STEPHEN HAWKING

Hiệu đính ĐẶNG VĨNH THIỆN - CHU HÀO

Người dịch NGUYỄN TIẾN DŨNG - VÕ HỒNG NAM

In lần thứ 18

# VŨ TRỤ TRONG VỎ HẠT DẺ

THE UNIVERSE IN A NUTSHELL

NHÀ XUẤT BẢN TRẺ

# MỤC LỤC

GIỚI THIỆU CỦA VIETSCIENCES
GIỚI THIỆU CỦA NHÀ XUẤT BẢN
LỜI NÓI ĐẦU
**CHƯƠNG 1**
LƯỢC SỬ VỀ THUYẾT TƯƠNG ĐỐI
**CHƯƠNG 2**
HÌNH DÁNG CỦA THỜI GIAN
**CHƯƠNG 3**
VŨ TRỤ TRONG MỘT VỎ HẠT
**CHƯƠNG 4**
TIÊN ĐOÁN TƯƠNG LAI
**CHƯƠNG 5**
BẢO VỆ QUÁ KHỨ
**CHƯƠNG 6**
TƯƠNG LAI CỦA CHÚNG TA? CÓ THỂ LÀ STAR TREK HAY KHÔNG?
**CHƯƠNG 7**
MÀNG VŨ TRỤ MỚI
THUẬT NGỮ
CHỈ MỤC

https://thuviensach.vn

# GIỚI THIỆU CỦA VIETSCIENCES

Thời gian gần đây các ngành khoa học đặc biệt ngành vật lý đã làm được một bước tiến rất dài. Kiến thức của ngành vật lý đã không còn rời rạc, xa vời mà nó đã dần trở thành một khoa học thống nhất. Các lý thuyết đã và đang kết nối với nhau thành một bản trường ca. Bản trường ca này không chỉ nhằm giải thích các quan điểm triết học cao siêu của con người với vũ trụ mà nó lại còn thâm nhập vào mọi lĩnh vực mọi ngõ ngách ứng dụng trong đời sống.

Một trong những nhà vật lý nổi bật nhất sau Newton và Einstein sống ở cuối thiên niên kỷ thứ hai của nhân loại không ai khác hơn là Stephen Hawking (sinh năm 1942). Ngoài những đóng góp vĩ đại của ông trong nỗ lực thống nhất các qui luật của vật lý thì ông còn có một khả năng truyền đạt tư tưởng tuyệt vời. Các sách của ông viết nhằm giới thiệu về triết học, vật lý cũng như về vũ trụ quan sinh động và dễ hiểu đến nỗi có nhiều lần những sách này đã dược dịch ra nhiều thứ tiếng và chúng còn bán chạy hơn cả những tiểu thuyết hay ho hấp dẫn nhất.

Vietsciences xin giới thiệu với các bạn tác phẩm "Vũ Trụ Trong Một Vỏ Hạt" của dịch giả Dạ Trạch từ nguyên bản Anh ngữ "The Universe in a Nutshell" (2001). Vì là người làm việc nghiên cứu trong chuyên ngành vật lý nên anh Dạ Trạch hiểu rất sâu, chính xác, và rõ ràng các tư tưởng mà Hawking nêu ra trong cuốn sách mới này của ông.

Chúng tôi tin rằng bản dịch Việt ngữ mà anh Dạ Trạch đã dày công dịch thuật sẽ mang đến cho các bạn đúng những cảm giác và các kiến thức lý thú, hấp dẫn, bất ngờ mà Hawking đã đem lại cho hàng triệu độc giả bằng tiếng mẹ đẻ là Anh ngữ.

Trân Trọng

Võ Quang Nhân

Vietsciences: http://vietsciences.free.fr

https://thuviensach.vn

Stephen Hawking là giáo sư Lucasian về toán học tại đại học Cambridge và được coi là một trong những nhà vật lý vĩ đại nhất kể từ Einstein.

**Ebook miễn phí tại : www.Sachvui.Com**

https://thuviensach.vn

# GIỚI THIỆU CỦA NHÀ XUẤT BẢN

Cuốn *Lược sử thời gian* (A Brief History of Time), cuốn sách đã bán ra hàng triệu bản của Stephen Hawking đã đưa những tư tưởng của nhà vật lý lý thuyết thiên tài này tới bạn đọc trên toàn thế giới. Còn đây, trong lần xuất bản này, Hawking trở lại với phần tiếp theo với một cuốn sách có rất nhiều hình minh họa hé mở bí mật về những khám phá quan trọng đã đạt được trong những năm kể từ khi cuốn sách đầu tiên của ông ra đời.

VŨ TRỤ TRONG MỘT VỎ HẠT

Một trong những nhà tư tưởng vĩ đại nhất của thời đại chúng ta là Stephen Hawking, một biểu tượng của trí tuệ, ông được biết đến không chỉ qua những ý tưởng bất ngờ mà còn vì sự trong sáng và thông minh trong cách ông diễn giải các ý tưởng đó. Cuốn sách mới này sẽ đưa chúng ta đến những vấn đề mới nhất của vật lý lý thuyết, ở đó, theo những nguyên tắc điều khiển thế giới của người bình thường, sự thật còn kỳ lạ hơn cả trí tưởng tượng.

Giống như nhiều nhà vật lý lý thuyết khác, giáo sư Hawking đang tìm kiếm điều cốt lõi của khoa học - "Lý thuyết về vạn vật" (Theory of Everything) nằm ở trái tim của vũ trụ. Với phong cách dễ tiếp cận và hài hước, ông đưa chúng ta vào lĩnh vực nghiên cứu để hé mở những bí mật của vũ trụ - từ hấp dẫn đến siêu hấp dẫn, từ lượng tử đến thuyết-M, từ ảnh đa chiều đến lưỡng tính. Ông đưa chúng ta đến biên giới của khoa học, ở đó thuyết siêu dây và các màng-p có thể là đầu mối cuối cùng cho bài toán. Ông cho phép chúng ta đi cùng một trong những chuyến thám hiểm trí tuệ thú vị nhất của ông khi ông tìm cách "kết hợp thuyết tương đối rộng của Einstein và ý tưởng lấy tổng theo các lịch sử của Feynman vào một lý thuyết thống nhất mô tả tất cả mọi sự kiện xảy ra trong vũ trụ".

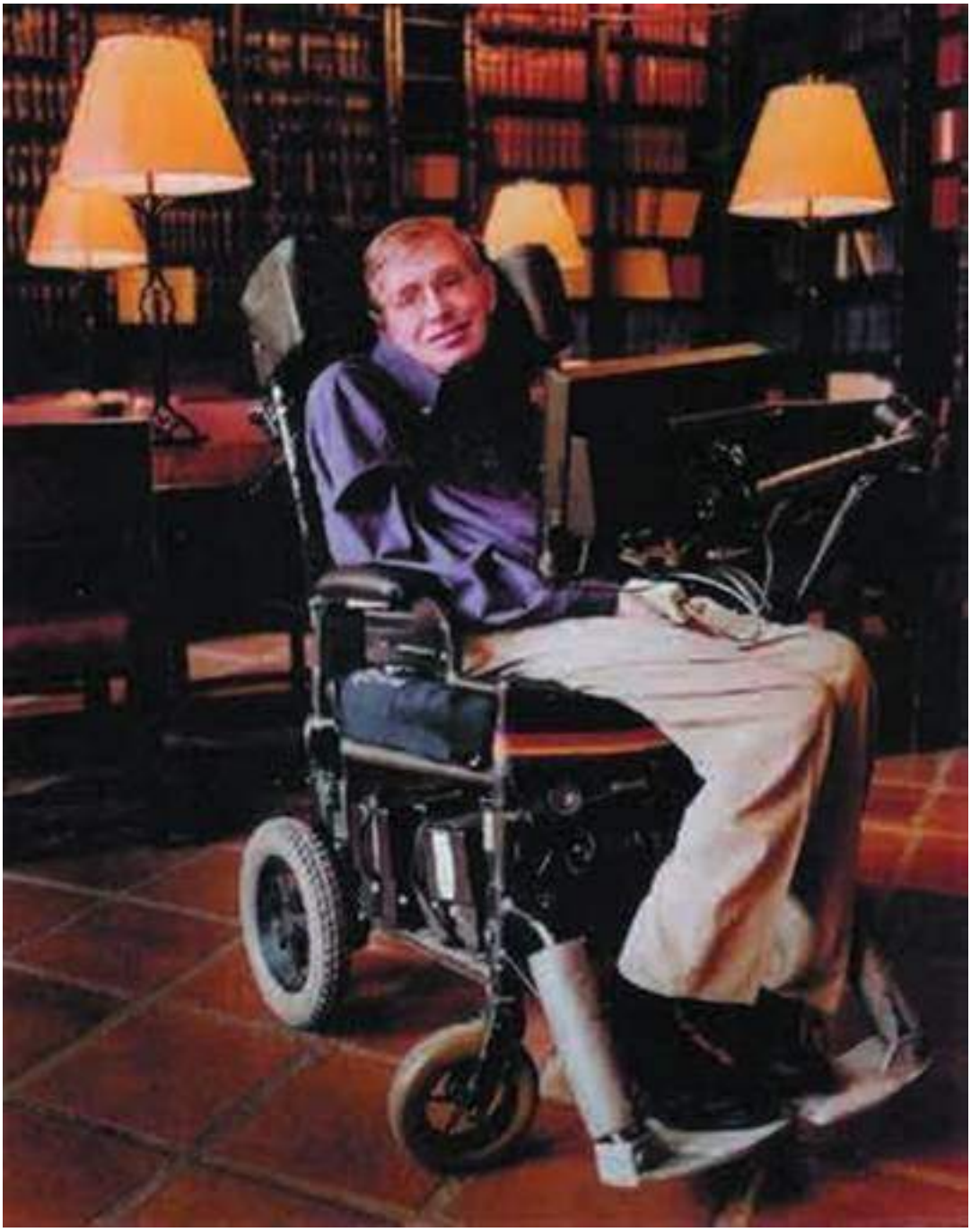
Với lời văn đầy nhiệt huyết, giáo sư Hawking mời chúng ta đi theo bước chân của những nhà du hành trong không thời gian. Cuốn sách với các hình minh họa màu giúp làm sáng tỏ chuyến du hành vào thế giới siêu thực của các hạt, các dây, các màng chuyển động trong không thời gian mười một chiều này, ở đó các hố đen bốc hơi và biến mất và mang những bí mật đi theo chúng; và ở đó hạt giống vũ trụ nguyên thủy mà từ đó vũ trụ của chúng ta xuất hiện chính là một cái hạt nhỏ bé.

*Vũ trụ trong một vỏ hạt* là một cuốn sách cần thiết với tất cả chúng ta để hiểu vũ trụ chúng ta đang sống. Giống như tập trước của cuốn sách - *Lược sử về thời gian*, cuốn sách này truyền tải điều thú vị trong khoa học khi các bí

https://thuviensach.vn

mật tự tiết lộ bản thân chúng.

https://thuviensach.vn



*Stephen Hawking năm 2001*

https://thuviensach.vn

# LỜI NÓI ĐẦU

Tôi không ngờ cuốn sách khoa học phổ thông *Lược sử về thời gian* lại thành công đến thế. Nó nằm trong danh sách những cuốn sách bán chạy nhất của tờ báo *Sunday Times* trong hơn bốn năm, lâu hơn bất kỳ cuốn sách bán chạy khác, và đặc biệt là sách về khoa học lại không phải dễ dàng gì. Sau đó, mọi người hỏi tôi có tiếp tục kéo dài cuốn sách đó hay không. Tôi từ chối vì tôi không muốn viết *Đứa con của lược sử về thời gian* hay *Lịch sử dài hơn về thời gian* và bởi vì tôi bận rộn với công việc nghiên cứu. Nhưng tôi đã nhận ra rằng có những vấn đề cho một loại sách khác có thể hiểu một cách dễ dàng. *Lược sử về thời gian* được viết theo kiểu trình tự, phải đọc các chương đầu mới tiếp tục các chương tiếp. Một số người thích kiểu đọc này nhưng một số khác nếu bị tắc ở các chương đầu sẽ không bao giờ đọc những phần thú vị hơn của chương tiếp theo. Ngược lại, cuốn sách này giống như một cái cây: chương một và hai là cái thân và các chương sau là các cành lá.

Các cành lá khá độc lập với nhau và có thể tóm được sau khi đọc xong phần thân chính. Chúng liên quan đến những vấn đề tôi đã nghiên cứu trong khoảng thời gian từ sau khi xuất bản cuốn *Lược sử về thời gian* đến nay. Do đó chúng mô tả những vấn đề nóng bỏng nhất của khoa học hiện nay. Trong chương một tôi cố tránh cấu trúc trình tự. Các minh họa và các chú thích cho các hình được thể hiện khá độc lập với lời viết giống như *Lược sử về thời gian: ấn bản minh họa* xuất bản năm 1996, các thông tin bổ sung cung cấp thêm cơ hội đào sâu thêm chủ đề được chương sách đề cập.

Năm 1988, khi cuốn *Lược sử thời gian ra đời* thì Lí thuyết về tất cả (Theory of Everything) vừa mới được phát triển. Từ đó đến nay thì hiện trạng thay đổi thế nào? Chúng ta đã tiến đến gần mục đích của chúng ta chưa? Cuốn sách này mô tả, từ đó đến nay chúng ta đã đi được rất xa. Nhưng quãng đường phía trước vẫn còn dài chưa biết bao giờ có thể kết thúc được. Nhưng như người ta thường nói, đi trong hy vọng tốt hơn là đến đích. Mong muốn khám phá chính là nhiên liệu cho sự sáng tạo của chúng ta, không chỉ trong khoa học. Nếu chúng ta đến đích thì tinh thần của chúng ta sẽ teo lại và chết. Nhưng tôi không nghĩ rằng chúng ta chịu dẫm chân tại chỗ: chúng ta sẽ làm tăng độ phức tạp, không theo chiều sâu thì chúng ta cũng là theo chiều rộng đang gia tăng.

Tôi muốn chia sẻ niềm vui sướng khi các tạo ra phát minh và bức tranh hiện thực đang hợp lại với nhau. Chi tiết về các công trình mang tính kỹ

https://thuviensach.vn

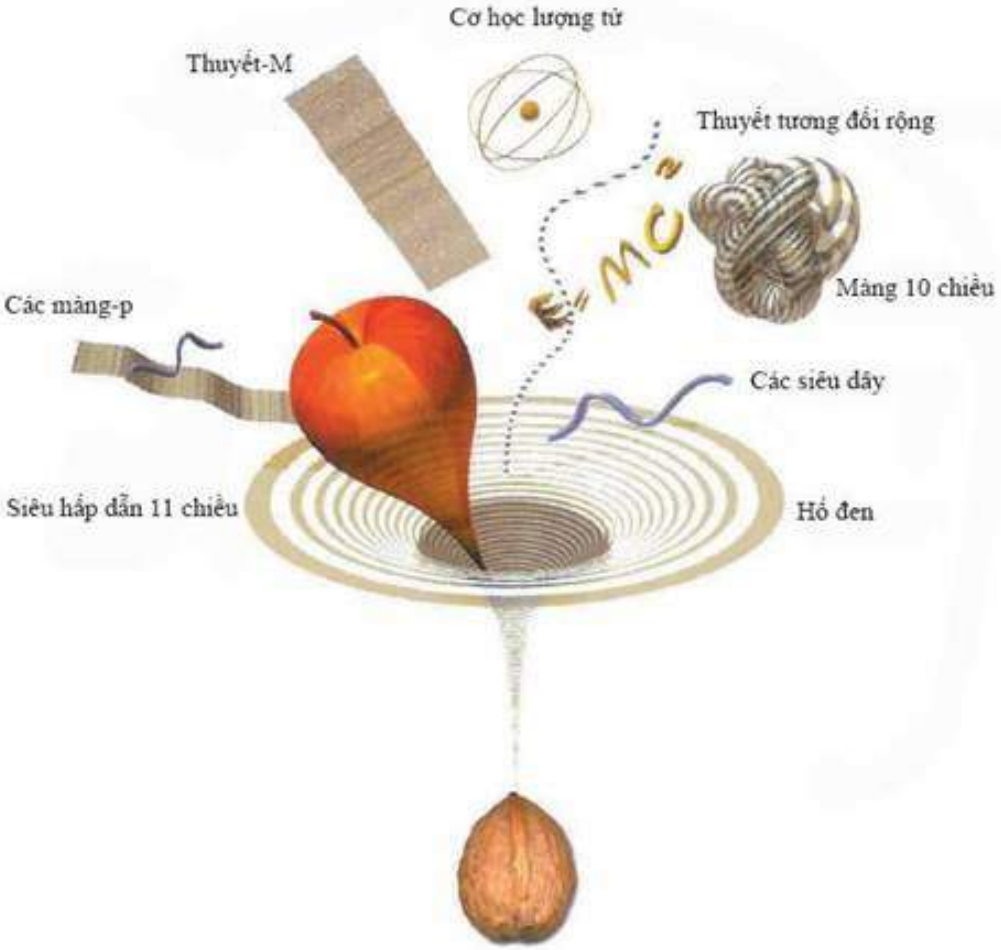
thuật nhưng tôi tin các ý tưởng chính được chuyển tải mà không cần đến các công cụ toán học. Tôi hy vọng tôi sẽ thành công.

Tôi nhận được nhiều sự giúp đỡ khi viết cuốn sách này. Tôi đặc biệt muốn nhắc đến Thomas Hertog và Neel Shearer vì đã giúp đỡ soạn thảo các hình vẽ, chú thích, thông tin tham khảo, Ann Harris và Kitty Ferguson vì chuẩn bị bản thảo (đúng hơn là các file máy tính vì tất cả những điều tôi viết đều ở dưới dạng điện tử) Philip Dunn ở Book Lab và Moonrunner Design vì chuẩn bị các hình minh họa. Ngoài ra tôi muốn cám ơn tất cả những người đã giúp đỡ tôi có một cuộc sống bình thường và tiếp tục nghiên cứu khoa học. Không có họ tôi không bao giờ có thể viết được cuốn sách này.

Stephen Hawking

*Cambridge, 2/5/2001*

https://thuviensach.vn




https://thuviensach.vn

# CHƯƠNG 1

# LƯỢC SỬ VỀ THUYẾT TƯƠNG ĐỐI

*Eistein thiết lập hai lý thuyết căn bản của thế kỷ hai mươi:*
*Lý thuyết tương đối rộng và lý thuyết lượng tử như thế nào?*

Albert Einstein, cha đẻ của thuyết tương đối hẹp và thuyết tương đối rộng sinh ra ở Ulm, Đức vào năm 1879. Một năm sau đó gia đình ông chuyển đến Munich, tại đó, cha ông - Herman và cậu ông - Jacob khởi sự kinh doanh về đồ điện nhưng không mấy thành công. Einstein không phải là thần đồng nhưng có người cho rằng ông là một học sinh cá biệt ở phổ thông thì lại là một sự cường điệu. Năm 1894 công việc làm ăn của cha ông bị đổ bể nên gia đình chuyển đến Milan. Gia đình quyết định ông nên ở lại để hoàn thành bậc học phổ thông, nhưng ông không thích chủ nghĩa độc đoán của trường học

https://thuviensach.vn

nên chỉ sau đó mấy tháng ông đoàn tụ với gia đình ở Ý. Sau đó ông tốt nghiệp phổ thông ở Zurich và tốt nghiệp đại học trường Bách khoa liên bang vào năm 1900. Bản tính hay tranh luận và và ác cảm với quyền lực đã không mang cho ông một chân giáo sư ở trường Bách khoa liên bang và không một giáo sư nào của trường mời ông làm trợ giảng, mà thời bấy giờ đó là con đường bình thường để theo đuổi sự nghiệp khoa học. Cuối cùng thì hai năm sau ông cũng xoay sở được một việc ở Văn phòng sáng chế ở Bern. Ông làm việc tại đó trong thời gian ông viết ba bài báo, trong đó hai bài đã đưa ông trở thành nhà khoa học hàng đầu thế giới và bắt đầu hai cuộc cách mạng về tư tưởng làm thay đổi hiểu biết của chúng ta về không gian, thời gian và bản thân thực tại vào năm 1905.

Gần cuối thế kỷ thứ 19, các nhà khoa học tin rằng họ gần như đã mô tả vũ trụ một cách toàn vẹn. Họ cho rằng không gian được lấp đầy bởi một loại vật chất liên tục gọi là Ê-te. Ánh sáng và các tín hiệu vô tuyến là các sóng lan truyền trong ê-te giống như sóng âm lan truyền trong không khí. Và tất cả các điều cần làm cho một lý thuyết hoàn thiện là phép đo chính xác để xác định tính đàn hồi của ê-te. Thực ra các phép đo như thế đã được xây dựng hoàn chỉnh tại phòng thí nghiệm Jefferson ở trường đại học Harvard mà không dùng đến một cái đinh sắt nào để tránh làm nhiễu các phép đo từ trường yếu. Tuy vậy những người xây dựng hệ đo đã quên rằng các viên gạch nâu đỏ xây nên phòng thí nghiệm và phần lớn các tòa nhà ở Harvard đều chứa một lượng lớn sắt. Ngày nay các tòa nhà đó vẫn được sử dụng, nhưng họ vẫn không chắc là nếu không có các đinh sắt thì sàn thư viện của trường có thể nâng đỡ được sức nặng là bao nhiêu.

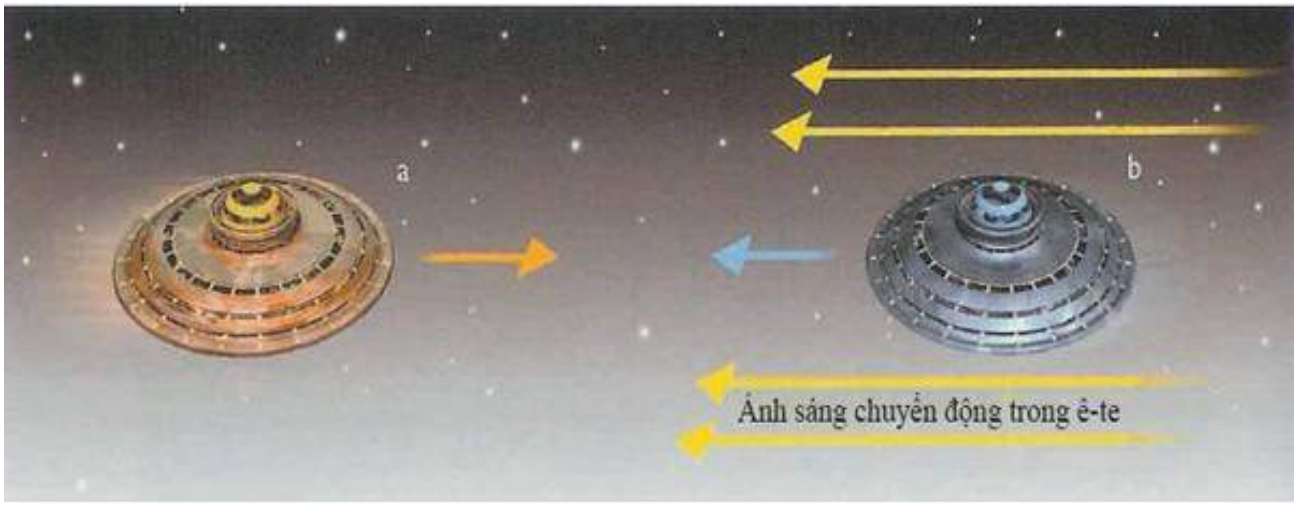
https://thuviensach.vn

*Albert Einstein năm 1920*

Vào cuối thế kỷ 19, các ý tưởng trái ngược nhau về sự có mặt của ê-te bắt đầu xuất hiện. Người ta tin rằng ánh sáng chuyển động với một tốc độ xác

https://thuviensach.vn

định so với ê-te và nếu bạn chuyển động cùng hướng với ánh sáng trong ê-te thì bạn sẽ thấy ánh sáng chuyển động chậm hơn, và nếu bạn chuyển động ngược hướng với ánh sáng thì bạn sẽ thấy ánh sáng di chuyển nhanh hơn. (hình 1.1)

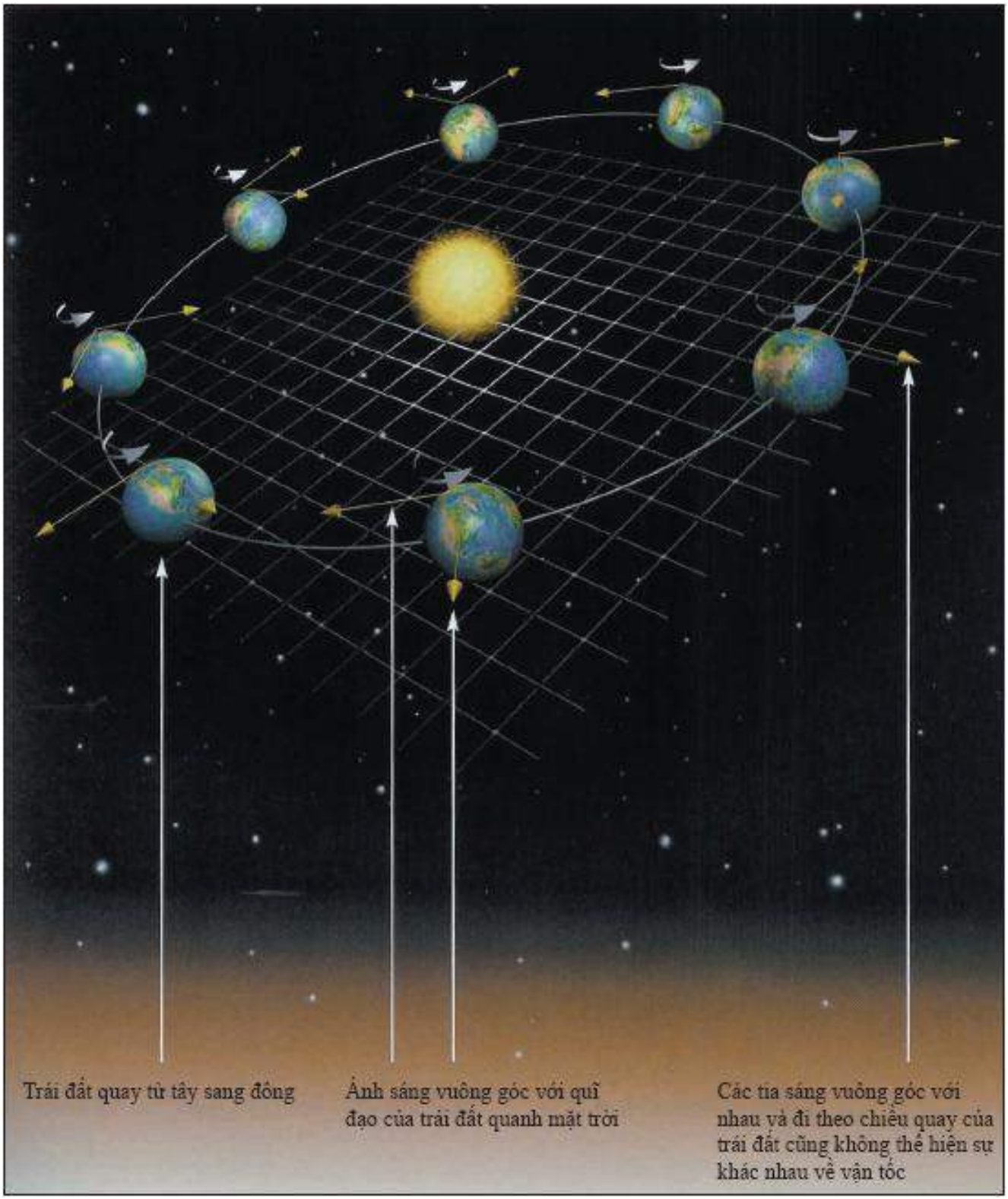



*(Hình 1.1)*

*LÝ THUYẾT Ê-TE CỐ ĐỊNH*

*Nếu ánh sáng là sóng trong một loại vật chất đàn hồi được gọi là ê-te thì vận tốc của ánh sáng đối với người ở trên tàu vũ trụ chuyển động ngược hướng ánh sáng (a) sẽ nhanh hơn vận tốc của ánh sáng đối với người trong con tàu chuyển động cùng hướng với ánh sáng (b).*

https://thuviensach.vn



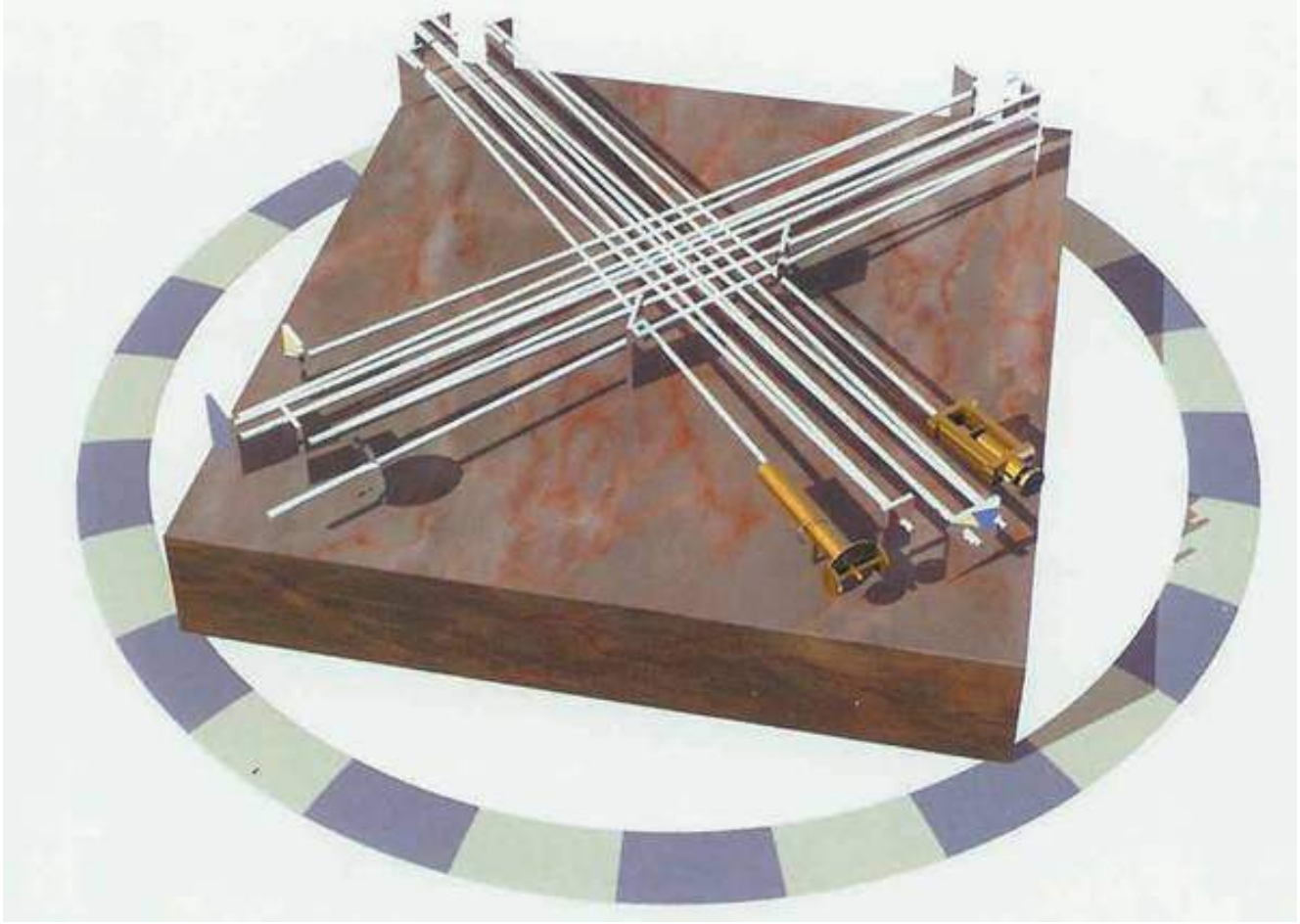

*(Hình 1.2)*

*Người ta không thấy sự khác biệt về vận tốc ánh sáng theo các hướng trong mặt phẳng quỹ đạo của trái đất và hướng vuông góc với mặt phẳng quỹ đạo đó.*

Và một loạt các thí nghiệm để chứng minh điều đó đã thất bại. Albert Michelson và Edward Morley của trường khoa học ứng dụng ở Cleveland, bang Ohio đã thực hiện các thí nghiệm cẩn thận và chính xác nhất vào năm 1887. Họ so sánh tốc độ ánh sáng của hai chùm sáng vuông góc với nhau. Vì trái đất tự quay quanh mình và quay quanh mặt trời nên dụng cụ thí nghiệm

https://thuviensach.vn

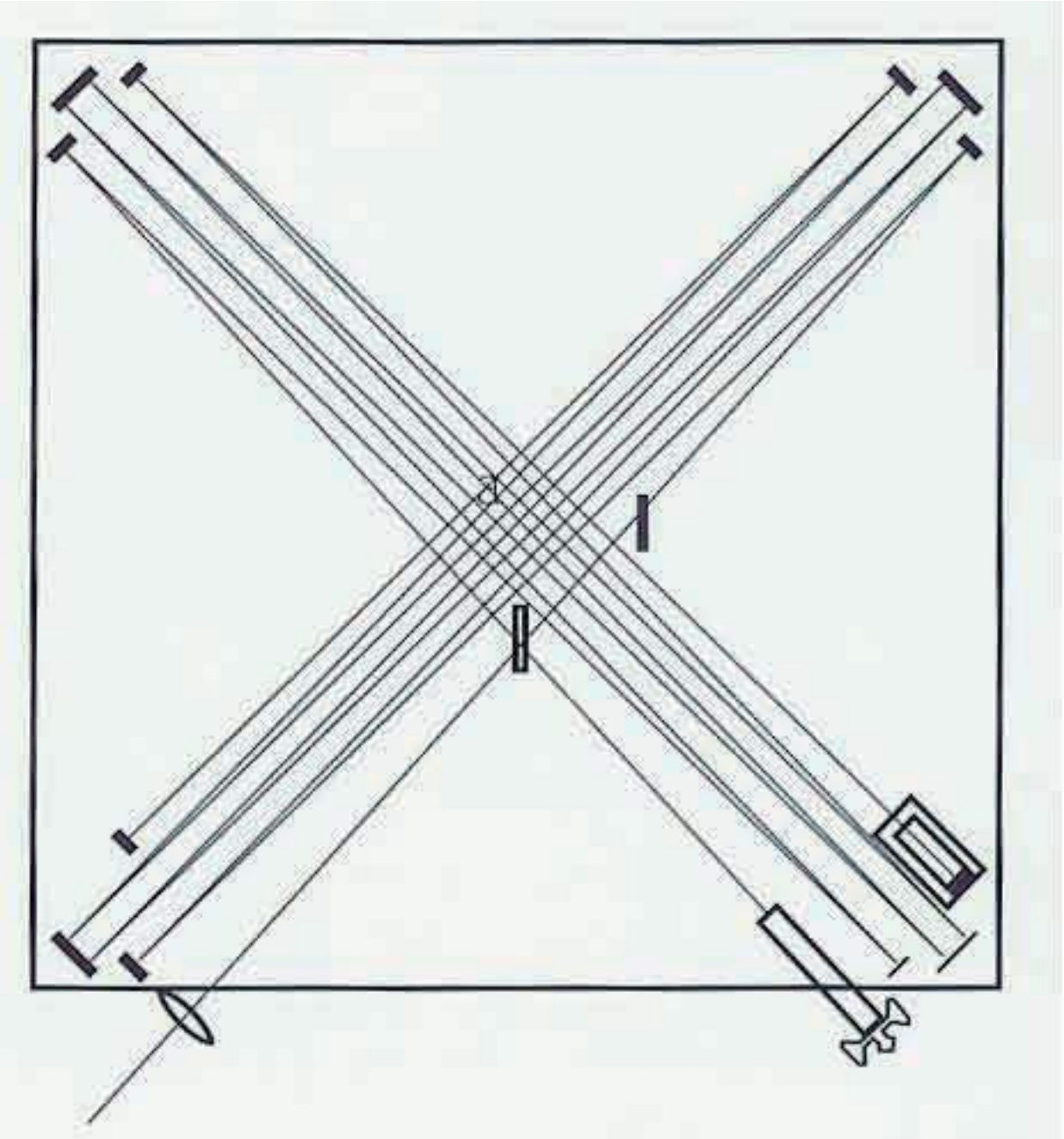
sẽ di chuyển trong ê-te với tốc độ và hướng thay đổi. Nhưng Michelson và Morley cho thấy rằng không có sự khác biệt giữa hai chùm sáng đó. Hình như là ánh sáng truyền với tốc độ như nhau đối với người quan sát, không phụ thuộc vào tốc độ và hướng của người chuyển động. (hình 1.3)



*(Hình 1.3)*
*ĐO VẬN TỐC ÁNH SÁNG*

*Trong giao thoa kế Michenson-Morley, ánh sáng từ nguồn sáng được tách thành hai chùm bằng một gương bán mạ. Hai chùm sáng đi theo hai hướng vuông góc với nhau sau đó lại kết hợp thành một chùm sáng sau khi đập vào gương bán mạ một lần nữa. Sự sai khác về tốc độ ánh sáng của hai chùm sáng đi theo hai hướng có thể làm cho các đỉnh sóng của chùm sáng này trùng với đáy sóng của chùm sáng kia và chúng triệt tiêu nhau.*

https://thuviensach.vn



*Hình phải: sơ đồ thí nghiệm được vẽ lại từ sơ đồ được in trên tạp chí Scientific American năm 1887.*

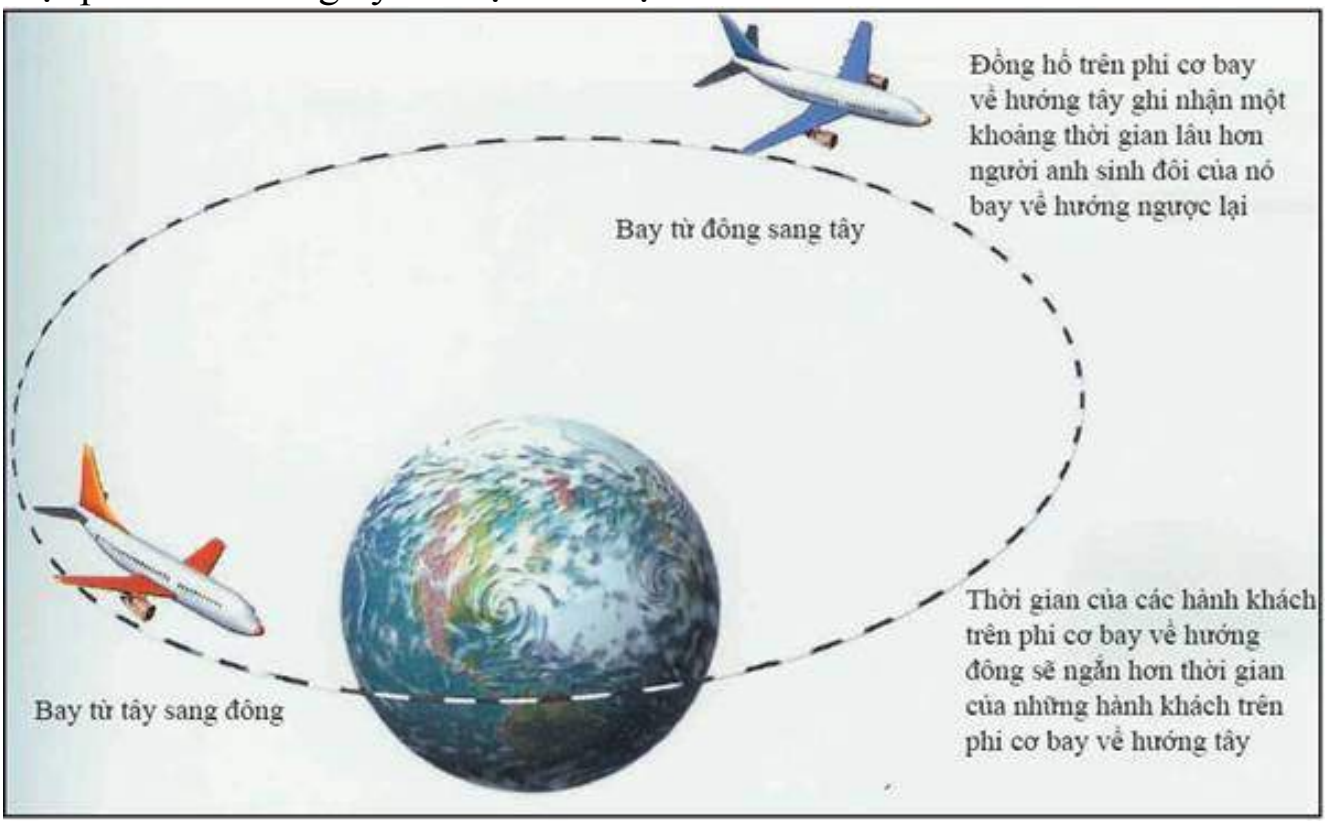
Dựa trên thí nghiệm Michelson-Morley, một nhà vật lý người Ai-len tên là George Fitzgerald và nhà vật lý người Hà Lan tên là Hendrik Lorentz giả thiết rằng các vật thể chuyển động trong ê-te sẽ co lại và thời gian sẽ bị chậm đi. Sự co và sự chậm lại của đồng hồ làm cho tất cả mọi người sẽ đo được một tốc độ ánh sáng như nhau không phụ thuộc vào việc họ chuyển động như thế nào đối với ê-te (George Fitzgerald và Hendrik Lorentz vẫn coi ê-te là một loại vật chất có thực). Tuy vậy, năm 1905, Eistein đã viết một bài báo chỉ ra rằng nếu người ta không thể biết được người ta chuyển động trong không gian hay không thì khái niệm ê-te không còn cần thiết nữa. Thay vào đó, ông bắt đầu bằng một giả thuyết rằng các định luật khoa học xuất hiện như nhau đối với tất cả những người quan sát chuyển động tự do. Đặc biệt là

https://thuviensach.vn

họ sẽ đo được tốc độ ánh sánh như nhau không phụ thuộc vào tốc độ chuyển động của họ. Tốc độ của ánh sáng độc lập với chuyển động của người quan sát và như nhau theo tất cả các hướng.

Ý tưởng này đòi hỏi phải từ bỏ ý nghĩ cho rằng tồn tại một đại lượng phổ quát được gọi là thời gian có thể đo được bằng tất cả các đồng hồ. Thay vào đó, mỗi người có một thời gian riêng của họ. Thời gian của hai người sẽ giống nhau nếu hai người đó đứng yên tương đối với nhau, nhưng thời gian sẽ khác nhau nếu hai người đó chuyển động tương đối với nhau.

Giả thuyết này được khẳng định bằng rất nhiều thí nghiệm, trong đó có một thí nghiệm gồm hai đồng hồ chính xác bay theo hướng ngược nhau vòng quanh trái đất và quay lại cho thấy thời gian có sai lệch chút ít. Giả thuyết gợi ý rằng nếu ai đó muốn sống lâu hơn thì người đó nên bay về hướng đông vì như thế thì tốc độ của trái đất sẽ bổ sung vào tốc độ của máy bay. Tuy vậy các bữa ăn trên máy bay sẽ rút ngắn cuộc sống của bạn nhiều hơn nhiều lần một phần nhỏ của giây mà bạn có được.




