chúng ta xây dựng về vũ trụ có thể sống bên trong chúng ta, trong không gian khái niệm; nhưng chúng cũng mô tả khéo léo, nhiều hay ít, thế giới thực mà chúng ta thuộc về nó. Chúng ta đi theo những dẫn dắt ngõ hầu để mô tả tốt hơn thế giới này.

Khi chúng ta nói về Nở Bùng Lớn hay mặt vải lưới kết cấu của không gian, những gì chúng ta đang làm thì không phải là một tiếp tục của những câu chuyện thả lỏng tưởng tượng và tuyệt diệu mà loài người đã kể đêm đêm quanh ngọn lửa trại trong hàng trăm ngàn năm. Đó là sự tiếp tục của một gì đó khác: của ánh mắt đăm đăm của cùng những con người đó trong ánh sáng đầu tiên của ngày mới, nhìn vào những vết của con dê núi để trong đám bụi đất của cánh đồng cỏ vùng nhiệt đới – rà soát kỹ lưỡng và diễn dịch từ những chi tiết của thực tại, để đuổi theo một gì đó vốn chúng ta không thể thấy trực tiếp, nhưng có thể lần theo những dấu vết của nó. Trong nhận thức rằng chúng ta luôn luôn có thể sai, và do đó sẵn sàng bất cứ lúc nào để đổi hướng, nếu hiện ra một dấu vết mới; nhưng cũng biết rằng nếu chúng ta đủ khéo léo, chúng ta sẽ có được hướng đúng và sẽ tìm thấy những gì chúng ta đang tìm. Đây là bản chất của khoa học.

Sự lẫn lộn giữa hai hoạt động khác loại này của con người – tạo dựng những câu chuyện kể, và đi theo sau những dấu vết để tìm một gì đó – là nguồn gốc của sự không am hiểu và không tin tưởng về khoa học đã được một phần đáng kể trong văn hóa thời nay của chúng ta cho thấy [2]. Sự phân chia là một việc tinh tế: con dê núi bị săn đuổi vào lúc sáng sớm thì không xa lắm với thần linh dương trong câu chuyện kể đêm đó.

Ranh giới thì xốp mềm co dãn. Huyền thoại nuôi dưỡng khoa học, và khoa học nuôi dưỡng huyền thoại. Nhưng giá trị của kiến thức vẫn còn đó. Nếu chúng ta tìm được con dê núi, có thể chúng ta có cái ăn.

Như hệ quả, kiến thức của chúng ta phản ánh thế giới. Nó làm điều này, nhiều hay ít, khéo léo, nhưng nó phản ánh thế giới trong đó chúng ta cư trú. Sự thông tin giao tiếp này giữa chính chúng ta và thế giới không là những gì phân biệt chúng ta với phần còn lại của tự nhiên. Tất cả mọi sự vật việc đều liên tục tác động qua lại với lẫn nhau, và trong khi làm như thế, mỗi sự vật việc mang dấu vết của gì vốn nó đã tác động qua lại: và trong ý hướng này nghĩa này tất cả mọi sự vật việc đều liên tục trao đổi thông tin về lẫn nhau.

Thông tin của một hệ thống vật lý có về một hệ thống khác thì không có gì là tinh thần hay chủ quan về nó: nó chỉ là sự liên kết vật lý xác định giữa trạng thái của một gì đó và trạng thái của một gì đó khác. Một giọt mưa chứa thông tin về sự hiện diện của một đám mây trên bầu trời; một tia sáng chứa thông tin về màu sắc của vật chất mà từ đó nó đã phản chiếu; một đồng hồ có thông tin về thời gian trong ngày; những cơn gió chứa thông tin về một cơn bão đang đến gần; một loại virus cảm cúm có thông tin về sự dễ tổn thương của mũi của tôi; DNA trong tế bào của chúng ta chứa tất cả thông tin trong code di truyền của chúng ta (về những gì khiến tôi giống bố mẹ tôi); và óc của tôi chất đầy những thông tin tích lũy từ kinh nghiệm của tôi. Vật chất nguyên sơ của những suy nghĩ của chúng ta là một tụ hợp thông tin vô cùng phong phú được tích lũy, trao đổi, và tinh vi phức tạp không ngừng.

Ngay cả cơ năng điều hòa thân nhiệt trong hệ thống trung tâm giữ cho tôi luôn được ấm, nó ‘cảm’ và ‘biết’ nhiệt độ môi trường trực tiếp xung quanh trong nhà tôi, có thông tin về nó và tắt đi khi nó đủ ấm. Như thế, vậy thì sự khác biệt giữa cơ năng điều hòa thân nhiệt và ‘cảm’ và ‘biết’ của riêng tôi là gì khiến khiến khi quanh tôi trời ấm áp và nó tự do quyết định để tắt đi việc làm ấm hay không – và ‘biết’ rằng tôi hiện hữu? Làm thế nào sự trao đổi thông tin liên tục trong tự nhiên có thể tạo ra chúng ta, và những suy nghĩ của chúng ta?

Vấn đề vẫn còn bỏ ngỏ, với nhiều giải pháp tốt đang trong thảo luận. Điều này, tôi tin rằng, là một trong những biên cương thú vị nhất của khoa học, nơi những tiên bộ lớn sắp được thực hiện. Ngày nay, những dụng cụ mới cho phép chúng ta quan sát hoạt động của bộ óc khi nó đang hoạt động và để lập

bản đồ những mạng phức tạp với độ chính xác thán phục Gần đây nhất, như năm 2014, tin tức đã được công bố đã đi đến lập được bản đồ chi tiết đầy đủ với mức độ meso [3] của cấu trúc não của một động vật loài có vú. Những ý tưởng cụ thể về những hình thức toán học của những cấu trúc có thể tương ứng với kinh nghiệm chủ quan của ý thức như thế nào, hiện đang được thảo luận, không chỉ bởi những nhà triết học mà còn bởi những nhà thần kinh học.

Một ý tưởng lôi cuốn hứng thú, lấy một trường hợp, là lý thuyết toán học do Giulio Tononi, một nhà khoa học người Italy làm việc ở US, đang dựng lập. Nó gọi là Thuyết Thông Tin Tích hợp ‘Integrated information theory’ [4] và là một cố gắng để định rõ đặc điểm định lượng được của cấu trúc vốn một hệ thống phải có để là có ý thức, thí dụ, sự mô tả những gì thực sự thay đổi trên bình diện vật lý khi chúng ta tỉnh táo (hữu thức) và khi chúng ta ngủ nhưng không mơ (vô thức). Nó vẫn đang còn ở giai đoạn phát triển. Chúng ta vẫn chưa có giải đáp thành lập được và thuyết phục được cho câu hỏi ý thức của chúng ta hình thành như thế nào. Nhưng có vẻ như với tôi rằng sương mù bắt đầu tan, sáng sủa hơn.

Có một vấn đề đặc biệt nhìn về hướng bản thân chúng ta, thường khiến chúng ta bối rối: điều đó có nghĩa là gì, con người chúng ta được tự do tạo những quyết định, hay nếu hành vi của chúng ta không làm gì cả, ngoài việc tuân theo những định luật tự nhiên đã định trước? Có lẽ không có một sự mâu thuẫn nào giữa cảm giác về tự do và khuôn khổ nghiêm ngặt của chúng ta, như bây giờ chúng ta đã hiểu nó, mọi sự vật việc vận hành trong thế giới với nó? Có lẽ có một gì đó trong chúng ta vốn thoát khỏi sự qui củ hợp thức đúng mực của tự nhiên, và cho phép chúng ta xoay chuyển và đi chệch khỏi nó qua sức mạnh của tự do để suy nghĩ của chúng ta?

Vâng, không, không có gì về chúng ta có thể thoát khỏi những chuẩn mực của tự nhiên. Nếu một gì đó trong chúng ta có thể vi phạm những luật của tự nhiên, giờ đây chúng ta tất đã khám phá ra nó. Không có gì trong chúng ta trong sự vi phạm với hành vi tự nhiên của những sự vật việc. Toàn bộ khoa học ngày nay – từ vật lý đến hóa học, và từ sinh học đến thần kinh học – không gì ngoài việc xác nhận sự quan sát này.

Giải đáp cho sự lẫn lộn nằm ở chỗ nào đó khác. Khi chúng ta nói rằng chúng ta đều có tự do, và đúng là chúng ta có thể là thế, điều này có nghĩa là cách chúng ta cư xử thì được ấn định bởi những gì xảy ra bên trong chúng ta,

bên trong não, chứ không phải bởi những yếu tố bên ngoài. Có tự do không có nghĩa là hành vi của chúng ta thì không được ấn định bởi những luật của tự nhiên. Điều đó có nghĩa là nó được ấn định bởi những định luật tự nhiên đang hoạt động trong bộ óc của chúng ta.