*(Hình 1.4)*

*Một phiên bản về nghịch lý anh em sinh đôi (hình 1.5) đã được kiểm tra bằng thực nghiệm từ hai chiếc đồng hồ chính xác bay ngược chiều nhau vòng quanh Trái Đất.*
*Khi chúng gặp nhau thì đồng hồ bay về hướng đông đã ghi lại thời gian ngắn hơn chút ít.*

https://thuviensach.vn

*(Hình 1.5)*

*NGHỊCH LÝ ANH EM SINH ĐÔI*

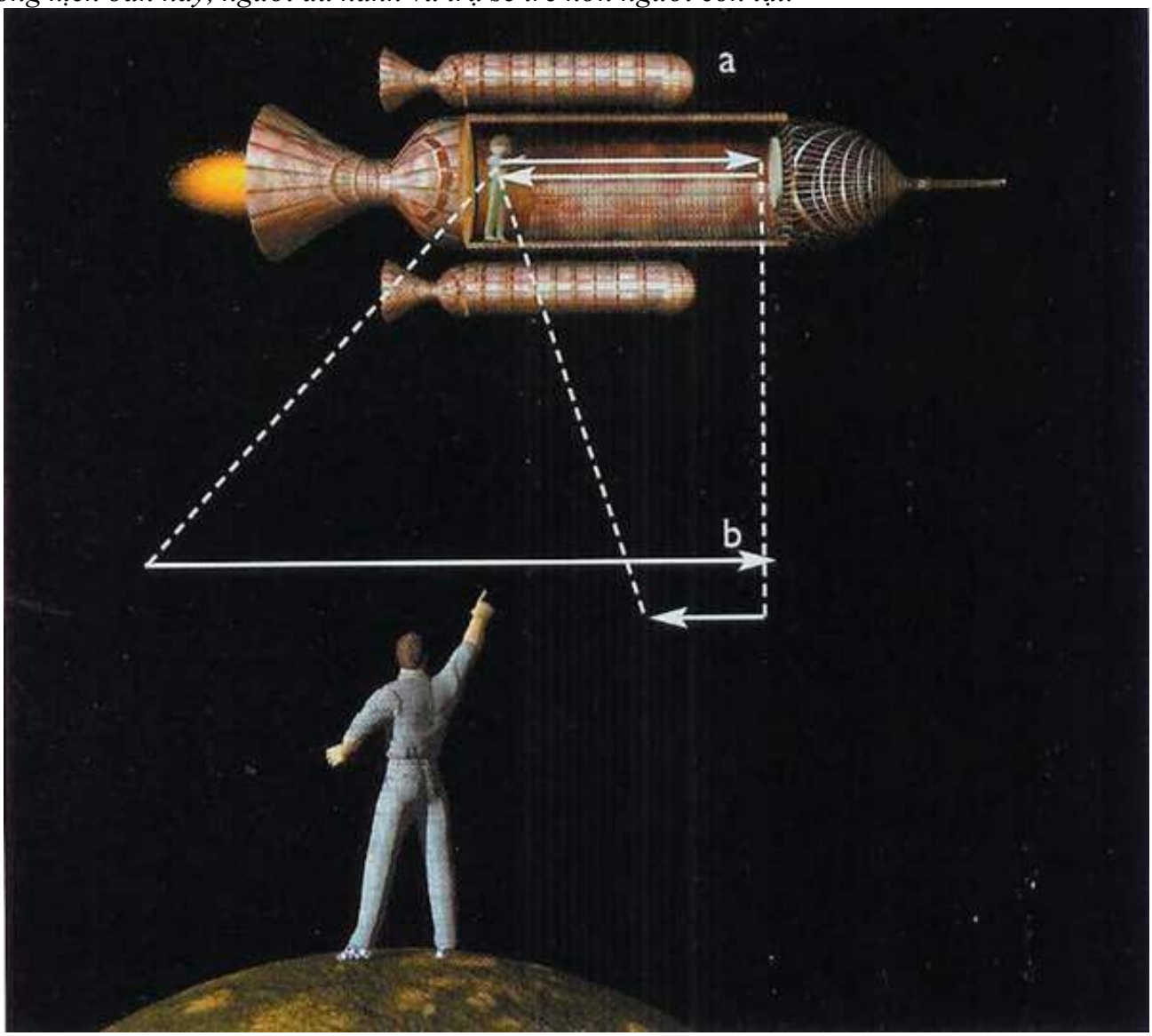
*Trong thuyết tương đối, mỗi người quan sát sẽ đo thời gian khác nhau. Điều này có thể dẫn đến nghịch lý anh em sinh đôi (twin paradox).*

*Một người trong cặp anh em sinh đôi (a) trong một phi thuyền thám hiểm không gian chuyển động với vận tốc gần bằng vận tốc ánh sáng (c) trong khi người anh em của anh ta (b) vẫn trên mặt đất.*

*Vì thời gian của (a) trong phi thuyền chậm hơn thời gian của (b) trên trái đất. Nên khi người (a) trở về (a2) anh ta sẽ thấy người anh em của anh ta trên trái đất (b2) già hơn anh ta. Mặc dù nó có vẻ chống lại cảm nhận chung của chúng ta, rất nhiều thí nghiệm chứng minh*

https://thuviensach.vn

*trong kịch bản này, người du hành vũ trụ sẽ trẻ hơn người còn lại.*




*(Hình 1.6)*

*Một phi thuyền đi ngang qua trái đất từ trái sang phải với vận tốc bằng bốn phần năm vận tốc ánh sáng. Một xung ánh sáng phát ra từ cabin và phản xạ lại ở đầu kia (a).*

*Người trên trái đất nhìn ánh sáng trên phi thuyền. Vì phi thuyền chuyển động nên hai người sẽ quan sát khoảng cách mà ánh sáng đã đi được khi phản xạ lại không bằng nhau (b).*

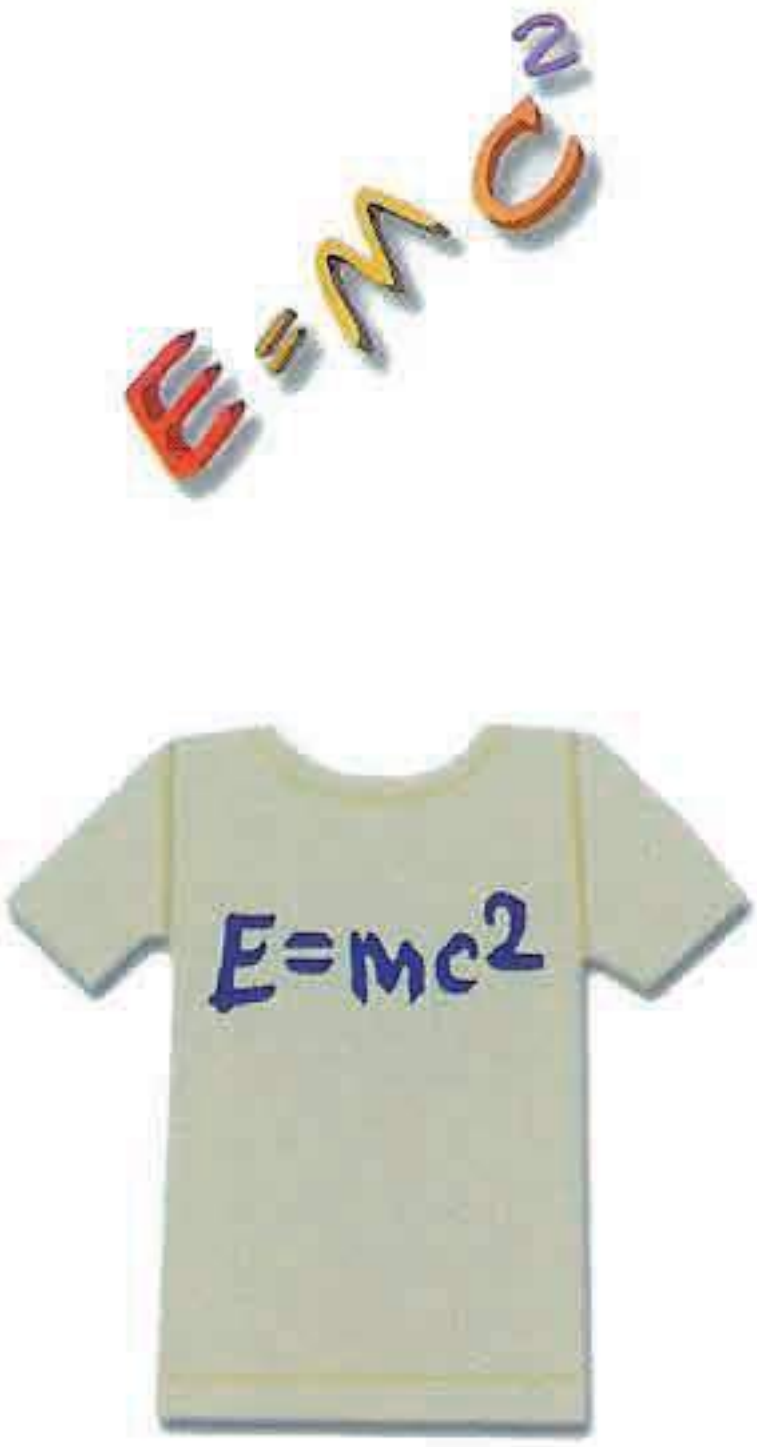
*Và với họ thời gian mà ánh sáng dùng để truyền cũng không bằng nhau, vì theo giả thuyết của Einstein, tốc độ ánh sáng là như nhau đối với tất cả các người quan sát chuyển động tự do.*

Giả thuyết của Einstein cho rằng các định luật khoa học xuất hiện như nhau đối với tất cả các người quan sát chuyển động tự do là cơ sở của thuyết tương đối. Gọi như vậy vì nó ngụ ý rằng chỉ có chuyển động tương đối là quan trọng. Vẻ đẹp và sự đơn giản của giả thuyết này đã thuyết phục rất nhiều các nhà tư tưởng, tuy nhiên, vẫn có rất nhiều các ý kiến trái ngược. Einstein đã vứt bỏ hai khái niệm tuyệt đối của khoa học thế kỷ 19: đứng yên tuyệt đối - đại diện là ê-te và thời gian tuyệt đối và phổ quát mà tất cả các đồng hồ đo được. Rất nhiều người thấy rằng đây là một khái niệm không bình thường. Họ hỏi, giả thuyết ngụ ý rằng *tất cả mọi thứ* đều tương đối,

https://thuviensach.vn

rằng không có một tiêu chuẩn đạo đức tuyệt đối? Sự bứt rứt này tiếp diễn trong suốt những năm 20 và 30 của thế kỷ 20. Khi Einstein được trao giải Nobel vào năm 1921 về một công trình kém quan trọng hơn cũng được ông cho ra đời vào năm 1905. Lúc đó, thuyết tương đối không được nhắc đến vì nó vẫn còn gây nhiều tranh cãi (đến bây giờ tôi vẫn nhận được vài ba bức thư hàng tuần nói rằng Einstein đã sai). Tuy vậy, hiện nay, các nhà vật lý hoàn toàn chấp nhận thuyết tương đối, và các tiên đoán của nó đã được kiểm chứng trong vô vàn ứng dụng.

https://thuviensach.vn

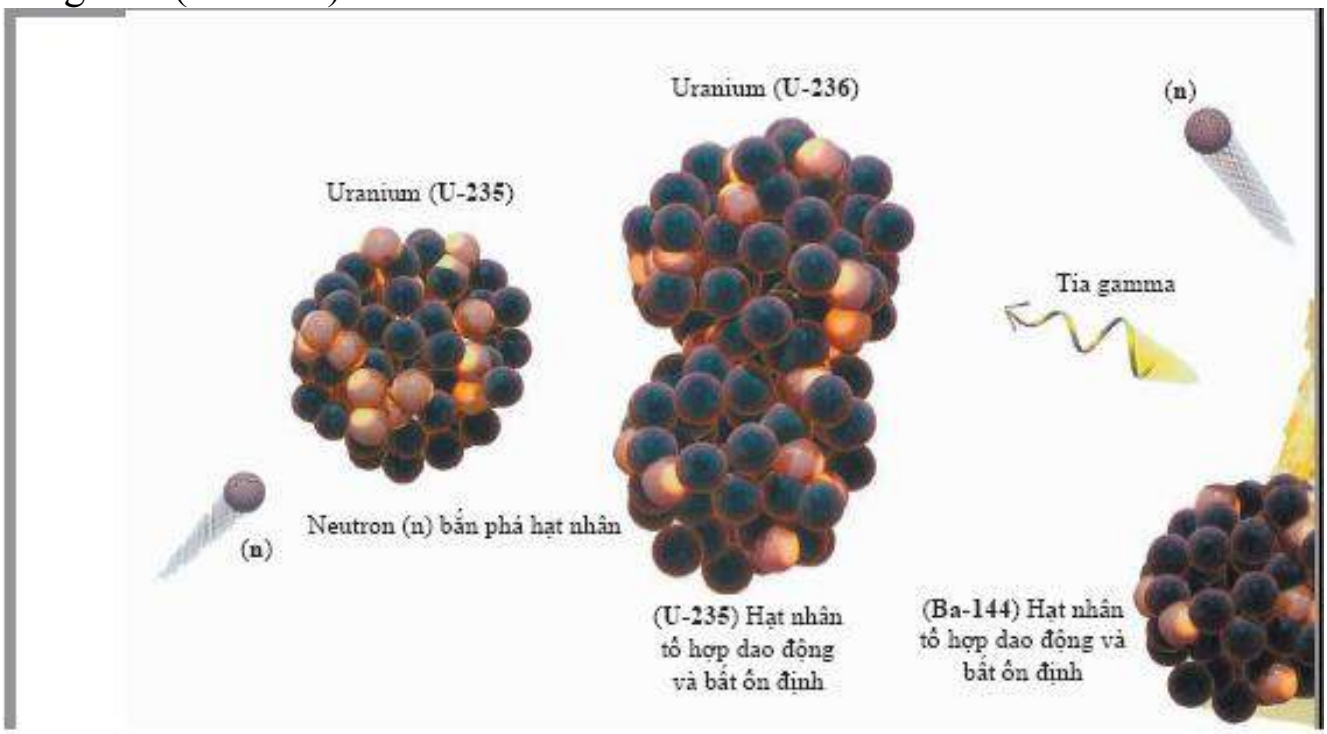



*(Hình 1.7)*

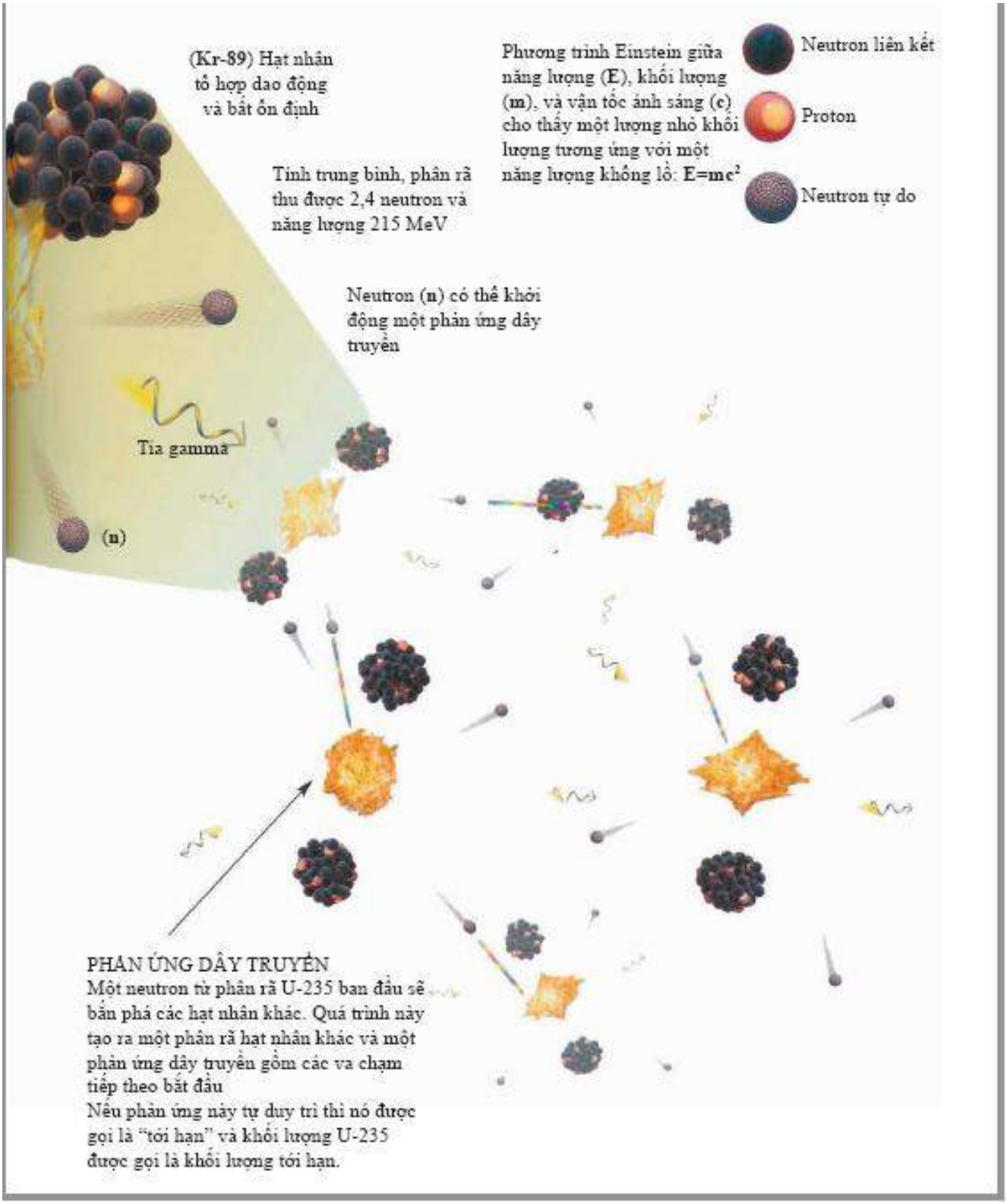
Một hệ quả quan trọng của thuyết tương đối là hệ thức giữa khối lượng và

https://thuviensach.vn

năng lượng. Giả thiết của Einstein về tốc độ của ánh sáng là như nhau đối với tất cả các người quan sát ngụ ý rằng không có gì có thể chuyển động nhanh hơn ánh sáng. Nếu ta dùng năng lượng để gia tốc một vật nào đó, dù là một hạt hay một tàu vũ trụ, thì khối lượng của vật đó sẽ gia tăng cùng với tốc độ và do đó sẽ khó có thể gia tốc thêm được nữa. Ta không thể gia tốc một hạt đến tốc độ ánh sáng vì ta cần một năng lượng lớn vô cùng để làm điều đó. Khối lượng và năng lượng là tương đương và điều đó được tổng kết trong một phương trình nổi tiếng $E = mc^2$ (hình 1.7). Có lẽ đây là phương trình vật lý duy nhất mà chúng ta có thể nhìn thấy nó được viết trên đường phố. Một trong số các hệ quả của phương trình trên là hạt nhân của nguyên tử Uranium phân rã thành 2 hạt nhân nhỏ hơn có tổng khối lượng nhỏ hơn khối lượng của hạt nhân ban đầu, việc này sẽ giải tỏa một năng lượng vô cùng lớn. (hình 1.8)




https://thuviensach.vn




*(Hình 1.8)*

*NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT HẠT NHÂN*

*Hạt nhân được tạo thành từ proton và neutron liên kết với nhau nhờ lực hạt nhân mạnh. Nhưng khối lượng của hạt nhân luôn nhỏ hơn tổng khối lượng của các proton và neutron riêng lẻ tạo nên chúng. Sự khác nhau chính là một phép đo năng lượng liên kết hạt nhân mà giữ hạt nhân lại với nhau.*

*Năng lượng liên kết này có thể được tính từ hệ thức Einstein: năng lượng liên kết hạt nhân = $\Delta mc^2$ trong đó $\Delta m$ là sự khác nhau giữa khối lượng hạt nhân và tổng các thành phần.*

*Nó giải thoát một lượng năng lượng đủ để tạo nên một sức công phá khổng lồ.*

https://thuviensach.vn

Vào năm 1939, khi mà khả năng một cuộc chiến tranh thế giới nữa đang lờ mờ xuất hiện, một nhóm các nhà khoa học đã nhận ra tầm quan trọng và đã thuyết phục Einstein vượt qua sự lưỡng lự của bản thân để điền tên của ông vào một bức thư gửi Tổng thống Roosevelt nhằm thúc giục Hoa Kỳ khởi động chương trình nghiên cứu hạt nhân.

*Bức thư tiên đoán của Einstein gửi tổng thống Roosevelt năm 1939:*

*"Trong thời gian bốn tháng qua, thông qua các công trình của Joliot ở Pháp cũng như Fermi và Szilard ở Hoa Kỳ, chúng ta có thể xây dựng một phản ứng hạt nhân với một khối lượng lớn Uranium, nhờ đó mà sinh ra một nguồn năng lượng lớn. Bây giờ, chúng ta có thể làm điều này trong một tương lai gần.*

*Mặc dù chưa chắc chắn, nhưng hiện tượng mới này có khả năng dẫn đến việc tạo ra các quả bom có sức công phá cực lớn."*

https://thuviensach.vn

Việc này dẫn đến dự án Manhattan và kết quả của nó là 2 quả bom nguyên tử được ném xuống Hiroshima và Nagasaki vào năm 1945. Một số người đã đổ tội cho Einstein về bom nguyên tử bởi vì ông đã khám phá ra mối liên hệ giữa khối lượng và năng lượng; nhưng điều này giống như là đổ tội cho Newton đã gây ra các vụ tai nạn máy bay vì đã phát hiện ra định luật hấp dẫn.

Sau các bài báo gây chấn động vào năm 1905, Einstein trở lên nổi tiến trên thế giới. Nhưng đến tận năm 1909 ông mới được mời vào làm việc tại trường đại học Zurich và do đó, ông có thể từ bỏ công việc ở văn phòng sáng chế Thụy Sỹ. Hai năm sau ông chuyển sang đại học Đức ở Prague, nhưng ông quay trở lại Zurich vào năm 1912, nhưng lần này ông về trường Bách khoa liên bang. Mặc dù chủ nghĩa chống bài Do thái (anti-semitism) đang phổ biến ở châu Âu, ngay cả ở trong các trường đại học, nhưng ông vẫn là một tài sản quý của trường đại học. Có nhiều đề nghị làm việc đến từ Vienna và

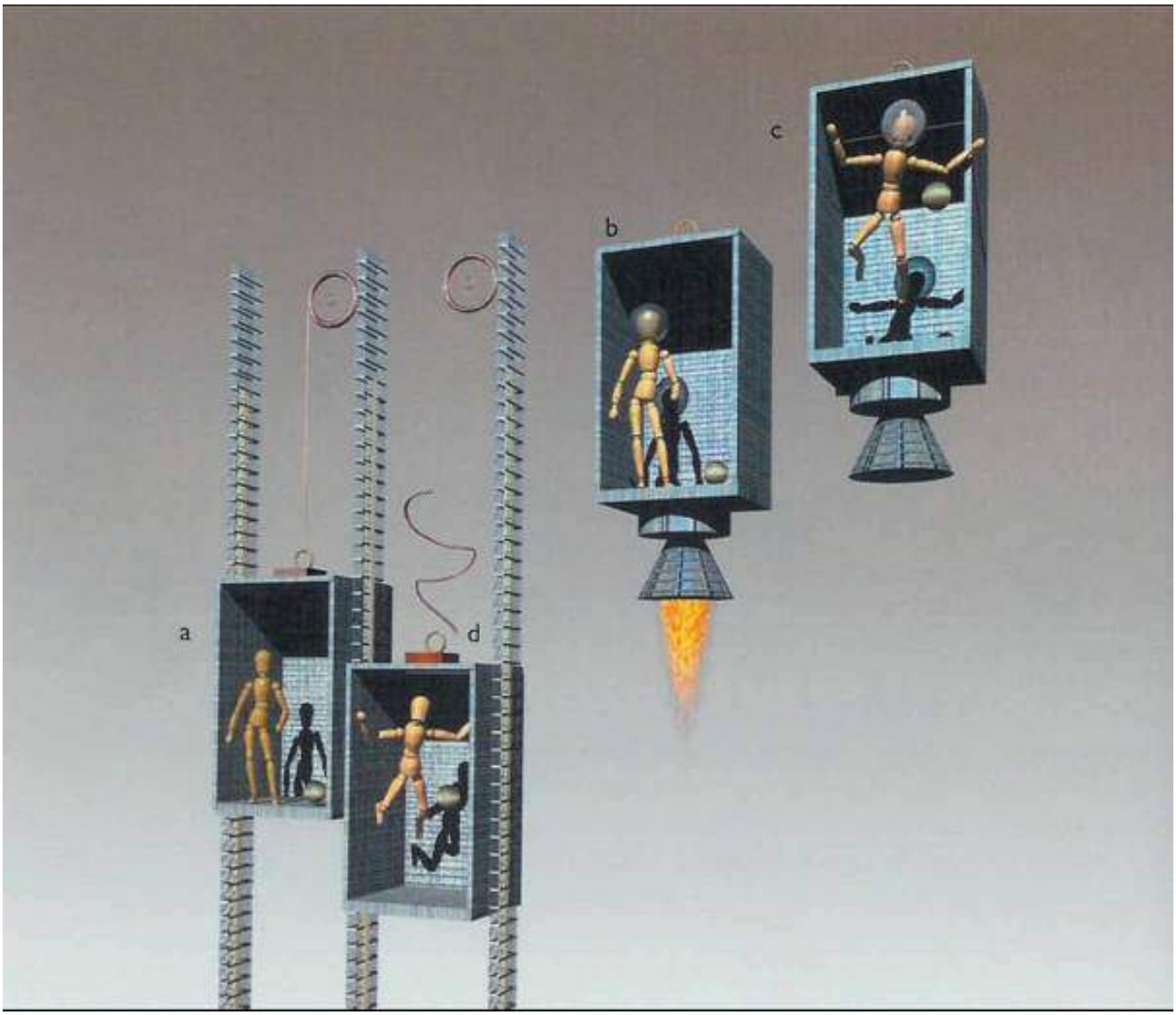
https://thuviensach.vn

Utrecht, nhưng ông đã chấp nhận một vị trí ở Viện hàn lâm khoa học Prussian ở Berlin vì ở đó ông không phải đảm nhiệm công việc giảng dạy. Ông chuyển đến Berlin vào tháng 4 năm 1914 và sau đó ít lâu vợ và hai con của ông cũng chuyển đến đó với ông. Cuộc hôn nhân của ông gặp nhiều sóng gió, do vậy, vợ và các con ông nhanh chóng trở lại Zurich. Mặc dầu thỉnh thoảng ông vẫn trở lại thăm họ nhưng cuối cùng cuộc hôn nhân của họ cũng tan vỡ. Sau đó Einstein lấy một người em họ tên là Elsa sống ở Berlin. Trong những năm chiến tranh ông đã sống độc thân và không có ràng buộc về gia đình, có lẽ chính vì thế đây là thời kỳ thăng hoa nhất của ông về mặt khoa học.

Mặc dầu thuyết tương đối rất phù hợp với các định luật điện và từ nhưng nó lại không tích hợp với định luật hấp dẫn của Newton. Định luật của Newton nói rằng nếu một lượng vật chất trong một vùng của không gian bị thay đổi thì trường hấp dẫn mà nó tạo ra trong toàn vũ trụ cũng thay đổi ngay lập tức. Điều này có nghĩa là người ta có thể gửi các tín hiệu nhanh hơn ánh sáng (mâu thuẫn với thuyết tương đối); để hiểu tức thời có nghĩa là gì, người ta lại cần đến khái niệm thời gian tuyệt đối và phổ quát, chính điều này lại loại bỏ thời gian cá nhân.

Năm 1907, Einstein nhận ra khó khăn này khi ông còn làm việc ở văn phòng sáng chế ở Bern, nhưng phải đến khi ông ở Prague vào năm 1911 ông mới suy nghĩ về vấn đề này một cách nghiêm túc. Ông nhận ra rằng có một mối liên hệ mật thiết giữa gia tốc và trường hấp dẫn. Một người nào đó ở trong một cái hộp đóng kín như là trong một cái thang máy chẳng hạn không thể nhận biết được cái hộp đó đang đứng yên trong trường hấp dẫn của trái đất hay đang bị gia tốc bởi một tên lửa trong không gian (tất nhiên lúc này là trước kỷ nguyên của Star Trek, và Einstein nghĩ về những người đứng trong thang máy hơn là về những con tàu vũ trụ). Nhưng người ta không thể gia tốc hoặc rơi tự do lâu được trong cái thang máy trước khi tai nạn xảy ra! (hình 1.9)

https://thuviensach.vn



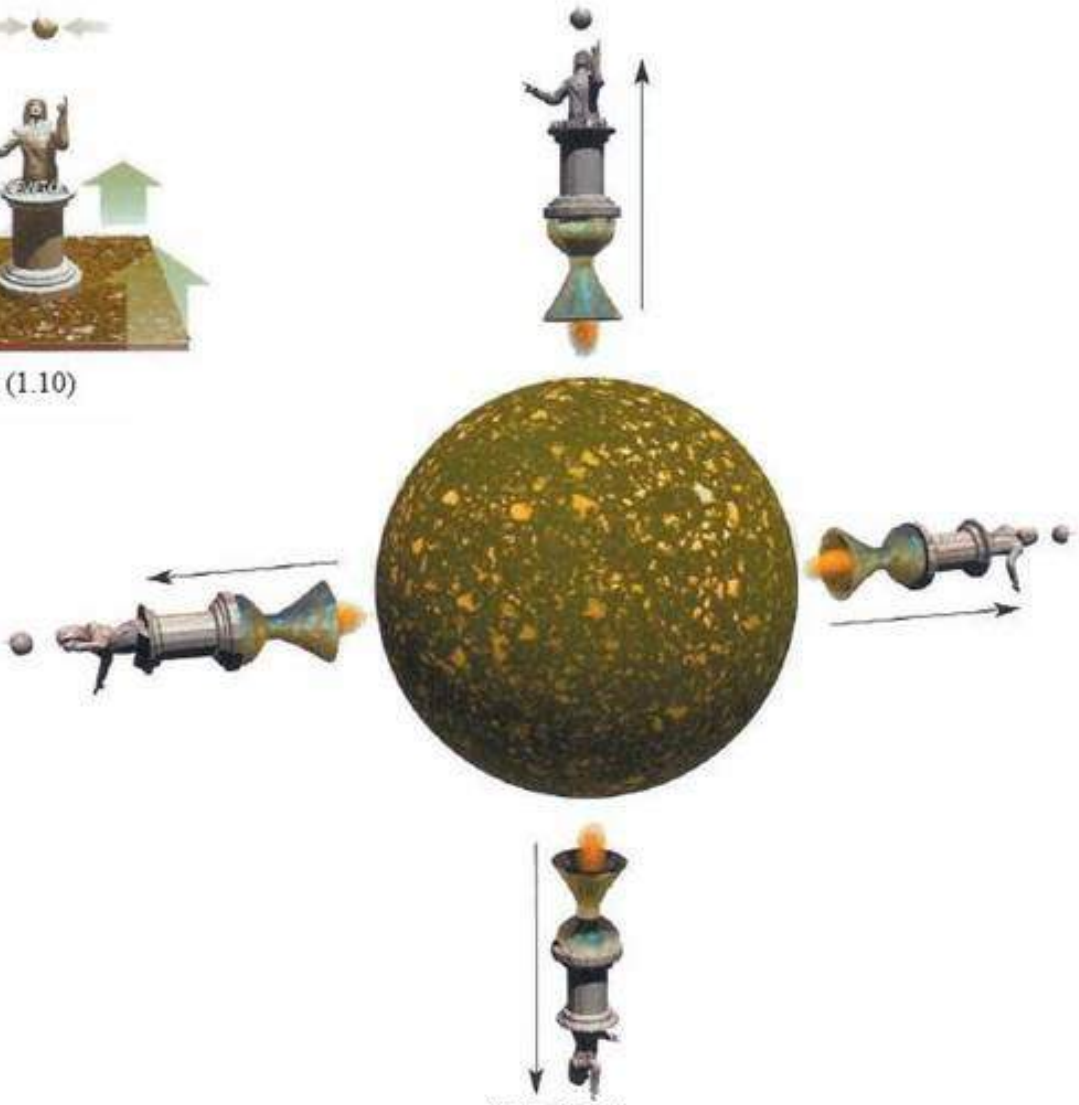

*(Hình 1.9)*

*Một người quan sát đứng trong một cái hộp không thể nhận ra sự khác nhau khi đứng trong một chiếc thang máy tĩnh trên trái đất (a) hoặc bị gia tốc bởi một tên lửa trong không gian tự do (b).*
*Nếu người ta tắt động cơ của tên lửa (c) cảm giác sẽ giống như trong một chiếc thang máy rơi tự do xuống đất.*

Nếu trái đất phẳng thì ta có thể nói rằng quả táo rơi xuống đầu Newton là do hấp dẫn hoặc Newton và bề mặt trái đất bị gia tốc lên trên, hai cách nói trên là tương đương (hình 1.10). Sự tương ứng giữa gia tốc và hấp dẫn không sẽ còn đúng khi trái đất là hình cầu, tuy vậy - người ở mặt kia trái đất có thể bị gia tốc theo các chiều ngược lại nhưng vẫn đứng ở những khoảng cách không đổi với nhau. (hình 1.11)

https://thuviensach.vn

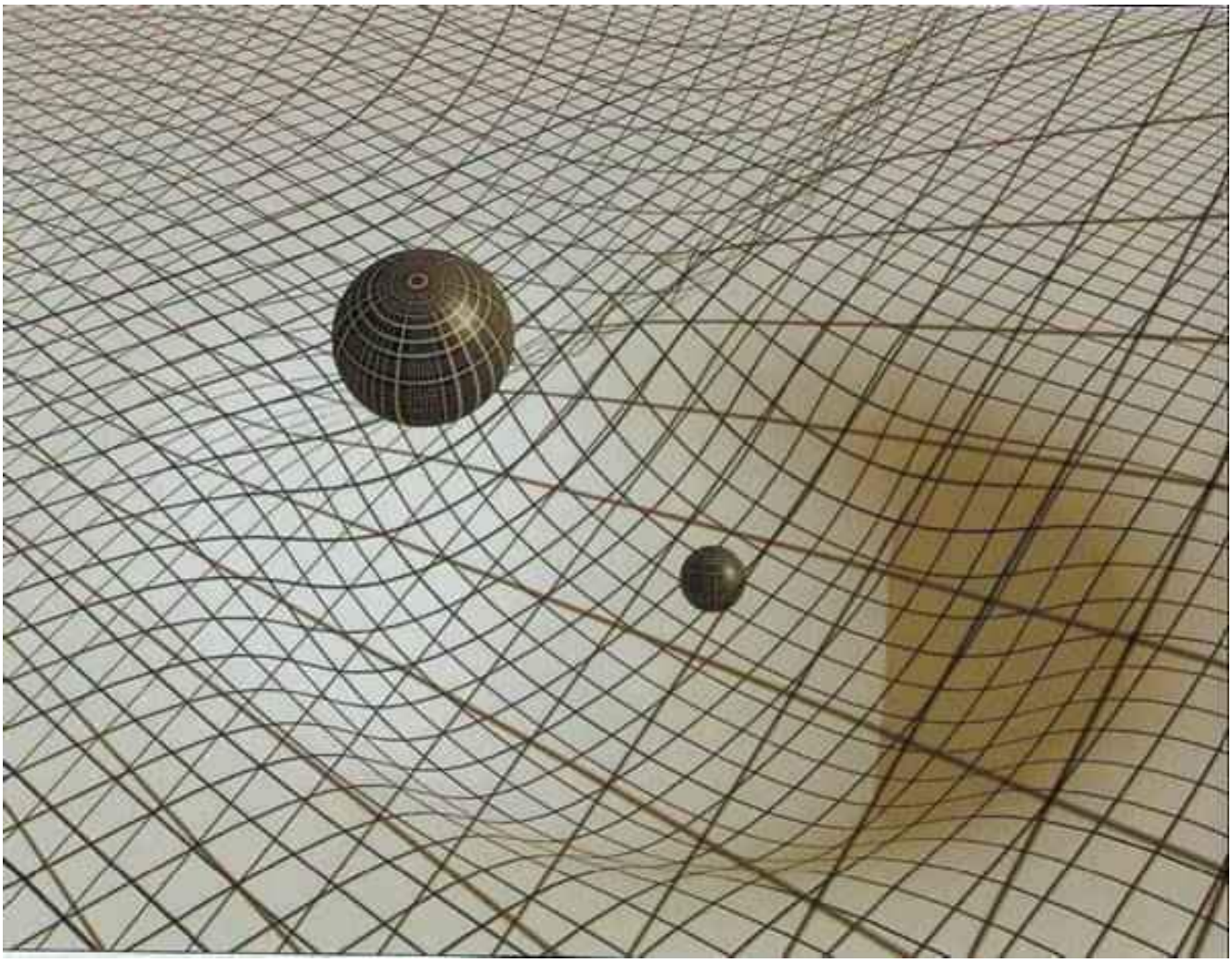
Hình (1.10)



Hình (1.11)

Nhưng khi ông quay lại Zurich vào năm 1912, ông đã có một bước đột phá khi nhận ra rằng sự tương ứng đó là đúng nếu hình dáng của không thời gian bị bẻ cong chứ không thẳng như người ta vẫn nghĩ cho tới thời điểm đấy. Ý tưởng của ông là khối lượng và năng lượng đã làm cong không thời gian theo một cách có thể xác định được. Các vật thể như là quả táo hoặc là hành tinh sẽ cố gắng chuyển động thẳng trong không thời gian, nhưng quỹ đạo của chúng sẽ bị bẻ cong bởi một trường hấp dẫn do không thời gian bị cong. (hình 1.12)

https://thuviensach.vn



*(Hình 1.12)*

*ĐỘ CONG CỦA KHÔNG THỜI GIAN*

*Gia tốc và hấp dẫn chỉ có thể tương đương với nhau nếu một vật thể có khối lượng lớn bẻ cong không thời gian, do đó bẻ cong cả lộ trình của các vật thể xung quanh nó.*

*Nếu trái đất phẳng (hình 1.10) thì người ta có thể giải thích bằng một trong hai cách tương đương sau: quả táo rơi xuống đầu Newton do lực hấp dẫn hoặc do Newton gia tốc lên phía trên. Sự tương đương này không còn đúng khi trái đất hình cầu (hình 1.11) vì những người ở mặt kia của trái đất sẽ rời xa nhau. Einstein đã giải quyết bài toán này bằng việc giả thiết không gian và thời gian bị cong.*

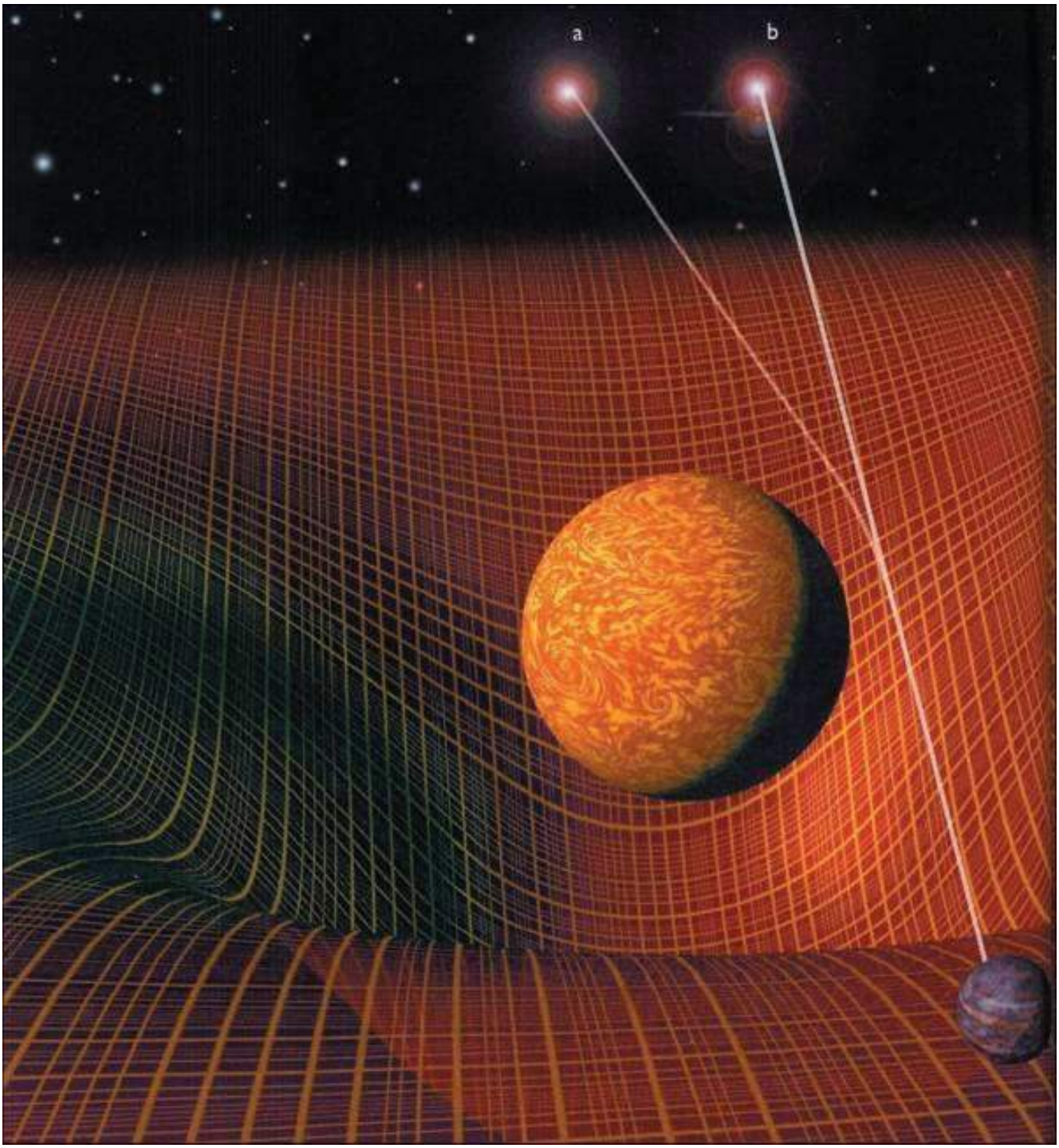
Với sự giúp đỡ của Marcel Grossmann, Einstein nghiên cứu lý thuyết không gian và mặt phẳng cong do George Friedrich Riemann phát triển trước đó. Tuy vậy, Riemann nghĩ rằng chỉ có không gian bị bẻ cong. Điều đó làm cho Einstein nghĩ rằng không thời gian cũng bị bẻ cong. Einstein và Grossmann đã viết chung một bài báo vào năm 1913, trong đó họ đã đẩy ý tưởng mà chúng ta nghĩ về lực hấp dẫn chỉ là những biểu hiện của sự cong của không thời gian. Tuy vậy, vì một sai lầm do Einstein gây ra (Einstein cũng rất con người và có thể nhầm lẫn), họ không thể tìm ra các phương trình liên hệ độ cong của không gian với khối lượng và năng lượng trong đó. Einstein vẫn tiếp tục nghiên cứu vấn đề này ở Berlin, không bị ảnh hưởng bởi các vấn đề gia đình và chủ yếu là không bị ảnh hưởng bởi chiến tranh,

https://thuviensach.vn

cho đến khi ông tìm thấy các phương trình đó vào tháng 11 năm 1915. Ông đã trao đổi các ý tưởng của ông với nhà toán học David Hilbert trong chuyến thăm trường đại học Gottingen vào mùa hè năm 1915, và Hilbert cũng tìm ra các phương trình tương tự một cách độc lập trước Einstein vài ngày. Tuy nhiên, ngay cả bản thân Hilbert cũng thừa nhận, tác quyền của lý thuyết mới là thuộc về Einstein. Ý tưởng liên hệ hấp dẫn với độ cong của không thời gian chính là của ông. Đây cũng là một lời khen cho nước Đức vào thời điểm đó khi các cuộc trao đổi và thảo luận khoa học có thể diễn ra mà không bị ảnh hưởng bởi chiến tranh. Điều này hoàn toàn trái ngược với kỷ nguyên Đức quốc xã (Nazi) 20 năm sau đó.

Lý thuyết mới về sự cong của không thời gian được gọi là thuyết tương đối rộng để phân biệt với lý thuyết ban đầu không có lực hấp dẫn được mọi người biết đến với cái tên là thuyết tương đối hẹp. Lý thuyết này được khẳng định trong một thí nghiệm rất ấn tượng vào năm 1919, trong một cuộc thám hiểm của các nhà khoa học người Anh về phía Tây châu Phi đã quan sát được độ lệch rất nhỏ của ánh sáng đến từ một ngôi sao đi gần mặt trời trong quá trình nhật thực (hình 1.13). Đây là một bằng chứng trực tiếp cho thấy rằng không thời gian bị bẻ cong, và nó đã khích lệ sự thay đổi lớn nhất của con người trong nhận thức của chúng ta về vũ trụ mà chúng ta đang sống từ khi Euclid viết cuốn sách *Hình học cơ sở* vào khoảng 300 năm trước Công nguyên.

https://thuviensach.vn



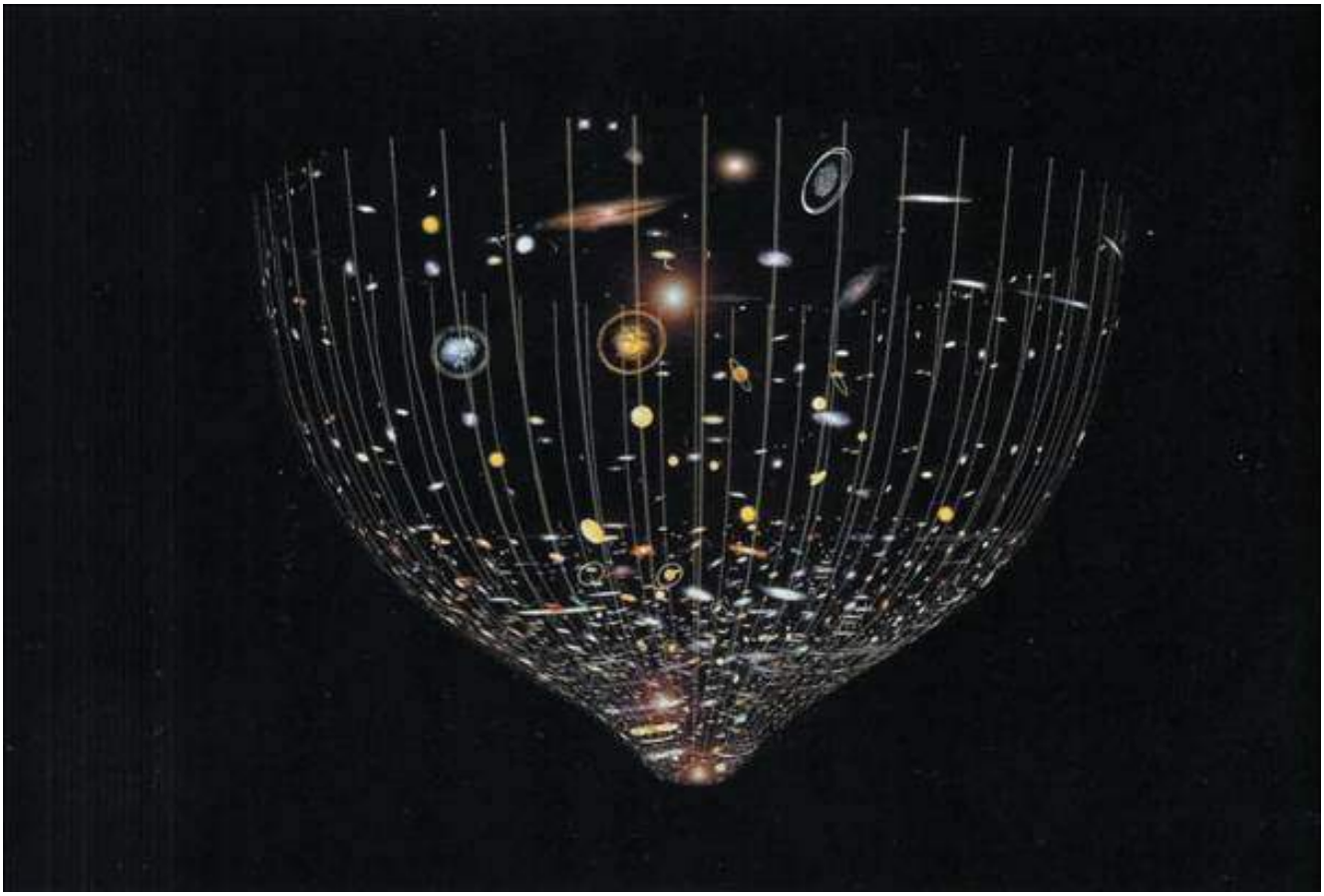

*(Hình 1.13)*
*ÁNH SÁNG BỊ BẺ CONG*
*Ánh sáng từ các ngôi sao đi đến gần mặt trời lệch hướng do khối lượng của mặt trời làm cong không thời gian (a). Điều này làm dịch chuyển vị trí biểu kiến của ngôi sao khi nhìn từ trái đất (b). Hiện tượng này có thể quan sát khi nhật thực.*

Thuyết tương đối rộng của Einstein đã biến không thời gian từ vai trò là một khung nền thụ động trong đó các hiện tượng xảy ra trở thành một tác nhân chủ động trong chuyển động của vũ trụ. Điều đó dẫn tới một bài toán rất lớn và là mối quan tâm hàng đầu của vật lý ở thế kỷ 20. Vũ trụ tràn đầy vật chất và vật chất bẻ cong không thời gian theo một cách làm cho các vật thể rơi vào nhau. Einstein thấy rằng các phương trình của ông không có

https://thuviensach.vn

nghiệm mô tả một vũ trụ tĩnh tại và không thay đổi theo thời gian. Thay vì việc từ bỏ một vũ trụ vĩnh cửu mà ông và phần lớn những người khác tin, ông đã thêm vào một số hạng gọi là hằng số vũ trụ một cách khiên cưỡng. Hằng số này làm cong không thời gian theo hướng ngược lại, do đó các vật thể sẽ chuyển động ra xa nhau. Hiệu ứng đẩy của hằng số vũ trụ có thể cân bằng với hiệu ứng hút của vật chất, cho phép ông thu được một vũ trụ tĩnh tại. Đây là một trong những cơ may bị mất đáng tiếc nhất trong vật lý thuyết. Nếu Einstein dừng lại ở các phương trình ban đầu của ông, ông có thể tiên đoán rằng vũ trụ sẽ giãn nở hoặc co lại. Khả năng vũ trụ thay đổi theo thời gian chỉ được xem xét một cách nghiêm túc cho đến khi có được những quan sát thu được từ kính thiên văn 2,5 m đặt trên đỉnh Wilson vào những năm 1920.

Những quan sát này cho thấy rằng các thiên hà ở càng xa nhau thì chuyển động ra xa nhau càng nhanh. Vũ trụ đang giãn nở với khoảng cách giữa 2 thiên hà tăng dần theo thời gian (hình 1.14). Phát hiện này đã loại bỏ sự có mặt của hằng số vũ trụ để có được một vũ trụ tĩnh. Sau này Einstein nói rằng hằng số vũ trụ là sai lầm lớn nhất của đời ông. Tuy vậy, ngày nay, người ta thấy rằng hằng số vũ trụ hoàn toàn không phải là một sai lầm: những quan sát gần đây sẽ được mô tả trong chương 3 gợi ý rằng thực ra là có một hằng số vũ trụ rất nhỏ.

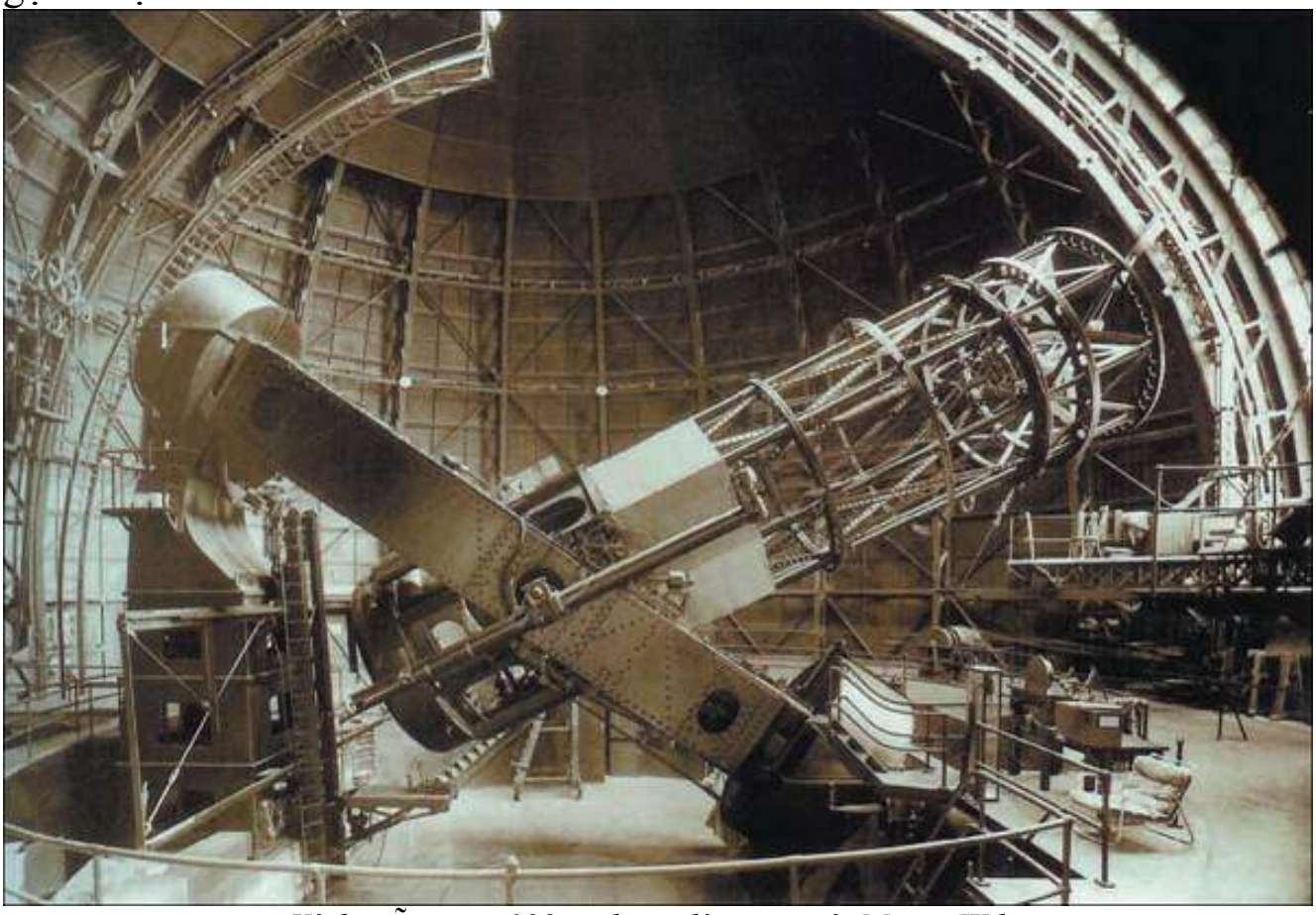


*(Hình 1.14)*

https://thuviensach.vn

*Quan sát về các thiên hà chỉ ra rằng vũ trụ đang giãn nở: khoảng cách giữa hầu hết các cặp thiên hà đang gia tăng.*

Thuyết tương đối rộng đã thay đổi hoàn toàn việc bàn luận nguồn gốc và số phận của vũ trụ. Một vũ trụ tĩnh tại có thể tồn tại mãi mãi hoặc có thể được tạo ra với hình dạng hiện nay của nó tại một thời điểm trong quá khứ. Tuy vậy, nếu bây giờ các thiên hà đang rời xa nhau, điều đó có nghĩa là trong quá khứ chúng đã từng rất gần nhau. Khoảng 15 tỷ năm trước đây, chúng đã từng chập lại với nhau và mật độ rất lớn. Trạng thái này được một linh mục Công giáo tên là Georges Lemaitre, người đầu tiên nghiên cứu về nguồn gốc của vũ trụ gọi là "nguyên tử nguyên thủy" mà ngày nay chúng ta gọi là vụ nổ lớn.



*Kính viễn vọng 100-inch tại đài quan sát Mount Wilson.*

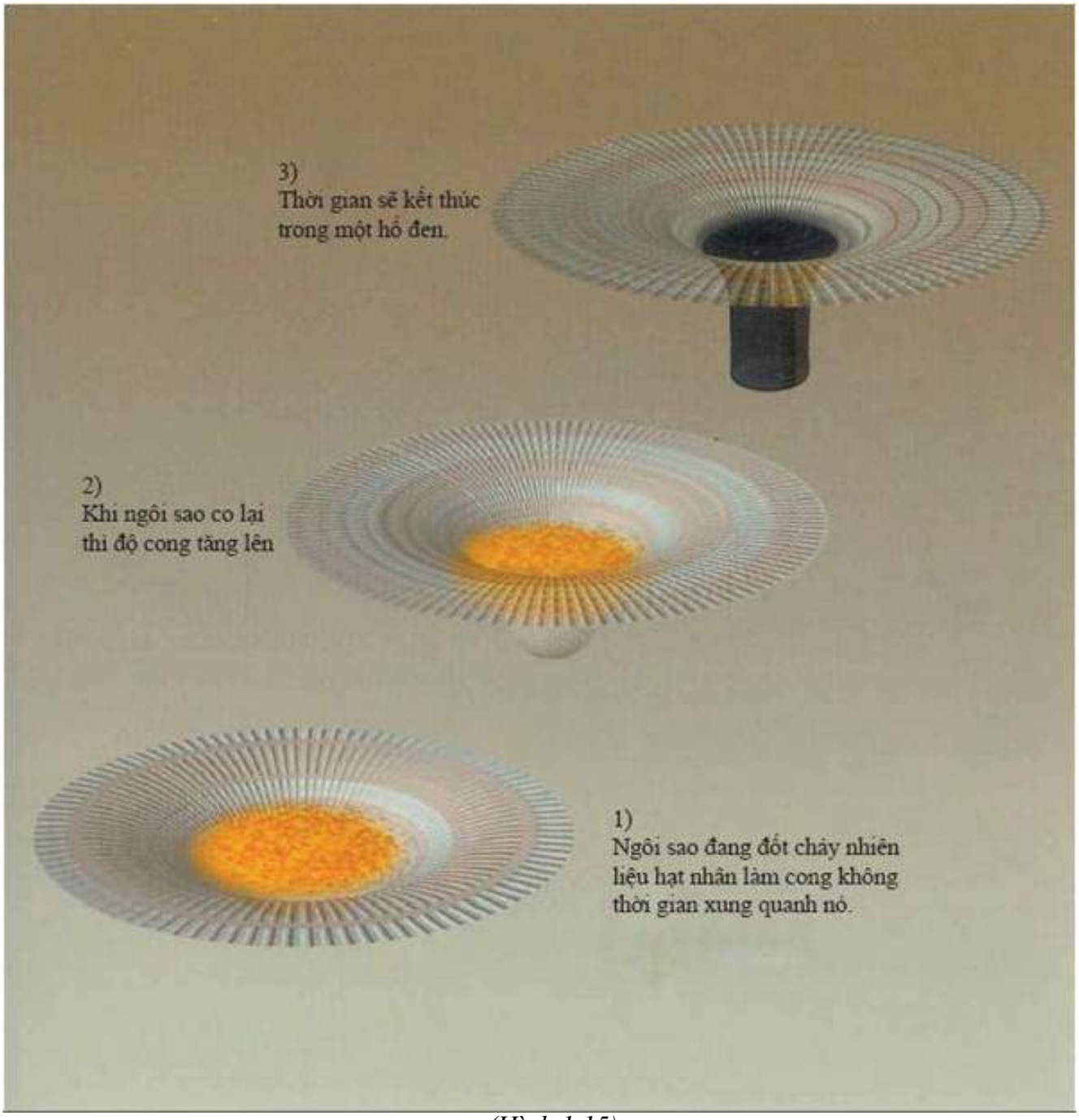
Dường như Einstein chưa bao giờ nghiên cứu vụ nổ lớn một cách nghiêm túc. Rõ ràng là ông nghĩ rằng mô hình đơn giản về vũ trụ giãn nở đồng nhất sẽ không đúng nếu người ta theo dõi chuyển động của các thiên hà trong quá khứ và rằng các vận tốc biên của các thiên hà có thể làm cho chúng không chạm vào nhau. Ông nghĩ rằng trước đó vũ trụ ở pha co lại và trượt qua nhau để chuyển sang pha dãn nở hiện nay với một mật độ trung bình. Tuy vậy, bây giờ chúng ta biết rằng để cho các phản ứng hạt nhân ở trong vũ trụ ban đầu tạo ra một lượng lớn các nguyên tố nhẹ mà chúng ta quan sát được xung quanh, thì mật độ cần phải lớn hơn 0.64 tấn/cm$^3$ và nhiệt độ phải trên một tỷ

https://thuviensach.vn

độ. Hơn nữa các quan sát về phông vi sóng chỉ ra rằng có thể mật độ đạt đến 1026 tấn/$cm^3$. Ngày nay chúng ta biết rằng thuyết tương đối rộng cua Eistein không cho phép vũ trụ trượt qua nhau để đến pha dãn nở hiện tại. Như sẽ được thảo luận trong chương 2, Roger Pensose và tôi đã có thể chỉ ra rằng thuyết tương đối rộng tiên đoán vũ trụ bắt đầu bằng một vụ nổ lớn. Do đó, lý thuyết của Einstein tiên đoán rằng thời gian, có sự khởi đầu mặc dù ông không thích ý tưởng này cho lắm.

Thậm chí Einstein còn miễn cưỡng hơn thừa nhận rằng thuyết tương đối rộng tiên đoán thời gian sẽ kết thúc đối với các ngôi sao nặng khi chúng ở giai đoạn cuối của cuộc đời và khi chúng không còn đủ nhiệt lượng để cân bằng với lực hấp dẫn của bản thân chúng. Lực hấp dẫn này đang cố làm chúng nhỏ đi. Einstein nghĩ rằng, các ngôi sao như vậy sẽ kết thúc cuộc đời ở một trạng thái cuối cùng, nhưng ngày nay chúng ta biết rằng sẽ không có trạng thái cuối cùng cho các ngôi sao có khối lượng lớn hơn hai lần khối lượng mặt trời. Các ngôi sao như vậy sẽ tiếp tục co lại cho đến khi chúng trở thành các hố đen, những vùng mà không thời gian bị bẻ cong đến nỗi ánh sáng không thể thoát ra khỏi đó được. (hình 1.15)

https://thuviensach.vn




*(Hình 1.15)*

*Một ngôi sao lớn cạn kiệt nguyên liệu hạt nhân sẽ mất đi nhiệt lượng và co lại. Độ cong của không gian sẽ trở lên lớn đến mức tạo ra một hố đen mà ánh sáng không thể thoát ra được. Thời gian kết thúc trong lòng hố đen.*

Penrose và tôi cho thấy rằng thuyết tương đối rộng tiên đoán thời gian sẽ kết thúc trong một hố đen, đối với bản thân ngôi sao và đối với một nhà du hành vũ trụ không may bị rơi vào nó. Nhưng cả điểm khởi đầu và kết thúc của thời gian là những nơi mà các phương trình của thuyết tương đối rộng không thể được xác định. Do đó lý thuyết không tiên đoán được cái gì tham gia vụ nổ lớn. Một số người thấy rằng đây là biểu hiện cho tự do của Chúa sáng tạo thế giới theo bất lỳ cách nào mà ngài muốn, nhưng những người khác (trong đó có tôi) cảm thấy rằng sự khởi đầu của vũ trụ cũng được điều khiển bởi các định luật khoa học mà điều khiển vũ trụ tại các thời điểm sau

https://thuviensach.vn

khi vũ trụ hình thành. Chúng ta đã đạt được một số tiến bộ trong vấn đề này, như sẽ được mô tả trong chương 3, nhưng chúng ta vẫn chưa hiểu hoàn toàn nguồn gốc của vũ trụ.

Lý do mà thuyết tương đối không còn đúng tại thời điểm vụ nổ lớn là thuyết tương đối không tích hợp được với lý thuyết lượng tử, một cuộc cách mạng khác về tư tưởng vào thời điểm đầu thế kỷ 20. Bước đầu tiến tới thuyết lượng tử được thực hiện vào năm 1900, khi Max Plank ở Berlin khám phá ra rằng bức xạ phát ra từ các vật thể nóng đỏ có thể được giải thích nếu ánh sáng chỉ có thể được phát ra hoặc bị hấp thụ theo những lượng rời rạc được gọi là các lượng tử (quanta). Một trong số các bài báo cách mạng của ông được viết năm 1905, khi ông còn làm việc ở văn phòng sáng chế, Einstein đã chứng minh rằng giả thuyết lượng tử của Plank có thể giải thích một hiệu ứng gọi là hiệu ứng quang điện, trong hiệu ứng này, các kim loại sẽ phát ra các điện tử khi bị ánh sáng chiếu vào. Hiệu ứng là là cơ sở của các đầu thu ánh sáng và vô tuyến, và cũng nhờ công trình này Einstein được trao giải Nobel vật lý.

Einstein tiếp tục nghiên cứu lý thuyết lượng tử cho đến những năm 1920, nhưng ông rất băn khoăn về công trình của Heisenberg ở Copenhagen, Paul Dirac ở Cambridge và Erwin Schrodinger ở Zurich, đó là những người đã phát triển một bức tranh mới về thực tại được gọi là cơ học lượng tử. Những hạt tí hon không còn có vị trí và tốc độ chính xác nữa. Thay vào đó, nếu người ta xác định vị trí của hạt càng chính xác bao nhiêu thì người ta càng khó xác định vận tốc của nó bấy nhiêu và ngược lại. Einstein rất khó chịu về những yếu tố ngẫu nhiên, bất định trong các định luật cơ bản và ông chưa bao giờ chấp nhận hoàn toàn cơ học lượng tử. Suy nghĩ của ông được thể hiện trong câu châm ngôn "chúa không chơi trò xúc sắc". Tuy vậy, phần lớn các nhà khoa học chấp nhận tính đúng đắn của lý thuyết lượng tử mới này bởi vì chúng đã giải thích được một loạt các hiện tượng khó hiểu trước đó và rất phù hợp với các quan sát. Các quy luật lượng tử là cơ sở cho sự phát triển của hóa học, sinh học phân tử, và điện tử hiện đại và là cơ sở cho nền công nghệ đã thay đổi thế giới trong 50 năm qua.

Tháng 12 năm 1932, nhận thấy Đức quốc xã và Hitler sắp lên nắm quyền, Eistein rời nước Đức và 4 tháng sau đó ông từ bỏ quyền công dân để giành trọn 20 năm cuộc đời còn lại của mình cho Viện nghiên cứu cấp cao ở Princeton, bang New Jersey.

https://thuviensach.vn

*Albert Einstein cùng con rối mô phỏng chính ông ngay sau khi đến Hoa Kỳ định cư lâu dài.*

Ở Đức, đảng quốc xã đã tiến hành một chiến dịch chống lại "khoa học Do

https://thuviensach.vn

thái" và vì rất nhiều các nhà khoa học Đức là người Do thái, nên đây cũng là một nguyên nhân làm cho người Đức không chế tạo được bom nguyên tử. Einstein và thuyết tương đối của ông là đối tượng chính của chiến dịch này. Khi được hỏi về một cuốn sách được xuất bản với tiêu đề *100 tác giả chống lại Einstein* thì ông trả lời: "Tại sao lại một trăm? Nếu tôi sai thì một cũng đủ". Sau thế chiến hai, ông thúc giục các nước đồng minh thiết lập một tổ chức quốc tế kiểm soát bom nguyên tử. Năm 1948, ông được mời làm tổng thống của nhà nước Israel non trẻ nhưng ông đã từ chối. Một lần ông nói: "chính trị là nhất thời, chỉ có các phương trình mới là vĩnh cửu". Các phương trình thuyết tương đối của Einstein là tấm bia ghi nhận công lao của ông. Chúng sẽ tồn tại mãi mãi cùng vũ trụ.

Trong vài trăm năm qua, thế giới đã thay đổi nhiều hơn bất kỳ thế kỷ nào trước đó. Nguyên nhân không phải là các thành tựu về kinh tế hay chính trị mà là sự phát triển vượt bậc về công nghệ được xây dựng trên nền khoa học cơ bản. Vậy thì ai xứng đáng là biểu tượng cho sự tiến bộ đó hơn Einstein?

https://thuviensach.vn

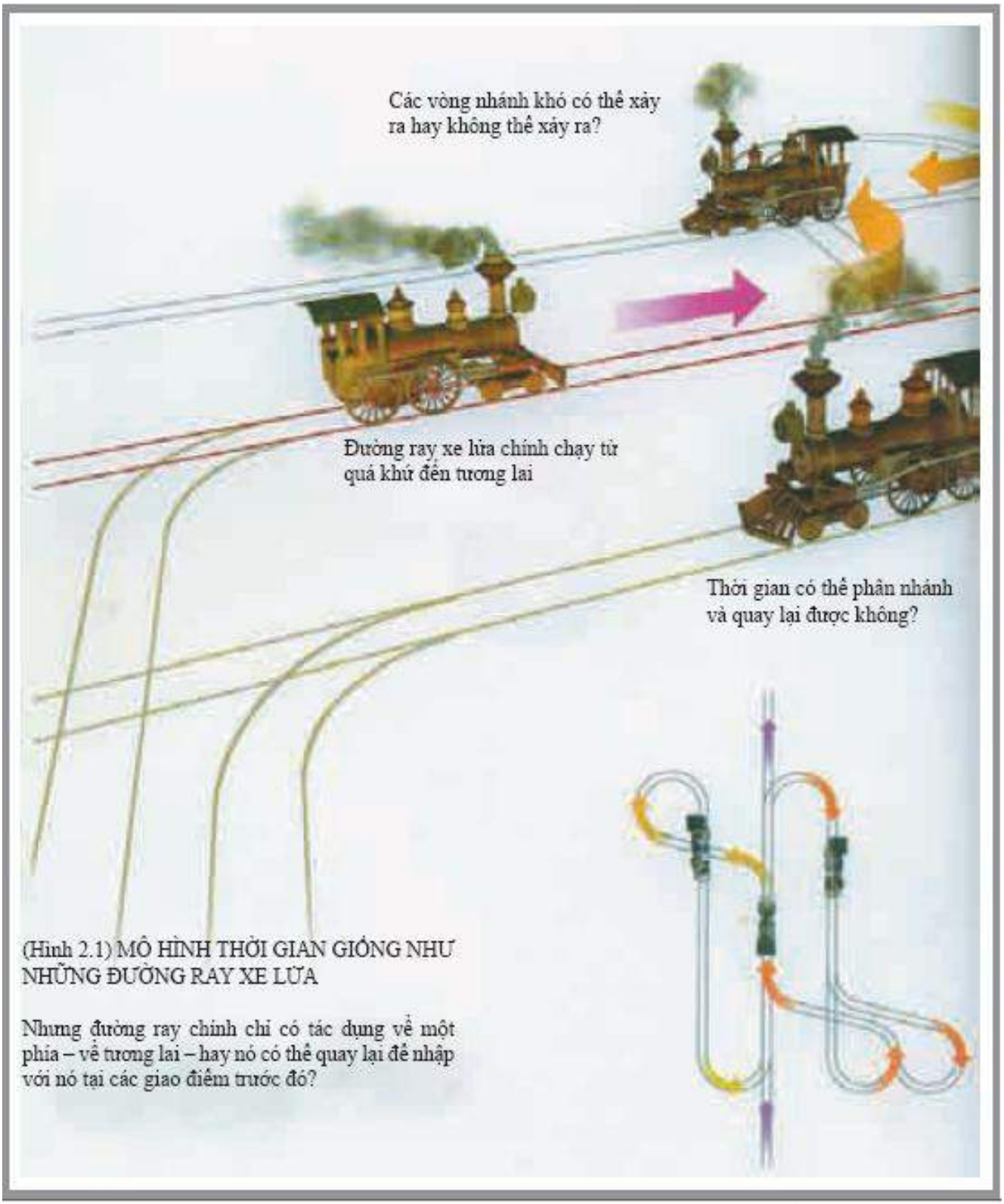
https://thuviensach.vn

# CHƯƠNG 2

# HÌNH DÁNG CỦA THỜI GIAN

*Thuyết tương đối rộng của Einstein cho thời gian một hình dáng*
*Nó có thể tích hợp với thuyết lượng tử như thế nào?*

https://thuviensach.vn




(Hình 2.1) MÔ HÌNH THỜI GIAN GIỐNG NHƯ NHỮNG ĐƯỜNG RAY XE LỬA

Những đường ray chính chỉ có tác dụng về một phía – về tương lai – hay nó có thể quay lại để nhập với nó tại các giao điểm trước đó?

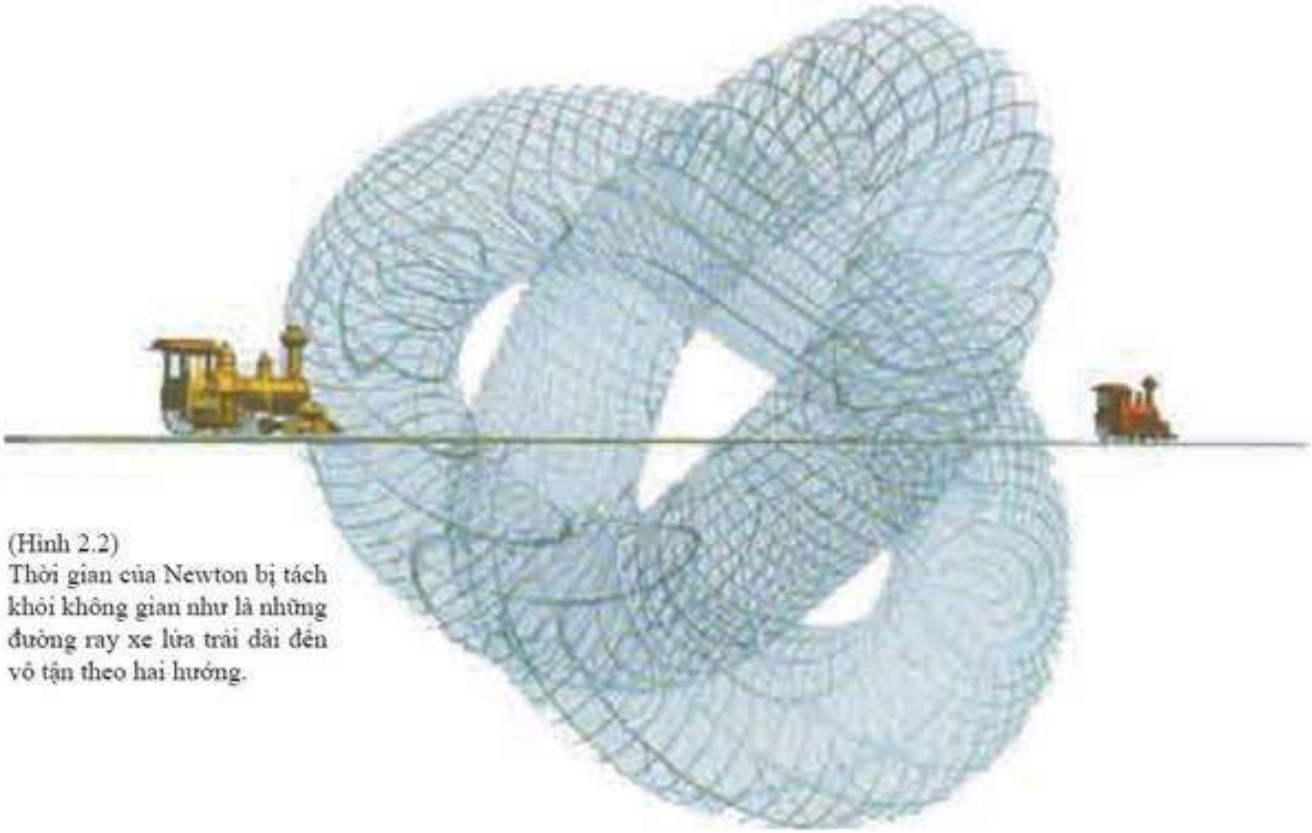
Thời gian là gì? Một bài thánh ca nói: thời gian là một luồng chảy vô tận cuốn theo bao mơ ước của chúng ta. Nó có phải là một tuyến đường ray xe lửa hay không? Có thể thời gian có những vòng lặp và phân nhánh và nhờ đó chúng ta có thể đi tới và lại còn có thể quay lại một ga nào trước đó trên đường ray. (hình 2.1)

Một tác giả thế kỷ 19 tên là Charles Lamb viết: “Không có gì làm tôi bối rối hơn thời gian và không gian, bởi vì tôi chưa bao giờ nghĩ về nó”. Hầu hết

https://thuviensach.vn

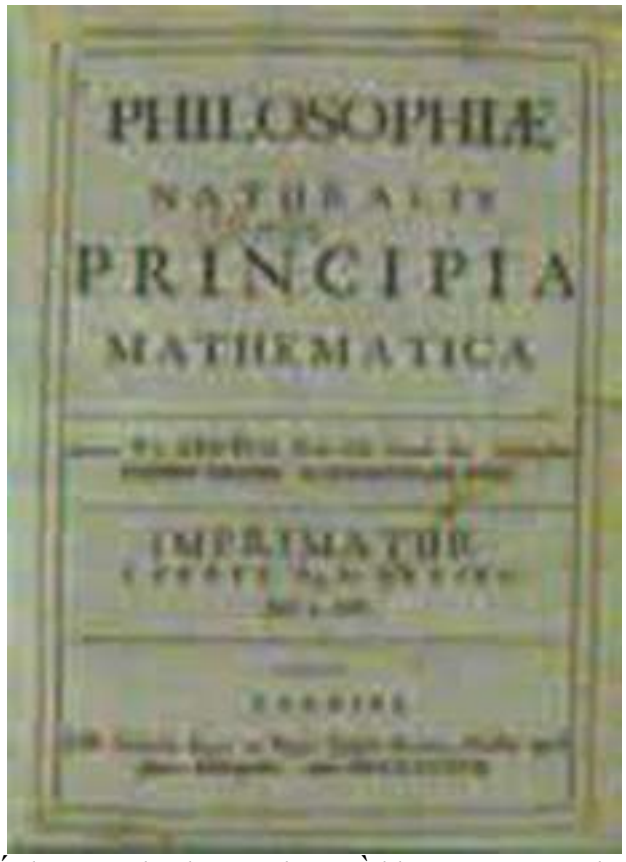
mọi người trong chúng ta chẳng mất thì giờ bận tâm về thời gian và không gian, chúng là gì cũng được, nhưng đôi lúc tất cả chúng ta tự hỏi thời gian là gì, nó bắt đầu thế nào và nó đang dẫn chúng ta về đâu.

Theo tôi, bất kỳ một lý thuyết mang tính khoa học nào về thời gian hoặc về bất kỳ một khái niệm nào khác đều dựa trên một triết lý khoa học hiệu quả nhất: phương pháp thực chứng (positivism) do nhà triết học Karl Popper và cộng sự đưa ra. Theo phương pháp tư duy này thì một lý thuyết khoa học là một mô hình toán học mô tả và giải mã các quan sát mà chúng ta thu được. Một lý thuyết tốt sẽ mô tả được nhiều hiện tượng dựa trên một số ít các giả thiết và sẽ tiên đoán được các hiện tượng có thể kiểm chứng được. Nếu các tiên đoán phù hợp với thực nghiệm thì lý thuyết đó sẽ vượt qua được đợt kiểm chứng mặc dù có thể người ta không bao giờ chứng minh rằng lý thuyết đó là chính xác. Mặt khác, nếu các lý thuyết đó không phù hợp với các tiên đoán thì chúng ta cần loại bỏ hoặc sửa đổi lý thuyết (ít nhất đó là những điều cần xảy ra. Trên thực tế, người ta thường đặt câu hỏi về độ chính xác của các quan sát và khía cạnh đạo đức của những người thực hiện các quan sát đó). Nếu người ta đứng trên quan điểm thực chứng giống như tôi thì người ta không thể nói thực sự thời gian là gì. Tất cả những việc mà người ta có thể là mô tả các sự kiện đã được tìm ra phù hợp tốt với các mô hình toán học về thời gian và tiên đoán các sự kiện mới.



(Hình 2.2)
Thời gian của Newton bị tách khỏi không gian như là những đường ray xe lửa trải dài đến vô tận theo hai hướng.

https://thuviensach.vn




*Isaac Newton đã xuất bản mô hình toán học về không gian và thời gian cách đây đã 300 năm.*

Isaac Newton đã cho chúng ta mô hình toán học đầu tiên về thời gian và không gian trong cuốn *Các nguyên lý toán học* (Principia Mathematica), xuất bản năm 1687. Newton từng giữ ghế giáo sư Lucasian tại trường đại học Cambridge, vị trí mà tôi đang giữ hiện nay, mặc dù, lúc đó chiếc ghế của Newton không được điều khiển bằng điện như của tôi! Trong mô hình của Newton, thời gian và không gian là khung nền cho các sự kiện xảy ra và không gian và thời gian không làm ảnh hưởng đến các sự kiện xảy ra trong đó. Thời gian tách biệt khỏi không gian và được coi là đơn tuyến, hoặc được coi là đường ray tàu hỏa dài vô tận theo hai hướng (hình 2.2). Bản thân thời gian được xem là vĩnh cửu theo nghĩa nó đã tồn tại, và nó sẽ tồn tại mãi mãi. Nhưng ngược lại, phần lớn mọi người đều nghĩ rằng vũ trụ với trạng thái gần giống hiện tại được sáng tạo cách đây vài ngàn năm. Điều này làm các nhà triết học ví như Immanuel Kant, một nhà tư tưởng người Đức, trăn trở. Nếu thực sự vũ trụ được sáng tạo tại một thời điểm thì tại sao lại phải đợi một khoảng thời gian vô tận trước đó? Mặt khác, nếu vũ trụ tồn tại mãi mãi thì tại sao những sự kiện sẽ xảy ra trong tương lai lại không xảy ra trong quá khứ, ngụ ý lịch sử đã kết thúc? Đặc biệt là, tại sao vũ trụ lại không đạt đến trạng thái cân bằng nhiệt trong đó mọi vật đều có cùng nhiệt độ?

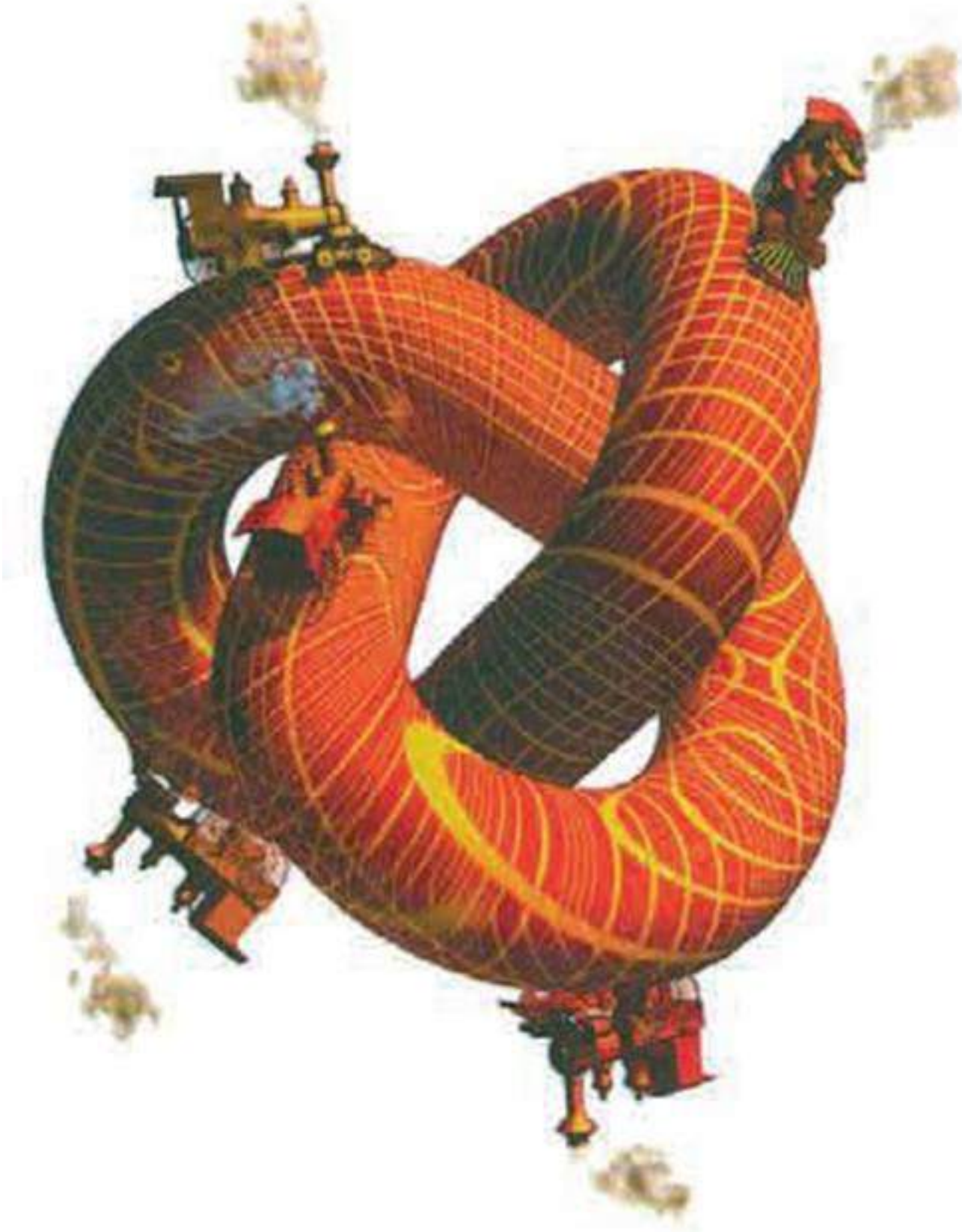
Kant gọi vấn đề này là một "sự tự mâu thuẫn của lý tính thuần túy" (antinomy of pure reason), bởi vì dường như đó là một mâu thuẫn lô-gíc; nó

https://thuviensach.vn

không có lời giải. Nhưng nó chỉ là một mâu thuẫn trong bối cảnh của mô hình toán học của Newton, trong đó thời gian là một đường thẳng, độc lập với các sự kiện xảy ra trong vũ trụ. Tuy nhiên, như chúng ta đã thấy trong chương 1, Einstein đã đề xuất một mô hình toán học hoàn toàn mới: thuyết tương đối rộng. Kể từ khi bài báo của Einstein ra đời, chúng ta đã bổ sung một vài sửa đổi nhưng mô hình về không gian và thời gian vẫn dựa trên mô hình mà Einstein đã đề xuất. Chương này và các chương sau sẽ mô tả các tư tưởng của chúng ta đã phát triển như thế nào kể từ khi bài báo cách mạng của Einstein. Đó là câu chuyện về thành công của rất nhiều người, và tôi tự hào đã đóng góp một phần nhỏ công sức vào câu chuyện đó.

Thuyết tương đối rộng đã kết hợp chiều thời gian với ba chiều của không gian để tạo thành cái gọi là không thời gian (spacetime - hình 2.3). Lý thuyết giải thích hiệu ứng hấp dẫn là sự phân bố của vật chất và năng lượng trong vũ trụ làm cong và biến dạng không thời gian, do đó không thời gian không phẳng. Các vật thể trong không thời gian cố gắng chuyển động theo các đường thẳng, nhưng vì không thời gian bị cong nên các quĩ đạo của chúng bị cong theo. Các vật thể chuyển động như thể chúng bị ảnh hưởng bởi trường hấp dẫn.

https://thuviensach.vn



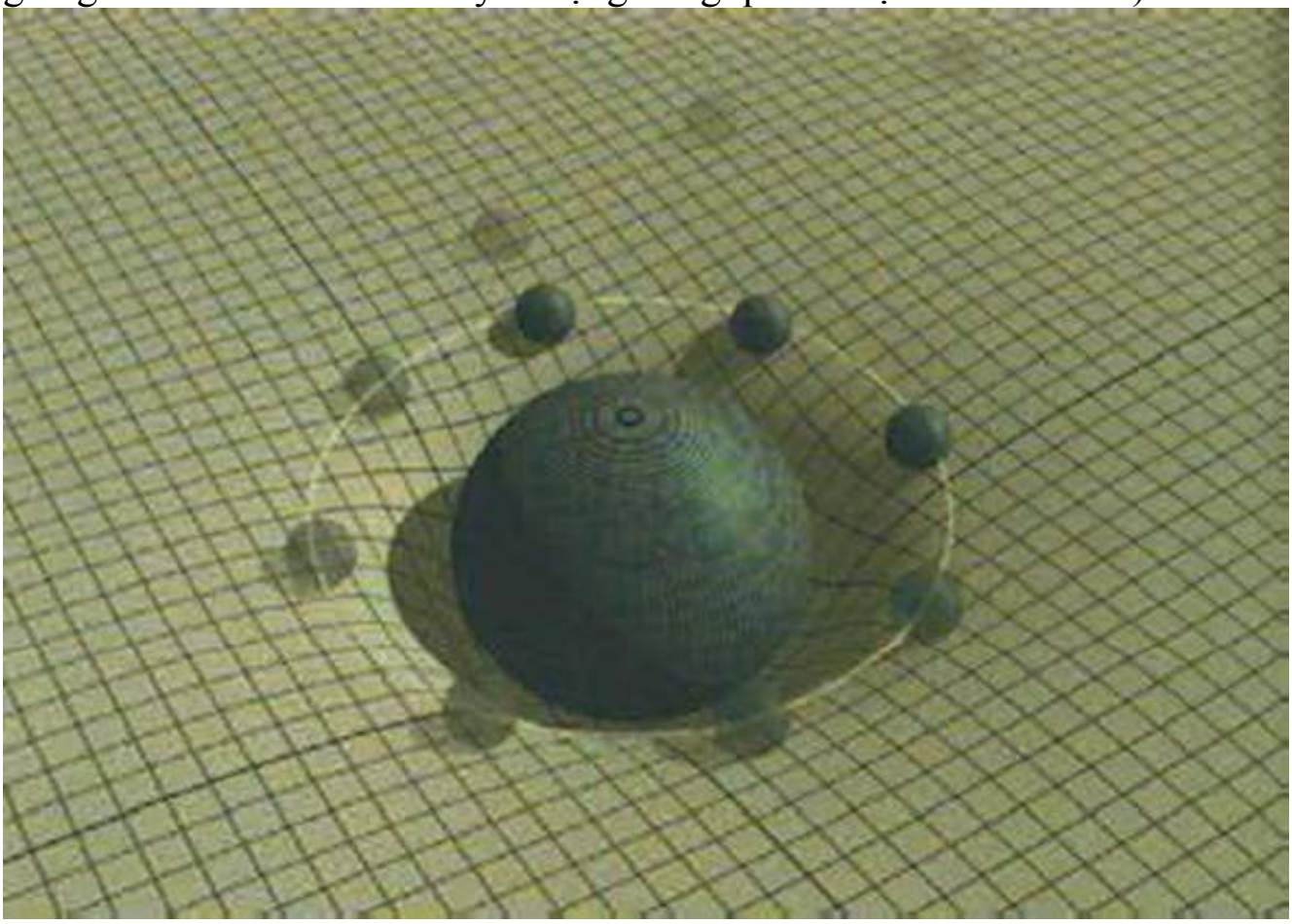
*(Hình 2.3)*
*HÌNH DÁNG VÀ HƯỚNG CỦA THỜI GIAN*

*Thuyết tương đối của Einstein - lý thuyết phù hợp với rất nhiều thực nghiệm - cho thấy rằng thời gian và không gian liên hệ chặt chẽ với nhau.*

*Người ta không thể bẻ cong không gian mà không ảnh hưởng đến thời gian. Do đó, thời gian có một hình dáng. Tuy vậy, dường như nó chỉ có một hướng giống như các đầu máy xe lửa trong hình minh họa ở trên.*

https://thuviensach.vn

Một cách hình dung thô thiển, không thời gian giống như một tấm cao su. Khi ta đặt một viên bi lớn tượng trưng cho mặt trời lên tấm cao su đó. Trọng lượng của viên bi sẽ kéo tấm cao su và làm cho nó bị cong gần mặt trời. Nếu bây giờ ta lăn các viên bi nhỏ lên tấm cao su đó thì chúng sẽ không lăn thẳng qua chỗ viên bi lớn mà thay vào đó chúng sẽ di chuyển xung quanh nó, giống như các hành tinh chuyển động xung quanh mặt trời. hình 2.4)



*(Hình 2.4)*
*TẤM CAO SU VŨ TRỤ*

*Hòn bi lớn ở trung tâm đại diện cho một vật thể nặng như là một ngôi sao. Khối lượng của nó làm cong tấm cao su ở xung quanh. Những hòn bi khác lăn trên tấm cao su sẽ bị ảnh hưởng bởi độ cong và chuyển động xung quanh hòn bi lớn, các hành tinh trong trường hấp dẫn của một ngôi sao cũng chuyển động xung quanh nó giống như trên.*

Sự hình dung đó không hoàn toàn đúng bởi vì chỉ một phần hai chiều của không gian bị bẻ cong, và thời gian không bị biến đổi giống như trong lý thuyết của Newton. Trong thuyết tương đối rộng, lý thuyết phù hợp với rất nhiều thực nghiệm, thời gian và không gian gắn liền với nhau. Người ta không thể làm cong không gian mà không làm biến đổi thời gian. Do đó thời gian có một hình dáng. Bằng cách làm cong không gian và thời gian, thuyết tương đối đã biến chúng từ khung nền thụ động mà trong đó các sự kiện xảy ra thành tác nhân năng động tham gia vào các sự kiện đó. Trong lý thuyết của Newton thời gian tồn tại độc lập với tất cả mọi sự vật khác, ta có thể hỏi:

https://thuviensach.vn

Chúa đã làm gì trước khi sáng tạo ra vũ trụ? Như thánh Augustin trả lời rằng, ta không nên nói đùa về điều đó, nếu có ai trót hỏi vậy thì ông trả lời "Ngài đã chuẩn bị địa ngục cho những kẻ quá tò mò". Đó là một câu hỏi nghiêm túc mà con người suy nghĩ trong nhiều thế kỷ. Theo thánh Augustin, trước khi Chúa tạo thiên đường và trái đất, Ngài không làm gì cả. Thực ra ý tưởng này rất gần với các tư tưởng hiện đại.

*Thánh Augustine, nhà tư tưởng thế kỷ thứ năm cho rằng thời gian không tồn tại trước khi thế giới ra đời.*

Trong thuyết tương đối rộng, không thời gian và vũ trụ không tồn tại độc lập với nhau. Chúng được các định bằng các phép đo trong vũ trụ như là số các dao động của tinh thể thạnh anh trong đồng hồ hoặc chiều dài của một cái thước. Trong vũ trụ thời gian được định nghĩa như thế này cũng là điều dễ hiểu, nó cần có một giá trị bé nhất và lớn nhất - hay nói cách khác, có một

https://thuviensach.vn

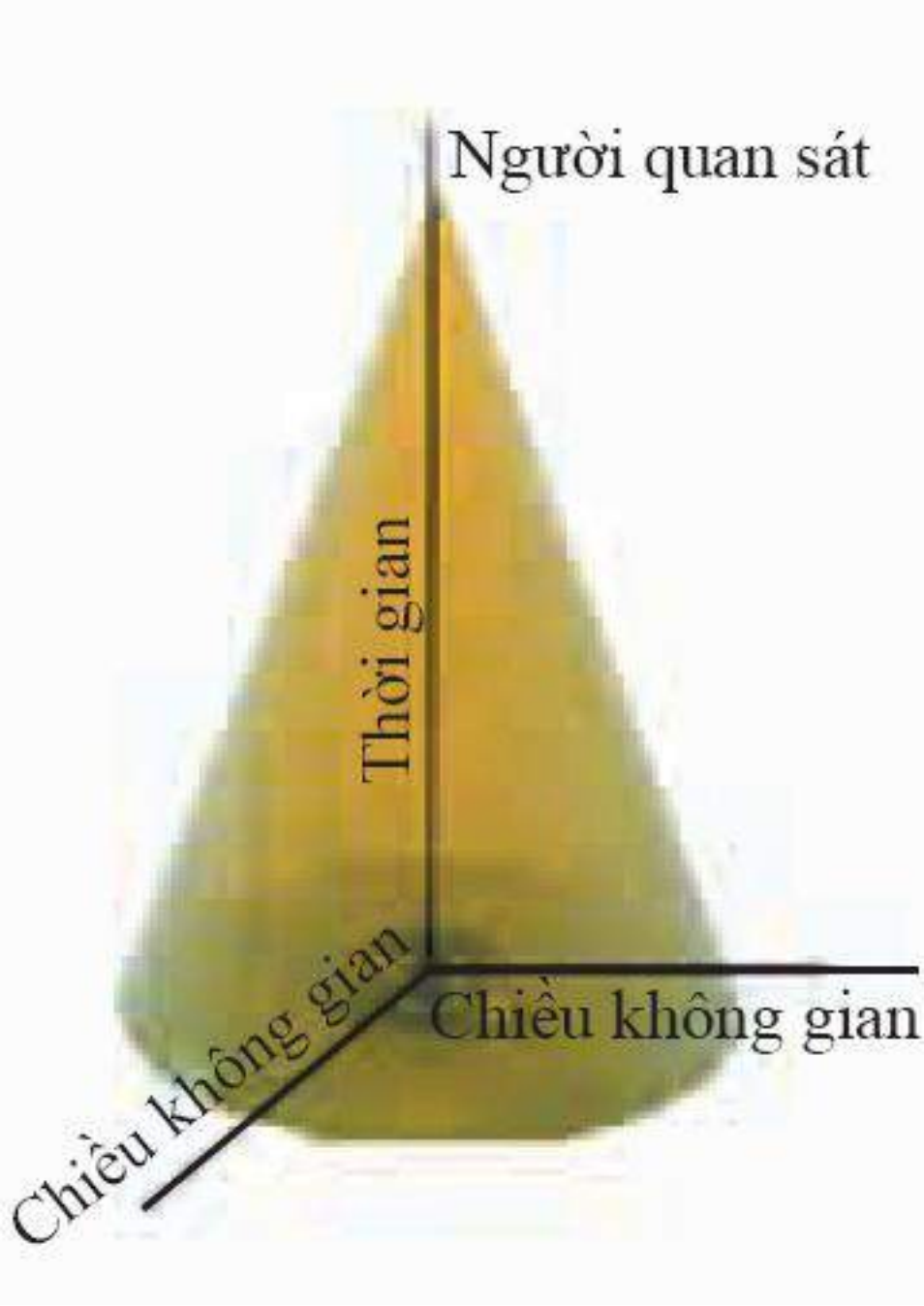
sự khởi đầu và kết thúc. Việc hỏi cái gì đã xảy ra trước khi thời gian bắt đầu và cái gì sẽ xảy ra sau khi thời gian kết thúc là vô nghĩa vì lúc đó nó không được xác định.

Việc xác định mô hình toán học của thuyết tương đối rộng tiên đoán vũ trụ và bản thân thời gian có bắt đầu hay kết thúc hay không hiển nhiên là một vấn đề quan trọng. Định kiến cho rằng thời gian là vô tận theo hai hướng là phổ biến đối với các nhà vật lý lý thuyết trong đó có Einstein. Mặt khác, có nhiều câu hỏi rắc rối về sự sáng thế, các câu hỏi này có vẻ nằm ngoài phạm vi nghiên cứu của khoa học. Trong các nghiệm của các phương trình của Einstein, thời gian có bắt đầu và có kết thúc, nhưng tất cả các nghiệm đó đều rất đặc biệt, có nhiều phép đối xứng. Người ta đã cho rằng, trong một vật thể đang suy sụp dưới lực hấp dẫn của chính bản thân nó, thì các áp lực hoặc các vận tốc biên (sideway) tránh cho vật chất không cùng nhau rơi vào một điểm mà ở đó mật độ vật chất sẽ trở nên vô hạn. Tương tự như thế, nếu người ta theo dõi sự dãn nở của vũ trụ trong quá khứ, người ta sẽ thấy rằng vật chất của vũ trụ không xuất phát từ một điểm có mật độ vô hạn. Một điểm có mật độ vô hạn như vậy được gọi là một điểm kỳ dị và nó là điểm khởi đầu và kết thúc của thời gian.

Năm 1963, hai nhà khoa học người Nga là Evgenii Lifshitz and Isaac Khalatnikov khẳng định đã chứng minh tất cả các nghiệm của phương trình của Einstein cho thấy vật chất và vận tốc được sắp xếp một cách đặc biệt. Xác xuất để vũ trụ sắp xếp đặc biệt như thế gần như bằng không. Hầu hết tất cả các nghiệm biểu diễn trạng thái của vũ trụ đều tránh được điểm kỳ dị với mật độ vô hạn: trước pha giãn nở, vũ trụ cần phải có một pha co lại trong đó vật chất bị kéo vào nhau nhưng không va chạm với nhau sau đó rời nhau trong pha giãn nở hiện nay. Nếu đúng như thế thì thời gian liên tục mãi mãi từ vô tận trong quá khứ tới vô tận trong tương lai.