Những quyết định tự do của chúng ta đều được tự do ấn định bởi những kết quả của những tác động qua lại phong phú và nhanh chóng giữa những tế bào thần kinh trong óc của chúng ta: chúng có được tự do đến mức của sự tác động qua lại giữa những nơ-ron này cho phép và ấn định. Có phải điều này có nghĩa là khi tôi đưa ra quyết định thì ‘tôi’ là người quyết định? Phải, dĩ nhiên, vì sẽ là phi lý để hỏi có phải ‘tôi’ có thể làm một gì đó khác với những gì toàn bộ phức tạp của những nơ-ron của tôi đã quyết định: hai sự vật, như triết gia thế kỷ XVII, người Netherlands, Baruch Spinoza đã hiểu rõ với sự trong sáng tuyệt vời, chúng đều cùng là một sự vật<sup>[5]</sup>.

Không có một cái ‘tôi’ và ‘những tế bào thần kinh trong óc của tôi’. Chúng cùng là một sự vật. Một cá nhân là một tiến trình: phức tạp, được hợp thành một thể thống nhất chặt chẽ.

Khi chúng ta nói rằng hành vi của con người là không thể đoán trước được, chúng ta nói đúng, vì nó quá phức tạp để đoán trước được, đặc biệt là bởi chính chúng ta. Cảm giác mãnh liệt về tự do nội tại của chúng ta, như Spinoza đã thấy rõ, đến từ thực tế rằng những ý tưởng và những hình ảnh mà chúng ta có về chính chúng ta đều thô sơ hơn và giản lược hơn nhiều so với phức tạp chi tiết về những gì đang xảy ra bên trong chúng ta. Chúng ta là nguồn của kinh ngạc trong chính mắt mình.

Chúng ta có hàng trăm tỷ những tế bào thần kinh trong bộ óc chúng ta, nhiều như số những chòm sao trong một galaxy, với một số lượng ‘hàng hà sa số’ những kết hợp và sẵn sàng có thể có thể kết hợp qua đó chúng có thể tác động hai chiều. Chúng ta không ý thức về tất cả sự việc này. ‘Chúng ta’ là tiến trình được hình thành bởi toàn bộ sự phức tạp này, không chỉ bởi một chút của nó mà chúng ta có được ý thức (về một chút đó).

Cái ‘tôi’, người quyết định thì là cùng ‘cái tôi’ được hình thành (theo một cách vẫn chưa chắc chắn hoàn toàn rõ ràng, nhưng chúng ta đã bắt đầu có ý niệm lơ mơ) từ những phản xạ trên chính nó; qua sự tự trình bày biểu hiện ra thế giới; từ việc hiểu chính nó như là một quan điểm biến đổi được đặt trong

bối cảnh của thế giới; từ cấu trúc hết sức kinh ngạc thán phục tiến hành biến đổi thông tin và xây dựng những biểu hiện vốn là bộ óc của chúng ta. Khi chúng ta có cảm giác rằng ‘nó là tôi’ là người quyết định, chúng ta không thể chính xác hơn. Còn ai nữa?

Tôi, như Spinoza đã chủ trương, là cơ thể của tôi và những gì xảy ra trong não và tim của tôi, với sự vô cùng bao la của chúng, đối với tôi, và sự phức tạp không thể tháo gỡ.

Bức tranh khoa học về thế giới mà tôi đã nhắc đến trong những trang này, sau đó, thì không tranh chấp với những cảm nhận phán đoán của bản thân chúng ta. Nó không mâu thuẫn với suy nghĩ của chúng ta trong những điều kiện đạo đức và tâm lý, hay với những xúc động và tình cảm của chúng ta. Thế giới thì phức tạp, và chúng ta nắm bắt nó với những ngôn ngữ khác nhau, mỗi ngôn ngữ phù hợp với tiến trình mà chúng ta đang mô tả. Mỗi tiến trình phức tạp có thể được nói đến và nhận hiểu bằng những ngôn ngữ khác nhau và ở những mức độ khác nhau. Những ngôn ngữ đa dạng này giao nhau, đan lẫn vào nhau và hỗ trợ nâng cao lẫn nhau, giống như bản thân những tiến trình. Nghiên cứu về tâm lý học của chúng ta trở nên tinh vi hơn thông qua sự hiểu biết của chúng ta về cấu trúc sinh hóa của bộ óc. Nghiên cứu về vật lý lý thuyết được nuôi dưỡng bởi đam mê và cảm xúc vốn làm sống động đời sống chúng ta.

Những giá trị đạo đức của chúng ta, những cảm xúc của chúng ta, những yêu thương của chúng ta không kém thực hơn vì là phần của tự nhiên, vì được chia sẻ với thế giới động vật, hay vì được ấn định bởi sự tiến hóa mà loài chúng ta đã trải qua hàng triệu năm. Đúng hơn, chúng có giá trị hơn như là một kết quả của điều này: chúng là có thật. Chúng là thực tại phức tạp vốn chúng ta được tạo thành từ chúng. Thực tại của chúng ta là nước mắt và tiếng cười, lòng biết ơn và lòng vị tha, lòng trung thành và sự phản bội, quá khứ vốn ám ảnh chúng ta và sự thanh thoát tĩnh lặng. Thực tại của chúng ta được làm thành những xã hội chúng ta, những xúc động cảm hứng từ âm nhạc, những mạng lưới đan kết phong phú của kiến thức chung mà chúng ta đã cùng nhau xây dựng. Tất cả những điều này là phần của cùng-bản chất ‘tự nhiên’ mà chúng ta đang mô tả. Chúng ta là một phần nội tại của tự nhiên; chúng ta là tự nhiên, trong một của những thể hiện biến thái vô số và vô hạn của nó. Đây là những gì chúng ta đã học được từ sự hiểu biết ngày càng tăng



của chúng ta về những sự vật việc của thế giới này.

Điều đó khiến chúng ta đặc biệt là con người không biểu thị sự tách rời khỏi tự nhiên; nó là một phần của cùng-bản chất tự nhiên đó. Đó là một hình thức mà tự nhiên đã nhận ở đây trên hành tinh của chúng ta, trong lối chơi vô tận của những kết hợp của nó, qua sự ảnh hưởng lẫn nhau và trao đổi của những tương hệ và thông tin giữa những phần của nó. Ai biết được có bao nhiêu và những phức tạp phi thường nào khác tồn tại, trong những hình thức có lẽ không thể tưởng tượng được, trong không gian vô tận của vũ trụ... Có quá nhiều không gian ở đó, khiến là trẻ con để nghĩ rằng trong một góc vòng ngoài của một galaxy bình thường, ở đó nên có một gì đó duy nhất đặc biệt. Sự Sống trên trái Đất cho chỉ một hương vị nhỏ về những gì có thể xảy ra trong vũ trụ. Chính hồn người của chúng ta chỉ là một thí dụ loại nhỏ tựa như vậy.

Chúng ta là một loài đã chuyên dịch một cách tự nhiên bởi tò mò, loài duy nhất còn sót lại của một nhóm gồm những loài (chi Homo) được tạo thành từ hàng tá những loài tò mò. Những loài khác trong nhóm đã tuyệt chủng; một số, như người Neanderthal, mới gần đây, khoảng ba mươi nghìn năm trước. Nó là một nhóm những loài vốn đã tiến hóa ở Africa, giống như loài chimpanzee, phân đẳng cấp và hay cãi cọ – và thậm chí gần giống với những loài bonobos, một loại chimpanzee, nhỏ và hòa bình, vui vẻ và bình đẳng. Một nhóm của chủng loại đã nhiều lần đi ra khỏi Africa để thám hiểm những thế giới mới, và đã đi xa: sau cùng xa đến Patagonia, cực nam châu America – và đến nay, cuối cùng đến mặt trăng.

Nó không phải là phản lại bản chất tự nhiên để là tò mò: nó là trong bản chất của chúng ta để là như thế.

Một trăm nghìn năm trước loài của chúng ta đã rời khỏi Africa, thúc đẩy có lẽ đúng là sự tò mò này, sau khi học để nhìn vào xa thêm hơn nữa. Bay qua Africa về đêm, tôi đã tự hỏi nếu một trong những tổ tiên xa xôi này sau khi bắt đầu hướng đến những không gian mở rộng của vùng bắc Africa, có phải đã có thể ngừng lên trời cao và đã tưởng tượng một con cháu xa xôi đang bay cao trên đó, trầm ngâm về bản chất của sự vật, và cùng một tò mò vẫn thúc đẩy.