Luận cứ của Lifshitz và Khalatnikov không thuyết phục được tất cả mọi người. Thay vào đó, Roger Penrose và tôi đã chấp nhận một cách tiếp cận khác không dựa trên nghiên cứu chi tiết các nghiệm của phương trình Einstein mà dựa trên một cấu trúc bao trùm của không thời gian. Trong thuyết tương đối, không thời gian không chỉ bị cong bởi khối lượng của các vật thể mà còn bị cong bởi năng lượng trong đó nữa. Năng lượng luôn luôn dương, do đó không thời gian bị uốn cong và bẻ cong hướng của các tia sáng lại gần nhau hơn.

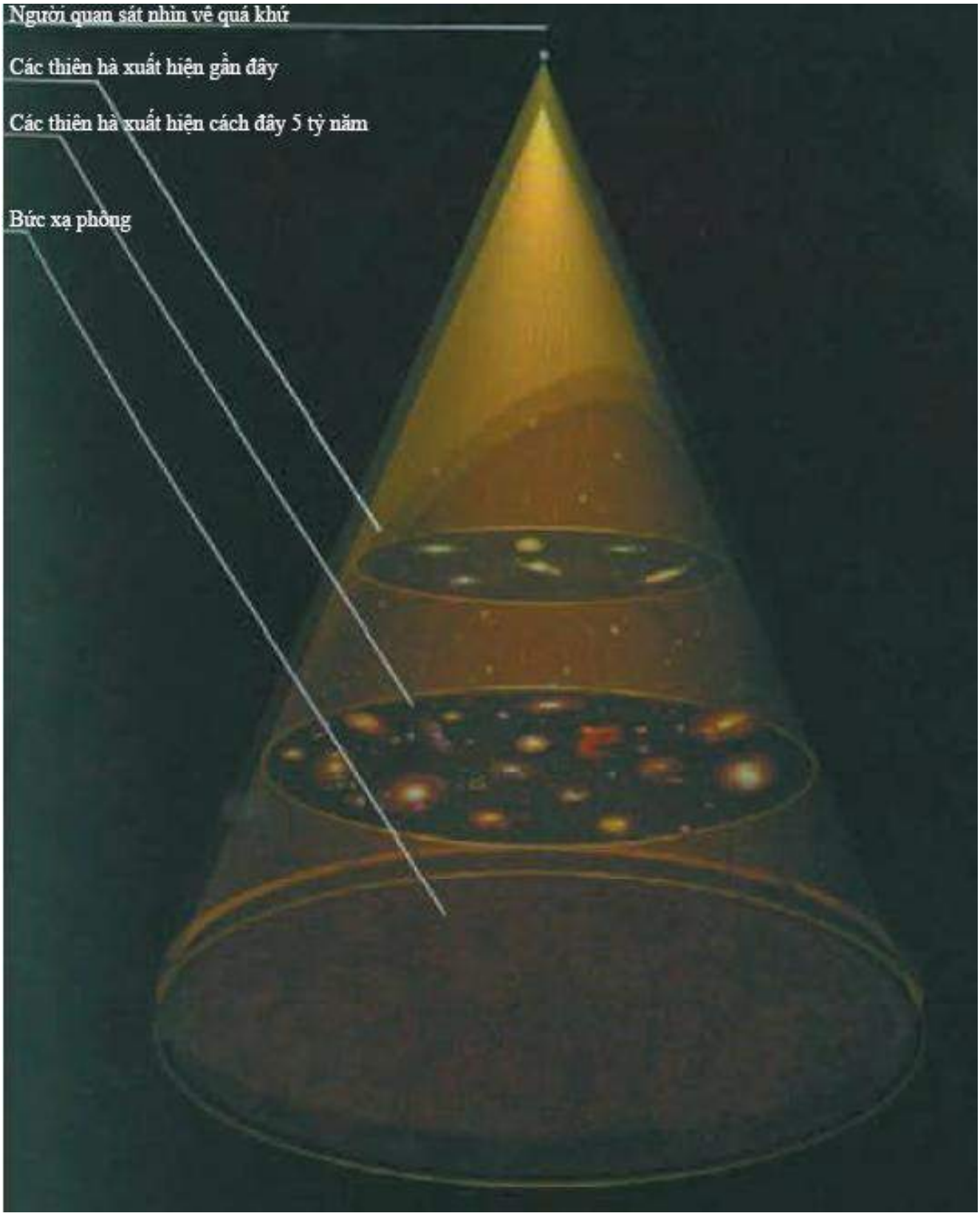
https://thuviensach.vn




*(Hình 2.5)*
*NÓN ÁNH SÁNG QUÁ KHỨ CỦA CHÚNG TA*

*Khi chúng ta nhìn các thiên hà xa xôi, chúng ta đang nhìn vũ trụ trong quá khứ vì ánh sáng chuyển động với vận tốc hữu hạn. Nếu chúng ta biểu diễn thời gian bằng trục thẳng đứng và hai trong ba chiều của không gian bằng trục nằm ngang thì những tia sáng đến với chúng ta ngày nay nằm ở đỉnh nón.*

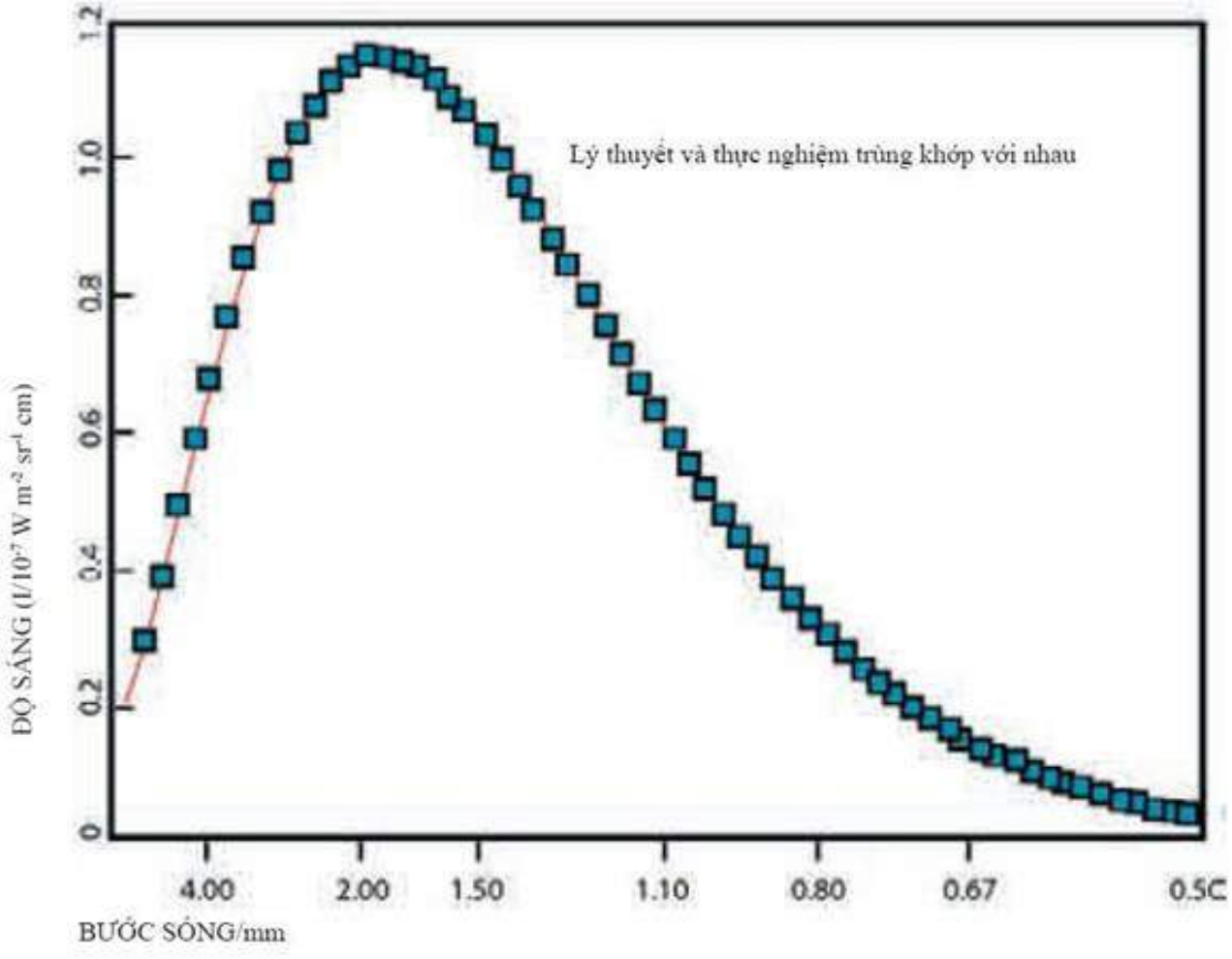
https://thuviensach.vn




Bây giờ chúng ta xem xét nón ánh sáng quá khứ (hình 2.5), đó là các đường trong không thời gian mà các tia sáng từ các thiên hà xa xôi đi đến chúng ta hôm nay. Trong giản đồ thể hiện nón áng sáng, thời gian được biểu diễn bằng phương thẳng đứng và không gian được biểu diễn bằng phương nằm ngang, vị trí của chúng ta trong đó là ở đỉnh của nón áng sáng đó. Khi chúng ta đi về quá khứ, tức là đi từ đỉnh xuống phía dưới của nón, chúng ta

https://thuviensach.vn

sẽ thấy các thiên hà tại các thời điểm rất sớm của vũ trụ. Vì vũ trụ đang giãn nở và tất cả mọi thứ đã từng ở rất gần nhau, nên khi chúng ta nhìn xa hơn về quá khứ thì chúng ta đang nhìn lại vùng không gian có mật độ vật chất lớn hơn. Chúng ta quan sát thấy một phông bức xạ vi sóng (microwave background) lan tới chúng ta dọc theo nón ánh sáng quá khứ từ các thời điểm rất xa xưa khi mà vũ trụ rất đặc, rất nóng hơn bây giờ. Bằng cách điều khiển các máy đo về các tần số vi sóng khác nhau, chúng ta có thể đo được phổ của bức xạ này (sự phân bố của năng lượng theo tần số). Chúng ta đã tìm thấy một phổ đặc trưng cho bức xạ từ một vật thể với nhiệt độ 2,7 độ K. Bức xạ vi sóng này không đủ mạnh để làm nóng chiếc bánh piza, nhưng phổ này phù hợp một cách chính xác với phổ của bức xạ từ một vật có nhiệt độ 2,7 độ K, điều đó nói với chúng ta rằng bức xạ cần phải đến từ các vùng có vật chất làm tán xạ vi sóng. (hình 2.6)



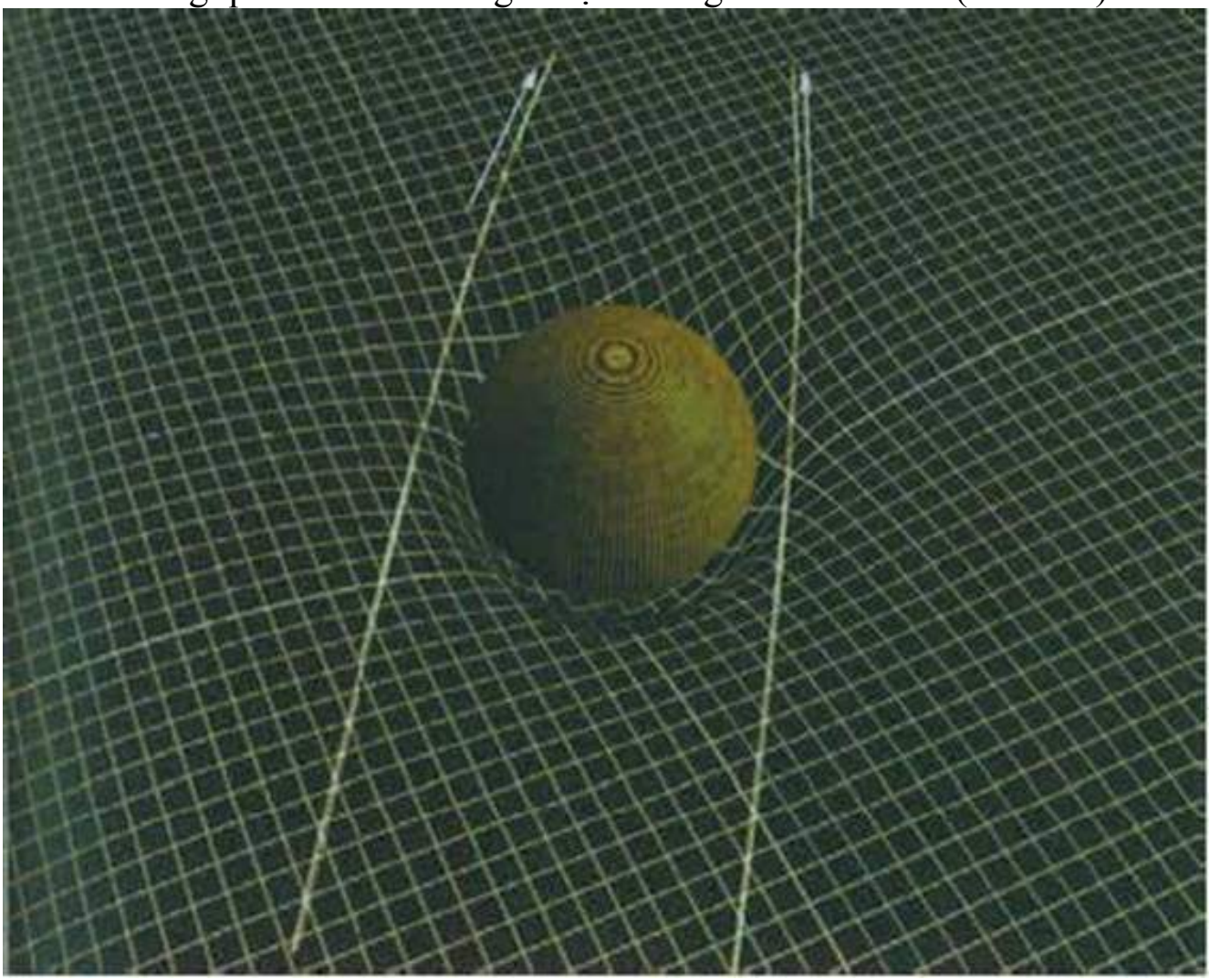

*(Hình 2.6)*
*KẾT QUẢ PHÉP ĐO PHỔ PHÔNG VI SÓNG*

*Phổ (phân bố cường độ theo tần số) của bức xạ phông vi sóng giống phổ phát ra từ một vật nóng. Đối với bức xạ trong trạng thái cân bằng nhiệt, vật chất làm tán xạ bức xạ đó nhiều lần. Điều này cho thấy rằng có đủ một lượng vật chất trong nón ánh sáng quá khứ để bẻ cong ánh sáng.*

Do đó chúng ta có thể kết luận rằng nón ánh sáng quá khứ của chúng ta

https://thuviensach.vn

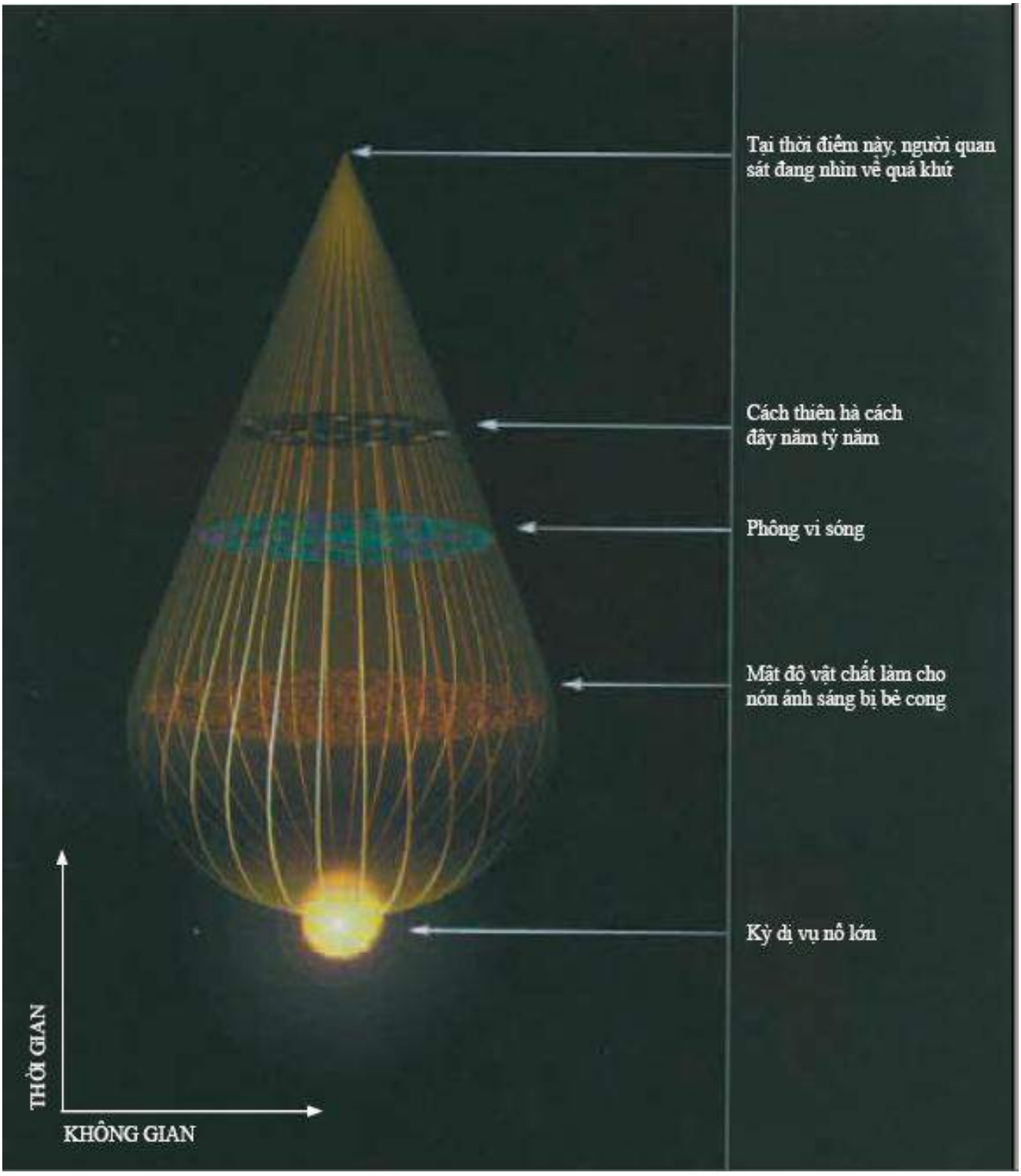
cần phải vượt qua một lượng vật chất khi người ta đi ngược lại thời gian. Lượng vật chất này đủ để làm cong không thời gian, do đó các tia sáng trong nón ánh sáng quá khứ của chúng ta bị bẻ cong vào với nhau. (hình 2.7)



*(Hình 2.7)*
*LÀM CONG KHÔNG THỜI GIAN*
*Vì lực hấp dẫn là lực hút nên vật chất luôn làm cong không thời gian sao cho các tia sáng bị bẻ cong lại với nhau.*

Khi chúng ta đi ngược lại thời gian, các mặt cắt của nón ánh sáng quá khứ đạt đến một kích thước cực đại và sau đó lại trở lên nhỏ hơn. Quá khứ của chúng ta có hình quả lê. (hình 2.8)

https://thuviensach.vn




*(Hình 2.8)*

*THỜI GIAN CÓ HÌNH QUẢ LÊ*

*Nếu ta đi theo nón ánh sáng về quá khứ thì chiếc nón này bị bẻ cong do vật chất ở những giai đoạn rất sớm của vũ trụ. Toàn bộ vũ trụ mà chúng ta quan sát nằm trong một vùng mà biên của nó nhỏ lại bằng không tại thời điểm vụ nổ lớn. Đây có thể là một điểm kỳ dị, ở đó mật độ vật chất lớn vô hạn và thuyết tương đối cổ điển không còn đúng nữa.*

Khi ta tiếp tục đi theo nón ánh sáng về quá khứ thì mật độ vật chất năng lượng dương sẽ làm cho các tia sáng bị bẻ cong vào với nhau mạnh hơn nữa. Mặt cắt của nón ánh sáng sẽ co lại về 0 tại một thời điểm hữu hạn. Điều này có nghĩa là tất cả vật chất trong nón ánh sáng quá khứ của chúng ta bị bẫy

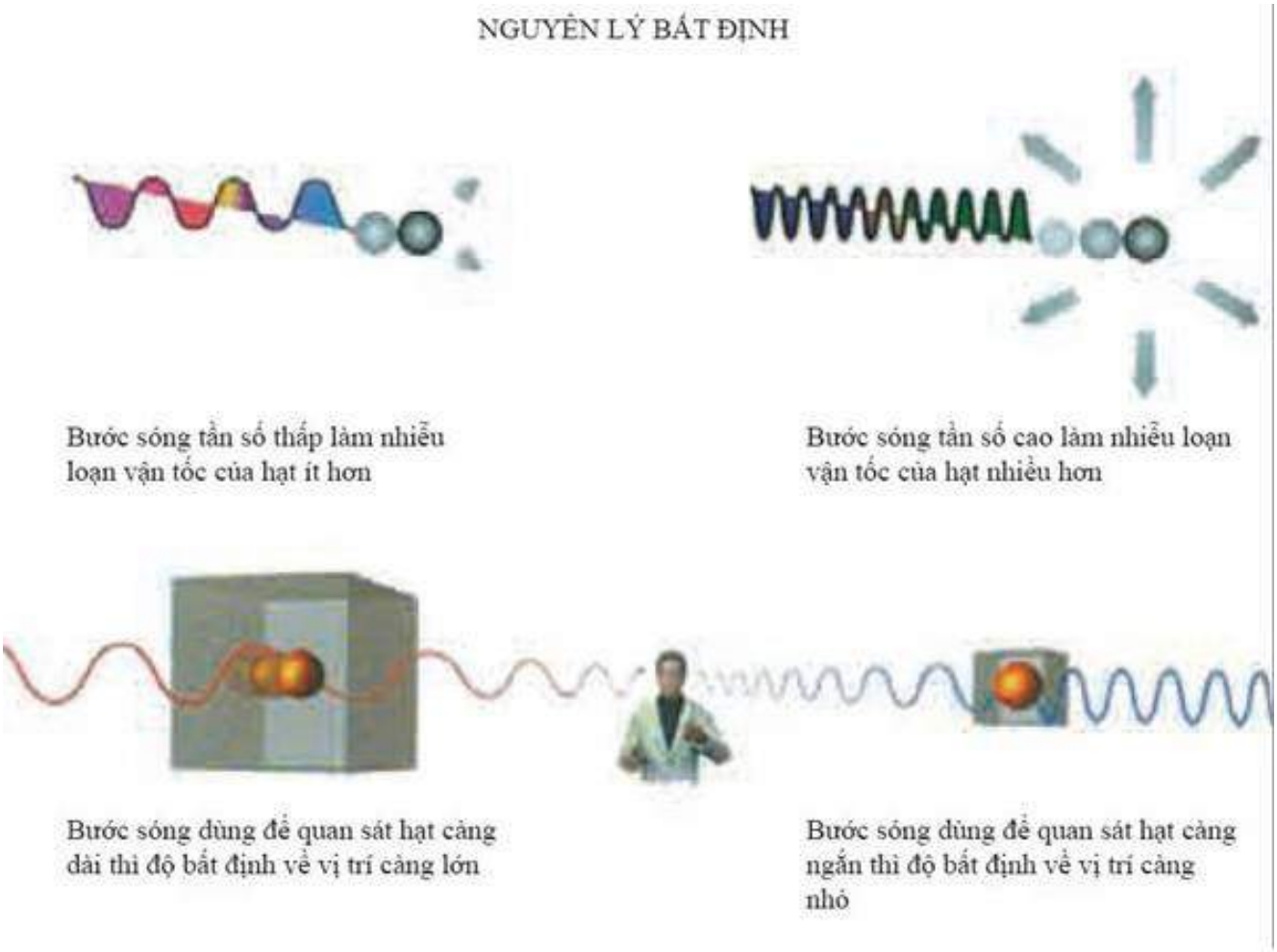
https://thuviensach.vn

trong một vùng không thời gian mà biên của nó co lại về 0. Do đó, không ngạc nhiên khi Penrose và tôi có thể chứng minh bằng các mô hình toán học của thuyết tương đối rộng rằng thời gian cần phải có một thời điểm bắt đầu được gọi là vụ nổ lớn. Lý luận tương tự cho thấy thời gian cũng có điểm kết thúc khi các ngôi sao hoặc các thiên hà suy sập dưới lực hấp dẫn của bản thân chúng để tạo thành các hố đen. Bây giờ chúng ta phải quay lại một giả thuyết ngầm của Kant về sự tự mâu thuẫn của lý tính thuần túy mà theo đó thời gian là một thuộc tính của vũ trụ. Bài tiểu luận của chúng tôi chứng minh thời gian có một điểm khởi đầu đã đạt giải nhì trong một cuộc thi do Quỹ nghiên cứu về hấp dẫn tài trợ vào năm 1968. Roger và tôi cùng chia nhau số tiền thưởng 300 USD. Tôi không nghĩ rằng vào năm đó các bài luận đạt giải khác có giá trị lâu dài hơn bài của chúng tôi.

Đã có rất nhiều những phản ứng khác nhau về công trình của chúng tôi. Công trình của chúng tôi làm buồn lòng nhiều nhà vật lý, nhưng nó lại làm hài lòng các nhà lãnh đạo tôn giáo, những người tin vào hành vi sáng thế và cho đây là một minh chứng khoa học. Trong khi đó, Lifshitz và Khalatnikov đang ở trong một tình trạng rất khó xử. Họ không thể tranh luận với các định lý toán học mà chúng tôi đã chứng minh, nhưng dưới hệ thống Xô Viết họ không thể chấp nhận là họ đã sai và khoa học phương Tây đã đúng. Tuy vậy, họ đã thoát được tình trạng đó bằng cách tìm ra một họ nghiệm với một điểm kỳ dị tổng quát hơn, những nghiệm này cũng không đặc biệt hơn các nghiệm trước đó mà họ đã tìm ra. Điều này cho phép họ khẳng định các kỳ dị và sự khởi đầu hoặc kết thúc của thời gian là phát minh của những người Xô Viết.

Phần lớn các nhà vật lý đều cảm thấy không thích ý tưởng về sự khởi đầu và kết thúc của thời gian. Do đó, họ chỉ ra rằng các mô hình toán học sẽ không mô tả tốt không thời gian gần điểm điểm kỳ dị. Lý do là thuyết tương đối rộng mô tả lực hấp dẫn là một lý thuyết cổ điển và không tích hợp với nguyên lý bất định của lý thuyết lượng tử điều khiển các lực khác mà chúng ta biết. Sự mâu thuẫn này không quan trọng đối với phần lớn vũ trụ và thời gian vì không thời gian bị bẻ cong trên một phạm vi rất lớn còn các hiệu ứng lượng tử chỉ quan trọng trên phạm vi rất nhỏ. Nhưng ở gần một điểm kỳ dị, hai phạm vi này gần bằng nhau và các hiệu ứng hấp dẫn lượng tử (quantum gravity) sẽ trở lên quan trọng. Do đó các định lý về điểm kỳ dị do Penrose và tôi thiết lập là vùng không thời gian cổ điển của chúng ta liên hệ với quá khứ và có thể là cả tương lai nữa bởi các vùng không thời gian mà ở đó hấp dẫn lượng tử đóng vai trò quan trọng. Để hiểu nguồn gốc và số phận của vũ trụ, chúng ta cần một lý thuyết lượng tử về hấp dẫn (quantum theory of gravity), và đây sẽ là chủ đề của phần lớn cuốn sách này.

https://thuviensach.vn




*Một bước tiến quan trọng trong thuyết lượng tử là đề xuất của Max Plank vào năm 1900 là ánh sáng truyền đi với từng bó nhỏ gọi là lượng tử. Mặc dù giả thuyết lượng tử của Plank giải thích rất tốt tốc độ bức xạ của các vật nóng nhưng phải đến tận giữa những năm 1920 khi nhà vật lý người Đức Werner Heisenberg tìm ra nguyên lý bất định nổi tiếng của ông thì người ta mới nhận thấy hết ý nghĩa của nó. Theo Heisenberg thì giả thuyết của Plank ngụ ý rằng nếu ta muốn đo vị trí của hạt càng chính xác bao nhiêu thì phép đo vận tốc càng kém chính xác bấy nhiêu và ngược lại.*

*Nói chính xác hơn, Heisenberg chứng minh rằng độ bất định về vị trí của hạt nhân với độ bất định về mô men của nó luôn lớn hơn hằng số Plank - một đại lượng liên hệ chặt chẽ với năng lượng của một lượng tử ánh sáng.*

Lý thuyết lượng tử của các hệ như nguyên tử với một số lượng hữu hạn các

https://thuviensach.vn

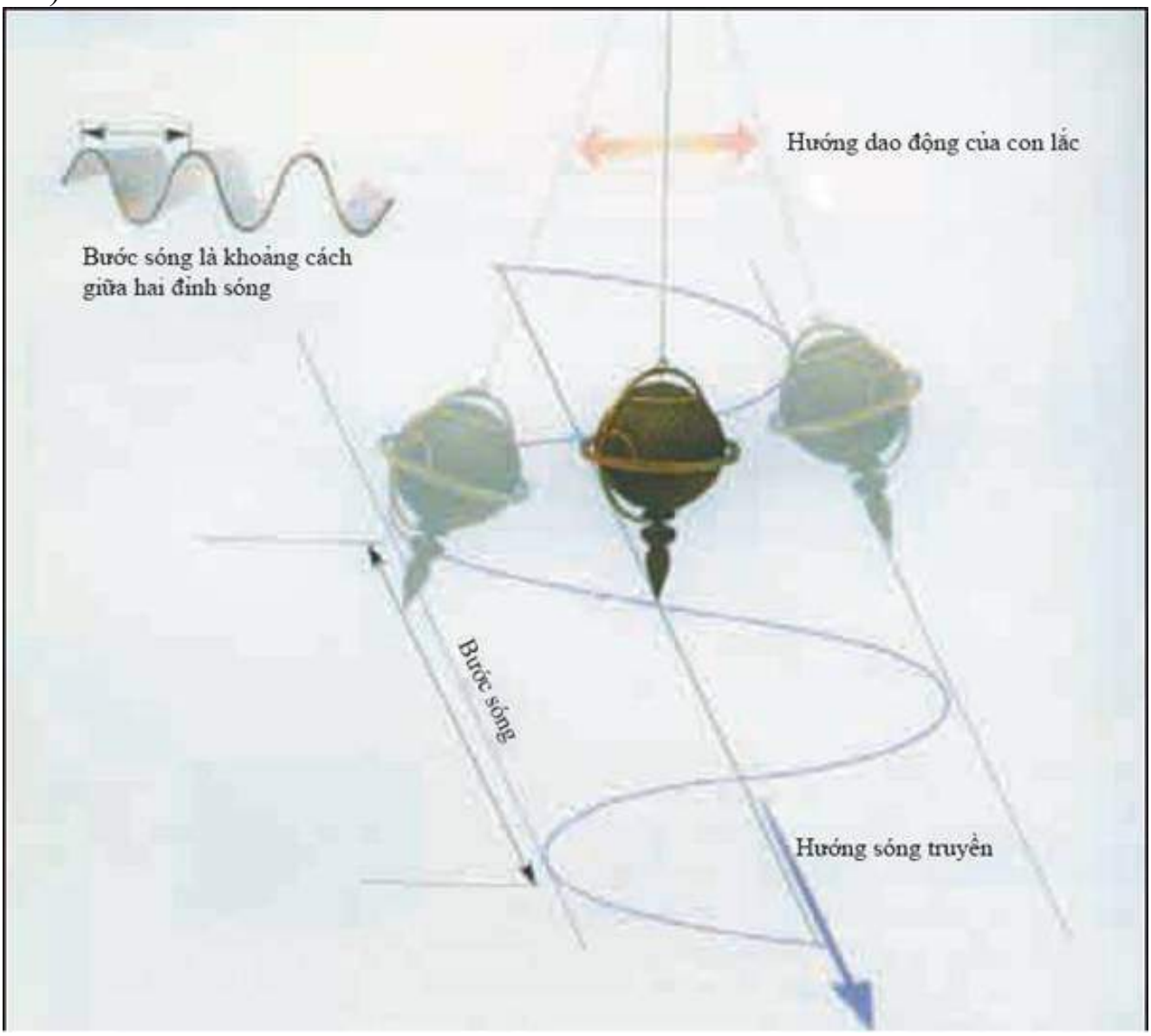
hạt đã được xây dựng vào những năm 1920 do công của Heisenberg, Schrodinger, và Dirac (Dirac cũng là một người từng giữ chế mà hiện nay tôi đang giữ, nhưng đó không phải là chiếc ghế tự động!). Mặc dù vậy, con người vẫn gặp khó khăn khi cố gắng mở rộng ý tưởng lượng tử vào trường điện, từ, và ánh sáng của Maxwell.

*TRƯỜNG MAXWELL*

*Năm 1865, nhà vật lý người Anh Clerk Maxwell đã kết hợp các định luật điện và từ đã biết. Lý thuyết của Maxwell dựa trên sự tồn tại của các "trường", các trường truyền tác động từ nơi này đến nơi khác. Ông nhận thấy rằng các trường truyền nhiễu loạn điện và từ là các thực thể động: chúng có thể dao động và truyền trong không gian.*

*Tổng hợp điện từ của Maxwell có thể gộp lại vào hai phương trình mô tả động học của các trường này. Chính ông cũng đi đến một kết luận tuyệt vời: tất cả các sóng điện từ với tất cả các tần số đều truyền trong không gian với một vận tốc không đổi - vận tốc ánh sáng.*

Ta có thể xem trường của Maxwell tạo thành từ các sóng với các bước sóng (khoảng cách giữa hai đỉnh sóng) khác nhau. Trong một sóng, trường đó sẽ dao động từ giá trị này đến giá trị khác giống như một con lắc. (hình 2.9)




https://thuviensach.vn

*(Hình 2.9)*
*SÓNG LAN TRUYỀN VỚI CON LẮC DAO ĐỘNG*

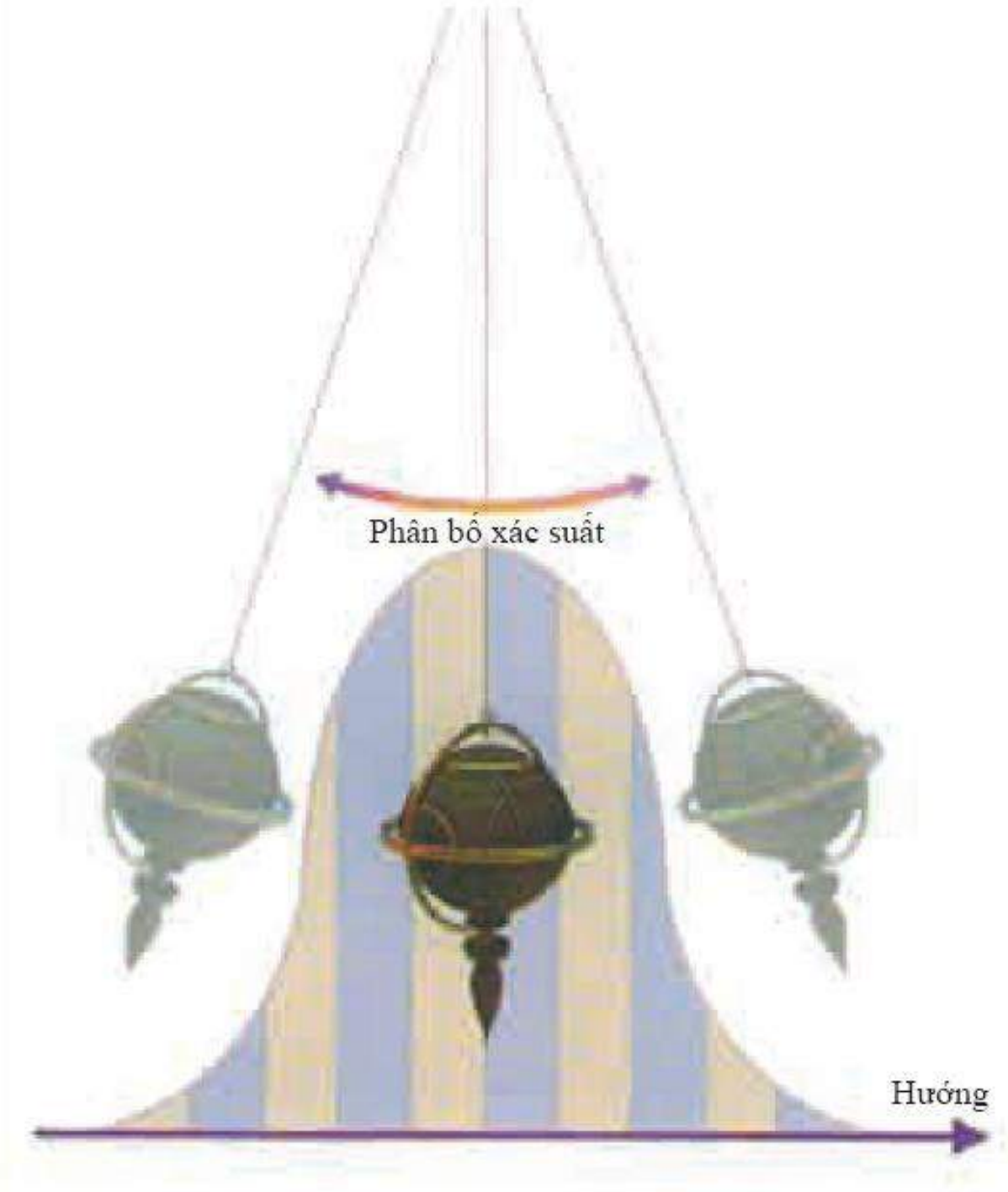
*Bức xạ điện từ lan truyền trong không gian giống như một sóng với điện trường và từ trường dao động giống như một con lắc và hướng truyền thì vuông góc với hướng chuyển động của sóng.*

*Bức xạ cũng có thể được tạo thành từ nhiều trường với các bước sóng khác nhau.*

Theo lý thuyết lượng tử, trạng thái cơ bản hay trạng thái năng lượng thấp nhất của con quay không chỉ là điểm năng lượng thấp nhất hướng thẳng từ trên xuống. Vị trí đó có vị trí và vận tốc xác định là bằng không. Điều này vi phạm nguyên lý loại trừ, nguyên lý không cho phép đo một cách chính xác vị trí và vận tốc tại một thời điểm. Độ bất định về vị trí nhân với độ bất định về mô men cần phải lớn hơn một đại lượng xác định được biết với cái tên là hằng số Plank - một con số nếu viết ra sẽ rất dài, do đó chúng ra dùng một biểu tượng cho nó: ħ.

Do đó, năng lượng của con quay ở trạng thái cơ bản hay trạng thái có năng lượng cực tiểu không phải bằng không như người ta trông đợi. Thay vào đó, ngay cả ở trạng thái cơ bản của nó, một con quay hay bất kỳ một hệ dao động nào cũng có một lượng năng lượng cực tiểu nhất định của cái mà ta gọi là thăng giáng điểm không (zero point fluctuation). Điều này có nghĩa là con quay không nhất thiết phải nằm theo hướng thẳng từ trên xuống mà nó sẽ làm với phương thẳng đứng một góc nhỏ với một xác xuất nhất định (hình 2.10). Tương tự như vậy, ngay cả trong chân không hoặc trạng thái năng lượng thấp nhất, các sóng trong trường Maxwell sẽ không bằng không mà có thể có một giá trị nhỏ nào đó. Tần số (số dao động trong một phút) của con quay hay sóng càng lớn thì năng lượng trạng thái cơ bản càng lớn.

https://thuviensach.vn




*(Hình 2.10)*
*CON LẮC VÀ PHÂN BỐ XÁC SUẤT*

*Theo nguyên lý bất định Heisenberg, con lắc không thể hướng thẳng đứng tuyệt đối từ trên xuống dưới với vận tốc bằng không được. Thay vào đó, cơ học lượng tử cho thấy rằng, ngay cả ở trạng thái năng lượng thấp nhất con lắc cũng có một lượng thăng giáng cực tiểu.*

*Điều này có nghĩa là vị trí của con lắc sẽ được cho bởi một phân bố xác suất. Ở trạng thái cơ bản, trạng thái khả dĩ nhất là hướng thẳng từ trên xuống, nhưng cũng có xác suất tìm thấy con lắc làm một góc nhỏ với phương thẳng đứng.*

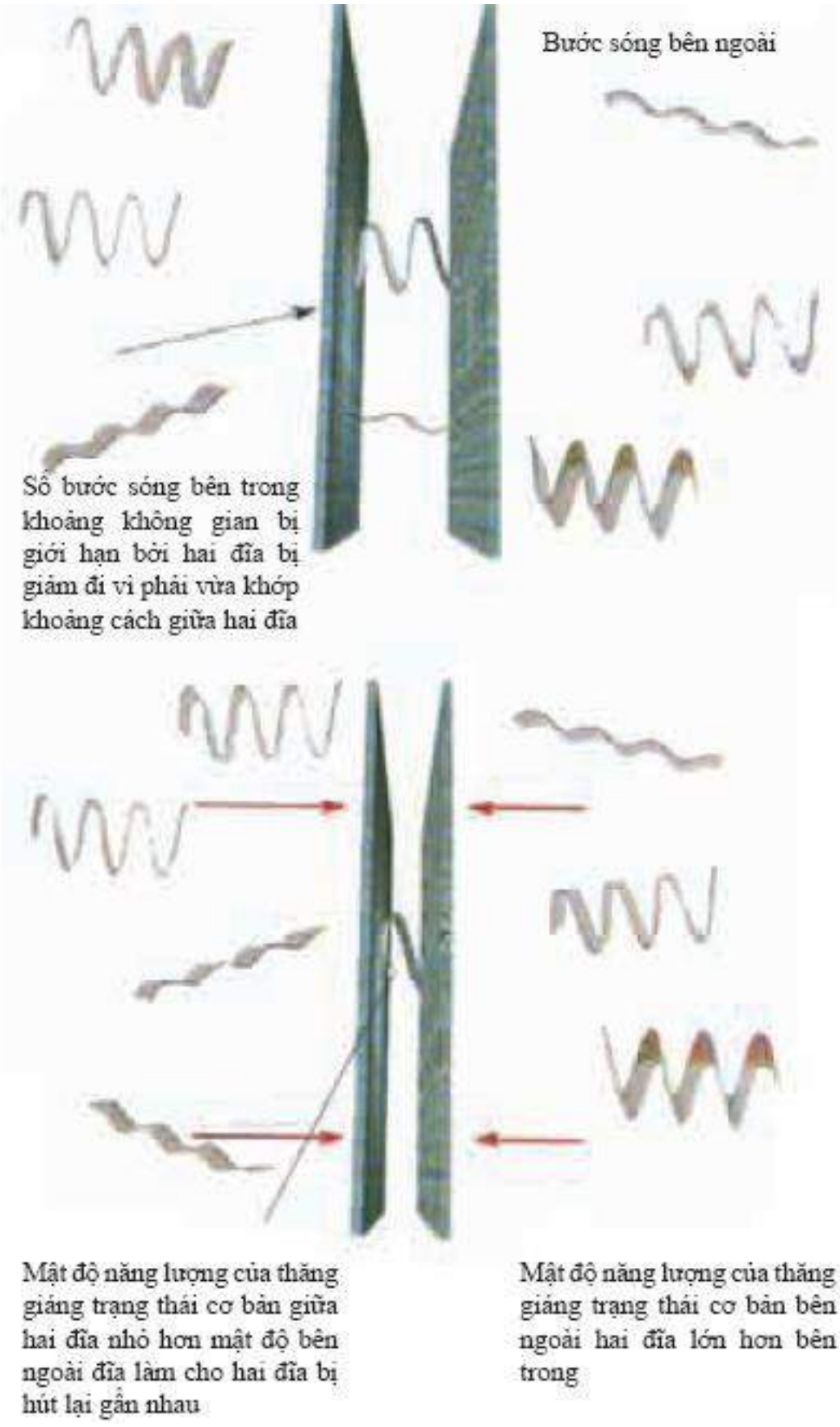
Các tính toán thăng giáng trạng thái cơ bản trong trường Maxwell cho thấy khối lượng và điện tích biểu kiến của điện tử lớn vô cùng, điều này không

https://thuviensach.vn

phù hợp với các quan sát. Tuy vậy, vào những năm 1940, các nhà vật lý Richard Feynman, Julian Schwinger và Shinichiro Tomonaga đã phát triển một phương pháp chặt chẽ để loại bỏ giá trị vô hạn và thu được giá trị hữu hạn của khối lượng và điện tích giống như quan sát. Tuy nhiên, các thăng giáng trạng thái cơ bản vẫn gây các hiệu ứng nhỏ có thể đo được và phù hợp với thực nghiệm. Các sơ đồ loại trừ các giá trị lớn vô hạn tương tự cũng đúng đối với các trường Yang-Mills trong lý thuyết do Chen Ning Yang (Yang Chen Ning - Dương Chấn Ninh) và Robert Mills xây dựng. Lý thuyết Yang-Mills là mở rộng của lý thuyết Maxwell để mô tả tương tác của hai lực khác gọi là lực hạt nhân yếu và lực hạt nhân mạnh. Tuy vậy các thăng giáng trạng thái cơ bản có hiệu ứng đáng kể hơn trong lý thuyết lượng tử về hấp dẫn. Lại nữa, một bước sóng có một năng lượng trạng thái cơ bản. Vì bước sóng của trường Maxwell có thể nhỏ bao nhiêu cũng được nên có một số vô hạn các bước sóng khác nhau và một số vô hạn các năng lượng trạng thái cơ bản trong bất kỳ vùng nào của không thời gian. Vì mật độ năng lượng cũng giống như vật chất là nguồn gốc của hấp dẫn nên mật độ năng lượng vô hạn này có nghĩa là có đủ lực hút hấp dẫn trong vũ trụ để làm cong không thời gian thành một điểm mà điều đó rõ ràng là đã không xảy ra.