Tôi tin rằng loài chúng ta sẽ không tồn tại lâu dài. Xem dường, quả thực,

nó không được làm bằng thứ vốn đã cho phép con rùa, thí dụ, tiếp tục để tồn tại nhiều hay ít không đổi, trong hàng trăm triệu năm; tức là, hàng trăm lần lâu dài hơn chúng ta đã từng tồn tại. Chúng ta thuộc về một chi có đời-sống ngắn của những động vật. Tất cả những anh chị em họ của chúng ta đều đã tuyệt giống. Hơn nữa, chúng ta gây hủy hoại. Khí hậu tàn khốc và những thay đổi môi trường vốn chúng ta đã kích động đều đúng là sẽ không tha cho chúng ta. Đối với Trái đất, chúng có thể trở thành một lệch lạc nhỏ chẳng đi đến đâu, nhưng tôi không nghĩ rằng chúng ta sẽ tồn tại lâu hơn chúng mà không liên lụy – đặc biệt vì công chúng và dư luận chính trị thích để làm ngơ những nguy hiểm mà chúng ta đang tạo ra, sau khi vùi đầu chúng ta trong cát. Có lẽ chúng ta là loài duy nhất trên trái đất có ý thức về sự không tránh khỏi của cái chết cá nhân của chúng ta. Tôi sợ rằng chẳng bao lâu chúng ta cũng sẽ phải trở thành loài duy nhất vốn sẽ biết nhìn sự sụp đổ tập thể đang tới của chính nó, hay ít nhất là sự sụp đổ của nền văn minh của nó.

Như chúng ta biết, nhiều hay ít hơn, đối phó thế nào với sự chết tất yếu cá nhân của chúng ta, chúng ta cũng sẽ đối phó như thế với sự sụp đổ của nền văn minh của chúng ta. Nó thì không quá khác biệt. Và đây chắc chắn không phải là lần đầu tiên điều này xảy ra. Những người Maya và những người đã sống trên đảo Crete, trong số rất nhiều những dân tộc khác, đã kinh nghiệm điều này rồi. Chúng ta sinh ra và chết đi như những ngôi sao sinh ra và chết đi, cả cá nhân lẫn tập thể. Đây là thực tại của chúng ta. Đời sống thì quý giá với chúng ta vì nó thoáng qua, phù du và không mãi mãi. Và như Lucretius đã viết: ‘thèm của chúng ta với đời sống thì ham hố, khát của chúng ta với đời sống thì vô độ’ (De rerum natura, III, 1084) <sup>[6]</sup>. Nhưng chìm sâu trong bản chất này vốn làm thành chúng ta và định hướng cho chúng ta, chúng ta không phải là những hữu thể không nhà, lơ lửng treo giữa hai thế giới, những phần của không gì khác ngoài chỉ phânthuộc về tự nhiên, với một khao khát về một gì nào khác. Không: chúng ta thì ở nhà của mình.

Tự nhiên là nhà của chúng ta, và trong tự nhiên chúng ta ở nhà của mình. Thế giới lạ lùng, nhiều màu và kinh ngạc này chúng ta khám phá – nơi không gian thì từng hạt nhỏ, thời gian không hiện hữu, và sự vật việc đều không định nơi nào – không phải là một gì đó ghê lạnh làm xa lạ chúng ta với những tự ngã đích thực của chúng ta, vì đây chỉ là những gì tò mò tự nhiên của chúng ta tiết lộ cho chúng ta về chốn của chúng ta trú ngụ. Về những sự vật vốn chính chúng ta được tạo từ chúng. Chúng ta được tạo từ cùng hạt bụi của

những sao đã vỡ mà tất cả mọi sự vật việc đều đã được tạo ra, và khi chúng ta chìm đắm trong đau khổ hay khi chúng ta đang trải qua vui sướng mãnh liệt, chúng ta không là gì ngoài những gì chúng ta không thể tránh nhưng phải là: một phần của thế giới của chúng ta.

Lucretius diễn tả điều này, thật tuyệt diệu:

*... chúng ta tất cả đều sinh từ cùng hạt giống của trời cao;  
tất cả chúng ta có cùng cha,  
từ đất đỏ, người nuôi chúng ta là mẹ,  
nhận những giọt mưa trong,  
lúa mì sáng ngời tạo ra từ chúng  
và cây cối xanh tươi,  
và loài người,  
và những loài thú,  
dâng tặng thức ăn vốn tất cả những thân xác được cung dưỡng,  
để sống một đời ngọt ngào  
và sinh con cháu ...*

(II, 991–7)

Đó là phần bản chất của chúng ta để yêu thương và để chân thực. Đó là phần bản chất chúng ta để ao ước được biết thêm, và để tiếp tục học. Kiến thức của chúng ta về thế giới tiếp tục lớn rộng.

Có những biên cương, nơi chúng ta đang học, và khao khát với kiến thức của chúng ta nóng cháy. Chúng đều trong những vượn tới cực nhỏ của mạng kết dệt của không gian, ở những nguồn của vũ trụ, trong bản chất của thời gian, trong hiện tượng của những hố đen, và trong những hoạt động của những tiến trình suy tưởng của chính chúng ta. Ở đây, trên những rìa cạnh của những gì chúng ta biết, trong tiếp xúc với biển cả mênh mông của không biết, ngời sáng sự bí ẩn và cái đẹp của thế giới. Và nó thì kì diệu đến nín thở kinh ngạc.

***Carlo Rovelli***

*Lê Dọn Bàn tạm dịch – bản nháp thứ nhất*

*(Dec/2018)*

*<http://chuyendaudau.blogspot.com/>*

*<http://chuyendaudau.wordpress.com>*

\*\*

-----\*\*\*-----

**THE END**

## Footnote Chap I

[1] Carlo Rovelli. Sette Brevi Lezioni Di Fisica, bản tiếng England Seven Brief Lessons on Physics của Simon Carnell và Erica Segre, nxb Penguin Books Ltd (2016)



Carlo Rovelli (1956-) nhà vật lý lý thuyết, người Italy. Tiến sĩ Vật lý, đại học Padova (1986), Sau nhiều năm làm việc, giảng dạy ở UK và US; Từ 2000, ông là giáo sư của đại học Méditerranée, Marseille, France. Nghiên cứu chính của ông là lực hấp dẫn quantum, vốn ông là một trong những nhà vật lý đã thành lập thuyết Lực hấp dẫn Quantum Vòng (LQG). Ông cũng có những nghiên cứu trong lĩnh vực lịch sử và triết học về khoa học. Quyển sách thuộc loại ‘khoa học phổ thông’ tôi tạm dịch/giới thiệu Bảy Bài Giảng Ngắn Về Vật Lý này của ông đã dịch và xuất bản trong 41 ngôn ngữ, và đã bán hơn một triệu bản in khắp thế giới.

Muốn hiểu thêm về thuyết Loop Quantum Gravity (thuyết Lực hấp dẫn Quantum Vòng) của ông – có thể theo dõi những bài giảng của chính ông trong lớp Vật Lý ban Cao học – Quantum Gravity at CPT Marseille ở đây:

<https://www.youtube.com/channel/UCZ4fso22jORv9aeGc9dEAxw>

Hệ luận đáng chú ý của ông – về một vấn đề cũng trong triết học – là không có thời gian – đúng hơn không có thời gian vật lý, sau khi Einstein đã cho chúng ta biết về thời gian tương đối, rồi nhập cả hai, thời gian và không gian thành một thực tại là thời-không. Theo Rovelli, ở mức độ quantum của vật chất, thời gian không hiện hữu. Theo Rovelli, chỉ có một phương trình cơ

bản trở về một mũi tên chỉ sự ‘trôi chảy’ thời gian: nguyên lý thứ hai của nhiệt động lực học, nói rằng entropy luôn tăng lên, rằng hành trình đi từ trật tự đến rối loạn là một con đường một chiều như chúng ta cảm nhận và gọi là thời gian. Ông trình bày trong *The Order of Time*, một quyển sách bán chạy mới hơn của ông, có dịp sẽ dịch và giới thiệu. Ông viết sách khoa học như triết học và hơn nữa, dùng nhiều những thí dụ sống động, chân thực như vật lý và linh động nhiều hình tượng như thơ – ông là một nhà khoa học cho rằng “Có lẽ thơ ca là một trong những nguồn gốc sâu xa nhất của khoa học: khả năng để nhìn thấy xa hơn những gì có thể nhìn thấy.”

[2] Khoảng 2500 năm trước, hai thầy trò Leucippus và Democritus, những triết gia Hellas, đầu tiên đã đưa ra ý tưởng rằng vật chất được những hạt rất nhỏ tạo thành. Không rõ họ khai triển khái niệm này thế nào, nhưng họ đã không nghĩ rằng những hạt rất nhỏ này có gì đặc biệt – họ chỉ nghĩ rằng nếu cắt một gì đó làm đôi, rồi lại cắt đôi của nửa đôi, tiếp tục thế đến cuối cùng sẽ được một hạt rất nhỏ không thể cắt đôi được nữa. Họ gọi những hạt tương tượng này là “atomos” (ἄτομον, atomon – có nghĩa là không thể cắt hay không thể phân chia được).