Người ta cũng có thể hy vọng giải quyết bài toán có vẻ mâu thuẫn giữa lý thuyết và thực nghiệm này bằng cách cho rằng các thăng giáng trạng thái cơ bản không có hiệu ứng hấp dẫn, nhưng giả thiết này không đúng. Người ta có thể ghi nhận năng lượng của thăng giáng trạng thái cơ bản bằng hiệu ứng Casimir. Nếu bạn đặt hai tấm kim loại song song với nhau và rất gần nhau thì sự có mặt của hai tấm kim loại sẽ làm giảm số các bước sóng có thể khớp giữa hai tấm kim loại so với số các bước sóng ở bên ngoài hai tấm một chút ít. Điều này có nghĩa là mật độ năng lượng của thăng giáng trạng thái cơ bản giữa hai tấm, mặc dù vẫn là vô hạn, vẫn nhỏ hơn mật độ năng lượng ở bên ngoài hai tấm một lượng hữu hạn (hình 2.11). Sự khác biệt về mật độ năng lượng này làm xuất hiện một lực kéo hai tấm kim loại vào với nhau và lực này đã được quan sát bằng thực nghiệm. Trong thuyết tương đối, giống như vật chất các lực gây cũng nên hấp dẫn, do đó, chúng ta không thể bỏ qua hiệu ứng hấp dẫn của sự khác biệt về năng lượng này.

https://thuviensach.vn




*(Hình 2.11)*
*HIỆU ỨNG CASIMIR*

*Sự tồn tại của thăng giáng trạng thái cơ bản được khẳng định bằng thực nghiệm thông qua hiệu ứng Casimir về sự có mặt của một lực nhỏ giữa hai tấm kim loại song song.*

Một nghiệm khác của bài toán mà có thể đòi hỏi có một hằng số vũ trụ

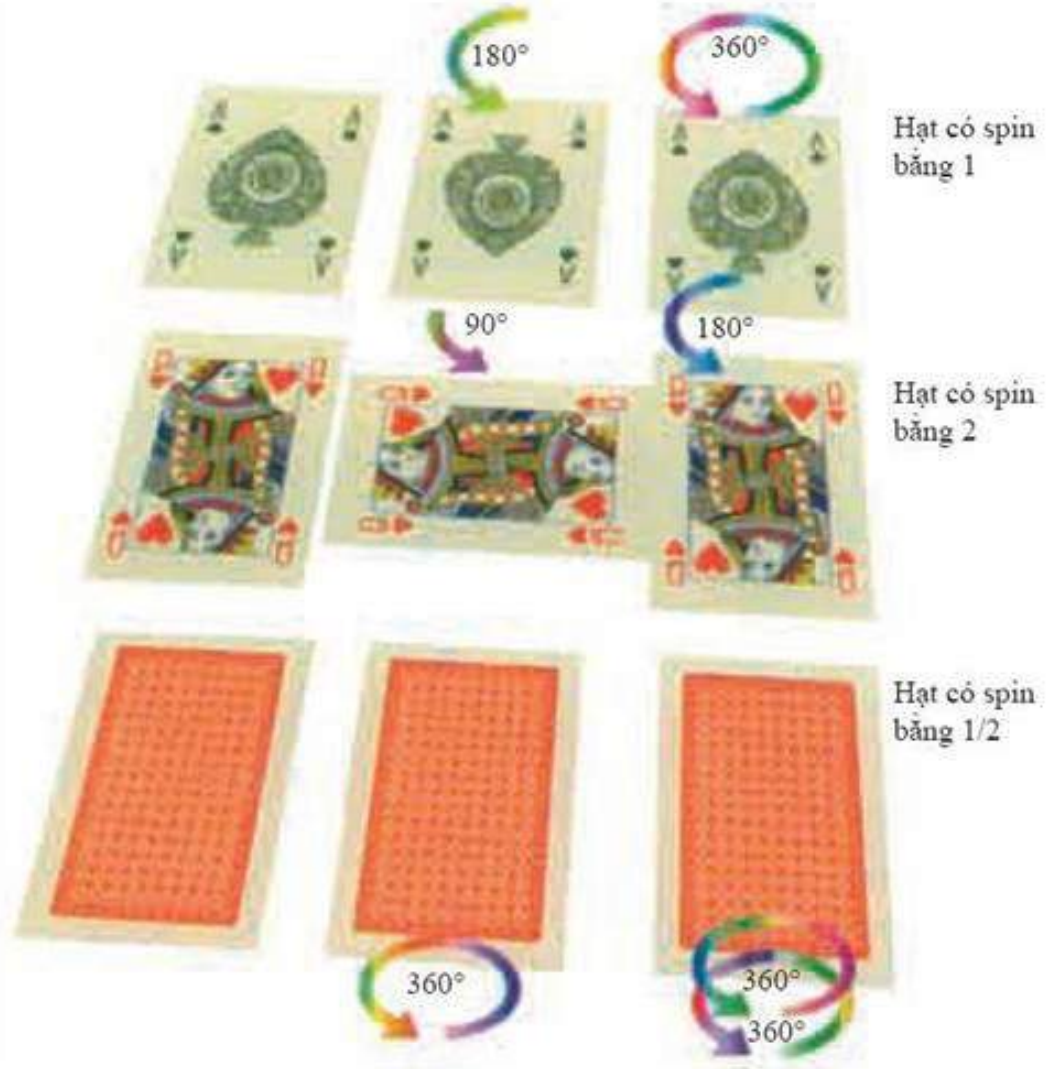
https://thuviensach.vn

giống như Einstein đã đưa ra để có được mô hình vũ trụ tĩnh. Nếu hằng số này có giá trị âm vô cùng thì nó có thể loại trừ chính xác giá trị dương vô cùng của năng lượng trạng thái cơ bản trong không gian tự do, nhưng hằng số này có vẻ như không được dự tính trước (ad hoc) và nó có thể được điều chỉnh một cách cực kỳ chính xác.

Thật may mắn, người ta đã phát hiện một loại đối xứng hoàn toàn mới vào những năm 1970, nó cung cấp một cơ chế vật lý tự nhiên để loại trừ các giá trị vô hạn xuất hiện từ thăng giáng trạng thái cơ bản. Siêu đối xứng là một đặc điểm của các mô hình toán học hiện đại của chúng ta mà có thể được mô tả theo nhiều cách. Một trong những cách đó nói rằng không thời gian có thêm các chiều khác bên cạnh các chiều mà chúng ta đang trải nhiệm. Những chiều này được gọi là những chiều Grassmann bởi vì chúng được đo bằng các con số được gọi là các biến số Grassmann chứ không phải là những con số thực bình thường. Các số bình thường giao hoán với nhau; tức là; bạn có thể nhân chúng theo một trật tự nào cũng được: 6 nhân với 4 cũng bằng 4 nhân với 6. Nhưng những biến Grassmann thì lại phản giao hoán (anticommute) với nhau: x nhân với y bằng -y nhân với x.

Lần đầu tiên, siêu đối xứng được nghiên cứu khi loại trừ các giá trị vô hạn trong các trường vật chất và trường Yan-Mills trong không thời gian ở đó cả các chiều số thực và các chiều Grassmann đều phẳng, không bị cong. Việc mở rộng siêu đối xứng vào các chiều số thực và chiều Grassmann khi các chiều này bị uốn cong là một điều rất tự nhiên. Sự mở rộng này dẫn đến một số các lý thuyết được gọi là siêu hấp dẫn (supergravity) với số lượng các đối xứng khác nhau. Một hệ quả của siêu đối xứng là mỗi trường hoặc mỗi hạt đều có một siêu đối tác (superpartner) có spin lớn hơn hoặc nhỏ hơn spin của nó ½. (hình 2.12)

https://thuviensach.vn




*(Hình 2.12)*

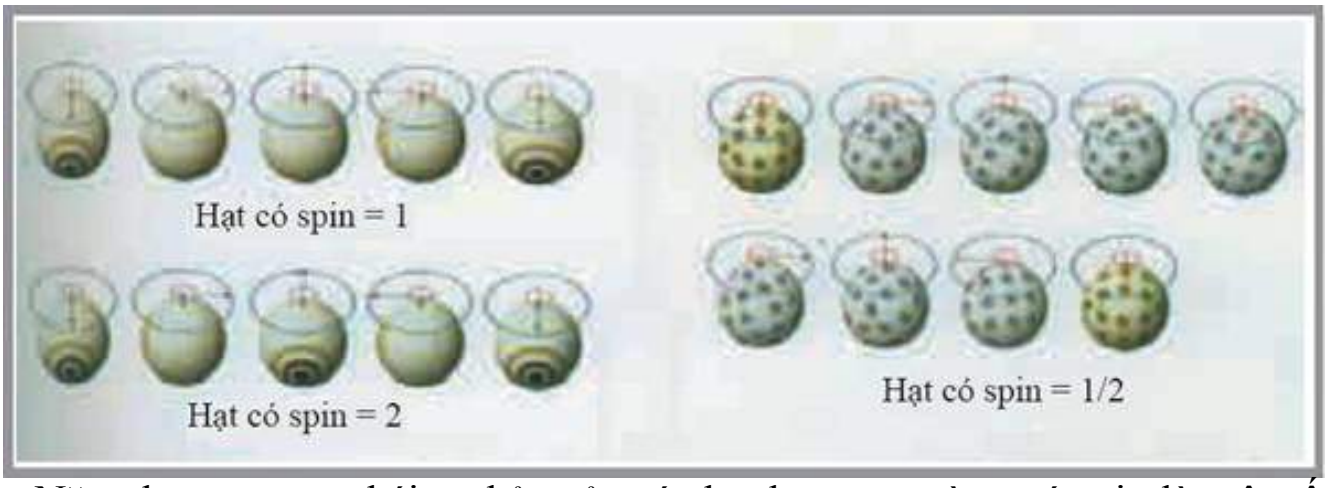
*SPIN*

*Tất cả các hạt có một tính chất gọi là spin, tác dụng của spin là làm cho các hạt được thấy như nhìn từ các hướng khác nhau. Người ta có thể minh họa điều này bằng một bộ bài. Trước tiên hãy xem con át pích, nếu bạn quay đúng một vòng hay 360 độ thì bạn sẽ thấy nó giống như trước khi quay. Do đó, con át pích có spin bằng 1.*

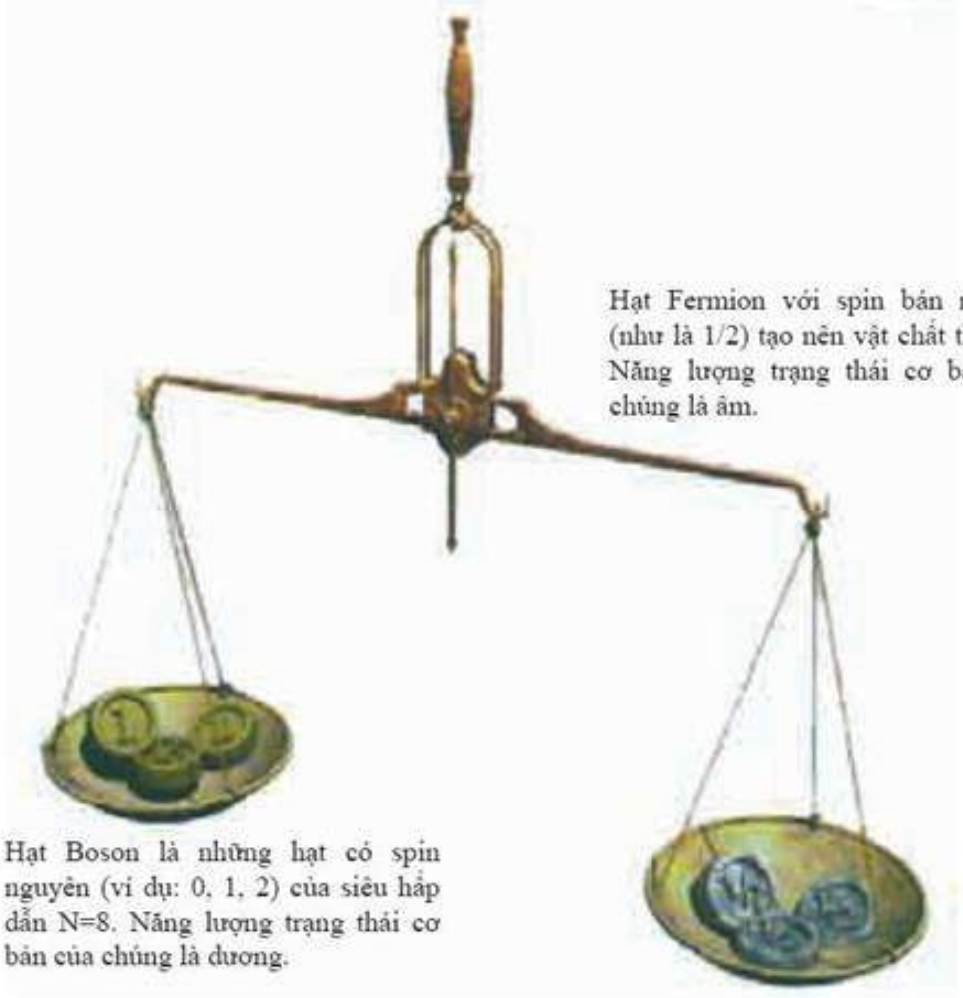
*Ngược lại, con qui cơ có hai đầu. Nếu bạn quay một nửa vòng hay 180 độ bạn sẽ thấy nó giống như ban đầu. Con qui cơ có spin bằng hai. Tương tự, ta có thể tưởng tượng các vật thể có spin bằng 3 hoặc nhiều hơn nếu hình dáng của nó giống như ban đầu khi quay một phần nhỏ hơn của một vòng quay.*

*Spin càng cao thì góc quay để vật thể có hình dáng ban đầu càng nhỏ. Nhưng có một điều đáng chú ý là có các hạt mà hình dáng của chúng giống như ban đầu chỉ khi bạn quay đủ hai vòng. Người ta gọi những hạt như vậy có spin bằng 1/2.*

https://thuviensach.vn




Năng lượng trạng thái cơ bản của các hạt boson, trường có spin là một số nguyên (0, 1, 2, v.v.), là dương. Ngược lại năng lượng trạng thái cơ bản của các hạt fermion, trường có spin bán nguyên (1/2, 3/2, v.v.), là âm. Vì có một lượng lớn các hạt boson và fermion bằng nhau, các giá trị vô hạn lớn nhất triệt tiêu nhau trong các lý thuyết siêu hấp dẫn. (hình 2.13)




*(Hình 2.13)*

*SIÊU ĐỐI TÁC*

*Tất cả các hạt trong vũ trụ đều thuộc một trong hai nhóm: Fermion hoặc Boson. Hạt Fermion là các hạt có spin bán nguyên (như là 1/2) tạo nên vật chất thường. Năng lượng trạng thái cơ bản của chúng là âm.*

*Hạt Boson là những hạt có spin nguyên (ví dụ: 0, 1, 2) làm tăng lực xuất hiện giữa các hạt*

https://thuviensach.vn

*Fermion như là lực hấp dẫn và ánh sáng chẳng hạn. Năng lượng trạng thái cơ bản của chúng là dương. Thuyết siêu hấp dẫn giả thuyết rằng tất cả các hạt Fermion và Boson đều có một siêu đối tác có spin lớn hơn hoặc nhỏ hơn spin của hạt đó 1/2. Ví dụ một photon (là hạt boson) có spin là 1, năng lượng trạng thái cơ bản là dương. Siêu đối tác của photon là photion có spin bằng 1/2 là một fermion. Do đó năng lượng trạng thái cơ bản là âm.*

*Trong sơ đồ siêu hấp dẫn này, chúng ta sẽ có số các hạt fermion và boson bằng nhau. Năng lượng trạng thái cơ bản của các hạt boson làm nghiêng cán cân về phía dương và năng lượng trạng thái cơ bản của các hạt fermion làm nghiêng cán cân về phía năng lượng âm, năng lượng trạng thái cơ bản sẽ triệt tiêu lẫn nhau và loại bỏ giá trị lớn vô hạn.*

Vẫn còn lại xác xuất để có giá trị vô hạn mặc dù rất nhỏ nhưng vẫn tồn tại. Không ai có đủ sự kiên nhẫn cần thiết để tính toán xem các lý thuyết này có thực sự là hoàn toàn hữu hạn hay không. Người ta tính rằng đề làm điều đó một sinh viên giỏi phải mất 200 năm, và làm sao bạn có biết sinh viên đó không phạm phải sai lầm ngay ở trang thứ hai? Đến năm 1985, phần lớn mọi người vẫn tin rằng hầu hết các lý thuyết siêu hấp dẫn siêu đối xứng (supersymetric) không có chứa các giá trị vô hạn.

Sau đó thì đột nhiên mốt đó thay đổi. Người ta tuyên bố rằng không có lý do gì để không trông đợi các giá trị vô hạn trong các lý thuyết siêu hấp dẫn, điều này có ngụ ý rằng các lý thuyết siêu hấp dẫn đó cũng có các sai lầm chết người như các lý thuyết khác. Thay vào đó, người ta quả quyết rằng một lý thuyết được gọi là lý thuyết dây siêu đối xứng là cách duy nhất để kết hợp lý thuyết hấp dẫn và lý thuyết lượng tử. Các dây, giống như các dây trong kinh nghiệm hàng ngày, là các vật thể một chiều. Chúng chỉ có chiều dài. Các dây trong lý thuyết dây chuyển động trong không thời gian. Các sự dao động của dây thể hiện cho các hạt. (hình 2.14)

https://thuviensach.vn

MÔ HÌNH TÍNH CHẤT CÁC HẠT

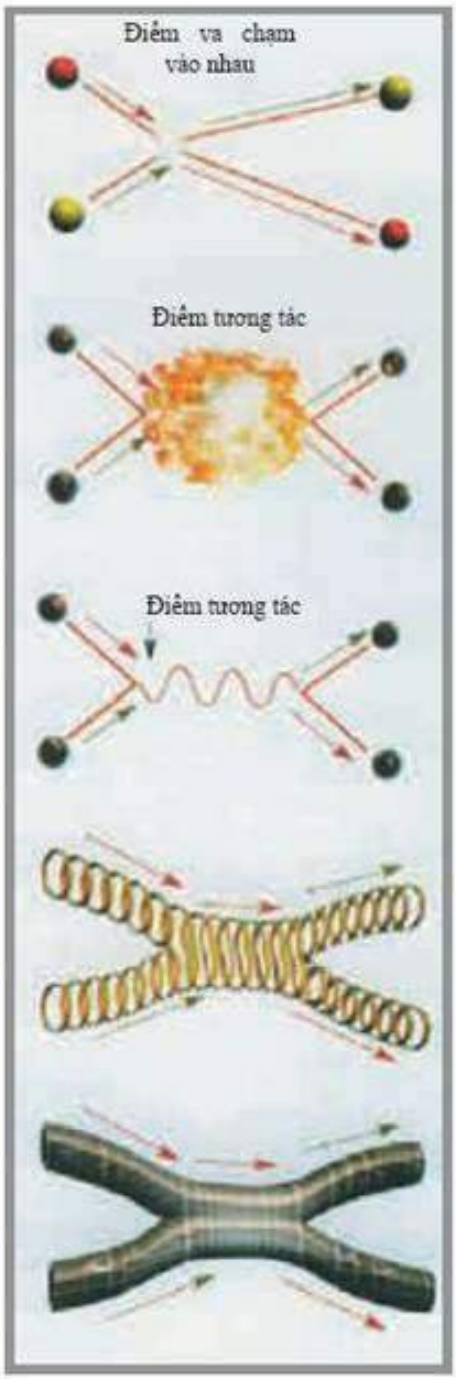
1 Nếu các hạt điểm (point particle) thực sự tồn tại như là các yếu tố riêng biệt giống như các quả bóng bi-a thì khi hai quả bóng va chạm với nhau thì lộ trình của chúng bị lệch theo hai hướng mới.

2 Đó chính là điều xảy ra khi hai hạt tương tác, chỉ khác hiện tượng này kịch tính hơn.

3 Lý thuyết trường lượng tử chứng minh rằng hai hạt ví dụ điện tử và phản điện tử va chạm với nhau thì chúng sẽ hủy lẫn nhau tạo ra một đợt bùng nổ năng lượng rất lớn và tạo ra một quang tử. Quang tử này giải phóng năng lượng tạo ra một cặp điện tử-phản điện tử khác. Điều này làm cho chúng ta thấy như là lộ trình của điện tử-phản điện tử bị lệch đi theo hướng mới.

4 Nếu các hạt không phải là những hạt điểm mà là các dây một chiều trong đó các vòng dao động giống như một điện tử và phản điện tử thì khi chúng va chạm và hủy lẫn nhau, chúng sẽ tạo một dây mới với một kiểu dao động khác. Khi giải phóng năng lượng, dây này bị chia thành hai dây đi theo hai lộ trình mới.

5 Nếu các dây ban đầu này không được xem là những khoảng thời gian rời rạc mà là một lịch sử thời gian không bị gián đoạn thì các dây đó được thấy như là một tấm gồm nhiều dây tạo nên.




*(Hình 2.14)*

*DAO ĐỘNG CỦA DÂY*

*Trong lý thuyết dây, các thực thể cơ bản không phải là các hạt chiếm một điểm trong không gian mà là các dây một chiều. Các dây này có các đầu khác nhau hoặc các đầu đó có thể nối với nhau để tạo thành các vòng dây.*

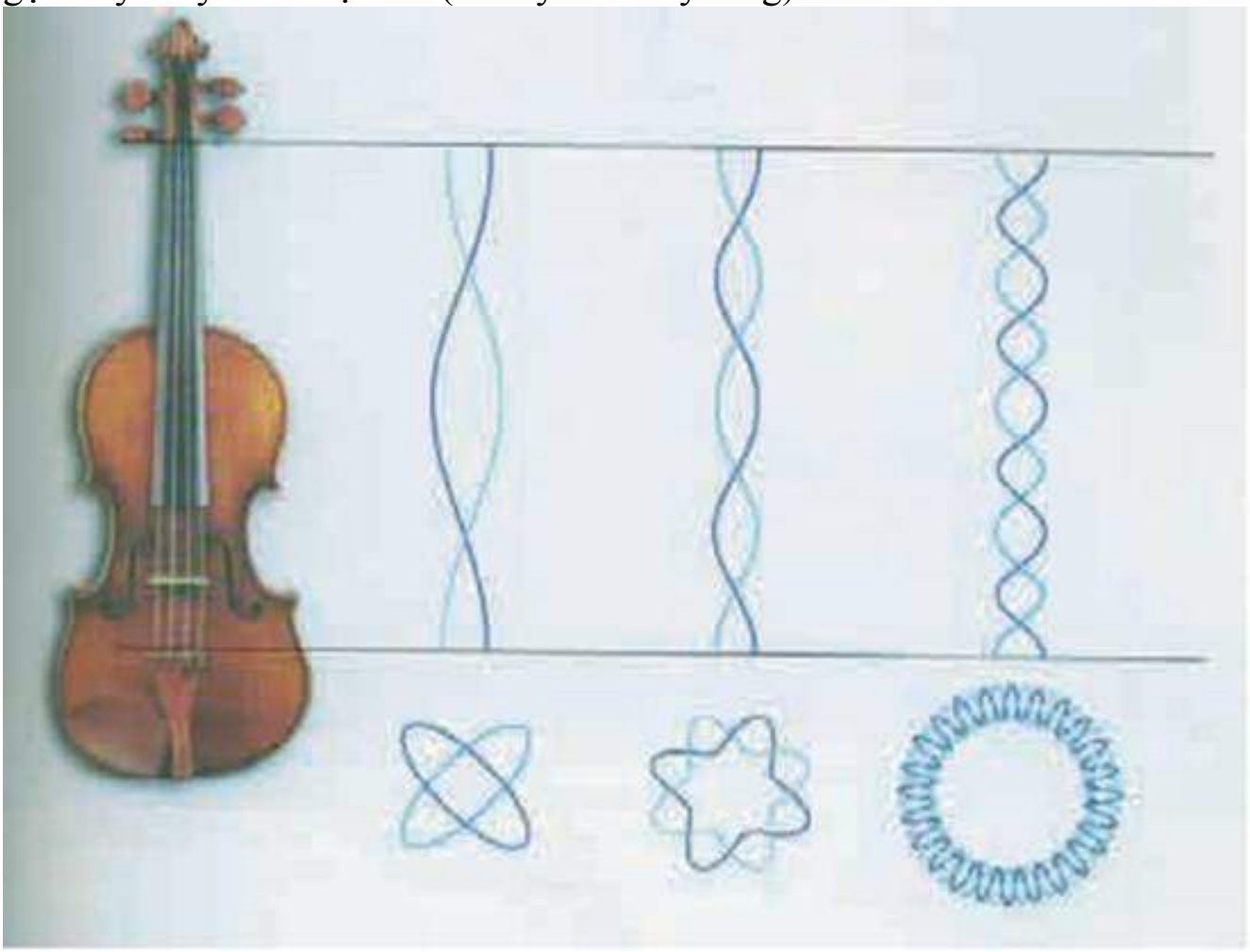
*Giống như các sợi dây của đàn violon, các dây trong lý thuyết dây có các kiểu dao động hoặc tần số cộng hưởng nhất định, bước sóng của các kiểu dao động này trùng khớp chính xác với khoảng cách giữa hai đầu dây.*

*Nhưng trong khi các tần số cộng hưởng của dây đàn khác nhau tạo nên các nốt nhạc khác nhau thì dao động cộng hưởng của một dây sẽ tạo ra khối lượng, lực khác nhau - những thực thể được giải thích là các hạt cơ bản. Nói nôm na là bước sóng dao động của dây càng nhỏ thì khối lượng của hạt càng lớn.*

Nếu các dây này có các chiều Grassmann và các chiều số thường thì các dao động sẽ tương ứng với các hạt boson và fermion. Trong trường hợp này,

https://thuviensach.vn

năng lượng trạng thái cơ bản âm và dương triệt tiêu một cách chính xác đến nỗi sẽ hoàn toàn không có các giá trị vô hạn. Các siêu dây (superstring) được gọi là lý thuyết về mọi thứ (theory of everything).



Các nhà viết lịch sử khoa học trong tương lai sẽ thấy rất thú vị khi lập biểu đồ biểu diễn xu hướng thay đổi tư tưởng của các nhà vật lý lý thuyết. Chỉ trong vài năm, lý thuyết dây đã ngự trị tuyệt đối và thuyết siêu hấp dẫn bị giáng xuống thành một lý thuyết gần đúng, chỉ phù hợp ở năng lượng thấp. Đại lượng "năng lượng thấp" bị coi như một sự chê bai, dù là trong ngữ cảnh này các năng lượng thấp ngụ ý các hạt với năng lượng nhỏ hơn hàng tỷ tỷ lần so với các hạt trong một vụ nổ TNT. Nếu siêu hấp dẫn chỉ là một phép gần đúng năng lượng thấp thì nó không thể là lý thuyết cơ bản cho vũ trụ được. Mà thay vào đó, lý cơ bản được đề xuất có thể là một trong năm lý thuyết siêu dây. Nhưng lý thuyết nào trong năm lý thuyết siêu dây mô tả vũ trụ của chúng ta? Và thuyết dây sẽ được phát biểu như thế nào để vượt qua được phép gần đúng trong đó các dây được mô tả như là các mặt với một chiều không gian và một chiều thời gian dao động trong một phông không thời gian phẳng. Liệu các dây có làm cong phông không thời gian hay không?

Vào những năm sau 1985, người ta dần nhận thấy rằng, thuyết dây không phải là một bức tranh hoàn hảo. Khởi đầu là việc người ta nhận ra rằng các

https://thuviensach.vn

dây chỉ là một thành phần của một lớp các thực thể bao quát hơn, các thực thể này có thể được mở rộng vào nhiều hơn một chiều. Paul Townsend, một người cũng là thành viên của khoa Toán ứng dụng và Vật lý lý thuyết giống như tôi ở Đại học Cambridge, một người đã thực hiện nhiều công trình cơ bản về các thực thể này, đặt cho chúng một cái tên là các "màng-p" (p-brane). Một màng-p có chiều dài theo p hướng. Do đó, màng có p=1 là một dây, màng có p=2 là một mặt hay một màng bình thường, và v.v. (hình 2.15). Các màng với p=1 trong trường hợp của các dây có vẻ như không được ưu tiên hơn so với các giá trị có thể khác của p. Thay vào đó, chúng ta thông qua một nguyên tắc dân chủ cho các màng-p: tất cả các màng-p sinh ra đều có quyền bình đẳng.

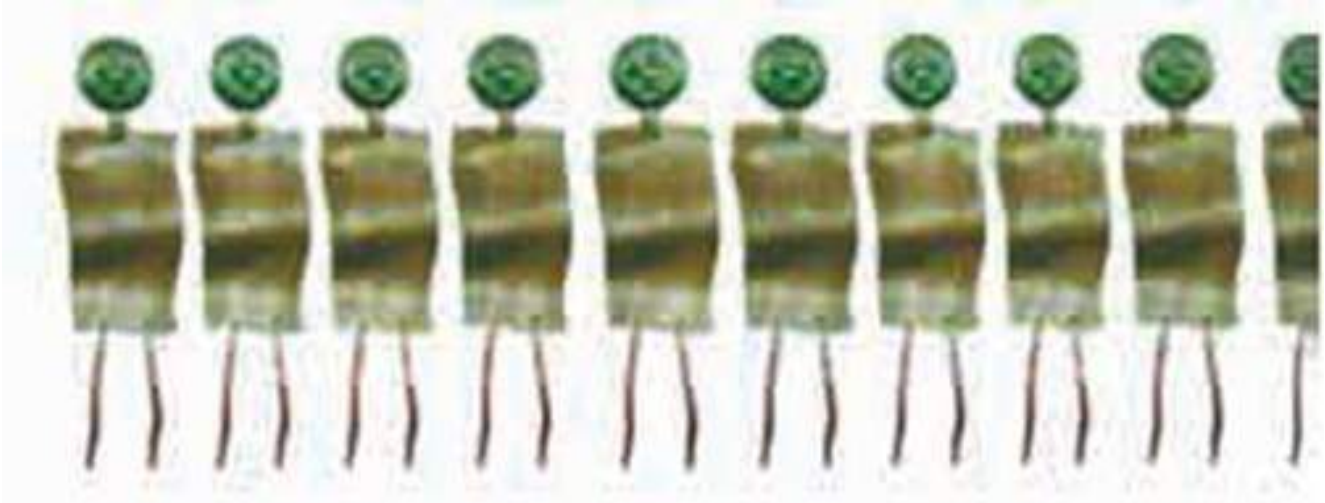
Kết cấu không gian của vũ trụ của chúng ta có thể có cả chiều mở rộng lẫn chiều bị cuộn lại. Các màng-p có thể được xem xét dễ dàng hơn nếu chúng bị cuộn lại.

Một màng 1 chiều hay một dây bị cuộn lại

Một màng hai chiều bị cuộn lại thành một hình xuyến

*(Hình 2.15)*
*MÀNG-P*

*Các màng-p là các thực thể kéo dài theo p chiều. Trường hợp đặc biệt là các dây với p=1 và các tấm với p=2, nhưng các giá trị khả dĩ của p có thể lớn hơn tới 10 hoặc 11 chiều. Nhưng thường thì một số hoặc tất cả p chiều đó bị cuộn lại giống như những vòng xuyến.*



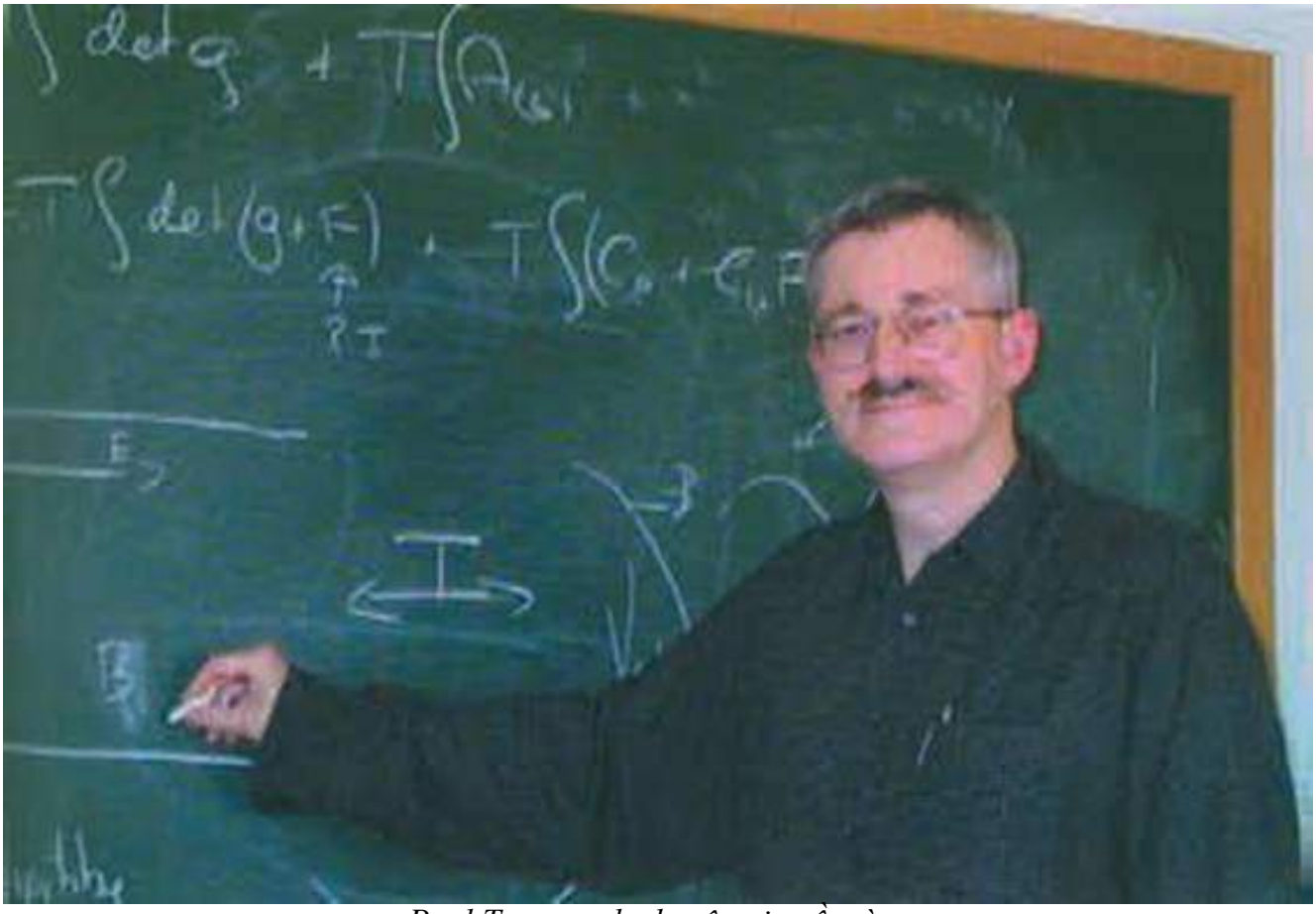
*Chúng ta tin một sự thật hiển nhiên là tất cả các màng-p sinh ra đều có quyền bình đẳng.*

https://thuviensach.vn

Tất cả các màng-p đều được tìm thấy là nghiệm của các phương trình trong thuyết siêu hấp dẫn với 10 hoặc 11 chiều. 10 hoặc 11 chiều có vẻ như không giống không thời gian mà chúng ta đang trải nghiệm nhưng ý tưởng là 6 hoặc 7 chiều trong số các chiều đó bị cuộn lại nhỏ đến nỗi ta không thể thấy chúng, chúng ta chỉ có thể nhận ra 4 chiều lớn và gần như phẳng còn lại mà thôi.

Với tư cách cá nhân mà nói, tôi rất miễn cưỡng khi tin vào các chiều bổ sung. Nhưng vì tôi là một người theo chủ nghĩa thực chứng nên câu hỏi "Các chiều bố sung có thực sự tồn tại hay không?" không có ý nghĩa gì cả. Tất cả những điều mà người ta có thể hỏi đó là mô hình toán học với các chiều bổ sung đó có mô tả tốt vũ trụ của chúng ta hay không. Chúng ta vẫn chưa có quan sát nào mà để giải thích nó người ta cần đến các chiều bổ sung. Tuy vậy, chúng ta có thể có cơ hội quan sát chúng trong máy va chạm Hadron (Large Hadron Collider) ở Geneva. Nhưng điều đã thuyết phục nhiều người trong đó có tôi nghiêm túc chọn các mô hình với các chiều bố sung là có một mớ các mối liên hệ không ngờ được gọi là tính đối ngẫu (duality) giữa các mô hình. Tính đối ngẫu này cho thấy rằng tất cả các mô hình đều tương đương; tức là, chúng chỉ là những khía cạnh khác nhau của cùng một lý thuyết cơ bản được gọi với cái tên là thuyết-M (M-theory). Nếu không lấy tính đối ngẫu làm dấu hiệu cho thấy chúng ta đi đúng hướng thì điều đó cũng gần giống như cho rằng Chúa đã đặt các hóa thạch vào trong đá để làm Darwin nhầm lẫn về sự tiến hóa của cuộc sống.

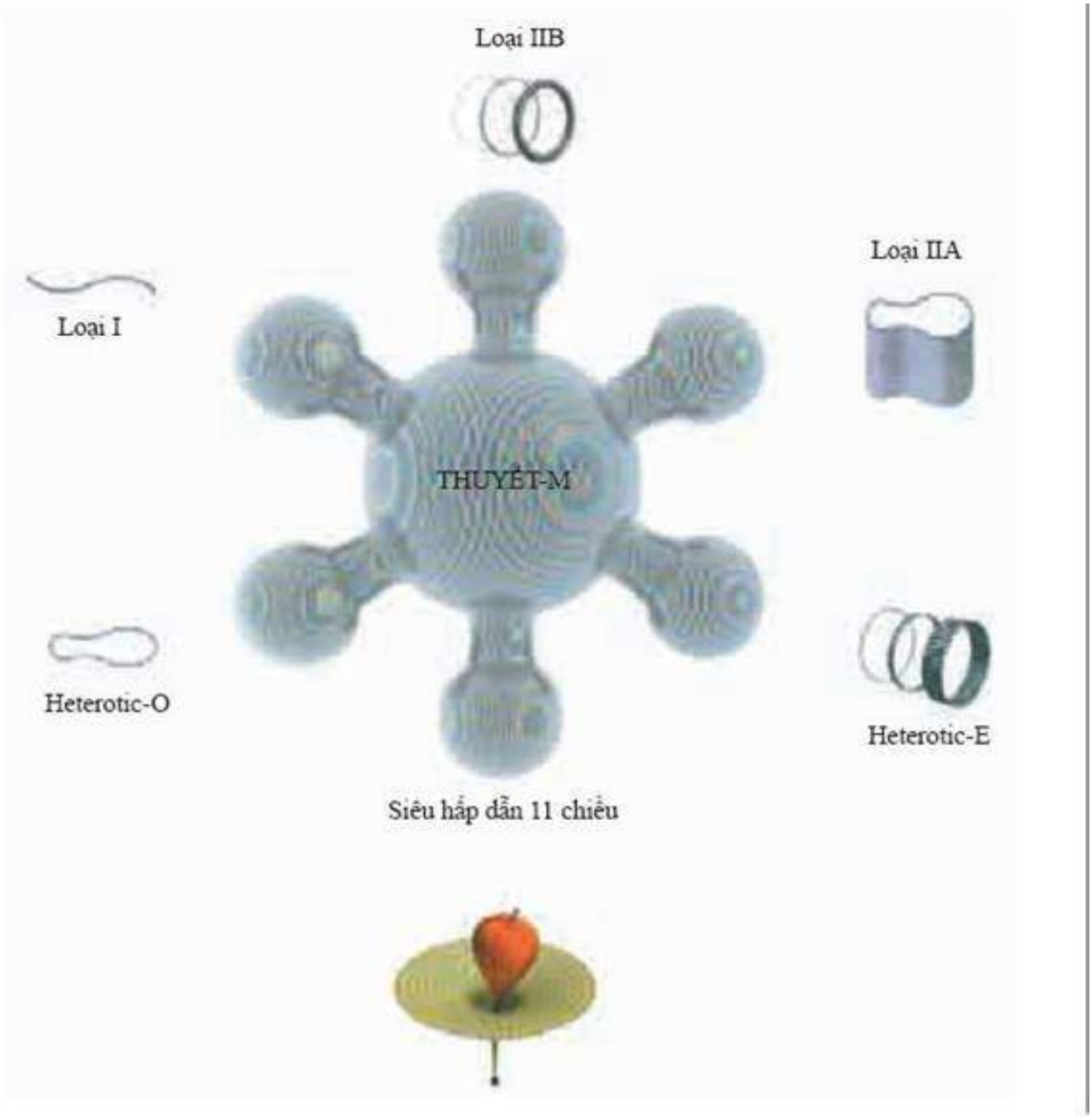
https://thuviensach.vn



*Paul Townsend, chuyên gia về màng-p*

Tính đối ngẫu cho thấy rằng cả 5 lý thuyết siêu dây đều mô tả các bản chất vật lý giống nhau và chúng cho thấy rằng về mặt vật lý chúng cũng tương đương với lý thuyết siêu hấp dẫn (hình 2.16). Ta không thể nói rằng các siêu dây cơ bản hơn siêu hấp dẫn hoặc ngược lại. Đúng hơn, chúng chỉ là những biểu diễn khác nhau của cùng một lý thuyết cơ bản, mỗi lý thuyết đều tính toán một cách hiệu quả trong các tình huống khác nhau. Vì các lý thuyết dây không có chứa các giá trị vô hạn, chúng được dùng để tính các kết quả có thể xảy ra khi một số ít các hạt năng lượng cao va chạm và tán xạ với nhau. Tuy vậy chúng không hay được sử dụng để mô tả năng lượng của một số lớn các hạt làm cong vũ trụ như thế nào hoặc hình thành các trạng thái bị trói buộc (bound state), giống như một hố đen, ra sao. Với các trường hợp này, người ta cần đến thuyết siêu hấp dẫn, về cơ bản lý thuyết này dựa trên lý thuyết Einstein về không thời gian cong với một số loại vật chất bổ sung. Đây chính là bức tranh tôi sẽ dùng chủ yếu trong các phần sau.

https://thuviensach.vn



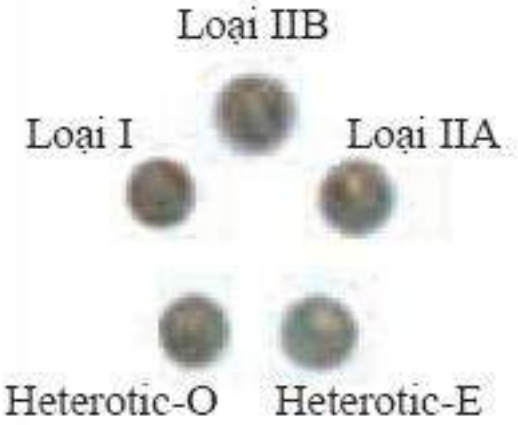

*(Hình 2.16)*
*MÔ HÌNH THỐNG NHẤT*

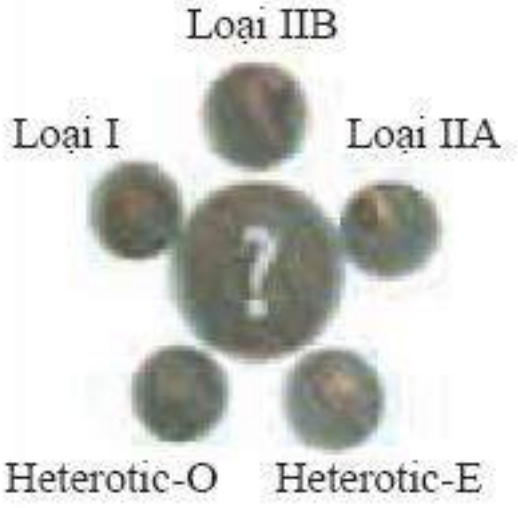
*Có một mạng lưới các mối liên hệ được gọi là tính đối ngẫu kết nối năm lý thuyết dây và siêu hấp dẫn mười một chiều. Tính đối ngẫu cho thấy rằng các lý thuyết dây khác nhau chỉ là những biểu diễn khác nhau của một lý thuyết cơ bản được gọi là thuyết-M.*

*Trước thập niên 90 người ta cho rằng 5 lý thuyết dây là các lý thuyết riêng biệt và hoàn toàn không liên hệ với nhau.*

*Thuyết-M thống nhất 5 lý thuyết dây vào một mô hình lý thuyết duy nhất, nhưng người ta vẫn chưa hiểu rất nhiều tính chất của mô hình này.*

https://thuviensach.vn



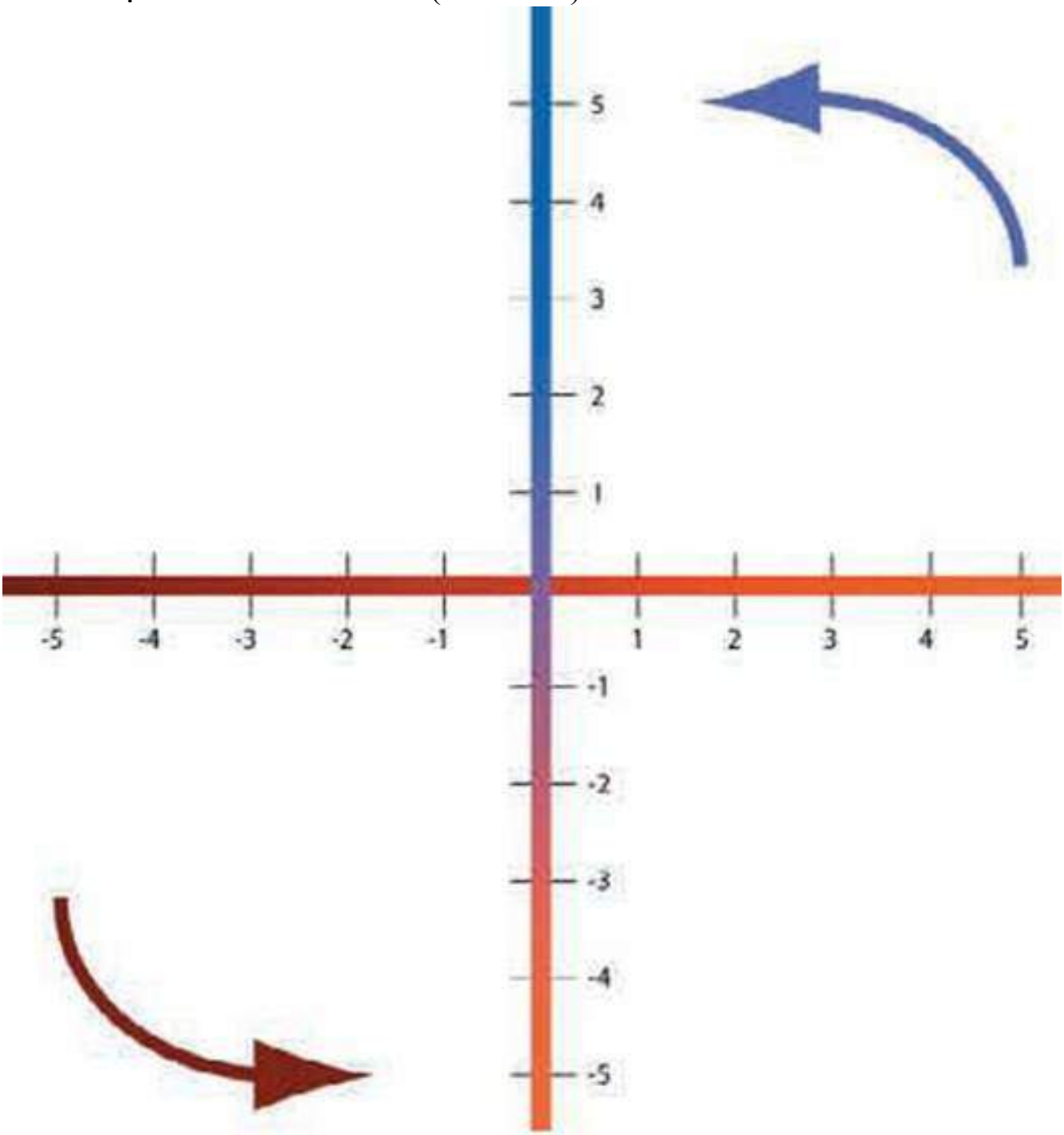




*Thuyết-M thống nhất 5 lý thuyết dây thành một lý thuyết cơ bản duy nhất, nhưng người ta vẫn chưa hiểu rất nhiều tính chất của lý thuyết này.*

Để mô tả lý thuyết lượng tử tạo hình dáng cho không thời gian như thế nào, việc đưa ý tưởng thời gian ảo sẽ rất hiệu quả. Thời gian ảo nghe có vẻ như một cái gì đó đến từ những câu chuyện viễn tưởng khoa học, nhưng nó là một khái niệm toán học được định nghĩa rất rõ ràng: thời gian được đo

https://thuviensach.vn

bằng các số mà ta gọi là các số ảo. Ta có thể nghĩ về các số thực bình thường như các số 1, 2, -3,5, v. v. tương ứng với các vị trí trên một đường thẳng kéo dài từ trái sang phải: điểm 0 ở giữa, các số thực dương nằm ở bên phải và các số thực âm nằm ở bên trái. (hình 2.17)




*(Hình 2.17)*

*Ta có thể xây dựng một mô hình trong đó trục thời gian ảo nằm vuông góc với trục thời gian thực. Các qui tắc của mô hình này sẽ xác định lịch sử thời gian ảo dựa theo thời gian thực và ngược lại.*

Các số ảo có thể được biểu diễn là các vị trí nằm trên một đường thẳng vuông góc: điểm 0 vẫn nằm ở giữa, các số ảo dương nằm ở phía trên và các số ảo âm được vẽ ở phía dưới. Do đó, các số ảo có thể được coi như một loại số mới nằm vuông góc với các số thực bình thường. Vì chúng là các thành

https://thuviensach.vn

phần toán học nên chúng không cần phải tương ứng với thực tại vật lý nào; chúng ta không thể có một số ảo các quả cam hoặc một hóa đơn điện thoại ảo được. (hình 2.18)

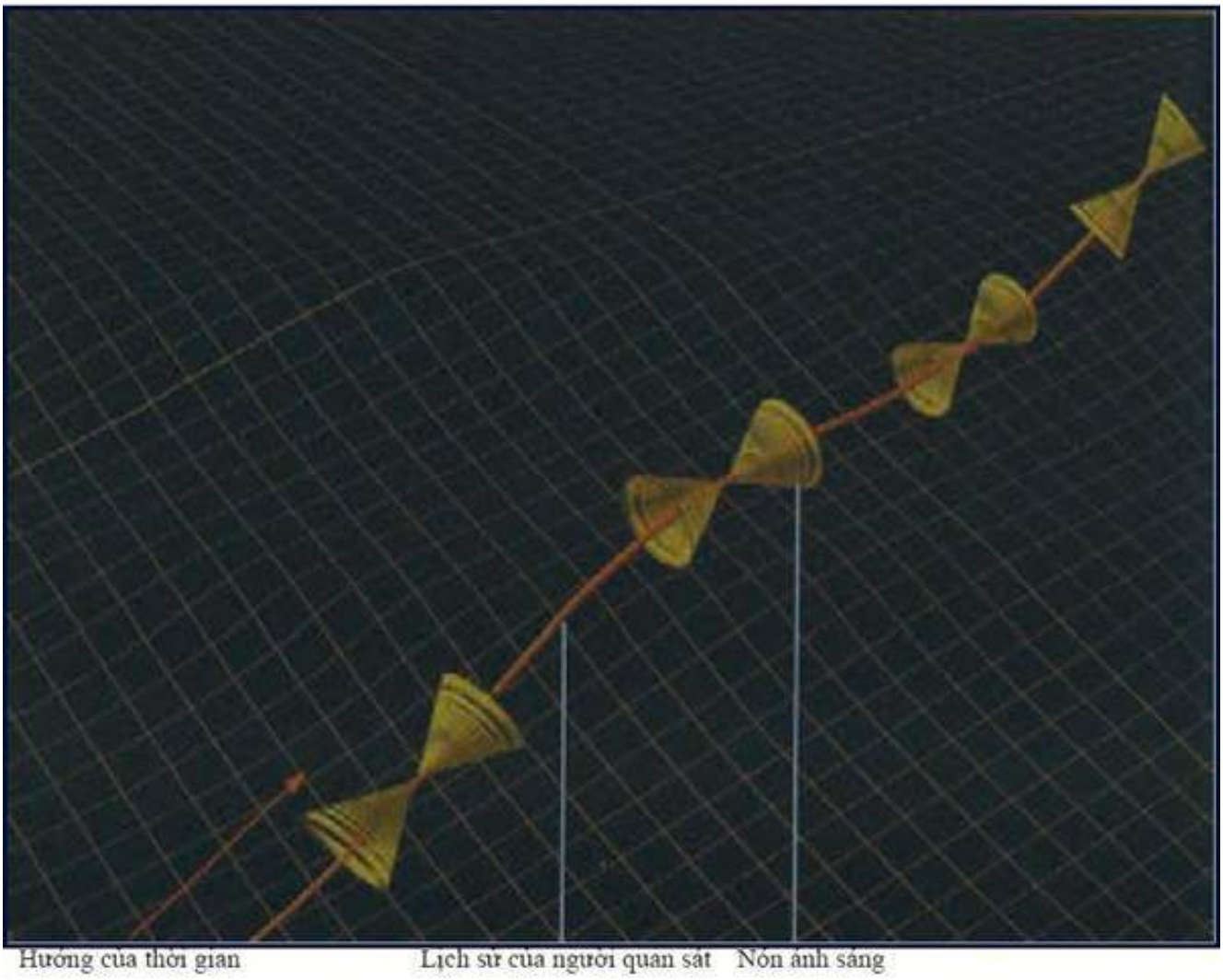
*(Hình 2.18)*

*Số ảo là một khái niệm toán học. Bạn không thể có một hóa đơn thẻ tín dụng ảo.*

Người ta có thể nghĩ điều này ngụ ý rằng các số ảo chỉ là một trò chơi toán học mà chẳng có gì liên quan đến thực tại. Tuy vậy, trên quan điểm triết học thực chứng, người ta không thể định nghĩa thực tại là gì. Tất cả những điều mà người ta có thể làm là tìm ra mô hình toán học nào là mô hình mô tả vũ trụ mà chúng ta đang sống. Hóa ra là một mô hình toán học có chứa thời gian ảo không chỉ tiên đoán các hiệu ứng mà chúng ta đã quan sát được mà còn tiên đoán cả những hiệu ứng mà chúng ta vẫn chưa thể đo được. Tuy chưa đo được nhưng vì các lý do khác mà chúng ta vẫn tin vào các hiệu ứng đó. Vậy thì thực tại là gì và ảo ảnh là gì? Liệu sự khác biệt giữa chúng chỉ có ở trong đầu óc của chúng ta hay không?