Khái niệm về atom này của phái triết học Atom (atomism), đã không phát triển như một lý thuyết vật lý cho đến gần 2300 năm sau. John Dalton, nhà khí tượng học và hóa học người UK, đã hình thành mô tả hiện đại đầu tiên về atom như khối xây dựng cơ bản của cấu trúc hóa học. Dalton đã phát triển Law of multiple proportions (luật về những thành phần tỷ lệ) (trình bày lần đầu tiên vào năm 1803) bằng nghiên cứu và mở rộng những công trình của Antoine Lavoisier và Joseph Proust. Dalton cho rằng mỗi nguyên tố hóa học gồm những atom của một loại duy nhất, và mặc dù chúng không thể bị thay đổi hay bị phá hủy bằng những phương tiện hóa học, chúng có thể kết hợp để tạo thành những cấu trúc phức tạp hơn (những hợp chất hóa học). Dalton đi đến kết luận của ông bằng thí nghiệm và xem xét những kết quả thực nghiệm, nên ông được nhận là người đầu tiên xây dựng một lý thuyết khoa học về atom. Sau đó, thêm nhiều lý thuyết: hóa học nghiên cứu atom trong những hợp chất và vật lý nghiên cứu thuyết atom của khí và chất lỏng. Những lý thuyết này dẫn đến thuyết atom khoa học được chấp nhận rộng rãi. Tuy nhiên, cho đến năm 1905, những atom này vẫn chưa được ‘nhìn thấy’.

Từ năm 1827, Robert Brown, nhà thực vật học người Scott, quan sát

chuyển động ngẫu nhiên của những hạt lơ lửng, gọi là Chuyển động Brown. Năm 1905, Einstein xuất bản một bài báo ‘Movement of Small Particles Suspended in a Stationary Liquid Demanded by the Molecular-Kinetic Theory of Heat’ (tạm dịch – Chuyển động của những hạt nhỏ lơ lửng trong một chất lỏng tĩnh theo đòi hỏi của lý thuyết particle-động học về Nhiệt). Trong bài báo này Einstein tóm tắt:

““Trong bài viết này, sẽ được cho thấy rằng, theo lý thuyết molecular-kinetic về nhiệt, những vật thể có một kích thước có thể nhìn bằng kính hiển vi, lơ lửng trong chất lỏng, phải như là kết quả của chuyển động phân tử nhiệt, phải thực hiện những chuyển động với kích thước vốn có thể dễ dàng quan sát với kính hiển vi. Điều có thể có được là những chuyển động đang thảo luận ở đây giống hệt với những gì gọi là chuyển động phân tử Brown; tuy nhiên, dữ liệu có sẵn cho tôi về (hiện tượng) vừa kể thì không chính xác đến mức tôi không thể thành lập được một phán đoán về vấn đề. Nếu chuyển động được thảo luận ở đây thực sự có thể được quan sát, cùng với những định luật nó được mong đợi để tuân theo, thì nhiệt động lực học cổ điển thôi không còn có thể được xem như áp dụng cho những vùng vốn có thể phân biệt được với kính hiển vi và một sự xác định chính xác của những kích thước atom thực trở thành có thể được. Mặt khác, nếu dự đoán của chuyển động này đã được chứng minh là sai, sự kiện này sẽ cung cấp một lập luận có tầm rất sâu rộng chống lại molecular-kinetic về nhiệt’ (Bản gốc trong tạp chí khoa học Annalen der Physik, số 17 [1905]: pp 549-560)

Những kết quả của Chuyển động Brown liên quan đến những hạt nhỏ như bị bắn phá bởi những particle khí; và những kết quả này của Einstein đã đồng ý với thí nghiệm Brown. Thế nên, dù không trực tiếp, những kết quả của Einstein là một hình ảnh gián tiếp minh họa cho lý thuyết về những atom. Do đó, Einstein thường được ghi nhận cuối cùng đã hoàn tất thiết lập lý thuyết atom. Toán học được sử dụng trong bài báo của Einstein là những phép tính vi phân và tích phân và thuyết xác suất; ông đã dùng những giả thuyết hóa học và atom của thời đó. Toán học của ông trong bài báo này thì đơn giản hơn nhiều so với toán học trong những bài báo về thuyết tương đối của ông; nó có thể được mô tả như là sử dụng rất thông minh của ‘toán học thông thường’. Trong bài báo, Einstein giữ nó đơn giản và đã dẫn đến một kết quả chứa đựng những ý nghĩa sâu xa.



[3] Albert Einstein đã không được trao giải Nobel về thuyết tương đối – thực sự, chỉ là qua một tranh luận chính trị dài trong ủy ban Nobel khiến ông đã được giải thưởng. Giải Nobel Vật lý năm 1921 nhưng đến năm 1922, mới trao cho Einstein, chủ yếu cho khám phá của ông về luật hiệu ứng quang điện (the law of the photoelectric effect). Vào cuối thế kỷ này, các nhà vật lý đã biết rằng, trong một số trường hợp, việc phơi sáng một số vật liệu nhất định với ánh sáng có thể tạo ra dòng điện. Nhưng quan sát thấy ánh sáng có thể tạo ra điện không giống như sự hiểu biết tại sao ánh sáng có thể tạo ra điện. Điều đó thật khó hiểu.

Hiệu ứng quang điện là một hiện tượng trong đó những electron được phát ra từ bề mặt của vật chất (thường là kim loại) khi ánh sáng chiếu vào nó. Einstein giải thích hiệu ứng bằng đề xuất rằng ánh sáng đó bao gồm những particle nhỏ, hay quanta, gọi là photon, mang năng lượng tỉ lệ thuận với tần số của ánh sáng. Những electron trong vật chất hấp thụ năng lượng của photon bị đẩy ra. Những phát kiến này đã được xuất bản vào năm 1905, khi ông mới 26 tuổi trong bài báo “Về quan điểm khám phá liên quan đến sự sản xuất và biến đổi của ánh sáng”. Những quan sát của Einstein cho rằng hiệu ứng quang điện chỉ có thể giải thích được nếu ánh sáng hoạt động như một particle, không phải là một sóng, đã là khí cụ trong sự thiết lập giả thuyết rằng ánh sáng có thể hành xử giống cả hai: như sóng và particle.

Ở thời đó, ánh sáng đó được hiểu là hoạt động như một làn sóng. Nhưng nếu điều đó đúng, nó không giải thích được tại sao ánh sáng có thể tạo ra dòng điện: Một làn sóng ánh sáng sẽ không có đủ năng lượng để tạo ra vật chất. Năm 1905 đó, Einstein và bài báo đó đã thay đổi cách chúng ta nghĩ về thế giới trong nhiều chục năm tới khi Einstein cho rằng, có lẽ, ánh sáng không phải là một làn sóng. ông viết:

‘Hiện tượng giống như hiệu ứng quang điện hiểu dễ dàng hơn nếu người ta giả định rằng năng lượng của ánh sáng thì phân tán không liên tục trong không gian. Cứ theo như giả định xem xét ở đây, năng lượng của một tia sáng lan truyền từ một điểm nguồn không được phân bố liên tục, trong một không gian mở rộng dần, nhưng gồm một số lượng có hạn của năng lượng quanta được định vị trí ở những điểm trong không gian, vốn nó di chuyển nhưng không phân chia và chỉ có thể được sản xuất và hấp thụ như những đơn vị hoàn chỉnh.

Nói cách khác, ánh sáng có thể tạo ra điện nếu nó hoạt động, đôi khi, giống như một particle chứ không như một làn sóng. Chỉ có một phần của bài báo nói về hiệu ứng quang điện, nhưng nó đã chỉ ra rằng một particle ánh sáng có thể cung cấp đủ năng lượng, tất cả cùng một lúc, để loại bỏ một electron khỏi một nguyên tử và tạo ra dòng điện, tất cả như thế nào. Điều này, hóa ra, chứng minh thực nghiệm dễ dàng hơn một số giả thuyết khác.

[4] universal gravitation: lực hấp dẫn vũ trụ: Newton nổi tiếng không vì phát kiến của ông về lực hấp dẫn, nhưng đúng hơn là phát kiến của ông rằng lực hấp dẫn thì phổ quát trong vũ trụ. Thế nên dịch là thuyết về lực hấp dẫn vũ trụ, thì đúng hơn là ‘vạn vật hấp dẫn’

[5] Lev Davidovich Landau, (1908 -1968), nhà vật lý lý thuyết Soviet, một trong những người thành lập ngành quantum theory, giải Nobel Prize Vật lý 1962

[6] Michael Faraday (1791-1867): nhà vật lý và hoá học người England, có nhiều thí nghiệm đóng góp rất lớn vào sự hiểu biết về điện từ. James Clerk Maxwell (1831-1879): nhà toán học và vật lý người Scotland, được biết nhiều nhất với công thức của ông về lý thuyết điện từ.

[7] Johann Friedrich Carl Gauss (1777-1855): nhà toán học người Germany, thường được coi là một trong những nhà toán học vĩ đại nhất mọi thời, vì những đóng góp của ông cho lý thuyết số, hình học, lý thuyết xác suất, trắc địa, thiên văn học hành tinh, lý thuyết hàm số và lý thuyết thế vị (potential theory)

[8] Georg Friedrich Bernhard Riemann, (1826 -1866): nhà toán học người Germany, có phương pháp tiếp cận sâu sắc và mới lạ để nghiên cứu hình học đã đặt nền tảng toán học cho lý thuyết tương đối của Albert Einstein. Ông cũng có những đóng góp quan trọng cho lý thuyết theory of functions, complex analysis, và number theory.

[9] cosmic background radiation. Năng lượng trong dạng điện từ vẫn còn thấy khắp nơi trong vũ trụ, được cho là những phóng xạ còn lại từ Vụ Bùng Nổ Lớn (nên đôi khi gọi là ‘chói sáng đầu tiên’).

[10] binary star: chòm sao đôi: một hệ thống gồm hai sao, quay quanh nhau hay quanh một trục chung; vẫn dịch (máy móc) là ‘sao nhị phân’

[11] The five Late Quartets: Năm Quartets thời Cuối: (khác với những Quartets thời Đầu và 3 Quartets thời Giữa), như tên gọi, là những quartet đàn dây viết trong những năm cuối đời Beethoven, chúng vượt trên tất cả những gì của chính ông hay của bất kỳ một nhạc sĩ nào khác đã từng viết trước và sau đó. Chúng không có tên hoa mỹ, chỉ đơn giản gọi theo số thứ tự sáng tác: Op. 127, 130, 131, 132, 135. Lắng nghe tiếng nhạc này chúng ta như nhìn vào tâm hồn sâu thẳm của con người khó tính, nóng nảy, giờ đã điếc trầm trọng. Beethoven đã tự bóc trần, phơi bày những cảm xúc của mình trong thế giới âm thanh của ông, thế giới đó có những ngõ ngách như những gì trong vô thức, không hiểu trọn và dĩ nhiên không ý tưởng nào nào có thể biểu hiện, chưa nói đến lời nếu muốn truyền đạt.

## Footnote Chap II

[1] Quantum: (Latin=amount: số lượng, nhiều quantum= quanta), trong vật lý dùng để chỉ đơn vị riêng rẽ nhỏ nhất có thể có của bất kỳ thuộc tính vật lý nào, chẳng hạn như năng lượng hay vật chất.

Năm 1900, Max Planck đã dùng từ này trong một bài thuyết trình trước Hội vật lý Germany. Planck đã tìm cách khám phá lý do phóng xạ từ một vật thể phát sáng, đổi màu từ đỏ, sang da cam, và cuối cùng thành màu xanh, khi nhiệt độ tăng lên. Ông thấy nếu giả định phóng xạ thì dưới dạng những đơn vị riêng rẽ, như những gói nhỏ, chứ không phải dưới dạng sóng điện từ liên tục, vốn vẫn giả định từ trước, vấn đề của ông như thế có thể có giải đáp. Planck đã viết một phương trình toán học, đưa ra một con số mới đại diện cho những đơn vị năng lượng riêng lẻ cực nhỏ. Ông gọi là những đơn vị năng lượng là quanta.

[2] Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947) nhà lý thuyết vật lý Germany, đã sáng lập lý thuyết quantum với ý tưởng ông nêu rằng những vật thể nóng chỉ tỏa ra những lượng được cho phép, có hạn định, nào đó của năng lượng, tất cả chúng đều là những bội số của một con số được gọi là hằng số Planck. Max Planck đã vĩnh viễn thay đổi Vật lý và sự hiểu biết của chúng ta về thế giới, khi ông tìm thấy rằng những vật thể nóng không tỏa ra một loạt trơn tru, liên tục của năng lượng, như đã được giả định trong vật lý cổ điển. Thay vào đó, ông tìm thấy rằng năng lượng phát ra bởi những vật thể nóng có những lượng khác biệt, với tất cả những lượng khác đều bị cấm. Khám phá này đã là khởi đầu của thuyết quantum – một vật lý hoàn toàn mới – thay thế vật lý cổ điển, ứng dụng trong thế giới kích thước cực nhỏ của những atom. Lý thuyết quantum đã cách mạng sự hiểu biết của chúng ta về những tiến trình với kích thước atom và sub-atom, cũng như thuyết tương đối của Albert Einstein đã cách mạng sự hiểu biết của chúng ta về lực hấp dẫn, không gian và thời gian.

Planck ra đời ở Kiel, năm 1858, vùng bờ biển bắc Germany. Max học trung học tại Maximilians Gymnasium – một trường dành cho trẻ em có năng khiếu. Một trong những thầy giáo của ông, nhà toán học Hermann Müller, nhận thấy Max có thiên khiếu đặc biệt về toán, đã dạy thêm thiên văn học và cơ học cho ông. Müller cũng dạy người học trò trẻ tuổi cách hình dung những định luật vật lý trong não thức của mình – một vũ khí quan trọng trong kho

vũ khí của những nhà vật lý vĩ đại. Thường xảy ra rằng những người có tài năng toán học cũng có tài năng âm nhạc, và đây cũng là trường hợp Max Planck, ông sáng tác nhạc cổ điển, và chơi cello và piano thuần thành nhà nghệ. Như thế thế vẫn chưa đủ, ông cũng còn có một giọng hát tuyệt vời. Trước khi rời trường trung học, Planck quyết định sẽ theo đuổi khoa học như một sự nghiệp, trong khi âm nhạc vẫn là một sở thích phụ ham thích. Về sau, ông nhớ lại lý do ông đã chọn để trở thành một nhà khoa học: ‘như một kết quả trực tiếp của khám phá rằng lý luận thuần túy có thể cho phép con người có được cái nhìn sâu xa về những tiến trình của thế giới tự nhiên trên chúng ta’.

Khi theo học ở đại học ở Berlin, hai nhà vật lý nổi tiếng – Hermann von Helmholtz và Gustav Kirchhoff đã là những giáo sư của ông. Helmholtz đã trở thành người bạn thân thiết với Max. Một trong những đam mê của Helmholtz trong vật lý là nhiệt động lực học. Planck ngày càng bị cuốn hút với lý thuyết nhiệt động lực học. Ông bắt đầu chương trình làm việc của riêng mình trong lĩnh vực này, Năm 21 – Planck nhận bằng tiến sĩ vật lý với vinh dự cao nhất – summa cum laude. Năm 1892, Planck trở thành một giáo sư về vật lý lý thuyết của đại học Berlin. Hai trong số những sinh viên ban tiến sĩ của Planck sau được giải thưởng Nobel về vật lý: Max von Laue và Walther Bothe. Trong khung cảnh đó, tất cả như đã sửa soạn cho khám phá quan trọng của Planck: thuyết cơ học quantum.

Để những quan sát phù hợp với lý thuyết đang có, Planck đã đưa ra một đề nghị cách mạng. Nếu ai chưa quen với thuyết quantum, muốn hiểu những gì ông đưa ra, hãy nhớ lại những bảng nhân, có thể làm vấn đề thành dễ hiểu hơn – thí dụ, bảng nhân (‘cửu chương’) của 3 là: 3, 6, 9, 12, 15 ... – trong đó chỉ số những số chia chẵn cho 3, mới là những số thành, nghĩa là mới được ‘cho phép’, và tất cả những con số khác đều ‘bị cấm’. Ý tưởng của Planck là năng lượng được phát ra theo cách tương tự. Ông giả định rằng chỉ một lượng nhất định nào đó của năng lượng có thể được phát ra – tức là quanta. Ngược với vật lý cổ điển cho rằng tất cả những số lượng của năng lượng thì đều có thể có được. Đây là sự ra đời của lý thuyết quantum. Planck nhận thấy rằng thuyết mới của ông, dựa trên quanta của năng lượng, đã tiên đoán chính xác được những bước sóng của ánh sáng phản xạ bởi một vật thể đen. Planck tìm thấy năng lượng được mang bởi phóng xạ điện từ phải chia hết (chẵn) cho một số được gọi là hằng số Planck, ký hiệu bằng chữ h. Năng lượng sau đó có

thể được tính từ phương trình:

$$E = h\nu$$

trong đó E là năng lượng, h là hằng số Planck, và  $\nu$  là tần số của phóng xạ điện từ. Hằng số Planck là một số lượng rất nhỏ. Kích thước nhỏ của nó giải thích tại sao những nhà thí nghiệm về thời gian đã không nhận ra rằng năng lượng điện từ thì đã quantum hóa. Hằng số Planck =  $6,626 \times 10^{-34}$  J s.