Lý thuyết tương đối rộng cổ điển (tức là không có tính lượng tử) của Einstein đã kết hợp thời gian thực và ba chiều khác của không gian thành một không thời gian bốn chiều. Nhưng chiều thời gian thực vẫn khác biệt với ba chiều của không gian. Vũ trụ tuyến (world line) hay lịch sử của người quan sát luôn tăng theo thời gian thực (tức là thời gian luôn chuyển động từ quá khứ đến tương lai), nhưng vũ trụ tuyến lại có thể tăng hoặc giảm theo bất kỳ chiều nào của không gian. Nói cách khác, người ta chỉ có thể quay ngược lại trong không gian chứ không thể quay ngược lại trong thời gian. (hình 2.19)

https://thuviensach.vn




*(Hình 2.19)*

*Trong không thời gian của thuyết tương đối rộng cổ điển, thời gian khác biệt với các hướng của không gian vì nó chỉ tăng theo lịch sử của người quan sát chứ không giống như các chiều của không gian có thể tăng hoặc giảm theo lịch sử đó. Ngược lại, hướng của thời gian ảo giống như một trục không gian, có thể tăng hoặc giảm.*

Mặt khác, vì thời gian ảo vuông góc với thời gian thực, nên thời gian hành xử như một trục không gian thứ tư. Do vậy, thời gian này có rất nhiều sự kiện có thể xảy ra hơn đường ray xe lửa của thời gian thực (thời gian thực chỉ có một điểm khởi đầu hoặc kết thúc hoặc đi thành các đường vòng). Với ý nghĩa ảo này, thời gian có một hình dáng.

Để thấy các sự kiện có thể xảy ra, hãy coi không thời gian ảo như một quả cầu, giống như bề mặt trái đất. Giả thiết rằng thời gian ảo là độ của các đường vĩ tuyến (hình 2.20). Khi ấy lịch sử của vũ trụ trong thời gian ảo sẽ bắt đầu tại Nam Cực. Câu hỏi "Cái gì đã xảy ra trước khi vũ trụ hình thành?" sẽ trở nên vô nghĩa. Đơn giản là thời gian trước khi vũ trụ hình thành không được định nghĩa, giống như không có điểm nào nằm ở phía nam của Nam Cực. Nam Cực là một điểm hoàn toàn bình thường trên bề mặt trái đất, và các định luật khoa học cũng đúng ở Nam Cực giống như đúng ở các điểm khác trên trái đất. Điều này gợi ý rằng sự khởi đầu của vũ trụ trong thời gian

https://thuviensach.vn

ảo có thể là một điểm bình thường của không thời gian, và nó cũng gợi ý rằng các định luật khoa học cũng đúng tại điểm khởi đầu của thời gian giống như tại các thời điểm khác của vũ trụ (nguồn gốc lượng tử và sự tiến hóa của vũ trụ sẽ được thảo luận trong chương sau).

*(Hình 2.20)*
*THỜI GIAN ẢO*

*Không thời gian ảo là một hình cầu, trong đó, hướng thời gian ảo được biểu diễn là khoảng cách từ cực nam. Nếu ta đi về hướng bắc thì các vĩ tuyến (những điểm nằm trên đó cách đều cực nam) sẽ lớn dần tương đương với vũ trụ giãn nở trong thời gian ảo.*

*Vũ trụ sẽ đạt kích thước cực đại tại xích đạo và sau đó nếu ta tiếp tục tăng thời gian ảo thì vũ trụ sẽ co lại cho đến kích thước bằng không tại cực bắc. Mặc dù kích thước của vũ trụ bằng không tại các cực, nhưng những điểm này không phải là những điểm kỳ dị, cũng giống như bắc cực và nam cực của trái đất là những điểm hoàn toàn bình thường. Điều này gợi ý rằng, nguồn gốc của vũ trụ trong thời gian ảo có thể là những điểm bình thường trong không thời gian.*

https://thuviensach.vn

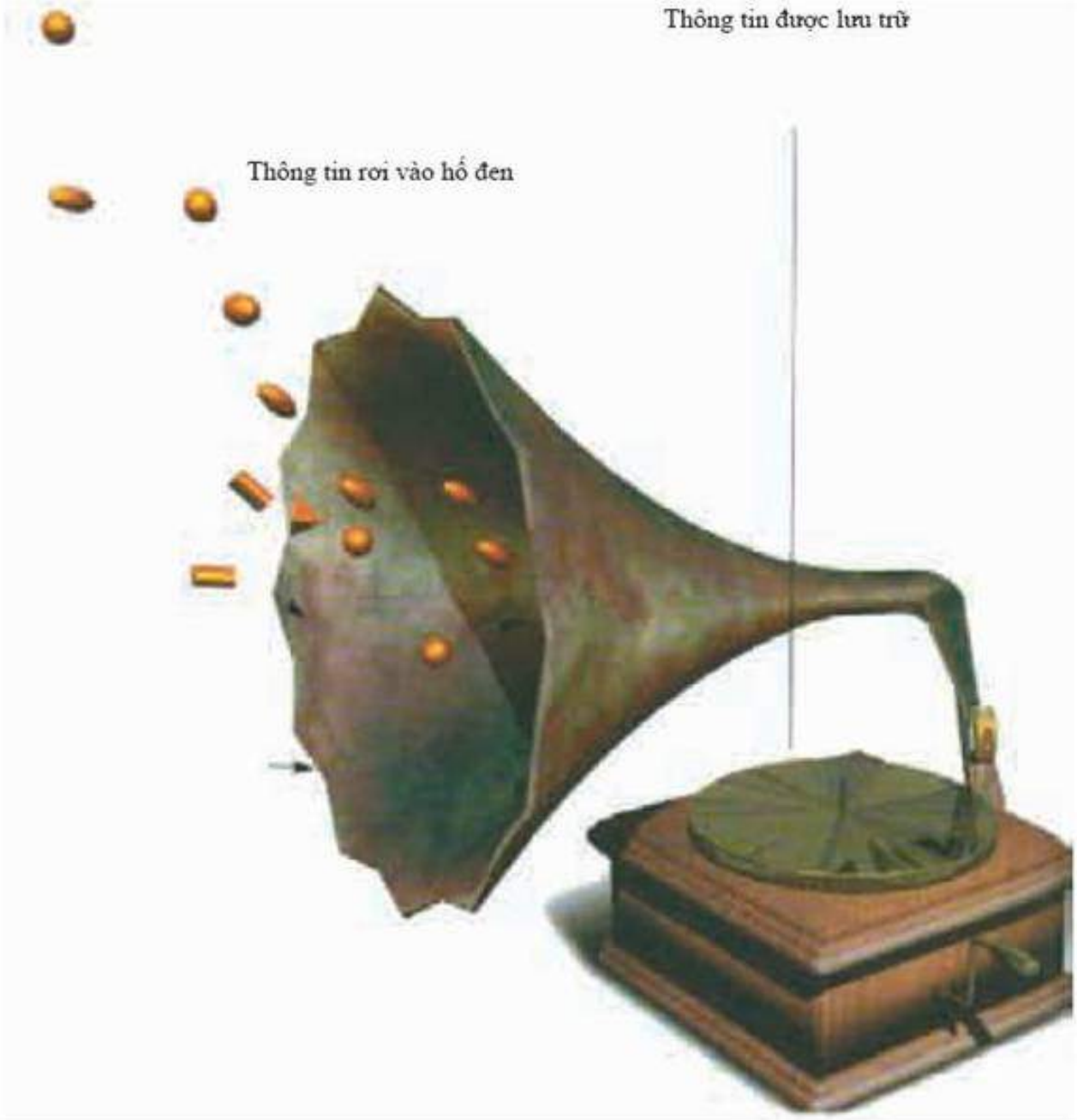
*(Hình 2.21)*

*Thay cho vĩ độ, ta có thể tưởng tượng hướng thời gian ảo trong hình cầu không thời gian giống như các kinh độ. Vì tất cả các đường kinh tuyến đều gặp nhau tại cực bắc và cực nam nên thời gian sẽ dừng tại các cực, nếu ta muốn tăng thời gian ảo tại đó thì ta đứng yên tại chỗ, giống như ta đứng ở bắc cực của trái đất và đi về hướng tây thì ta vẫn sẽ ở nguyên chỗ đó.*

Ta có thể thấy một sự kiện khác có thể xảy ra khi coi thời gian ảo là độ của các đường kinh tuyến trên trái đất. Tất cả các đường kinh tuyến đều gặp nhau ở Bắc Cực và Nam Cực (hình 2.21). Do đó, tại các cực, thời gian sẽ dừng nếu ta coi thời gian ảo trôi tương tự như độ của các kinh tuyến tăng lên. Hình dung một người đứng ở một trong hai cực và đi về hướng đông hoặc hướng tây (theo hướng kinh tuyến tăng) thì anh ta sẽ tự quay quanh mình và đứng yên một chỗ. Điều này tương tự như cách mà thời gian thực dừng lại ở chân trời của hố đen. Chúng ta cần nhận thấy rằng sự dừng lại của thời gian thực và ảo (hoặc cả thời gian thực và ảo cùng dừng, hoặc không có thời gian nào dừng) có nghĩa là không thời gian có một nhiệt độ, giống như tôi đã phát hiện ra điều đó cho hố đen. Hố đen không chỉ có nhiệt độ mà nó còn hành xử như là nó có một đại lượng gọi là entropy. Entropy đo số các trạng thái nội (số các cách mà bên trong hố đen được định hình) mà hố đen có thể có. Một người quan sát bên ngoài không nhận thấy có sự khác biệt nào về số các trạng thái nội này của hố đen. Người quan sát này chỉ có thể quan sát được khối lượng, sự quay và điện tích của hố đen mà thôi. Entropy của hố đen này được cho bởi một công thức rất đơn giản mà tôi đã tìm ra vào năm 1974. Nó

https://thuviensach.vn

tỷ lệ với diện tích của chân trời của hố đen: có một chút thông tin về trạng thái nội của hố đen đối với mỗi đơn vị diện tích cơ bản của chân trời. Điều này cho thấy rằng có một mối quan hệ sâu sắc giữa hấp dẫn lượng tử và nhiệt động học - một môn khoa học về nhiệt (môn này có nghiên cứu về entropy). Nó cũng gợi ý rằng hấp dẫn lượng tử có thể cho biết một cái mà người ta gọi là phương pháp chụp ảnh ba chiều (holography). (hình 2.22)




*Công thức diện tích entropy - hay là số các trạng thái nội của một hố đen gợi ý rằng thông tin bị rơi vào trong một hố đen có thể được lưu trữ trong đó giống như một máy ghi âm và được phục hồi khi hố đen bay hơi.*

$\boldsymbol{S = Akc^3/4hG}$

*Công thức tính Entropy của hố đen*

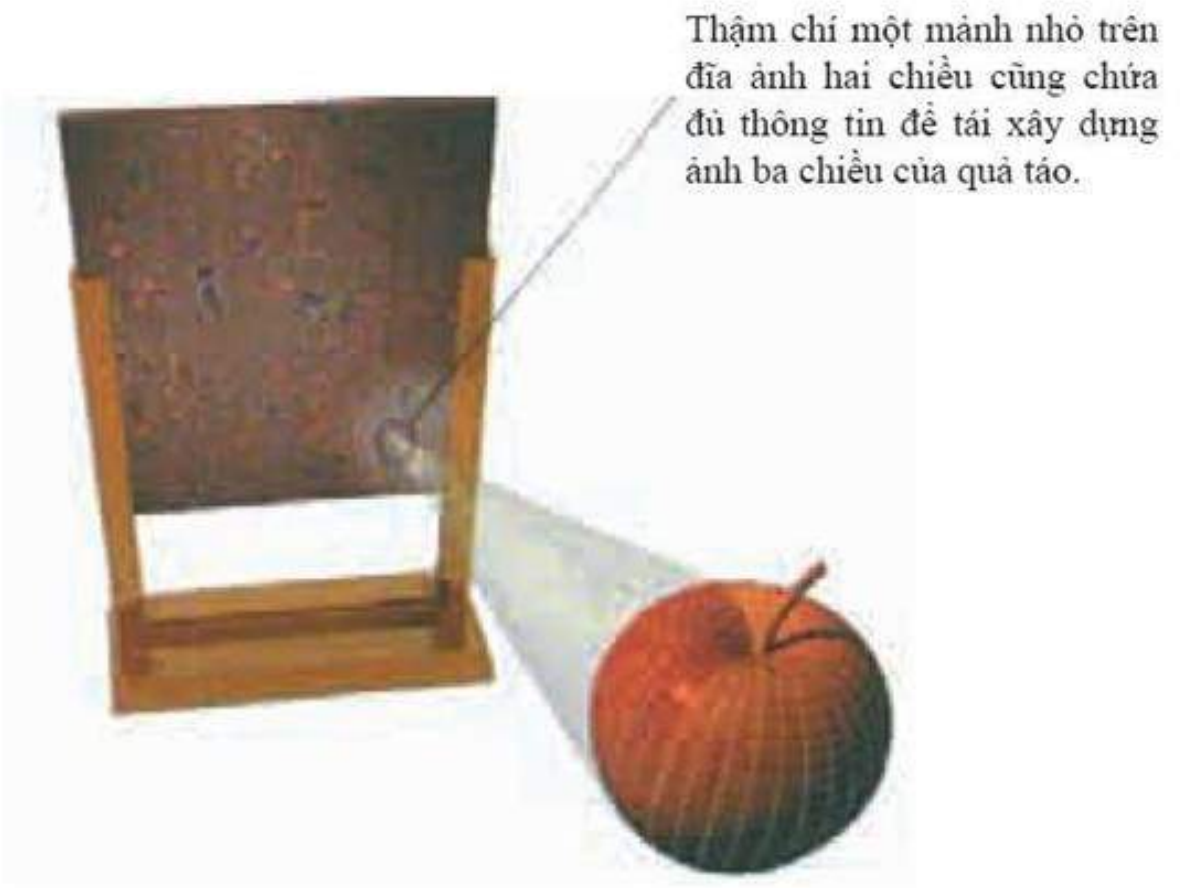
***A**: diện tích chân trời sự kiện của hố đen*

***h**: hằng số Plank*

***k**: hằng số Boltzman*

https://thuviensach.vn

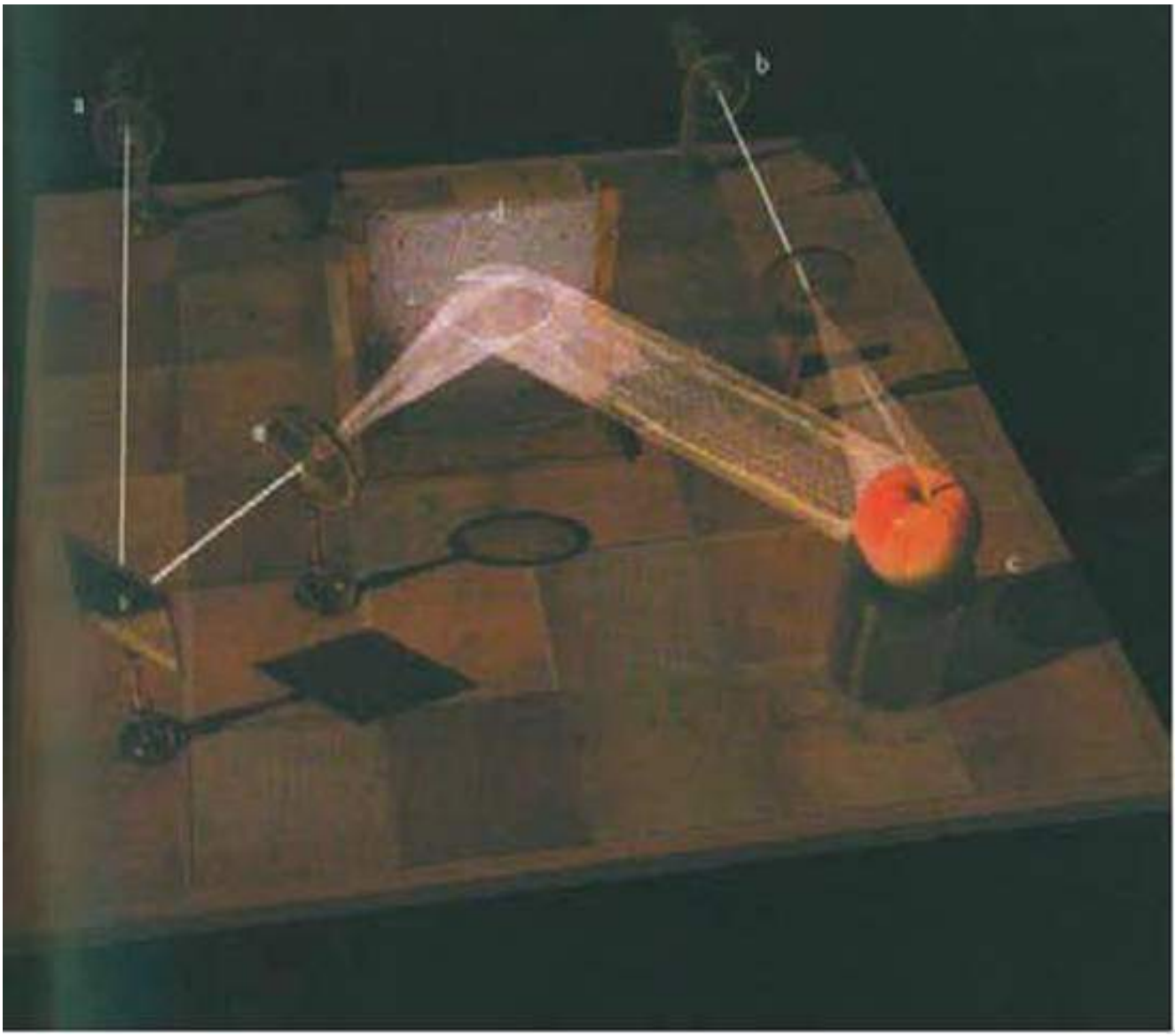
***G**: hằng số hấp dẫn Newton*
***c**: vận tốc ánh sáng*
***S**: entropy*




## NGUYÊN LÝ ẢNH ĐA CHIỀU

*Người ta thấy rằng diện tích bề mặt chân trời bao xung quanh hố đen là một phép đo entropy của hố đen. Điều này làm cho người ta giả thiết rằng entropy cực đại của bất kỳ vùng không gian đóng nào cũng không thể vượt quá một phần tư diện tích bề mặt giới hạn vùng không gian đó. Vì entropy không là gì khác hơn là phép đo thông tin toàn phần có trong hệ, do đó, thông tin liên quan đến tất cả mọi hiện tượng trong thế giới ba chiều có thể được lưu trữ trên biên hai chiều của nó giống như một bức ảnh đa chiều. Theo một ý nghĩa nhất định, thế giới có thể là hai chiều.*

https://thuviensach.vn



*(Hình 2.22)*

*Về nguyên tắc, ảnh đa chiều là một hiện tượng giao thoa của các loại sóng. Ảnh được tạo ra khi ánh sáng từ một chùm laser đơn bị tách thành hai chùm (a) và (b). Chùm (b) đập vào vật thể (c) và phản xạ lên đĩa nhạy ánh sáng (d). Chùm (a) sẽ đi qua một thấu kính (e) và chạm vào ánh sáng phản xạ (b) tạo ra vân giao thoa trên đĩa.*

*Khi một chùm laser được chiếu qua đĩa thì người ta thu được hình ảnh ba chiều đầy đủ của vật thể. Một nhà quan sát có thể nghiên cứu bức ảnh đa chiều này và có thể nhìn thấy những mặt mà những bức ảnh thường không thể cho thấy được.*

*Bề mặt hai chiều của đĩa bên trái, không giống như một bức ảnh bình thường, có một tính chất đáng chú ý là bất kỳ một phần nhỏ nào trên bề mặt của nó đều chứa tất cả các thông tin cần thiết để tái cấu trúc toàn bộ hình ảnh.*

Vì một lý do nào đó mà thông tin về các trạng thái lượng tử trong một vùng không thời gian có thể được mã hóa ở biên của vùng không thời gian đó. Số chiều ở biên của không thời gian ít hơn hai chiều so với vùng bên trong. Điều này giống như việc chụp ảnh ba chiều trên một mặt phẳng hai chiều. Nếu hấp dẫn lượng tử kết hợp chẽ với nguyên lý chụp ảnh ba chiều thì điều này có thể cho phép ta theo dõi các sự kiện bên trong hố đen. Việc chúng ta có thể tiên đoán bức xạ thoát ra khỏi hố đen hay không là điều rất

https://thuviensach.vn

quan trọng. Nếu ta không làm được điều đó thì chúng ta không thể tiên đoán được tương lai một cách đầy đủ như chúng ta đã nghĩ. Vấn đề này sẽ được thảo luận trong chương 4. Kỹ thuật chụp ảnh ba chiều sẽ được bàn luận lại trong chương 7. Dường như là chúng ta đang sống trong một một màng-3 chiều (3-brane) - đó là một mặt bốn chiều (ba chiều không gian và một chiều thời gian). Mặt bốn chiều này lại là biên của một vùng năm chiều với chiều còn lại bị cuộn lại rất nhỏ. Trạng thái của vũ trụ trên một màng sẽ giải mã những sự kiện xảy ra trong một vùng năm chiều.

https://thuviensach.vn

# CHƯƠNG 3

# VŨ TRỤ TRONG MỘT VỎ HẠT

*Vũ trụ có nhiều lịch sử, mỗi một lịch sử được xác định bằng một hạt tí hon.*

*Có thể tôi bị giam trong một vỏ hạt*
*Và tự coi mình là chúa tể của khoảng không vô tận...*
- Shakespeare,
*Hamlet*, hồi 2, cảnh 2
(nguyên văn:
*I could be bounded in a nutshell*
*And count myself a king of infinitive space...*)

Hamlet muốn nói rằng, về mặt vật lý, loài người chúng ta bị giới hạn, nhưng trí óc của chúng ta tự do khám phá toàn bộ vũ trụ và táo bạo đi đến những nơi mà ngay cả Star Trek cũng sợ không dám đặt chân - nơi mà chỉ được phép đến trong những cơn ác mộng.

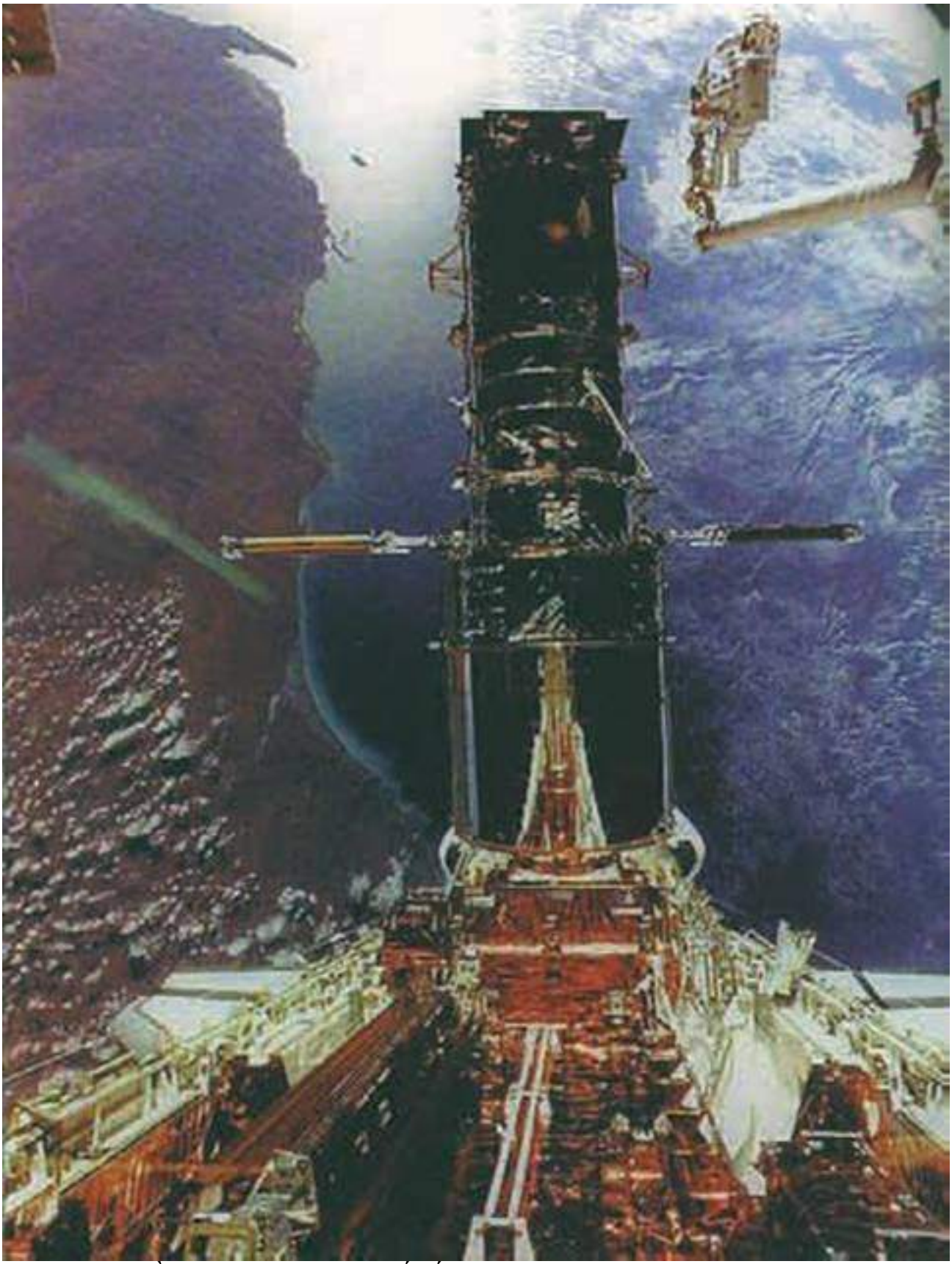
Vũ trụ là vô tận hay chỉ là rất lớn? Và vũ trụ là vĩnh cửu hay chỉ là trường thọ? Làm thế nào mà trí óc hữu hạn của chúng ta có thể hiểu một vũ trụ vô hạn? Có phải chúng ta quá liều lĩnh khi thử trả lời các câu hỏi đó? Chúng ta sẽ không may giống Prometheus, người đã lấy cắp lửa của thần Zeus cho con người sử dụng và bị trừng phạt vì sự liều lĩnh đó bằng một sợi dây xích trói vào núi đá để một con đại bàng ăn lá gan của mình, hay không?

https://thuviensach.vn

*Prometheus: hình vẽ trên một chiếc bình Etruscan vào thế kỷ thứ sáu trước công nguyên.*

Mặc dù có câu chuyện cảnh báo trên, tôi vẫn tin chúng ta có thể và nên cố gắng hiểu vũ trụ này. Loài người đã có những bước tiến bộ đáng kể trong việc nhận thức vũ trụ, đặc biệt là chỉ trong một vài năm qua. Chúng ta vẫn chưa có một bức tranh hoàn chỉnh, nhưng chúng ta tiến rất gần đến nó.

https://thuviensach.vn

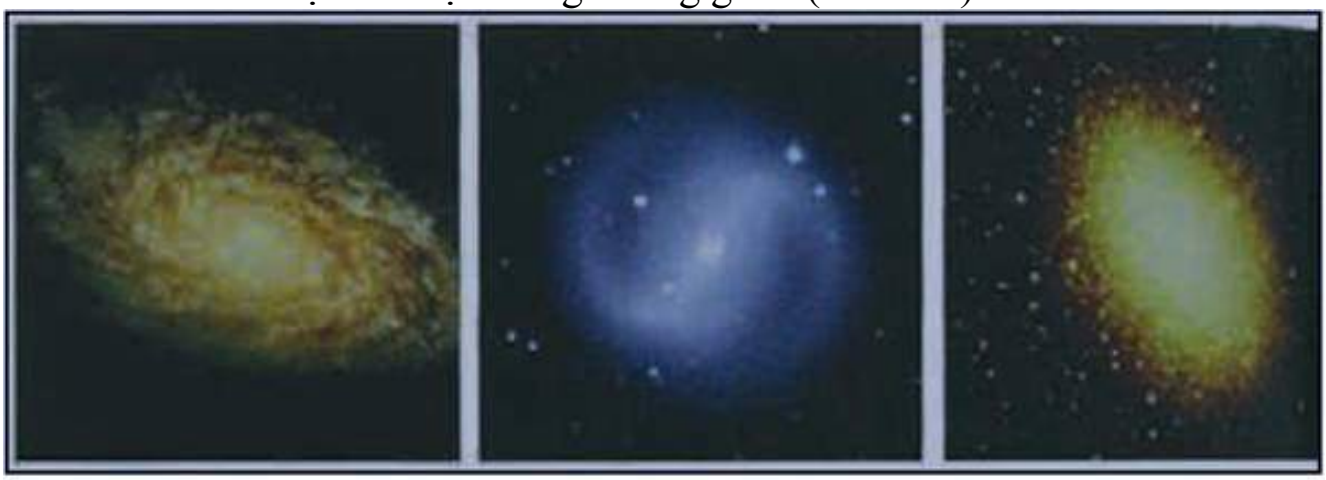


*Một phi thuyền con thoi đang nâng cấp ống kính và gương của đài thiên văn vũ trụ Hubble. Phía dưới là lục địa Úc.*

Điều rõ ràng nhất về không gian là chúng liên tục và liên tục. Điều này được khẳng định bằng các dụng cụ rất hiện đại như là kính thiên văn Hubble, cho phép chúng ta thăm dò những nơi sâu thẳm của không gian. Những điều

https://thuviensach.vn

mà chúng ta nhìn thấy là hàng tỷ tỷ các thiên hà với những hình dạng và kích thước khác nhau (hình 3.1), mỗi thiên hà gồm nhiều tỷ ngôi sao, trong đó, rất nhiều ngôi sao có các hành tinh quay xung quanh. Chúng ta đang sống trên một hành tinh đang quay xung quanh một ngôi sao nằm trên một cánh tay bên ngoài của dải Ngân hà hình xoắn ốc. Bụi trong các cánh tay xoắn ốc giới hạn tầm nhìn của chúng ta vào vùng vũ trụ nằm trong mặt phẳng của thiên hà. Nhưng chúng ta có thể nhìn rất rõ vùng không gian nằm trong mặt nón có trục vuông góc với mặt phẳng đó. Và ta có thể vẽ sơ đồ vị trí của các thiên hà xa xôi (hình 3.2). Ta thấy rằng các thiên hà phân bố tương đối đồng nhất trong không gian với một số nơi có mật độ dày đặc hơn và cả các khoảng không trống rỗng. Mật độ các thiên hà giảm đi ở những khoảng cách lớn, ta thấy chúng có vẻ như thế vì các thiên hà ở quá xa và quá yếu đến nỗi chúng ta không thể nhận ra chúng. Với tầm quan sát của con người bây giờ, ta có thể nói vũ trụ là vô tận trong không gian. (hình 3.3)



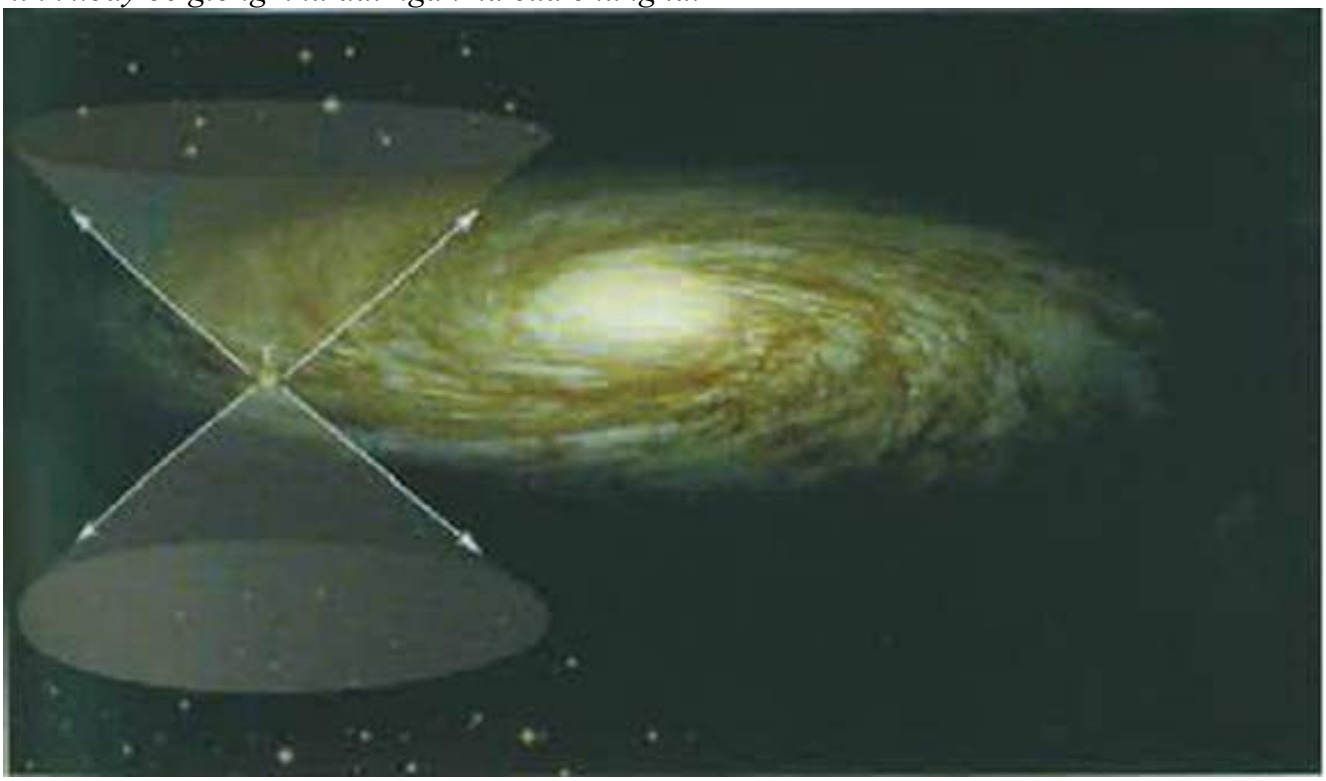
*Thiên hà xoáy ốc NGC 4414* *Thiên hà thang xoáy 4314* *Thiên hà e-líp NGC 147*

https://thuviensach.vn

*(Hình 3.1)*

*Khi chúng ta nhìn sâu vào trong vũ trụ, chúng ta sẽ thấy hàng tỷ tỷ thiên hà.*

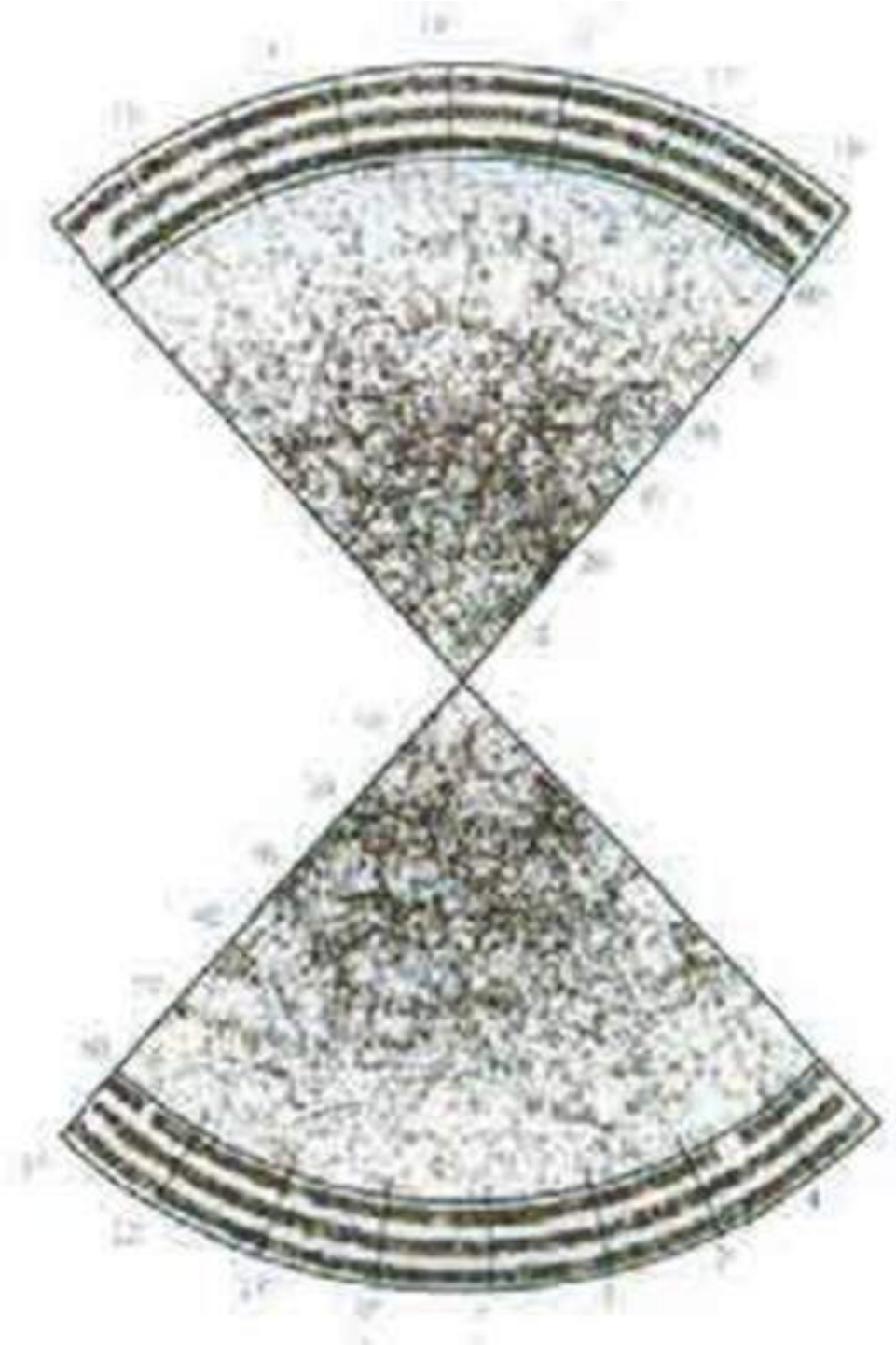
*Các thiên hà có thể có hình dạng và kích thước khác nhau; chúng có thể có hình e-líp hoặc hình xoáy ốc giống như dải ngân hà của chúng ta.*



*(Hình 3.2)*

*Trái đất của chúng ta (E) quay xung quanh mặt trời, mặt trời nằm trong một cánh tay ngoài rìa của dải ngân hà. Bụi sao của cánh tay đó cản trở tầm nhìn của chúng ta theo mặt phẳng của ngân hà nhưng không cản trở tầm nhìn về hai phía của mặt phẳng đó.*

https://thuviensach.vn



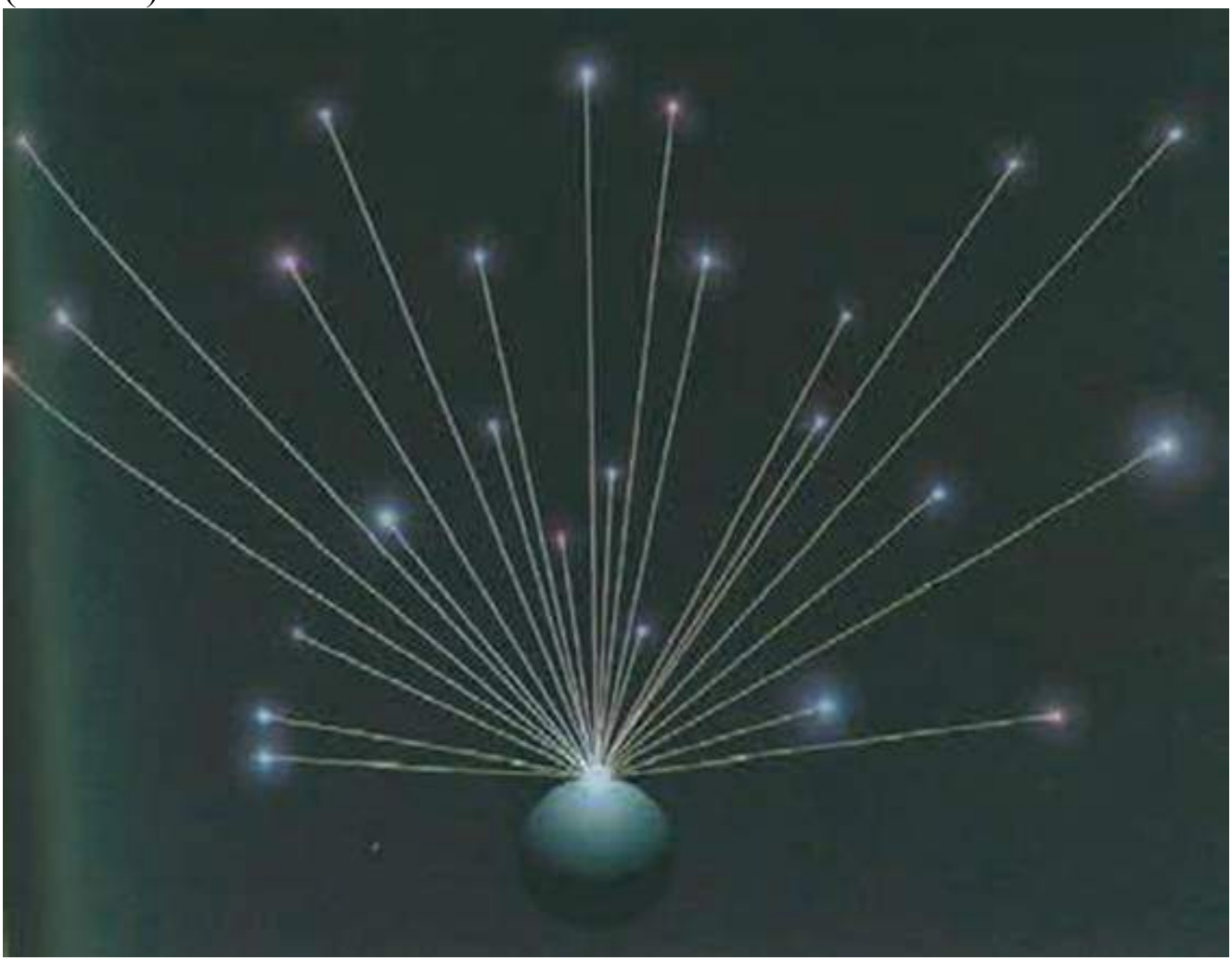
*(Hình 3.3)*

*Ngoại trừ một số nơi có mật độ cao, chúng ta thấy rằng các thiên hà được phân bố khá đồng nhất trong không gian.*

Mặc dù tại mỗi vị trí trong không gian, vũ trụ có vẻ như không thay đổi, nhưng chắc chắn nó thay đổi theo thời gian. Điều này chỉ được biết vào những năm đầu của thế kỷ 20. Trước đó, người ta cho rằng vũ trụ không thay đổi theo thời gian. Vũ trụ có thể đã tồn tại trong một thời gian vô hạn, nhưng điều đó sẽ dẫn đến các kết luận vô lý. Nếu các ngôi sao bức xạ trong một thời gian vô tận thì chúng sẽ nung nóng vũ trụ cho đến nhiệt độ của chúng. Thậm chí ngay cả ban đêm, toàn bộ bầu trời của chúng ta cũng sẽ sáng như mặt trời bởi vì mỗi một đường ngắm sẽ đi đến một ngôi sao hay một đám

https://thuviensach.vn

mây bụi bị các ngôi sao nung nóng cho đến bằng nhiệt độ của các ngôi sao. (hình 3.4)



*(Hình 3.4)*

*Nếu vũ trụ là tĩnh tại và vô hạn theo tất cả các hướng, mỗi một đường ngắm sẽ kết thúc ở một ngôi sao, điều này làm bầu trời đêm sẽ sáng như mặt trời.*

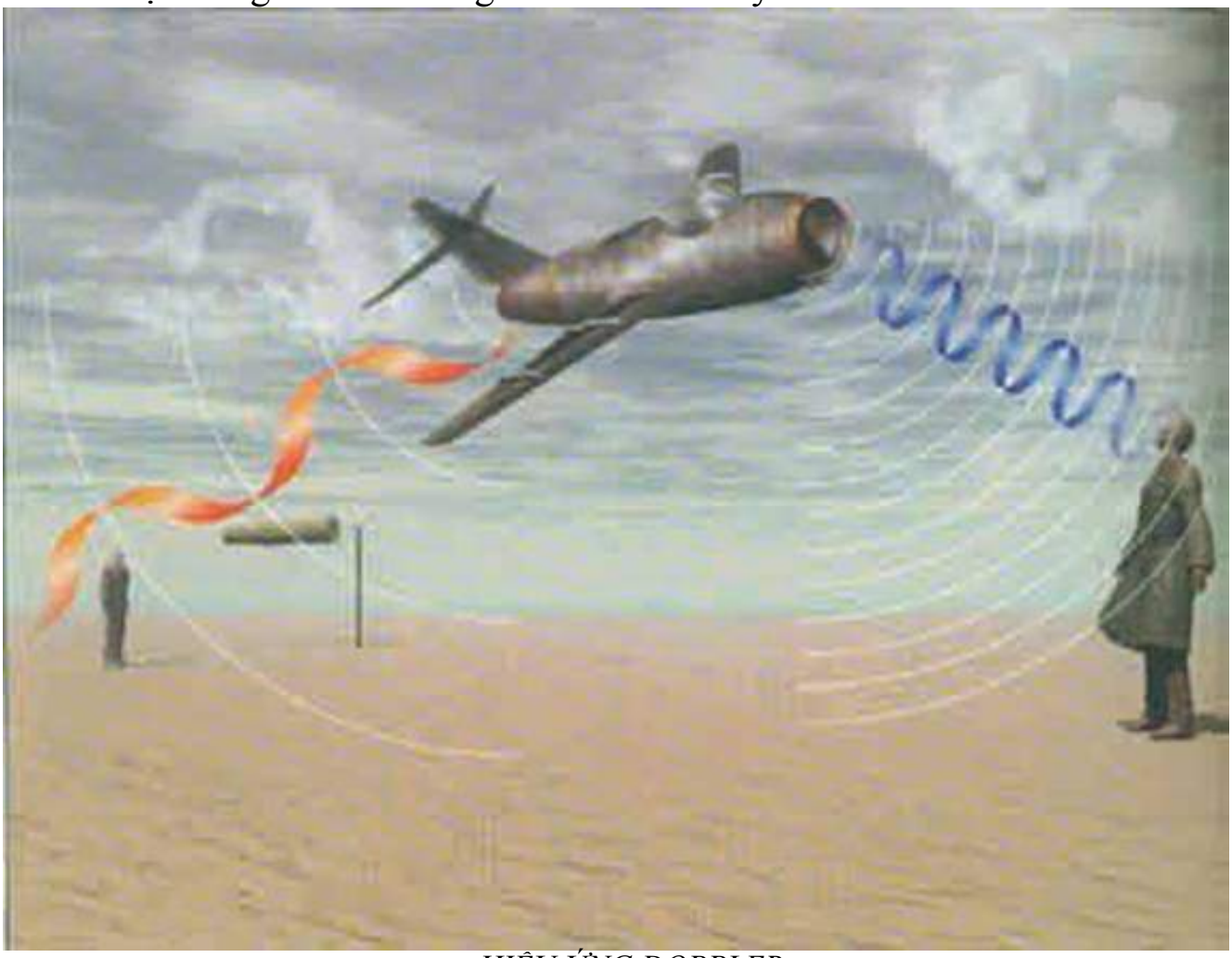
Việc chúng ta thấy ban đêm bầu trời tối là rất quan trọng. Điều đó cho thấy rằng vũ trụ không thể tồn tại mãi mãi ở trạng thái mà chúng ta thấy ngày hôm nay. Phải có cái gì đó đã xảy ra trong quá khứ để các ngôi sao tỏa sáng chỉ trong một thời gian hữu hạn trước đây. Điều này nói rằng ánh sáng từ các ngôi sao rất xa xôi vẫn chưa kịp đến chỗ chúng ta. Nó sẽ giải thích tại sao bầu trời ban đêm không sáng theo tất cả các hướng.