Planck không có ý định đánh đổ vật lý cổ điển. Ý định của ông là tìm ra một lý thuyết phù hợp với những quan sát thực nghiệm. Thế nhưng, ý nghĩa của sự khám phá của ông đã là hết sức quan trọng. Lý thuyết quantum – nhận thức rằng tự nhiên có những trạng thái ‘được phép’ và ‘bị cấm’ – đã ra đời, khiến cách chúng ta giải thích tự nhiên sẽ không bao giờ còn giống như trước nữa. Planck nhận giải Nobel Vật lý năm 1918, về: “[những gì] mà ông đã mang đến tiến bộ cho Vật lý, qua khám phá của ông về năng lượng quanta.”

[3] Blackbody: vật thể đen hay khối lượng đen: một vật thể vật lý, trong lý thuyết, hấp thụ tất cả những phóng xạ điện từ xảy ra hướng tới nó, bất kể tần số hay góc tác động.

[4] fluorescence: trong vật lý, là sự phát sáng hay phóng xạ khác từ những atoms hay molecules bị bắn phá bởi những hạt, chẳng hạn như những electron, hay bởi phóng xạ từ một nguồn riêng biệt.

[5] Niels Bohr (1885-1962) Niels Bohr đã hoàn toàn chuyển đổi cái nhìn của chúng ta về atom và thế giới. Sau khi ý thức rằng vật lý cổ điển thất bại thảm hại khi sự vật việc cực nhỏ – nhỏ hơn những atom, ông đã mô hình lại atom (mô hình Rutherford–Bohr), trong đó những electrons được ‘cho phép’ giữ những quỹ đạo quanh nucleus, trong khi những quỹ đạo khác bị cấm. Sau đó, trong vai trò kiến trúc sư chính của nhóm Copenhagen diễn giải cơ học quantum, ông đã giúp vào việc biến đổi lại cách chúng ta hiểu tự nhiên vận hành thế nào trong những mức độ atom.

[6] Werner Heisenberg (1901-1976) nhà vật lý và triết gia người Germany, được ghi nhận với những đóng góp hết sức quan trọng cho cơ học quantum. Ông đã nghĩ ra một phương pháp để công thức cơ học quantum dùng những matrix (ma-trận), qua đó đã nhận giải Nobel Vật lý 1932. Heisenberg được

coi là một trong những nhân vật có ảnh hưởng nhất trong vật lý nuclear, vật lý particle và lý thuyết trường quantum.

### Footnote Chap III

[1] cosmos: vũ trụ (universe) được xem như một toàn thể hài hòa, được sắp xếp trật tự (trật tự này, tôi nhấn mạnh, do chúng ta tưởng tượng, nên có thể sai lầm và thay đổi), vũ trụ (universe) chỉ tất cả vật chất và không gian hiện có được coi là một tổng thể; cosmos. Tác giả dùng cosmos với ý này – vũ trụ như sắp xếp trật tự như chúng ta hiểu.

[2] Milky Way (gốc: French galaxie < Late Latin galaxias “the Milky Way” trong *via lactea* hay *circulus lacteus* < Greek galaxias (adj.), trong galaxias *kyklos* = “milky circle,” < *gala* (genitive *galaktos*) = “milk”. Nguyên chỉ có nghĩa, người Greece thời cổ, cũng như người Tàu, Việt gọi là ‘giải Ngân hà’, ‘sông Ngân’, hệ thống sao chính chúng ta ở trong đó, nhưng nay từ này dùng để chỉ và hiểu là một hệ thống những sao, sao vỡ, gas, bụi vũ trụ và cả vật chất tối, vô hình (dark matter) trong đó. Ngày nay chúng ta biết có rất nhiều những galaxy khác ngoài galaxy của chúng ta. Theo ước tính hiện nay trong vũ trụ quan sát được (bằng kính viễn vọng, dĩ nhiên) có khoảng 200 billion đến 2 trillion những galaxy, và con số này ngày càng tăng với những kính viễn vọng, ngày càng tân tiến phóng vào không gian.



## Footnote Chap IV

[3] The Standard Model: Mô hình Phổ biến (vẫn đã dịch/gọi là Mô Hình Chuẩn) – một lý thuyết dựa trên những phản ứng qua lại của những leptons, quarks, và bosons, lý thuyết này được dùng để cắt nghĩa cấu trúc cơ bản của vật chất, điện, điện từ, phóng xạ, ... nhưng trừ lực hấp dẫn. Mô hình Phổ biến là một lý thuyết tốt – được phổ biến trong giới vật lý – để làm việc, đưa ra một khung dựng cho sự hiểu biết hiện tại của chúng ta về những particle cơ bản và những lực của Tự nhiên. (Nhưng lý thuyết, trình bày trong mô hình này, không là chuẩn). Những thí nghiệm đã chứng minh những tiên đoán của nó đúng với mức chính xác kinh ngạc, và tất cả những particle do thuyết này tiên đoán đã tìm thấy. Nhưng nó không giải thích được tất cả. Thí dụ, lực hấp dẫn không gồm trong Mô Hình về Vật chất này, và xem dường đã không tiên đoán, nên không bao gồm vật chất tối (tối chứ không đen vì nó không phản chiếu ánh sáng), một dạng vật chất còn trong giả thuyết (dark matter) của năng lượng tối, vô hình (dark energy).

[4] Khoa học thường gặp khó khăn nếu muốn dành lấy dư luận khỏi chính trị và màn ảnh cho những hàng tit lớn, nhưng câu chuyện về boson Higgs đã thu hút được một số chú ý nghiêm trọng. Đó đúng là những gì đã xảy ra vào ngày 04 tháng 7 năm 2012, khi những nhà khoa học tại trung tâm CERN báo rằng họ đã tìm thấy một particle hoạt động theo cách mà họ mong đợi boson Higgs hoạt động. Có lẽ biệt danh lớn và nhiều tranh cãi, đã đặt cho boson này, “Hạt của Chúa, hạt của Thượng đế (sic)”, đã giữ sự sôi động cho một số những phương tiện truyền thông. Sau đó, lại nữa, khả năng khá hấp dẫn rằng boson Higgs là ‘nguyên nhân cho tất cả khối lượng trong vũ trụ’ đã bắt chợp được óc tưởng tượng con người tò mò về khoa học (và của những người phản khoa học muốn lợi dụng cơ hội này để đưa ra bào chữa về ‘sự huyền bí’ của một Gót Kitô, như truyền thống qui những gì con người không/chưa biết về một “Gót” tưởng tượng – theo kiểu ‘thấy chưa, con người với khoa học đâu có thể biết hết được tất cả, vũ trụ còn những bí ẩn không thể biết, làm sao vượt được Chúa, hay Gót – toàn năng, toàn tri, toàn thiện !...)). Nhưng có lẽ phần đông chúng ta đơn giản chỉ vui mừng để hiểu thêm về thế giới chúng ta, và biết rằng nếu boson Higgs tồn tại thực sự như tiên đoán, khoa học sẽ làm sáng tỏ thêm những bí ẩn được hơn một chút [boson Higgs không liên quan gì đến Chúa hay Gót. Nó chỉ đơn giản là một tên gọi ‘nghe bất tai’ để minh họa hiệu ứng có mặt khắp nơi của trường Higgs và sự quan trọng của nó trong việc xác

định khối lượng. Tên gọi cho kêu này, với Gót hay Chúa, do một người viết tiểu thuyết đặt ra.]

Tuy nhiên, để thực sự hiểu boson Higgs là gì, chúng ta cần xem xét một trong những lý thuyết nổi bật nhất mô tả cách vũ trụ hoạt động: Mô Hình Phổ Biến. Mô hình này đưa ra khi những nhà vật lý muốn thu giảm vũ trụ phức tạp của chúng ta vào thành những khối xây dựng cơ bản nhất của nó. Đó là một thách thức trong nhiều thế kỷ, và khoa học đã thực hiện được nhiều tiến bộ. Đầu tiên đã tìm được những atom, sau đó đến những proton, neutron và electron, và cuối cùng là những quark và lepton. Nhưng vũ trụ không chứa đựng chỉ vật chất; nó cũng chứa những lực tác động lên vật chất đó. Mô hình phổ biến đã cho chúng ta một cái nhìn sâu và đầy đủ về những loại của lực và của vật chất, hơn bất kỳ lý thuyết vật lý nào trước đây. Đây là thực chất của mô hình phổ biến, phát triển vào đầu những năm 1970: Toàn bộ vũ trụ của chúng ta tạo thành từ 12 particle vật chất và 4 lực khác nhau. Trong số 12 particle đó, có 6 quark và 6 lepton. Quark tạo nên proton và neutron, trong khi những thành viên của chúng, những lepton gồm electron và electron neutrino, đối tác trung tính của nó. Những nhà khoa học nghĩ rằng lepton và quark thì không thể phân chia được; không thể tách chúng thành những particle nhỏ hơn nữa. Cùng với tất cả những particle đó, mô hình phổ biến cũng thừa nhận 4 lực: điện từ, lực mạnh và yếu, và lực hấp dẫn. Trên lý thuyết, mô hình phổ biến đã rất hiệu quả, chỉ trừ việc không giải thích được (lý do của) lực hấp dẫn. Trang bị với nó, những nhà vật lý đã tiên đoán được sự hiện hữu của những particle nhất định trong nhiều năm, trước khi chúng thực sự được chứng minh thực nghiệm. Nhưng mô hình này vẫn còn còn thiếu một particle – boson Higgs. Nó là gì, và tại sao nó cần thiết cho vũ trụ mô tả trong mô hình phổ biến, để làm việc? Như đã thành ra, những nhà vật lý nghĩ rằng mỗi một trong 4 lực cơ bản đó đều có một particle chuyên chở tương ứng, hay boson, vốn tác động trên vật chất. Đó là một khái niệm khó hiểu. Chúng ta có khuynh hướng nghĩ về những lực như những gì nhất thời, thoáng qua, nằm giữa ranh giới của hiện hữu và không hiện hữu, nhưng trong thực tế, chúng vẫn đều là thực như bản thân vật chất.

Một số nhà vật lý đã mô tả boson như những trọng lượng được ‘neo’ bởi những dải cao su bí ẩn với những particle vật chất tạo ra chúng. Dùng tương tự này, chúng ta có thể nghĩ rằng những particle liên tục tách ra khỏi hiện hữu

ngay lập tức và cũng có khả năng để vướng mắc với những dải cao su khác gắn với những boson khác (và truyền tải lực trong tiến trình). Những nhà khoa học nghĩ rằng mỗi loại lực cơ bản có những boson riêng của nó. Ví dụ, những từ trường điện từ tùy thuộc vào photon để chuyên chở lực điện từ đến vật chất. Những nhà vật lý nghĩ rằng boson Higgs có thể có một chức năng tương tự – nhưng chuyên chở bản thân khối lượng.

Câu hỏi – liệu vật chất không thể tự có khối lượng nếu không có boson Higgs – thì khó hiểu? Theo Mô hình Phổ biến câu trả lời là không, nhưng những nhà vật lý đã tìm được một giải pháp. Điều gì sẽ xảy ra nếu tất cả những particle vốn không có khối lượng, nhưng thay vào đó, sẽ có khối lượng bằng cách đi qua một trường? Trường này, được gọi là trường Higgs, có thể tác động đến những particle khác nhau theo những cách khác nhau. Những photon có thể trượt qua không bị ảnh hưởng, trong khi những boson W và Z sẽ bị sa lầy với khối lượng. Trong thực tế, giả sử boson Higgs hiện hữu, mọi thứ có khối lượng đã nhận được khối lượng bằng tác động qua lại với trường Higgs đầy năng lượng, vốn có khắp trong vũ trụ. Giống như những trường khác được Mô hình Phổ biến bao gồm, trường Higgs sẽ cần một particle chuyên chở nó, để tác động đến những particle khác, và particle đó được gọi là boson Higgs. Vào ngày 4 tháng 7 năm 2012, những nhà khoa học làm việc với máy Large Hadron Collider (LHC) đã công bố phát hiện của họ về một particle hoạt động theo cách mà boson Higgs hoạt động. Kết quả, trong khi loan báo với một mức độ chắc chắn khá cao, vẫn còn là sơ khởi. Một số nhà nghiên cứu gọi particle này là giống như Higgs (Higgslite) cho đến khi tìm được – và dữ liệu – đứng vững với xem xét kỹ lưỡng hơn. Dù sao đi nữa, sau 50 năm tìm kiếm, Higgs boson – hay ít nhất, một particle giống như the Higgs trong lý thuyết, đã hoàn tất Mô hình Phổ biến của Vật lý Particle. Sau đó, những nhà khoa học làm việc ở Large Electron–Positron Collider (LEP), Fermilab’s Tevatron và LHC đã đo được khối lượng của particle này. Giải Nobel Prize Vật lý 2013 đã trao cho hai nhà vật lý – François Englert and Peter W. Higgs – về ‘sự khám phá lý thuyết về một cơ cấu góp phần vào sự hiểu biết của chúng ta về nguồn gốc khối lượng của những particle dưới-atom’. Khám phá quan trọng này mở ra một giai đoạn phát kiến nhanh chóng về vũ trụ của chúng ta.

Sở dĩ tôi dài dòng nhân đây để gạt bỏ những biện luận phản khoa học, loại như: ‘... khoa học chứng minh thế này... hay chứng minh, trực tiếp hay gián

tiếp, điều kia, ...' Khoa học, trong đó có vật lý toán học (lý thuyết) thực sự không chứng minh gì cả, nếu những gì đó nói đến đó không là đối tượng nghiên cứu của nó. Điển hình, trong lĩnh vực vật lý lý thuyết, những nhà khoa học chỉ đưa ra những giả thuyết để làm việc, dù vững chắc đến đâu nhưng đều ngầm giả định rằng những giả thuyết này có thể sai lầm, và đều sẵn sàng chờ đợi những gì mới để cho thấy sai lầm, nhưng khi đó, sẽ có sửa đổi, bổ túc, hay giả thuyết mới khác tốt hơn thay thế, và để tiếp tục. Chúng ta đi trên một con đường hướng đến chân lý, hiểu như những sự thật để giải thích thế giới và con người trong thế giới đó. Nhưng đang đi và dĩ nhiên vẫn chưa đến, và có lẽ còn lâu, hay ngay cả cũng có thể không bao giờ đến đích cuối, nhưng chúng ta chắc chắn đang đi đúng hướng, trên con đường duy nhất của lý trí và thực nghiệm, cho đến nay, không có con đường nào khác.

Cũng nên nhắc Karl Popper với quan điểm nổi tiếng – nhấn mạnh sự quan trọng không thể thiếu của phản chứng (to falsify a theory) trong lý thuyết kiến thức khoa học. Những gì không thể phản chứng, hay không mở lối cho phản nghiệm, đều chỉ là giả-khoa-học (pseudo science).

[5] renormalization

[6] Dark Matter, Dark Energy và Dark Fluid: tôi tạm dịch là Vật chất Tối, Năng lượng Tối, và Chất Lỏng Tối

[7] supersymmetric

## Footnote Chap V

[1] Galileo Galilei (1564-1642): Nhà thiên văn, vật lý và kỹ sư Italy, đã xác định đường bán của một viên đạn là hình parabol. Johannes Kepler (1571-1630): Nhà toán học, nhà thiên văn Germany. Định luật đầu tiên của Kepler - đôi khi gọi là định luật ellipse - giải thích rằng những hành tinh (trong hệ mặt trời) quay quanh mặt trời theo một quỹ đạo hình ellipse.

[2] Loop Quantum Gravity (LQG): ‘Lực Hấp Dẫn Quantum Vòng’ Theo thuyết này như tác giả giải thích ở trên - ở mức độ cực nhỏ quantum – không-thời gian (như thuyết tương đối) tự cuộn vào như những vòng cuộn, những móc nhỏ; những vòng cuộn quantum này là những hạt không gian. Hệ quả là không còn thời gian nữa

Ý tưởng dựa trên khái niệm của sự ‘quantum hóa’, khái niệm phá vỡ một thực thể thành những mảnh cực nhỏ đứt đoạn, rời rạc. Trong khi cơ học quantum nói rằng những atom tồn tại ở những trạng thái quantum rời rạc đó, lực hấp dẫn Quantum Vòng nêu rằng tự thân thời-không thì tạo thành từ những bit quantum rời rạc, trong dạng những vòng cuộn-một chiều cực nhỏ. Vòng cuộn có nghĩa là những ‘rúng động’ cơ bản của tự thân không-thời gian thì một chiều, trong tự nhiên. Khối xây dựng cơ bản là một vòng cuộn, hay mạng lưới của những vòng cuộn móc vào nhau. Như hình ảnh của một tấm vải dệt lưới.