Nếu từ trước đến nay các ngôi sao vẫn ở vị trí đó thì tại sao cách đây vài tỷ năm chúng lại đột nhiên tỏa sáng? Đồng hồ nào nói với chúng rằng đã đến lúc cần chiếu sáng? Như chúng ta đã thấy, điều này làm các nhà triết học như Immanuel Kant, người tin rằng vũ trụ tồn tại mãi mãi, bối rối. Nhưng với phần đông mọi người, ý tưởng cho rằng vũ trụ được sáng tạo giống như ngày nay chỉ cách đây vài ngàn năm là hợp lý.

Tuy vậy, vào thập niên 20 của thế kỷ 20, các ý tưởng khác đến từ các quan sát của Vesto Slipher và Edwin Hubble bắt đầu xuất hiện. Năm 1923,

https://thuviensach.vn

Hubble đã phát hiện ra rằng thực ra rất nhiều vùng sáng được gọi là tinh vân (nebulae) chính là các thiên hà, một tập hợp khổng lồ các ngôi sao như mặt trời nhưng ở khoảng cách rất xa. Để chúng xuất hiện rất nhỏ và yếu thì khoảng cách cần phải lớn đến nỗi ánh sáng từ đó phải mất hàng triệu thậm chí hàng tỷ năm mới đến được chúng ta. Điều đó chỉ ra rằng điểm bắt đầu của vũ trụ không thể chỉ vài ngàn năm trước đây.



*HIỆU ỨNG DOPPLER*

*Hiệu ứng Doppler nói lên mối quan hệ giữa tốc độ và bước sóng, một kinh nghiệm ta thấy hàng ngày.*

*Hãy lắng nghe một chiếc máy bay đi ngang qua đầu chúng ta; khi nó tiến lại gần chúng ta ta nghe thấy tiếng động cơ chói tai hơn, còn khi nó đi ra xa chúng ta thì tiếng động sẽ trầm hơn.*

*Tiếng động chói tai tương ứng với bước sóng (khoảng cách giữa hai đỉnh sóng kế tiếp nhau) ngắn hơn và tần số (số sóng trong một giây) cao hơn.*

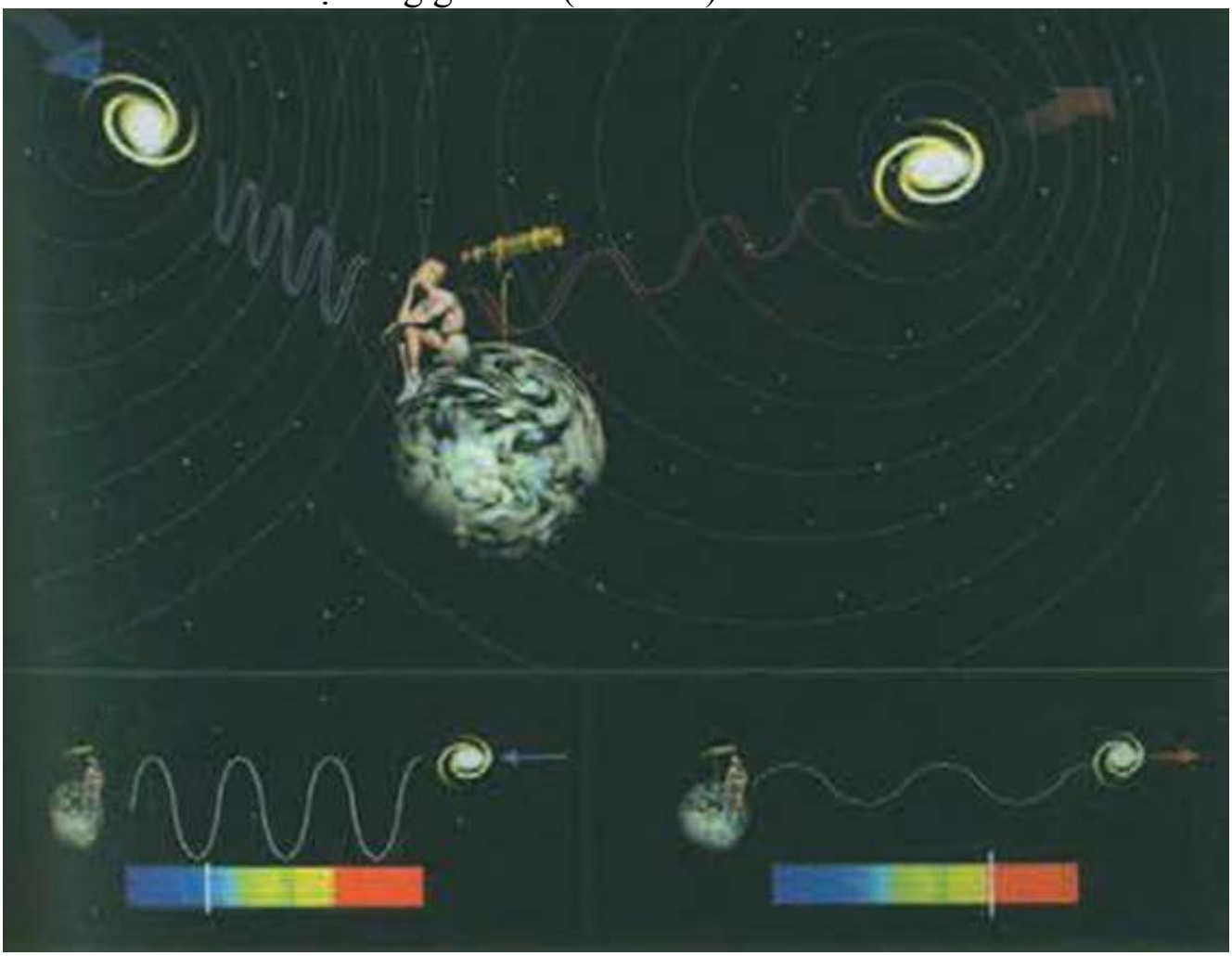
*Đó là do khi máy bay tiến lại gần chúng ta thì khoảng cách giữa hai đỉnh sóng âm do máy bay phát đi đến chúng ta sẽ gần nhau hơn.*

*Ngược lại, khi máy bay đi ra xa các bước sóng sẽ tăng lên và âm tần sẽ thấp đi.*

Nhưng điều thứ hai mà Hubble quan sát được còn quan trọng hơn. Bằng việc phân tích ánh sáng từ các thiên hà khác, các nhà thiên văn có thể biết các thiên hà đang tiến lại gần chúng ta hay đi ra xa chúng ta (hình 3.5). Họ cực kỳ ngạc nhiên khi phát hiện ra rằng gần như hầu hết các thiên hà đang đi

https://thuviensach.vn

ra xa chúng ta. Chính Hubble đã nhận thấy hàm ý đầy kịch tính của phát hiện này: tại các khoảng cách lớn, mỗi thiên hà điều chuyển động ra xa khỏi các thiên hà khác. Vũ trụ đang giãn nở (hình 3.6).



*(Hình 3.5)*

*Hiệu ứng Doppler cũng đúng đối với sóng ánh sáng. Nếu khoảng cách từ một thiên hà tới trái đất mà không đổi thì các vạch đặc trưng trong quang phổ sẽ xuất hiện tại vị trí bình thường hay còn gọi là vị trí chuẩn. Tuy nhiên nếu thiên hà đó đang chuyển động ra xa chúng ta thì các sóng sẽ bị kéo dài ra và vạch đặc trưng sẽ bị dịch chuyển về phía đỏ (phải). Nếu thiên hà đó đang chuyển động lại gần chúng ta thì các bước sóng sẽ bị ép lại và các vạch sẽ bị dịch về phía xanh (trái).*

*(Hình 3.6)*

*ĐỊNH LUẬT HUBBLE*

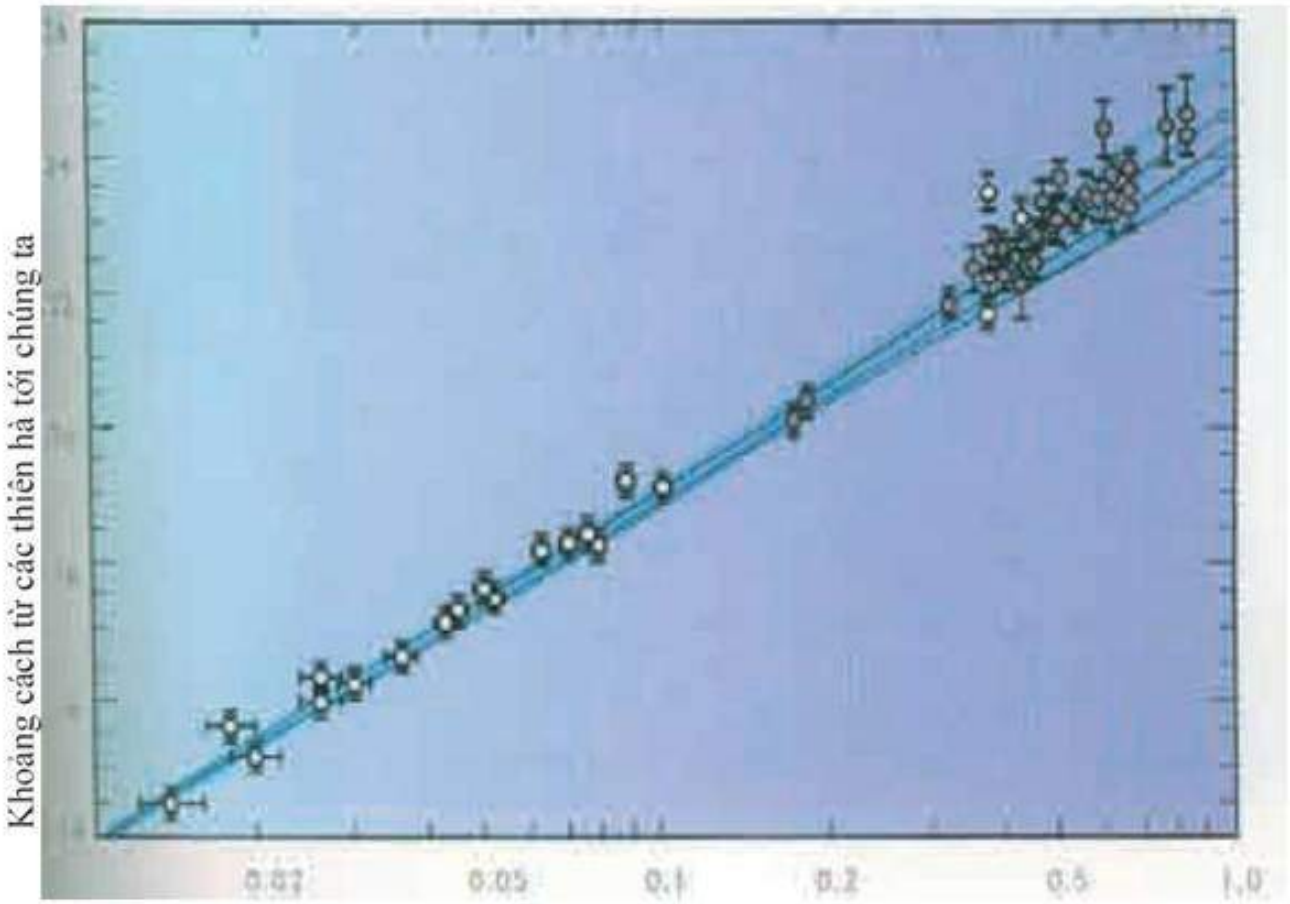
*Từ phân tích tia sáng từ các thiên hà khác, vào những năm 1920, Edwin Hubble phát hiện ra rằng hầu hết các thiên hà đang chuyển động ra xa khỏi chúng ta với vận tốc **V** tỷ lệ với khoảng cách R từ chúng đến trái đất, do đó **V = H*R**.*

*Định luật này được gọi là định luật Hubble, nó cho thấy vũ trụ đang giãn nở với hằng số Hubble **H** xác định tốc độ giãn nở.*

*Đồ thị bên dưới thể hiện các quan sát rất mới về dịch chuyển đỏ của các thiên hà khẳng định định luật Hubble đúng với khoảng cách rất xa chúng ta.*

*Sự cong lên ở vùng có khoảng cách rất lớn trên đồ thị cho thấy rằng sự giãn nở đang được tăng tốc, điều này có thể do năng lượng chân không.*

https://thuviensach.vn




Vận tốc mà các thiên hà chuyển động ra xa chúng ta

https://thuviensach.vn

*Edwin Hubble trên đài thiên văn Mount Wilson 100 inch năm 1930.*

*Ảnh chụp thiên hà láng giềng Andromeda do Hubble và Slipher chụp.*

*CÁC KHÁM PHÁ CỦA SLIPHER VÀ HUBBLE VÀO NHỮNG NĂM 1910 - 1930*

*1912 – Slipher đo ánh sáng từ bốn tinh vân và thấy rằng ba tinh vân bị dịch về phía đỏ còn Andromeda bị dịch về phía xanh. Ông giải thích rằng Andromeda đang chuyển động lại gần chúng ta còn ba tinh vân kia thì chuyển động ra xa chúng ta.*

*1912-1914 – Slipher đo 12 tinh vân. Tất cả trừ một tinh vân đều dịch về phía đỏ.*

*1914 – Slipher báo cáo phát hiện của ông trước Hội thiên văn Hoa Kỳ. Hubble nghe báo cáo này.*

*1918 – Hubble bắt đầu nghiên cứu các tinh vân.*

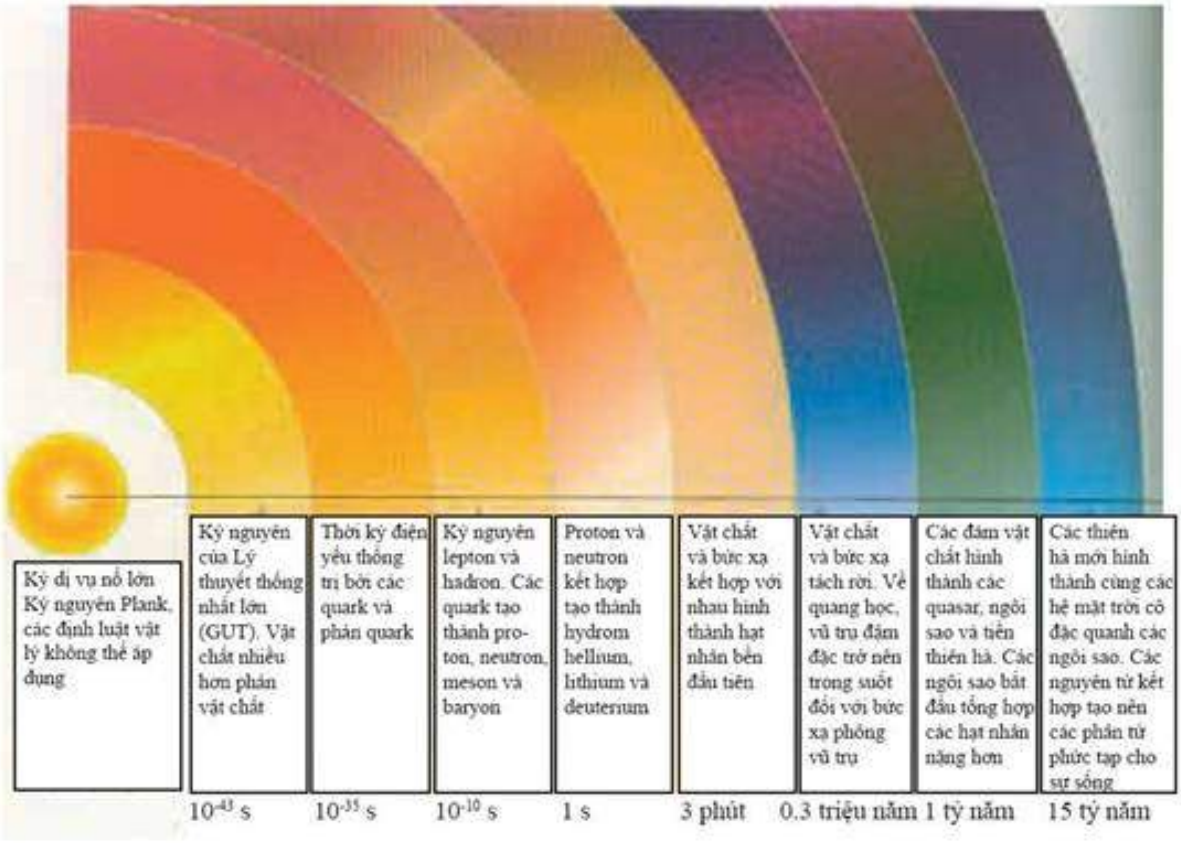
*1923 – Hubble xác định các tinh vân có hình xoáy ốc là các thiên hà.*

*1914-1925 – Slipher và những người khác tiếp tục đo dịch chuyển Doppler. Năm 1925, họ ghi nhận được 43 dịch chuyển đỏ và 2 dịch chuyển xanh.*

*1929 – Hubble và Milton Humason - sau khi tiếp tục đo dịch chuyển Doppler và thấy rằng ở tầm vĩ mô các thiên hà đang lùi ra xa nhau - công bố khám phá của họ về vũ trụ đang giãn nở.*

https://thuviensach.vn

Phát hiện về sự giãn nở của vũ trụ là một trong những cách mạng trí tuệ vĩ đại nhất của thế kỷ 20. Tất cả mọi người hoàn rất nhiên về phát hiện này và nó thay đổi hoàn toàn tranh cãi về nguồn gốc của vũ trụ. Nếu các thiên hà chuyển động ra xa nhau thì trong quá khứ chúng cần phải ở gần nhau hơn. Từ tốc độ giãn nở hiện thời, chúng ta có thể ước đoán rằng các thiên hà cần phải ở rất gần nhau các đây mười đến mười lăm tỷ năm. Như đã nói trong chương trước, Roger Penrose và tôi có thể chứng minh rằng thuyết tương đối rộng của Einstein ngụ ý vũ trụ và bản thân thời gian được sinh ra trong một vụ nổ dữ dội. Đó chính là lời giải thích cho câu hỏi tại sao ban đêm bầu trời lại tối: không một ngôi sao nào có thể phát sáng lâu hơn mười đến mười lăm tỷ năm, khoảng thời gian tính từ vụ nổ lớn.




*VỤ NỔ LỚN NÓNG BỎNG*

*Giả sử thuyết tương đối rộng đúng, thì vũ trụ sẽ khởi đầu với mật độ và nhiệt độ vô hạn của điểm kỳ dị vụ nổ lớn. Vì vũ trụ đang giãn nở nên nhiệt độ của bức xạ bị giảm đi. Khoảng một phần trăm giây sau vụ nổ lớn, nhiệt độ vào khoảng 100 tỷ độ và vũ trụ chủ yếu gồm các photon, điện tử và neutrino (những hạt cực nhẹ) và các phản hạt của chúng cùng với một số proton và neutron. Ba giây tiếp theo, vũ trụ lạnh xuống còn 1 tỷ độ, proton, neutron bắt đầu kết hợp tạo ra hạt nhân nguyên tử helium, hydro và các nguyên tố nhẹ khác.*

*Hàng trăm ngàn năm sau, nhiệt độ xuống còn vài ngàn độ, các điện tử chuyển động chậm dần và hạt nhân các nguyên tố nhẹ bắt điện tử để tạo thành nguyên tử. Tuy nhiên, các nguyên tố nặng tạo nên chúng ta như carbon và oxygen chỉ được hình thành hàng tỷ năm sau từ việc đốt helium ở tâm các ngôi sao.*

*Bức tranh về trạng thái đặc nóng vào thời kỳ sơ khai của vũ trụ được nhà khoa học George*

https://thuviensach.vn

*Gamow đưa ra vào năm 1948 trong một bài báo ông viết cùng với Ralph Alpher. Bài báo đưa ra một tiên đoán quan trọng là bức xạ từ giai đoạn sơ khai nóng bỏng đó vẫn còn tồn tại cho đến ngày nay.*

*Tiên đoán của họ được nhà vật lý Arno Penzias và Robert Wilson kiểm chứng vào năm 1965 dựa vào quan sát bức xạ phông vi sóng.*

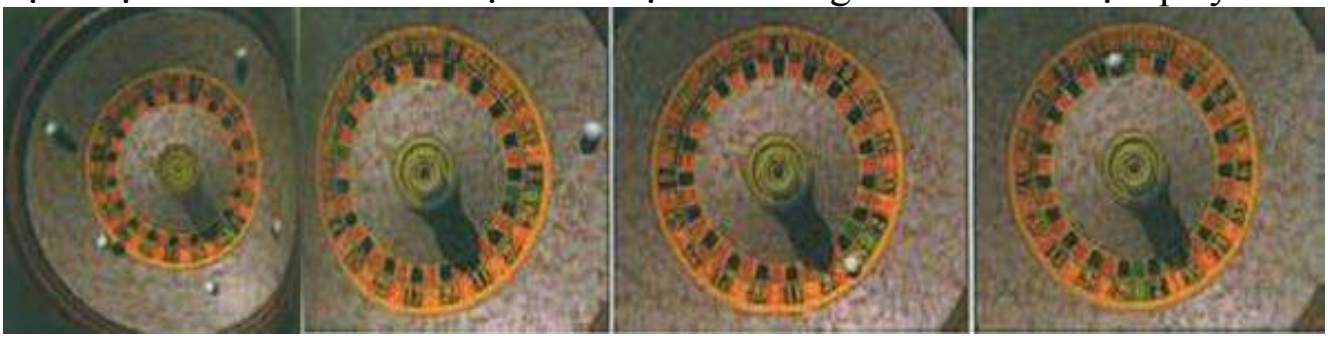
Chúng ta đã quen thuộc với quan niệm cho rằng các sự kiện là hệ quả của các sự kiện trước đó, và đến lượt các sự kiện trước đó lại là hệ quả của các sự kiện trước nữa. Có một chuỗi nhân quả kéo dài mãi về quá khứ. Nhưng bây giờ hãy giả sử rằng chuỗi nhân quả đó có một điểm khởi đầu. Hãy giả sử rằng có một sự kiện đầu tiên. Cái gì đã gây ra nó? Đây không phải là một câu hỏi mà nhiều nhà khoa học muốn đề cập. Họ cố gắng tránh câu hỏi đó bằng cách cho rằng vũ trụ không có điểm khởi đầu như người Xô Viết hoặc níu kéo rằng nguồn gốc của vũ trụ không nằm trong địa hạt của khoa học mà thuộc về siêu hình học (metaphysics) hoặc tôn giáo. Theo tôi, một nhà khoa học chân chính sẽ không làm như thế. Nếu các định luật khoa học không đúng tại thời điểm bắt đầu của vũ trụ thì chúng có thể không đúng tại các thời điểm khác hay không? Một định luật sẽ không là một định luật nếu thỉnh thoảng nó mới đúng. *Chúng ta cần phải cố gắng hiểu điểm khởi đầu của vũ trụ dựa trên cơ sở khoa học. Có thể nó vượt qua khả năng của chúng ta, nhưng ít nhất chúng ta nên cố gắng thử làm điều đó.*

Mặc dù các định lý do Penrose và tôi chứng minh cho thấy rằng vũ trụ phải có điểm bắt đầu, nhưng chúng không cho biết nhiều thông tin về bản chất của sự khởi đầu đó. Chúng chỉ ra rằng vũ trụ bắt đầu bằng một vụ nổ lớn, một điểm mà ở đó toàn bộ vũ trụ và tất cả mọi thứ trong đó bị nén vào một điểm có mật độ vô hạn. Tại điểm này, thuyết tương đối rộng của Einstein không còn đúng, do đó, không thể dùng nó để tiên đoán vũ trụ bắt đầu như thế nào. Con người vẫn chưa hiểu nguồn gốc của vũ trụ và hiển nhiên là nó nằm ngoài phạm vi của khoa học.

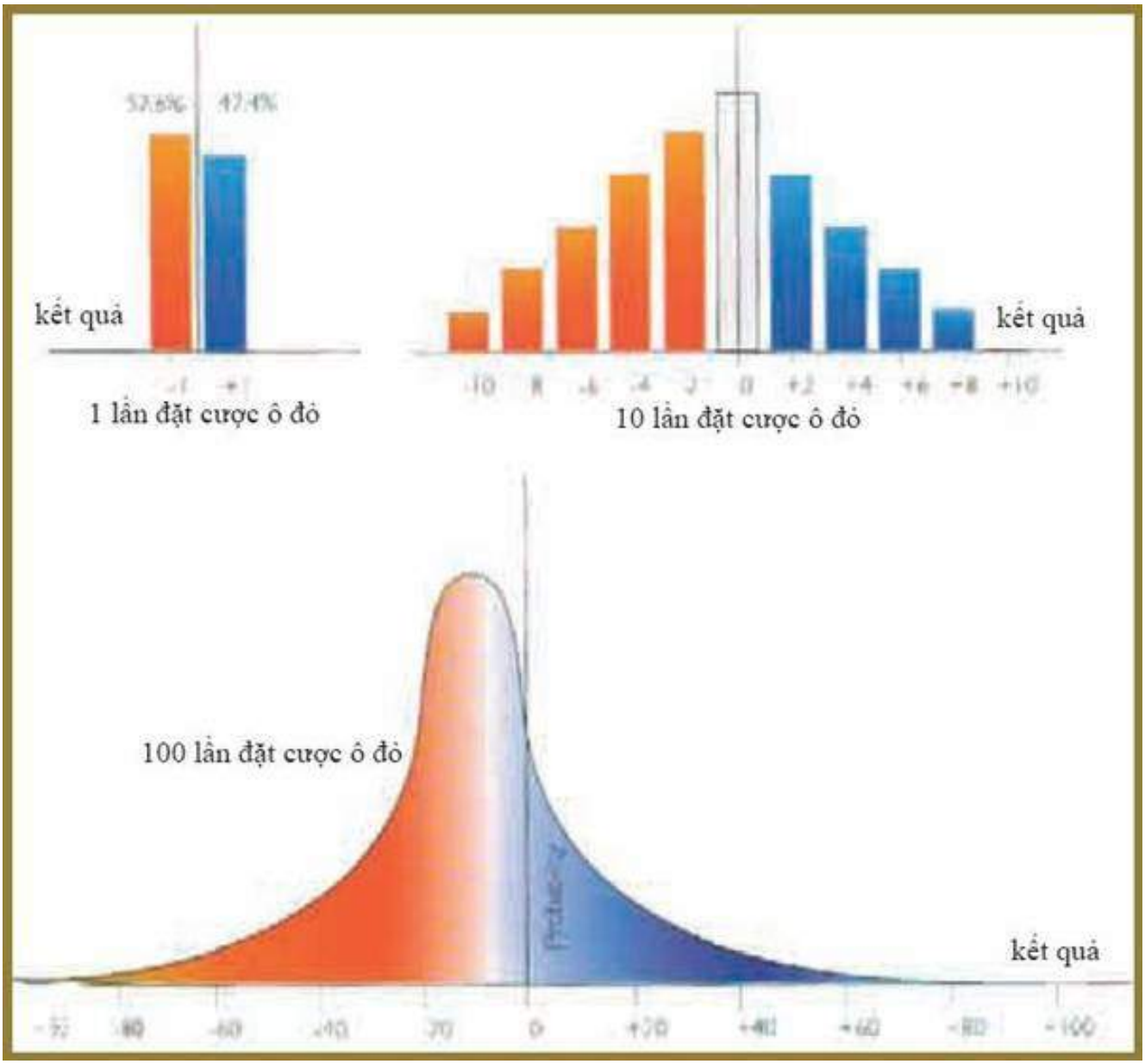
Các nhà khoa học không hài lòng với kết luận này. Như chương 1 và chương 2 đã chỉ rõ, lý do thuyết tương đối không đúng tại gần vụ nổ lớn là nó không tích hợp với nguyên lý bất định, yếu tố ngẫu nhiên của thuyết

https://thuviensach.vn

lượng tử mà Einstein đã phản đối dựa trên *Chúa không chơi trò xúc xắc*. Tuy vậy tất cả các bằng chứng đều cho thấy Chúa là một tay chơi bạc. Người ta có thể nghĩ về vũ trụ như một sòng bạc khổng lồ với các con xúc xắc được gieo và các vòng số được quay mỗi khi có dịp (hình 3.7). Bạn có thể nghĩ rằng điều khiển một sòng bạc như vậy là một vụ làm ăn rất may rủi bởi bạn rất có khả năng mất hết tiền khi xúc xắc gieo hay vòng số quay. Nhưng với một số lớn các vụ đánh cược, số lần thắng và thua trung bình có thể đoán được, mặc dù kết quả của một lần cụ thể không đoán trước được (hình 3.8). Những chủ sòng bạc biết chắc tỷ lệ trung bình có lợi cho họ. Điều đó giải thích tại sao chủ sòng bạc rất giàu. Cơ hội duy nhất để bạn có thể thắng họ là đặc cược tất cả số tiền của bạn vào một số ít lần gieo xúc xắc hoặc quay số.



https://thuviensach.vn




*(Hình 3.7 và hình 3.8)*

*Nếu một người chơi bạc đặt cược ô đỏ cho rất nhiều lần quay thì ta có thể đoán khá chính xác kết quả cho anh ta vì kết quả của các lần quay sẽ được lấy trung bình.*

*Ngược lại, ta không thể đoán được kết quả của bất kỳ lần đánh cược nào.*

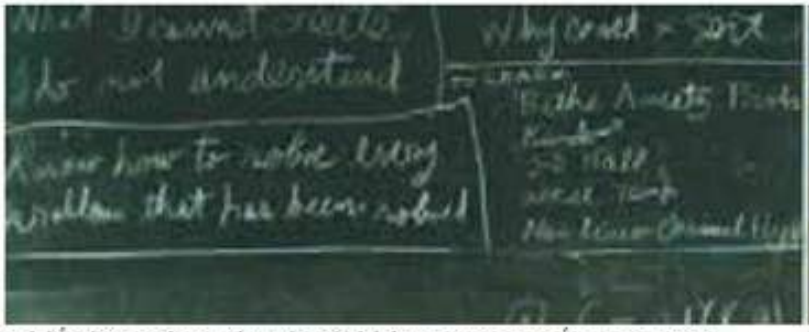
Vũ trụ cũng giống như vậy. Khi vũ trụ lớn như ngày nay, có một số lớn lần gieo xúc xắc, và kết quả trung bình có thể đoán trước được. Vì thế các định luật cổ điển đúng đối với các hệ lớn. Nhưng khi vũ trụ rất nhỏ, giống như ở gần thời điểm vụ nổ lớn, chỉ có một số ít lần gieo xúc xắc, và nguyên lý bất định trở lên quan trọng.

Vì vũ trụ cứ gieo xúc xắc hoài để xem cái gì sẽ xảy ra nên vũ trụ không có một lịch sử duy nhất như người ta có thể nghĩ. Thay vào đó, vũ trụ có tất cả các lịch sử khả dĩ, mỗi một lịch sử có một xác xuất của riêng nó. Phải có một lịch sử vũ trụ trong đó Belize đạt huy chương vàng tại các kỳ Olympic mặc dù xác xuất của vũ trụ đó thấp.

Ý tưởng về vĩ trụ có nhiều lịch sử nghe có vẻ như chuyện khoa học viễn

https://thuviensach.vn

tưởng, nhưng ngày nay khoa học đã chấp nhận nó. Ý tưởng đó được một nhà vật lý vĩ đại, một người đầy cá tính là Richard Feynman đề xuất.



Chiếc bảng đen tại Caltech khi Feynman mất năm 1988

Richard Feynman

*CÂU CHUYỆN VỀ FEYNMAN*

*Sinh ra tại Brooklyn, New York năm 1918, Richard Feynman bảo vệ tiến sỹ tại đại học Princeton dưới sự hướng dẫn của John Wheeler vào năm 1942. Ngay sau đó, ông bị lôi kéo vào dự án Mahattan. Ở đó, ông nổi tiếng về tính cách cởi mở và hài hước - tại phòng thí nghiệm Los Alamos, ông rất thích phá các hệ thống bảo mật - và để trở thành một nhà vật lý khác thường: ông trở thành người đóng góp chủ yếu cho lý thuyết bom nguyên tử. Thói quen liên tục tìm tòi khám phá của Feynman về thế giới chính là gốc rễ của con người ông. Nó không chỉ là cái máy làm nên các thành công khoa học mà còn dắt ông đến rất nhiều khám phá kỳ thú ví như giải mã những chữ tượng hình của người Maya.*

*Vào những năm sau Thế chiến hai, Feynman tìm ra một phương pháp mới rất hiệu quả trong việc nhận thức cơ học lượng tử. Và chính điều đó mang giải Nobel năm 1965 đến với ông. Ông thách thức giả thuyết cổ điển cơ bản là mỗi hạt có một lịch sử đặc biệt. Thay vào đó, ông cho rằng các hạt di chuyển từ nơi này đến nơi khác theo tất cả các lộ trình khả dĩ trong không thời gian. Với mỗi lộ trình Feynman liên hệ với hai con số, con số thứ nhất là kích thước - biên độ - của sóng và con số thứ hai là pha - cho biết đó là đỉnh hoặc hõm sóng. Xác suất của một hạt đi từ A đến B cho bởi tổng các sóng liên quan đến lộ trình khả dĩ đi qua A và B.*

*Tuy vậy trong cuộc sống hàng ngày, chúng ta thấy dường như các vật thể đi theo một lộ trình duy nhất từ điểm đầu đến điểm cuối. Điều này phù hợp với ý tưởng đa lịch sử (hoặc tổng theo các lịch sử), vì đối với các vật thể lớn thì qui tắc của ông về gán các con số cho mỗi lộ trình đảm bảo tất cả các lộ trình (trừ một lộ trình duy nhất) phải triệt tiêu lẫn nhau khi đóng góp của chúng được kết hợp lại. Chỉ có một trong số vô hạn các lộ trình có ý nghĩa đối với chuyển động của các vật thể vĩ mô là được xem xét và đó chính là lộ trình có được từ các định luật chuyển động cổ điển của Newton.*

https://thuviensach.vn

*Trong tích phân lộ trình Feynman, một hạt có thể lấy tất cả các lộ trình khả dĩ.*

Bây giờ chúng ta kết hợp thuyết tương đối rộng của Einstein và ý tưởng vũ trụ có nhiều lịch sử của Feynman thành một lý thuyết thống nhất hoàn toàn mô tả mọi thứ xảy ra trong vũ trụ. Lý thuyết thống nhất này sẽ cho phép ta tính được vũ trụ sẽ phát triển thế nào nếu ta biết các lịch sử bắt đầu như thế nào. Nhưng bản thân lý thuyết đó không nói cho chúng ta biết vũ trụ bắt đầu thế nào hay trạng thái ban đầu của vũ trụ là gì. Để biết được điều đó chúng ta cần một cái gọi là điều kiện, quy tắc biên. Các điều kiện biên nói cho chúng ta biết cái gì xảy ra ở rìa của vũ trụ, ở biên của không thời gian.

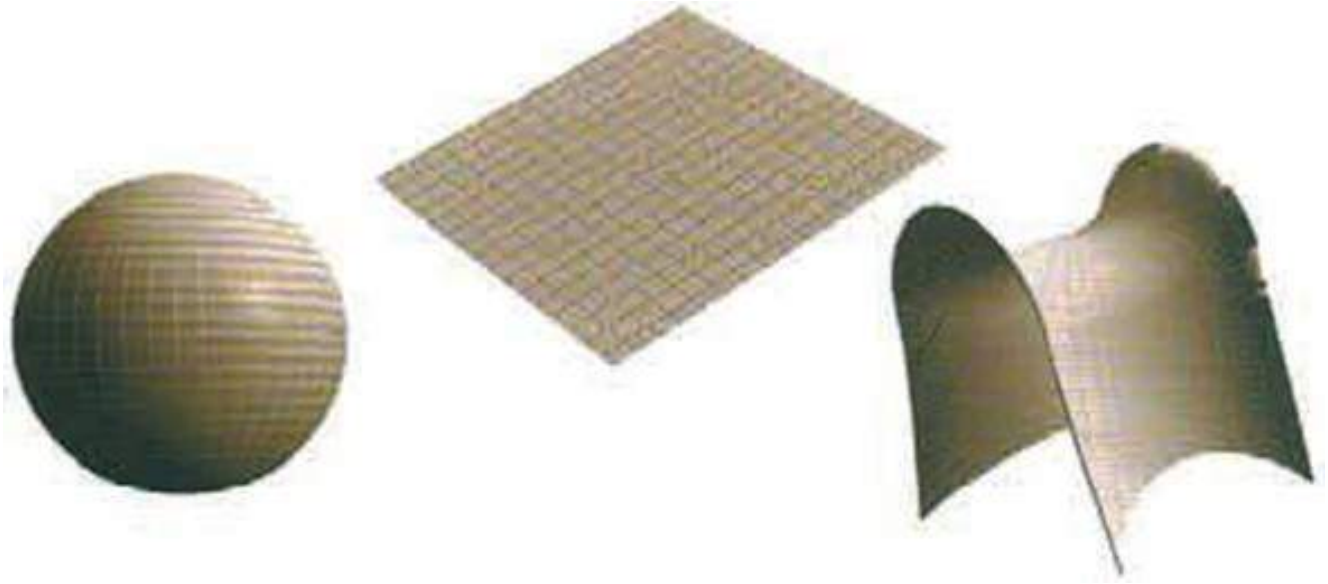
Nếu rìa của vũ trụ chỉ là những điểm bình thường của không thời gian, chúng ta có thể đi qua nó và tuyên bố lãnh thổ bên ngoài rìa vũ trụ là một phần của vũ trụ. Mặt khác, nếu biên của vũ trụ nằm trên một đường lởm chởm trong không thời gian mà ở đó không thời gian bị cuộn lại và mật độ lớn vô cùng thì sẽ rất khó xác định các điều kiện biên có ý nghĩa.

https://thuviensach.vn

*Nếu biên của vũ trụ là một điểm của không thời gian, chúng ta có thể giữ cho biên giãn ra.*

Tuy vậy, một đồng nghiệp của tôi là Jim Hartle và tôi đã nhận ra rằng có một khả năng thứ ba. Vũ trụ có thể không có biên trong không thời gian. Thoạt nhìn, điều này có vẻ mâu thuẫn trực tiếp với các định lý mà Perose và tôi đã chứng minh, chúng cho thấy vũ trụ cần phải có một điểm khởi đầu, một cái biên thời gian. Tuy vậy, như được giải thích trong chương 2, có một loại thời gian được gọi là thời gian ảo vuông góc với thời gian thực bình thường mà chúng ta đang trải nghiệm. Lịch sử vũ trụ theo thời gian thực sẽ xác định lịch sử của nó theo thời gian ảo và ngược lại, nhưng hai loại lịch sử này có thể rất khác nhau. Đặc biệt là vũ trụ cần có khởi đầu và kết thúc trong thời gian ảo. Thời gian ảo hành xử như giống hệt một trục khác của không gian. Cho nên các lịch sử của vũ trụ trong thời gian ảo có thể được coi như các mặt cong giống như một quả bóng, một mặt phẳng, hoặc một hình yên ngựa nhưng có bốn chiều thay vì hai chiều (hình 3.9).

https://thuviensach.vn



*(Hình 3.9)*

*CÁC LỊCH SỬ CỦA VŨ TRỤ*

*Nếu các lịch sử của vũ trụ tiến đến vô hạn như hình chiếc yên ngựa, ta sẽ gặp khó khăn trong việc tìm điều kiện biên vì lúc đó nó là vô hạn. Nếu các lịch sử của vũ trụ trong thời gian ảo là các mặt đóng giống như bề mặt trái đất thì ta cũng không thể chỉ ra điều kiện biên được.*

*CÁC ĐỊNH LUẬT TIẾN HÓA VÀ CÁC ĐIỀU KIỆN BAN ĐẦU*

*Các định luật vật lý bắt buộc một trạng thái ban đầu phải tiến hóa theo thời gian. Ví dụ, nếu ta ném một hòn đá vào trong không khí thì các định luật hấp dẫn sẽ quyết định chính xác chuyển động sau đó của hòn đá.*

*Nhưng chúng ta không thể đoán được hòn đá sẽ rơi chính xác tại đâu từ các định luật đó. Để làm được điều đó chúng ta cần phải biết tốc độ và hướng ban đầu khi hòn đá rời khỏi tay chúng ta. Nói cách khác là chúng ta cần phải biết điều kiện ban đầu - hay điều kiện biên - của chuyển động của hòn đá.*

*Vũ trụ học cũng cố gắng mô tả tiến hóa của toàn bộ vũ trụ bằng các định luật vật lý. Do đó, chúng ta cần phải hỏi điều kiện ban đầu của vũ trụ là gì để áp dụng nó vào các định luật trên.*

*Trạng thái ban đầu có thể có ảnh hưởng rất quan trọng lên các đặc điểm của vũ trụ, có lẽ quan trọng như tính chất của các hạt và lực cơ bản đối với cuộc sống sinh vật.*

*Có một đề xuất về điều kiện không biên, đề xuất này cho rằng không gian và thời gian là hữu hạn, tạo thành một mặt đóng nhưng không có biên, nó giống như bề mặt trái đất là hữu hạn nhưng không có biên. Giả thiết không biên dựa trên ý tưởng lấy tổng theo các lịch sử của Feynman nhưng lịch sử của hạt trong tổng Feynman được thay bằng toàn bộ không thời gian biểu diễn cho lịch sử của toàn bộ vũ trụ.*

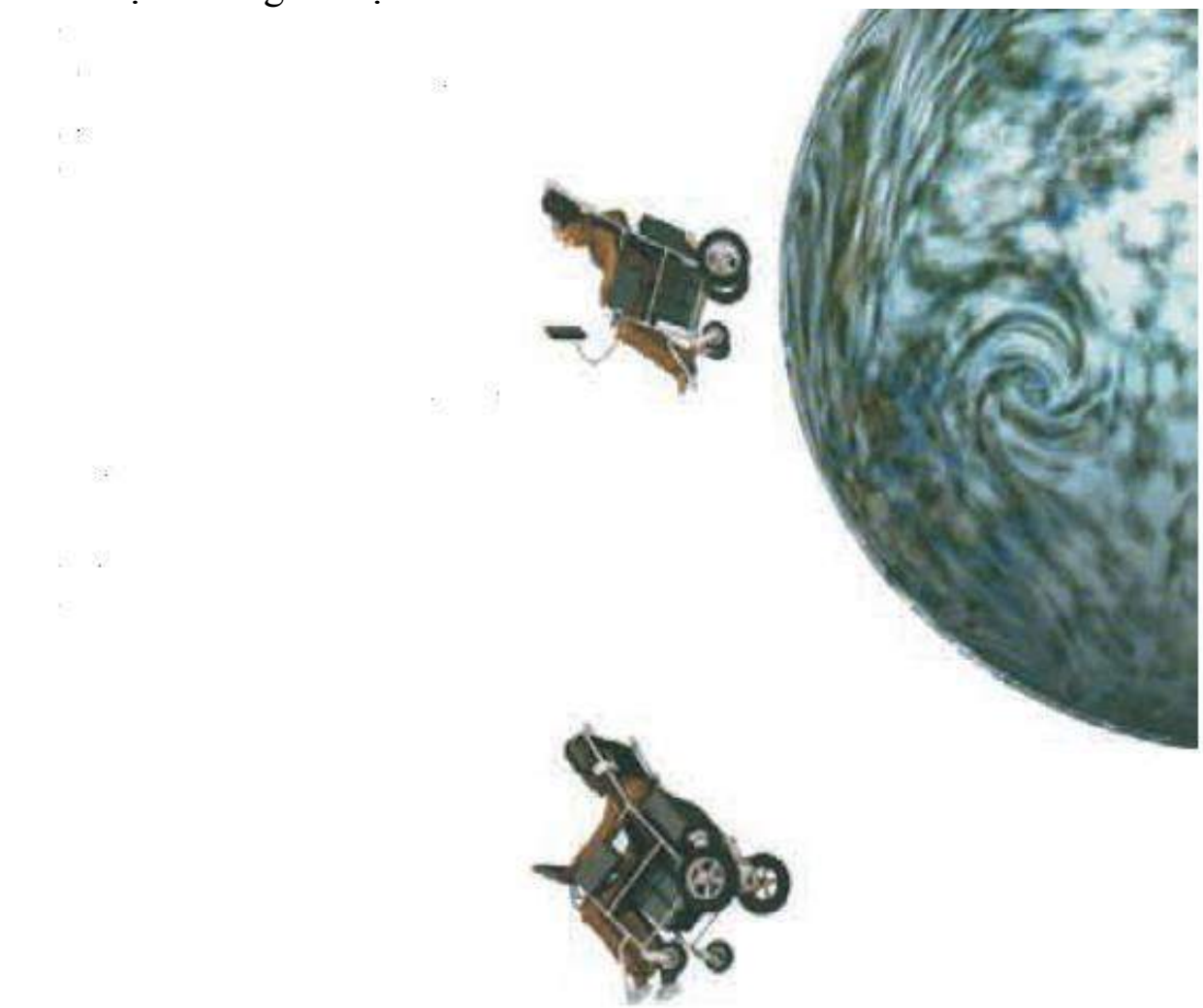
*Nói một cách chính xác, điều kiện không biên là sự hạn chế các lịch sử khả dĩ của vũ trụ vào các không thời gian không có biên trong thời gian ảo. Hay nói cách khác, điều kiện không biên của vũ trụ là vũ trụ không có biên.*

*Hiện nay các nhà vũ trụ học đang nghiên cứu các cấu hình ban đầu - cấu hình có được từ giả thiết điều kiện không biên, và có thể cùng với nguyên lý vị nhân yếu (xem nguyên lý vị nhân ở trang 86 - ND) làm cho vũ trụ tiến hóa đến trạng thái giống như ta quan sát hiện nay.*

Nếu lịch sử của vũ trụ tiến đến vô hạn giống như hình yên ngựa hay mặt phẳng thì người ta gặp vấn đề trong việc chỉ rõ các điều kiện biên vô hạn là gì. Nhưng người ta có thể tránh phải không cần chỉ ra điều kiện biên nếu các lịch sử của vũ trụ nằm trong thời gian ảo là các mặt đóng, giống như bề mặt trái đất. Bề mặt trái đất không có biên hoặc rìa. Không có báo cáo đáng tin

https://thuviensach.vn

nào về việc con người bị rơi ra khỏi trái đất!