[3] Planck star: một vật thể vật lý trên lý thuyết do hai giáo sư Carlo Rovelli (France), and Francesca Vidotto (Netherlands) đưa ra. Dựa trên bài khảo cứu khoa học, của hai vị này:

(Cornell U, <https://arxiv.org/abs/1401.6562>) Submitted on 25 Jan 2014)

Tóm tắt – “Một sao, sụp đổ bởi trọng lực chính nó, có thể đi đến thêm một giai đoạn nữa của đời nó, nơi áp suất hấp dẫn quantum phản lại trọng lượng. Thời gian của giai đoạn này thì rất ngắn trong thời gian thực sự của sao, sinh ra một nảy bật, nhưng nhìn từ bên ngoài thì cực kỳ dài, vì sự giãn nở rất lớn của thời gian bởi lực hấp dẫn. Vì sự bắt đầu của những tác động hấp dẫn-quantum thì chi phối bởi mật độ năng lượng – không bởi kích thước – trong giai đoạn này, sao có thể là lớn hơn nhiều khi so với planckian (hằng số

Plank). Vật thể nổi lên ở cuối của sự bốc hơi-Hawking của một hố Đen, khi đó có thể lớn là hơnplanckian bởi một thừa số  $(m / m_P)^n$ , trong đó  $m$  là khối lượng rơi vào hố,  $m_P$  là khối Planck, và  $n$  là một số dương. Chúng tôi xem xét những đối số, cho  $n = 1/3$  và cho  $n = 1$ . Không có vi phạm về nhân quả hoặc sự lan truyền nhanh hơn ánh sáng. Sự hiện hữu của những vật thể này giảm nhẹ gánh nặng về nghịch lý ‘thông tin về hố đen’. Đáng chú ý hơn, những vật thể này cũng có thể đem lại quan tâm về vật lý thiên văn và vật lý vũ trụ: chúng gây ra tín hiệu có thể dò tìm được, có nguồn gốc lực hấp dẫn quantum, quanh bước sóng dài 10–14 cm”.

## Footnote Chap VI

[1] Ludwig Eduard Boltzmann (1844-1906) nhà vật lý Austria, thường được công nhận là một trong những nhà vật lý quan trọng nhất của thế kỷ XIX. Đặc biệt nổi tiếng là giải thích dựa trên xác suất thống kê của ông về định luật thứ hai của nhiệt động lực học. Công thức nổi tiếng  $S = k \log W$ , biểu hiện quan hệ giữa entropy  $S$  và xác suất  $W$ , đã được khắc trên bia mộ của ông (mặc dù ông chưa bao giờ thực sự viết xuống công thức). Quan điểm của Boltzmann về vật lý thống kê tiếp tục đóng một vai trò quan trọng trong các cuộc tranh luận thời nay về những nền tảng của lý thuyết đó.

[2] Thermodynamics: Nhiệt Động Lực Học; Statistical physics: Cơ Học Thống Kê

[3] Heidegger gợi ý rằng, ‘cư ngụ/ở chỗ’ là trạng thái con người nhất. Làm người là cư ngụ. Hành động cư ngụ do đó nắm bắt được yếu tính của con người, hữu thể như ông gọi. Đối với Heidegger, cư ngụ ở là hoạt động tạo ra không gian sống, trong khi được thể hiện đồng thời trong đó. Heidegger khai triển khái niệm qua ẩn dụ của một hành trình. Ở đây, đời sống hàng ngày của con người đích thực được ví như một dòng sông. Dòng nước không ngừng tuôn-chảy này, có tính địa phương (ở mỗi khúc sông), và trên hành trình của chính nó, là chốn cư ngụ của con người trên trái đất. Do đó, qua sự di chuyển trong thời gian và không gian, những người sống trên dòng sông xác định được ‘họ thuộc về chốn nào, và chốn nào họ gọi là quê nhà’. Hơn nữa, chỉ trong một gặp gỡ liên tục với xa lạ, chuyên dịch vào chưa biết, khiến tình cảm ‘quê nhà’ thân thiện đích thực mới xuất hiện. Do đó, sự ‘thích ứng này có thể được mô tả như là một cách làm một người tự như ‘quen thuộc ở nhà’ qua hành trình sống. Cuộc sống thường ngày này cũng - đồng thời di chuyển vào xa lạ và làm nó thành quê nhà cư ngụ - là những gì xem như ‘định mệnh’ mang lại cho loài người.

[4] Trong khảo cổ học – tên một phiến đá, tìm được năm 1799, gần thị trấn El-Rashid (Rosetta), Egypt, trên có khắc song song những dòng chữ Greek, chữ tượng hình Egypt, và những chữ viết cổ hơn của những tu sĩ Egypt, chúng đã cho manh mối để sau đó suy diễn được nghĩa của những chữ tượng hình Egypt cổ.





## Footnote Chap VII

[1] Friedrich Wilhelm Joseph von Schelling (1775-1854), triết gia Germany, tiêu biểu của tư tưởng duy ý thời sau-Kant (cùng với J. G. Fichte and G. W. F. Hegel)

[2] Thí dụ, quan điểm phản đối thuyết tiến hóa và thuyết tương đối – đến từ lập trường tôn giáo Abraham, thể hiện qua nhiều cố gắng khác loại, từ biện bác quanh co giả khoa học đến bôi nhọ trắng trợn những giả thuyết khoa học này, vì chúng làm sụp đổ tin tưởng vào ‘thần học’, tôi gọi là gót học của họ. Đặc biệt về những gì đối lập xa gần với một vũ trụ luận quá lỗi thời thành lập từ một thời mông muội.

[3] Mesoscopic: (macro < meso < micro) nói về một thể chế kích thước, nằm giữa cực lớn và cực nhỏ, đặc tính của lĩnh vực trong đó một số lượng lớn những particle có thể tác động trong một cách thức theo cơ học quantum

[4] Integrated information theory ((IIT) = Thuyết Thông Tin Tích hợp. Giulio Tononi: giáo sư tâm thần học và thần kinh học (đại học Wisconsin), có trọng tâm nghiên cứu là hiểu biết khoa học về ý thức. Thuyết Thông Tin Tích hợp là cấu trúc lý thuyết của ông nhằm tìm hiểu ý thức. Vắn tắt, theo IIT, ý thức đòi hỏi một sự hợp nhóm, hay tích hợp của những thành tố bên trong một hệ thống vốn có tác động nhân quả vật chất với lẫn nhau. Lý thuyết có tham vọng trả lời những câu hỏi cơ bản về những tương hệ giữa vật chất và kinh nghiệm: Điều gì đặc biệt như thế về một mảng thịt khiến có thể cho một đối tượng ‘cư ngụ’ để nhìn thấy ánh sáng hay kinh nghiệm có bóng tối? Tại sao bộ óc liên quan với một khả năng của ý thức, nhưng không là gan hay tim, như trong những văn hóa trước đây tin tưởng? Tại sao ý thức mờ dần trong khi chìm sâu vào giấc ngủ, trong khi tế bào thần kinh ở phần vỏ não vẫn hoạt động? Tại sao nó phục hồi, sống động và mãnh liệt, khi não bị cắt đứt với thế giới bên ngoài trong một giấc mơ? Một con vẹt biết nói, hay một con bạch tuộc biết học và chơi, chúng có ý thức? Computer có thể có ý thức? Có thể nào một hệ thống AI có thể hành xử như chúng ta nhưng vẫn thiếu ý thức - như một zombie?

[5] Baruch Spinoza (1632-1677): Triết gia Netherland gốc Jew, nổi tiếng tuyên bố rằng chúng ta, những não thức con người, chỉ biết hai thuộc tính - tư

tưởng và sự mở rộng. Có thể thấy điều này trong những phát biểu của ông trong Ethics: ‘Chúng ta cảm thấy một cơ thể nào đó chịu tác động trong nhiều cách’, ‘ chúng ta không cảm cũng chẳng nhận một bất kỳ sự vật việc nào độc nhất, trừ thân xác và những phương thức của suy tưởng’ và ‘Đối tượng của ý tưởng cấu thành não thức con người là cơ thể hay một phương thức nhất định nào đó của sự mở rộng vốn thực sự hiện hữu và không có gì khác’.

[6] Titus Lucretius Carus (khoảng thế kỷ I TCN), nhà thơ và triết gia Latin. Ngày nay chỉ còn một tập thơ dài De rerum natura (Về bản chất của những Sự vật). Bài thơ được xem như phát biểu đầy đủ nhất còn lại của lý thuyết vật lý của Epicurus (nhắc ở chú giải bài giảng 1) nó cũng xa gần cho biết về lý thuyết đạo đức và lôgic của ông.

Về bản chất của những Sự vật là một bài thơ vĩ đại, chứa đựng những ý tưởng bị xem nguy hiểm nhất trong lịch sử tư tưởng phương Tây, thời Trung cổ: vũ trụ hoạt động không cần trợ giúp của những thần linh, tôn giáo dựa trên sợ hãi cái chết gây thương tổn cho đời sống con người, sống vui sướng và sống đức hạnh không đối nghịch nhưng đan quyện vào nhau, và vật chất được tạo thành từ những hạt vật chất rất nhỏ, những atom, chúng chuyển động vĩnh cửu, ngẫu nhiên va chạm và xoay chiều theo những hướng mới. Sau khi tìm lại được, năm 1417, trong một thư viện cổ, Về bản chất của những Sự vật đã thay đổi tiến trình của lịch sử. Những viễn kiến chôn vùi trong bài thơ, sau nghìn năm, nay được đón nhận, khai mở và định hình cho suy tưởng, từ Galileo và Freud, đến Darwin và Einstein, và ngay cả, qua Thomas Jefferson – thấy dấu vết trong bản Tuyên ngôn Độc lập của US.