Bề mặt trái đất không có biên hoặc rìa. Các báo cáo về chuyện có người bị rơi ra khỏi trái đất chỉ là sự khuyếch đại.

Nếu các lịch sử của vũ trụ trong thời gian ảo thực sự là các mặt đóng như Hartle và tôi đã đề xuất thì điều đó có ý nghĩa quan trọng về triết học và hình dung của chúng ta về nơi chúng ta sinh ra. Vũ trụ là hoàn toàn tự thân (self-contained); nó không cần bất kỳ cái gì bên ngoài lên giây cót cho đồng hồ vũ trụ và làm cho nó hoạt động. Thay vào đó, tất cả mọi thứ trong vũ trụ đều được xác định bằng các định luật khoa học và bằng các lần gieo xúc xắc trong vũ trụ. Điều này nghe có vẻ xa xỉ nhưng đó là điều mà tôi và nhiều nhà khoa học khác tin.

https://thuviensach.vn

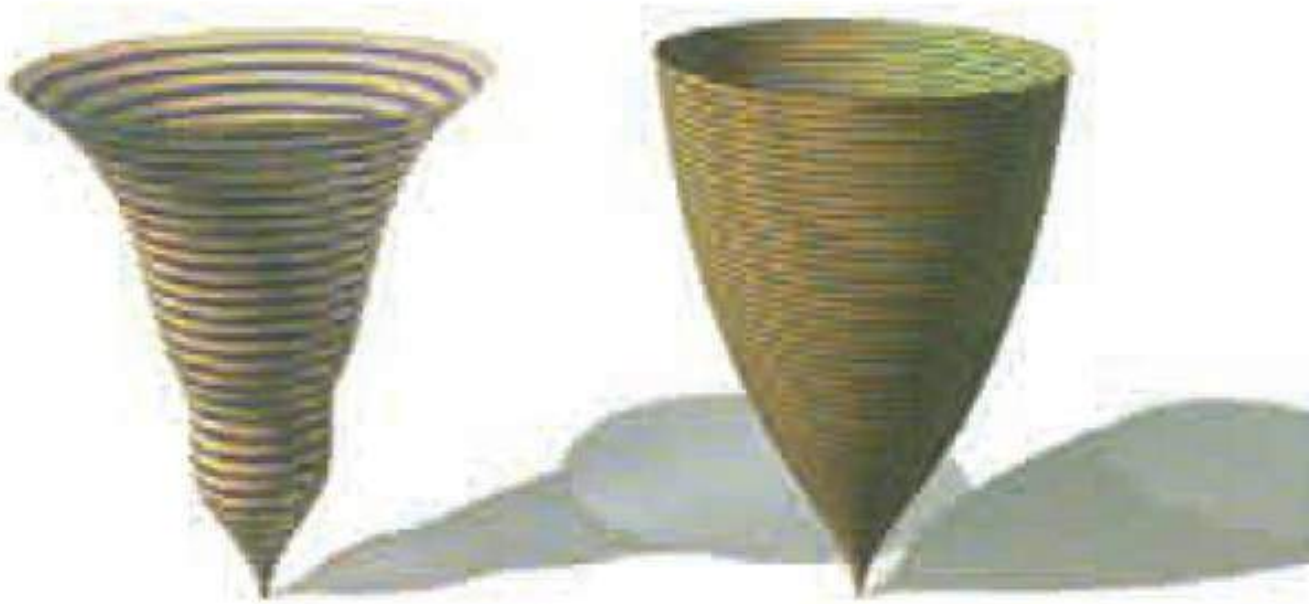
Hơn nữa, nếu vũ trụ không có các điều kiện biên như thế thì vũ trụ sẽ không có một lịch sử duy nhất. Vũ trụ sẽ có nhiều lịch sử như Feynman đề xuất. Sẽ có một lịch sử trong thời gian ảo tương ứng với mỗi mặt đóng khả dĩ, và mỗi lịch sử trong thời gian ảo sẽ xác định một lịch sử trong thời gian thực. Vậy nên chúng ta có rất nhiều trạng thái khả dĩ cho vũ trụ. Cái gì đã chọn một vũ trụ đặc biệt mà chúng ta đang sống ra khỏi ra khỏi một tập hợp tất cả các vũ trụ khả dĩ? Một điểm mà chúng ta cần chú ý là rất nhiều lịch sử khả dĩ của vũ trụ sẽ không trải qua một chuỗi sự kiện hình thành các thiên hà và các vì sao, trong khi chuỗi sự kiện đó lại rất quan trọng đối với sự phát triển của riêng chúng ta. Trong khi các sinh vật có trí tuệ có vẻ như khó có thể tiến hóa nếu không có các thiên hà và các ngôi thì việc chúng ta tồn tại như là một sinh vật có khả năng đặt câu hỏi "Tại sao vũ trụ lại như ngày nay?" là một giới hạn của lịch sử của chúng ta. Điều đó ngụ ý vũ trụ này là một trong một thiểu số các lịch sử bao gồm các thiên hà và vì sao. Đây là ví dụ của một nguyên lý gọi là nguyên lý vị nhân (anthropic principle). Nguyên lý vị nhân nói rằng vũ trụ cần phải gần giống như chúng ta thấy vì nếu vũ trụ này khác đi thì sẽ không có ai ở đây để quan sát nó (hình 3.10). Rất nhiều nhà khoa học không thích nguyên lý vị nhân đó vì nó có vẻ mơ hồ và hình như không có nhiều khả năng tiên đoán. Nhưng nguyên lý vị nhân có thể được rút ra từ một công thức chính xác và dường như nó rất quan trọng khi giải quyết vấn đề nguồn gốc vũ trụ. Như đã nói ở chương 2, thuyết-M cho phép một số lớn các lịch sử khả dĩ của vũ trụ. Phần lớn trong số đó không phù hợp cho sự phát triển của đời sống trí tuệ; chúng hoặc là trống rỗng, tồn tại trong một thời gian ngắn và bị uốn cong quá nhiều hoặc không ổn về một số khía cạnh nào đó. Đúng như theo ý tưởng của Feynman về vũ trụ có nhiều lịch sử, xác suất của các lịch sử không có sự hiện diện của sinh vật trí tuệ đó có thể rất cao.

https://thuviensach.vn

*(Hình 3.10)*

*Hình tận cùng phía trái (a) minh họa các vũ trụ đang co lại, trở thành các vũ trụ đóng. Hình tận cùng phía phải (b) là các vũ trụ mở tiếp tục giãn nở mãi mãi.*

*Các vũ trụ tới hạn cân bằng giữa việc co lại và giãn nở (c1) hoặc vũ trụ lạm phát hai lần (c2) có thể có sinh vật có trí tuệ. Vũ trụ của chúng ta (d) hiện nay đang ở thế tiếp tục giãn nở.*




*NGUYÊN LÝ VỊ NHÂN*

*Nói một cách nôm na, nguyên lý vị nhân cho rằng chúng ta thấy vũ trụ, hoặc chí ít một phần của vũ trụ, như ngày nay là bởi vì chúng ta tồn tại. Có một viễn cảnh là vũ trụ hoàn toàn trái ngược với một giấc mơ về một lý thuyết thống nhất và có thể dự đoán chính xác, trong đó, các định luật của tự nhiên là hoàn thiện và thế giới là như vậy vì nó không thể khác đi được. Có nhiều phiên bản của nguyên lý vị nhân: từ nguyên lý rất yếu (vũ trụ không liên quan đến con người) cho đến rất mạnh (sự liên hệ của con người với vũ trụ mạnh đến mức vô lý). Mặc dù một số các nhà khoa học miễn cưỡng chấp nhận nguyên lý vị nhân mạnh thì một số người lại tranh cãi về tính thiết thực trong một số quan điểm của nguyên lý vị nhân yếu.*

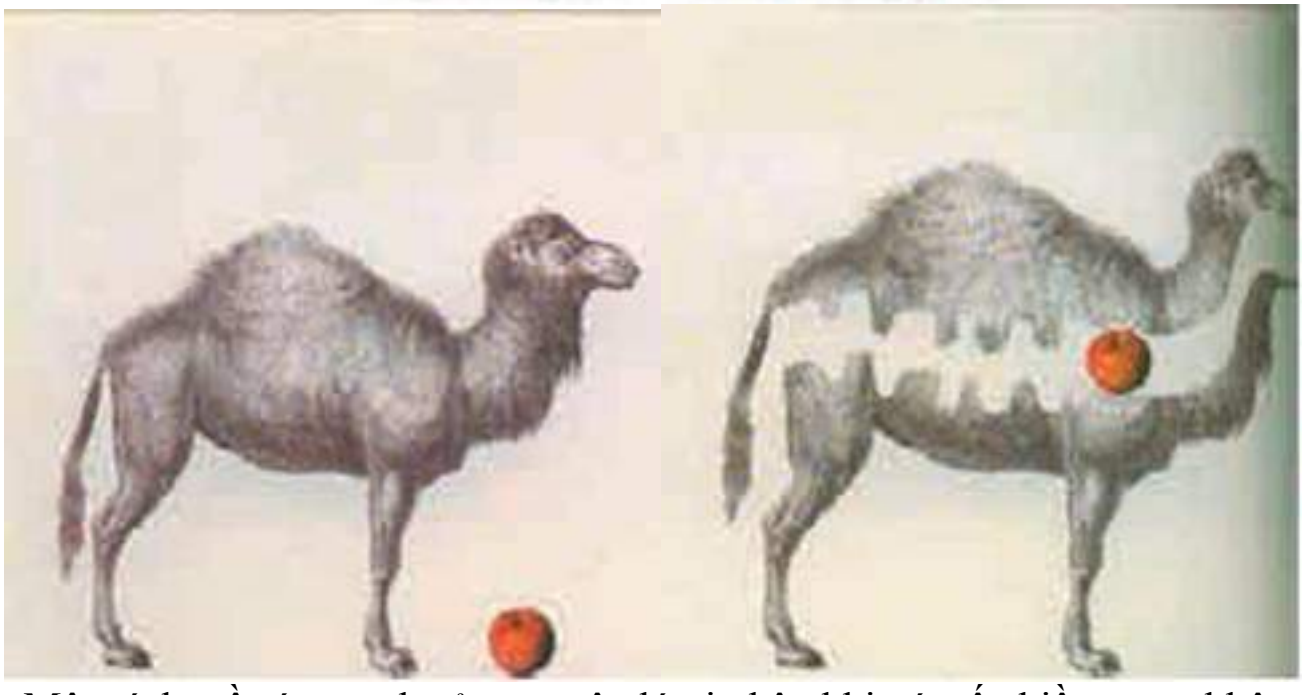
*Chung qui là nguyên lý vị nhân yếu giải thích về các thời kỳ hoặc các phần vũ trụ khả dĩ khác nhau mà chúng ta có thể sống được. Ví dụ, lí do tại sao vụ nổ lớn lại xảy ra cách đây khoảng mười tỷ năm là vũ trụ cần phải tồn tại đủ lâu để một số ngôi sao kết thúc quá trình tiến hóa tạo ra các nguyên tố như là oxygen hoặc carbon, không có chúng, con người không thể có mặt được, và tuổi vũ trụ cũng phải đủ ngắn để một số ngôi sao vẫn tiếp tục cung cấp năng lượng duy trì sự sống.*

*Trên cơ sở điều kiện không biên, chúng ta có thể sử dụng qui tắc của Feynman để xác định các con số cho mỗi lịch sử vũ trụ nhằm tìm ra tính chất có thể có của các vũ trụ. Trong bối cảnh này, ta có thể dùng nguyên lý vị nhân như là một đòi hỏi cho các lịch sử có cuộc sống trí tuệ. Tất nhiên là với nguyên lý vị nhân, con người sẽ cảm thấy hạnh phúc hơn nếu con người có thể chứng minh rằng một số các cấu hình ban đầu cho vũ trụ có vẻ như là sẽ tiến hóa để có một vũ trụ giống như chúng ta đang quan sát. Điều này ngụ ý rằng trạng thái ban đầu của phần vũ trụ chúng ta đang sống đã không nhất thiết phải được chọn một cách kỹ lưỡng.*

Thực ra việc có bao nhiêu lịch sử mà không có sự có mặt của sinh vật có

https://thuviensach.vn

trí tuệ không quan trọng. Chúng ta chỉ quan tâm đến một nhóm các lịch sử có cuộc sống có trí tuệ phát triển. Cuộc sống trí tuệ này không nhất thiết phải có cái gì đó giống như con người. Chúng có thể là các sinh vật lạ màu xanh nhỏ bé. Thực ra chúng còn thông minh hơn con người. Loài người không phải là sinh vật trí tuệ nhất trong vũ trụ.



Một ví dụ về sức mạnh của nguyên lý vị nhân khi xét số chiều trong không gian. Kinh nghiệm chung cho thấy chúng ta đang ở trong một không gian ba chiều. Điều đó muốn nói rằng chúng ta biểu diễn vị trí của một điểm trong

https://thuviensach.vn

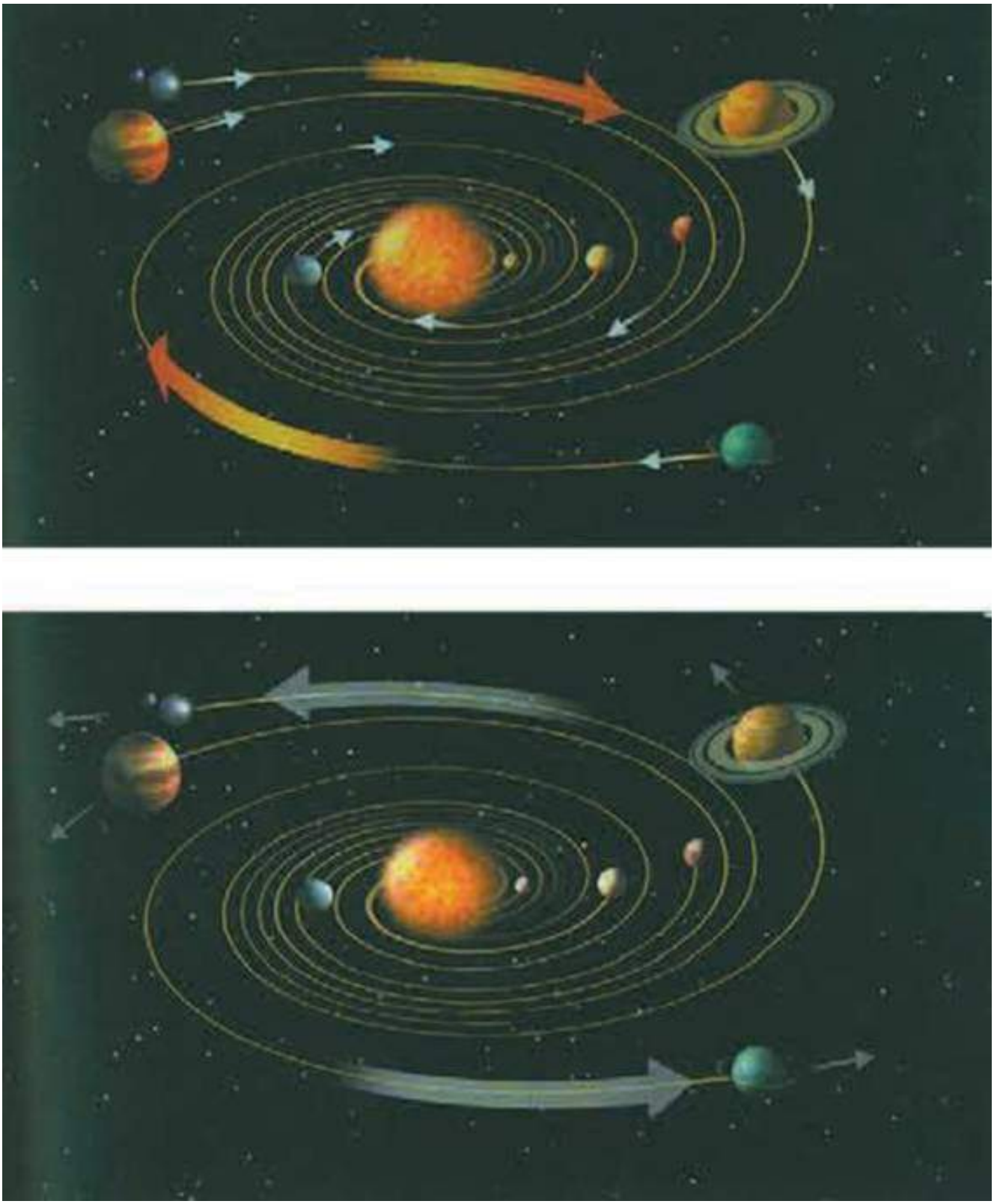
không gian bằng ba con số, ví dụ, vĩ độ, kinh độ và độ cao trên mực nước biển. Nhưng tại sao lại là một không gian ba chiều? Tại sao không phải là hai chiều, bốn chiều hay một số chiều khác như khoa học viễn tưởng? Trong thuyết-M, không gian có chín hoặc mười chiều, nhưng người ta cho rằng có sáu hoặc bảy chiều bị cuộn lại rất nhỏ, chỉ còn lại ba chiều lớn và gần như phẳng mà thôi (hình 3.11).

*(Hình 3.11)*
*Nhìn từ xa, một ống uống nước giống như một đường một chiều.*

Tại sao chúng ta không sống trong một lịch sử trong đó tám chiều bị cuộn nhỏ lại chỉ để lại hai chiều lớn cho chúng ta nhận biết? Một sinh vật hai chiều sẽ rất khó có thể tiêu hóa thức ăn. Nếu nó có một cái ruột chạy suốt cơ thể chúng thì cái ruột sẽ chia sinh vật đó làm đôi và hai mảnh đó sẽ rời khỏi nhau. Do đó, hai chiều phẳng không đủ cho bất kỳ sinh vật phức tạp như cuộc sống có trí tuệ. Mặt khác nếu số chiều gần phẳng nhiều hơn ba thì lực hấp dẫn giữa hai vật thể tăng rất nhanh khi chúng tiến đến gần nhau. Điều này có nghĩa là các hành tinh sẽ không có quĩ đạo bền vững quanh mặt trời. Các hành tinh hoặc là sẽ rơi vào mặt trời (hình 3.12A), hoặc là sẽ thoát vào khoảng không tối tăm và lạnh lẽo (hình 3.12B).

*Hình 3.12A*

https://thuviensach.vn



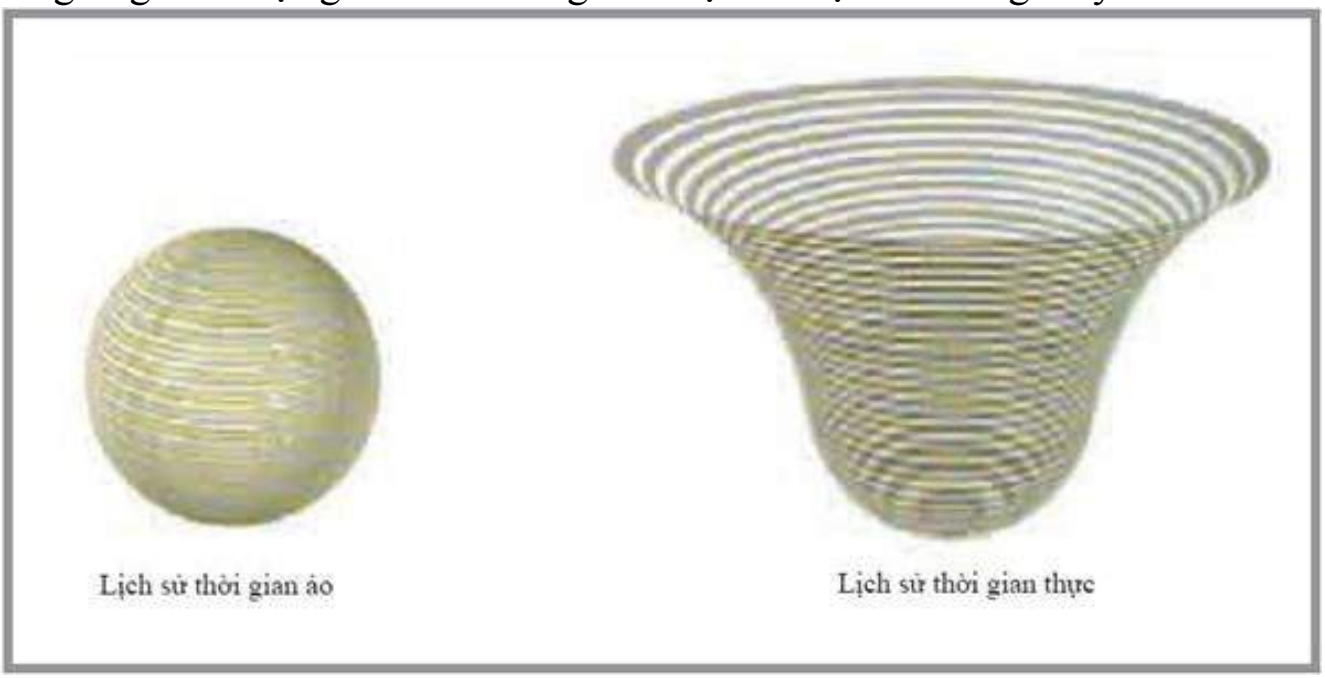
*Hình 3.12B*

Tương tự như vậy, các quĩ đạo của điện tử cũng sẽ không bền, và vật chất như chúng ta biết sẽ không tồn tại. Vậy nên, ý tưởng vũ trụ có nhiều lịch sử cho phép bất kỳ số chiều gần phẳng, nhưng chỉ có các lịch sử với ba chiều phẳng mới có sinh vật có trí tuệ. Chỉ có trong các lịch sử như vậy thì câu hỏi "Tại sao không gian có ba chiều?" mới được đặt ra.

Lịch sử đơn giản nhất của vũ trụ trong thời gian ảo đó là một hình cầu,

https://thuviensach.vn

giống như bề mặt của trái đất, nhưng có nhiều hơn hai chiều (hình 3.13). Nó xác định lịch sử của vũ trụ trong thời gian thực mà chúng ta đang trải nghiệm, trong đó vũ trụ là như nhau theo các điểm trong không gian và giãn nở theo thời gian. Theo các khía cạnh này, nó giống như vũ trụ chúng ta đang sống. Nhưng tốc độ giãn nở rất nhanh, và nó vẫn còn giãn nở nhanh hơn nữa. Việc gia tốc sự giãn nở như vậy được gọi là lạm phát (inflation), vì nó giống như việc giá cả leo thang với một tốc độ chưa từng thấy.

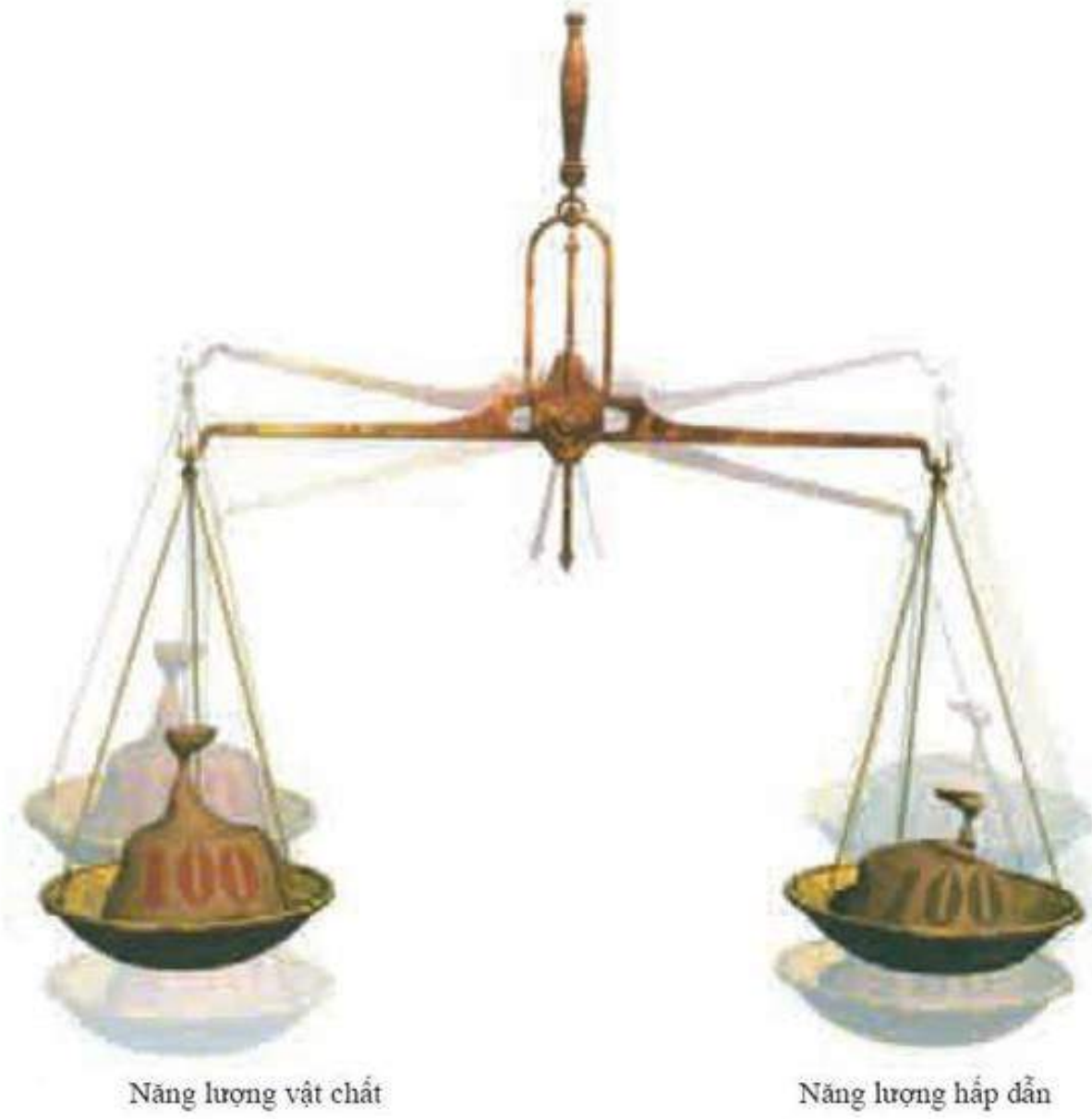



*(Hình 3.13)*

*Lịch sử thời gian ảo không biên đơn giản nhất là một hình cầu. Lịch sử trong thời gian ảo này xác định lịch sử trong thời gian thực (giãn nở theo kiểu lạm phát).*

Nói chung sự lạm phát giá cả bị coi là không tốt, nhưng trong trường hợp của vũ trụ thì lạm phát lại có lợi. Lạm phát làm trơn bất kỳ chỗ trồi sụt nào có thể xuất hiện trong thời gian đầu của vũ trụ. Vì vũ trụ giãn nở, nên vũ trụ sẽ vay mượn năng lượng từ trường hấp dẫn để tạo thêm vật chất. Năng lượng vật chất dương sẽ được cân bằng một cách chính xác với năng lượng hấp dẫn âm, do đó, năng lượng toàn phần bằng không. Khi kích thước của vũ trụ tăng gấp đôi, năng lượng vật chất và năng lượng hấp dẫn cùng tăng gấp đôi - nhưng hai lần không vẫn là không. Giá mà giới ngân hàng cũng đơn giản như thế nhỉ! (hình 3.14)

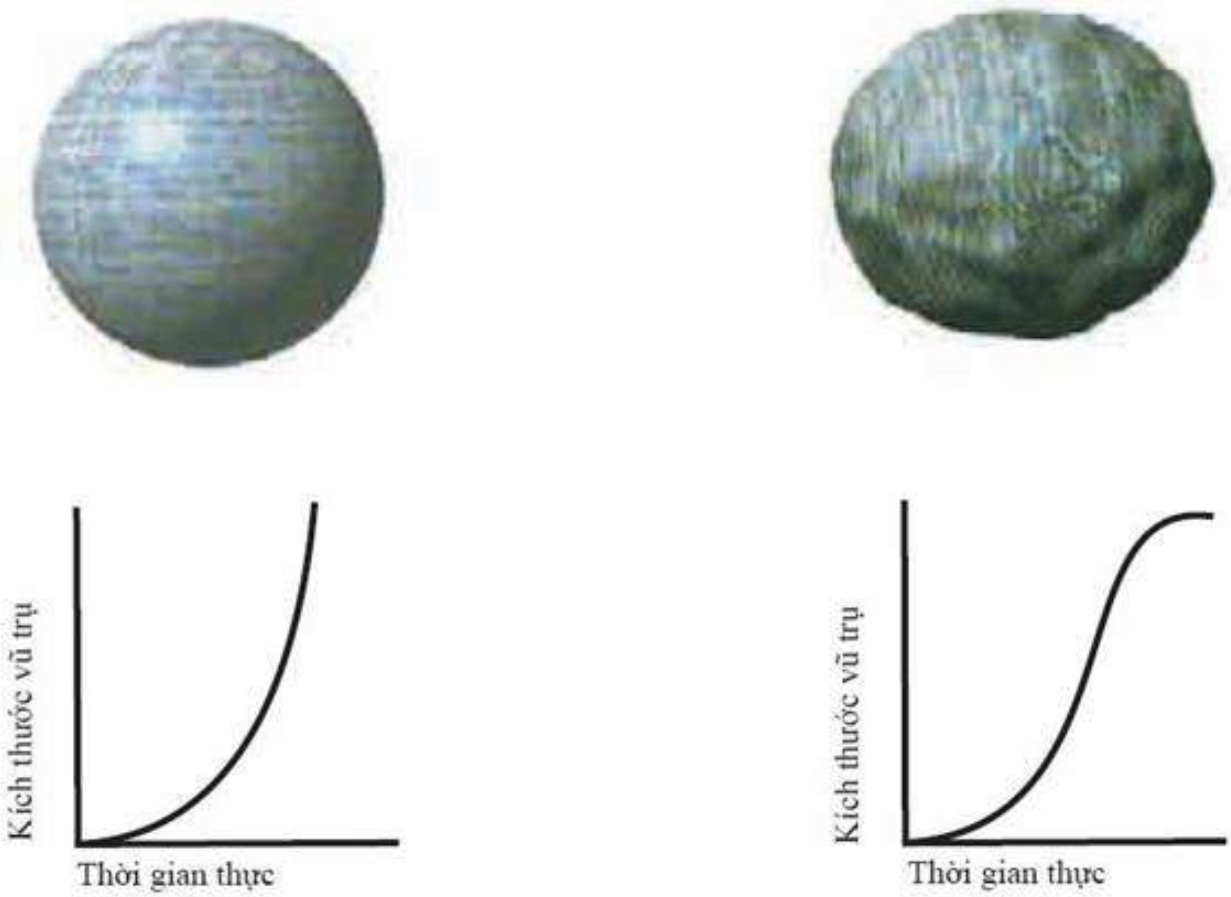
https://thuviensach.vn




*Hình 3.14*

Nếu lịch sử vũ trụ trong thời gian ảo là một hình cầu hoàn hảo thì lịch sử tương ứng trong thời gian thực sẽ là một vũ trụ tiếp tục giãn nở mãi mãi theo kiểu lạm phát. Khi vũ trụ đang lạm phát thì vật chất không thể rơi vào nhau để hình thành các thiên hà và các vì sao, và cuộc sống, chứ chưa nói đến cuộc sống trí tuệ như chúng ta, không thể phát triển. Do đó, mặc dù giả thiết về vũ trụ có nhiều lịch sử dẫn đến các lịch sử của vũ trụ trong thời gian ảo là các hình cầu hoàn hảo, nhưng không có gì thú vị cả. Tuy nhiên, các lịch sử trong thời gian ảo là các hình cầu có cực nam hơi bẹt thì thích đáng hơn (hình 3.15).

https://thuviensach.vn




*(Hình 3.15)*

*VŨ TRỤ LẠM PHÁT*

*Trong mô hình vụ nổ lớn nóng bỏng, vào những giai đoạn sơ khai, vũ trụ không có đủ thời gian để nhiệt truyền từ nơi này đến nơi khác. Dù vậy, chúng ta quan sát thấy rằng nhiệt độ của bức xạ phông vi sóng là như nhau theo các hướng. Điều này có nghĩa là trạng thái ban đầu của vũ trụ có nhiệt độ như nhau tại mọi nơi.*

*Để tìm được một mô hình, trong đó, rất nhiều cấu hình ban đầu khác nhau có thể tiến hóa đến một cái gì đó giống như vũ trụ hiện nay, người ta giả thiết rằng vào giai đoạn sơ khai, vũ trụ trải qua một thời kỳ giãn nở rất nhanh. Sự giãn nở này được gọi là lạm phát, tức là nó xảy ra với một tốc độ chưa từng có sau đó giảm tốc độ giãn nở đến như ngày nay. Một pha lạm phát như vậy có thể giải thích câu hỏi tại sao vũ trụ lại giống nhau theo tất cả các hướng vì có đủ thời gian để ánh sáng truyền từ vùng này đến vùng khác trong vũ trụ sơ khai.*

*Lịch sử tương ứng trong thời gian ảo của một vũ trụ tiếp tục giãn nở theo kiểu lạm phát mãi mãi là một hình cầu hoàn hảo. Nhưng với vũ trụ của chúng ta, quá trình giãn nở lạm phát bị chậm lại sau một phần nhỏ của một giây và do đó các thiên hà có thể được hình thành. Trong thời gian ảo, điều đó có nghĩa là vũ trụ trụ của chúng ta là một hình cầu bị bẹt ở cực nam.*

Trong trường hợp này, lịch sử tương ứng trong thời gian thực sẽ giãn nở trước tiên theo kiểu được gia tốc và lạm phát. Nhưng sau đó quá trình giãn nở sẽ chậm dần và các thiên hà có thể được hình thành. Để cuộc sống trí tuệ có thể phát triển thì độ bẹt ở cực nam phải rất nhỏ. Điều đó nói rằng ban đầu vũ trụ giãn nở rất nhanh. Mức kỷ lục về lạm phát tiền tệ xuất hiện ở Đức giữa hai cuộc đại chiến thế giới, khi đó giá cả tăng đến hàng tỷ lần - nhưng mức độ lạm phát đã xuất hiện trong vũ trụ ít nhất là một tỷ tỷ tỷ lần hơn thế (hình 3.16).

https://thuviensach.vn

CHỈ SỐ GIÁ CẢ - LẠM PHÁT VÀ SIÊU LẠM PHÁT

| | |
|---|---|
| Tháng 7 năm 1914 | 1,0 |
| Tháng 1 năm 1919 | 2,6 |
| Tháng 7 năm 1919 | 3,4 |
| Tháng 1 năm 1920 | 12,6 |
| Tháng 1 năm 1921 | 14,4 |
| Tháng 7 năm 1921 | 14,3 |
| Tháng 1 năm 1922 | 36,7 |
| Tháng 7 năm 1922 | 100,6 |
| Tháng 1 năm 1923 | 2 785.0 |
| Tháng 7 năm 1923 | 194 000.0 |
| Tháng 11 năm 1923 | 726 000 000 000,0 |

Một mác Đức năm 1914

Mười ngàn mác Đức năm 1914

Hai triệu mác Đức năm 1914

Mười triệu mác Đức năm 1914

Một tỷ mác Đức năm 1914

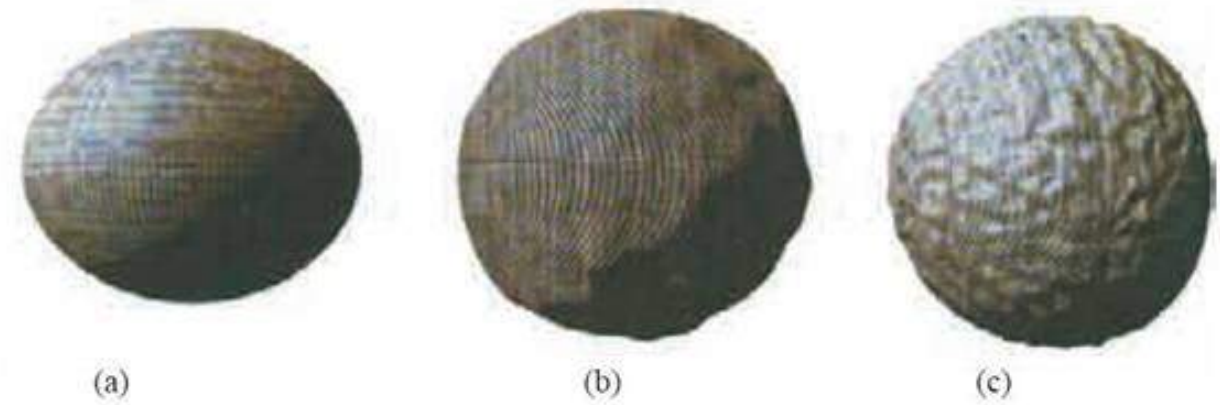
*(Hình 3.16)*

*LẠM PHÁT CÓ THỂ LÀ MỘT QUI LUẬT CỦA TỰ NHIÊN*

*Lạm phát ở Đức tăng sau hòa bình cho đến tháng 2 năm 1920, giá cả lúc đó cao hơn năm 1918 năm lần. Sau tháng 7 năm 1922, thời kỳ siêu lạm phát bắt đầu. Tất cả niềm tin vào giá trị đồng tiền biến mất và chỉ số giá cả tăng cực nhanh trong mười lăm tháng, gia tăng tốc độ in tiền hết công suất và sự mất giá cũng nhanh như thế. Vào cuối năm 1923, 300 nhà máy giấy làm việc hết tốc độ và 150 công ty ấn loát với 2000 máy in làm việc suốt ngày đêm để in tiền.*

Do nguyên lý bất định nên sẽ không chỉ có một lịch sử vũ trụ có cuộc sống có trí tuệ. Thay vào đó, các lịch sử trong thời gian ảo sẽ là một họ gồm những hình cầu hơi biến dạng, mỗi hình cầu sẽ tương ứng với một lịch sử trong thời gian thực mà ở đó, vũ trụ lạm phát trong một thời gian dài nhưng không phải là vô hạn. Chúng ta có thể hỏi vậy thì lịch sử nào là lịch sử có khả năng nhất trong các lịch sử được phép. Hóa ra là các lịch sử có khả năng nhất hoàn toàn không trơn tru mà có những nơi trồi sụt (hình 3.17). Sự gợn sóng ở các lịch sử có khả năng nhất rất nhỏ, so với lịch sử trơn tru, sự gợn sóng này chỉ bằng vài phần trăm ngàn. Tuy chúng rất nhỏ nhưng chúng ta có thể đo được chúng. Chúng là những thăng giáng nhỏ trong miền vi sóng tới chúng ta từ các hướng trong không gian. Vệ tinh thăm dò phông vũ trụ (Cosmic Background Explorer) - COBE đã được phóng vào năm 1989 và đã lập được bản đồ bức xạ vi sóng của vũ trụ.

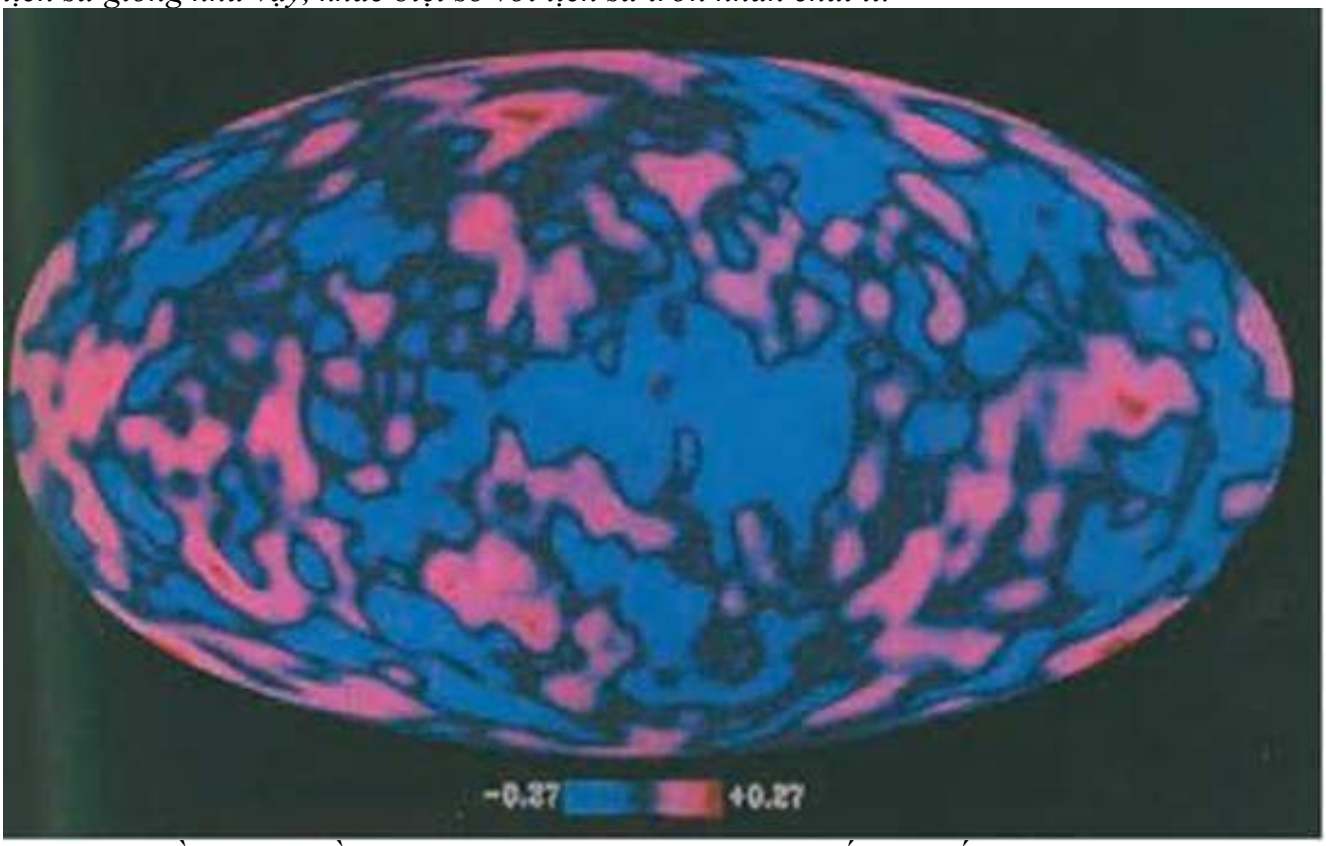
https://thuviensach.vn




*(Hình 3.17)*
*CÁC LỊCH SỬ KHẢ DĨ VÀ KHÔNG KHẢ DĨ*

*Các lịch sử trơn nhẵn giống hình (a) là những lịch sử khả dĩ nhất, nhưng chỉ có một số các lịch sử như thế.*

*Mặc dù các lịch sử hơi bất bình thường (b) và (c) kém khả dĩ hơn, nhưng có rất nhiều các lịch sử giống như vậy, khác biệt so với lịch sử trơn nhẵn chút ít.*




*Bản đồ toàn bộ bầu trời do vệ tinh COBE chụp cho thấy các nếp nhăn theo thời gian.*

Trên bản đồ vi sóng vũ trụ, các màu khác nhau cho biết các nhiệt khác nhau, nhưng toàn bộ dải nhiệt độ từ màu đỏ đến màu xanh chỉ có giá trị bằng một phần vạn độ K. Cuối cùng thì sự thay đổi giữa các vùng khác nhau của vũ trụ sơ khai cũng đủ để lực hút do hấp dẫn bổ sung trong các vùng vũ trụ đặc hơn làm cho vùng đó ngừng giãn nở và suy sập dưới lực hấp dẫn của bản thân chúng để hình thành các thiên hà và các vì sao. Do đó, về nguyên lý, ít nhất bản đồ bức xạ vi sóng vũ trụ có màu xanh cho toàn bộ cấu trúc của vũ

https://thuviensach.vn

trụ.

Tính chất của các lịch sử khả dĩ nhất của vũ trụ mà thích hợp cho sự xuất hiện của các sinh vật có trí tuệ sẽ như thế nào? Xem ra có rất nhiều khả năng phụ thuộc vào lượng vật chất của vũ trụ. Nếu vật chất trong vũ trụ lớn hơn một lượng tới hạn thì lực hút hấp dẫn giữa các thiên hà sẽ làm chậm các thiên hà và thậm chí còn dừng không cho chúng bay ra xa nhau. Sau đó các thiên hà sẽ bắt đầu rơi vào nhau và tất cả sẽ cùng đi tới một vụ co lớn (big crunch). Vụ co lớn sẽ kết thúc lịch sử của vũ trụ trong thời gian thực (hình 3.18).

*(Hình 3.18)*

*Tất cả vật chất sẽ bị nuốt vào một cái giếng hấp dẫn mạnh khủng khiếp trong một vụ co lớn, đó có thể là một trong những kết cục của vũ trụ.*

Nếu mật độ vũ trụ thấp hơn giá trị tới hạn, lực hấp dẫn quá yếu để ngăn cản các thiên hà rời xa nhau mãi mãi. Tất cả các ngôi sao sẽ đốt cháy hết nhiên liệu, và dần dần vũ trụ sẽ trở lên loãng và lạnh hơn. Cho nên, một lần nữa, mọi sự sẽ đến hồi kết nhưng theo một cách kém kịch tính hơn. Nhưng dù kết cục thế nào thì vũ trụ cũng sẽ tồn tại thêm vài tỷ năm nữa (hình 3.19).

https://thuviensach.vn

*(Hình 3.19)*

*Một vũ trụ lạnh lẽo và trống trải trong đó tất cả mọi thứ đều kiệt sức và các ngôi sao cuối cùng cũng đang chập chờn trước khi tắt vì cạn kiệt nhiên liệu.*

Vũ trụ có thể có một thứ giống như vật chất được gọi là "năng lượng chân không" (vacuum energy), năng lượng chân không hiện diện ngay cả trong không gian trống rỗng. Từ phương trình nổi tiếng của Einstein, $E=mc^2$, năng lượng chân không này có một khối lượng. Điều đó nói rằng năng lượng chân không gây ra một hiệu ứng hấp dẫn lên sự giãn nở của vũ trụ. Nhưng điều đáng nói là hiệu ứng hấp dẫn do năng lượng chân không gây ra lại ngược lại với hiệu ứng hấp dẫn do vật chất gây ra. Vật chất làm quá trình giãn nở chậm lại và có thể làm dừng và đảo ngược quá trình đó. Ngược lại, năng lượng chân không lại gia tốc quá trình giãn nở giống như trong giai đoạn lạm phát. Thực ra, năng lượng chân không có tác động như hằng số vũ trụ được nhắc đến ở chương 1 mà Einstein đã bổ sung vào các phương trình của ông vào năm 1917 khi ông nhận thấy các phương trình này không đưa đến một nghiệm biểu diễn cho một vũ trụ tĩnh. Sau khi Hubble phát hiện vũ trụ giãn nở, người ta không thấy cần phải đưa hằng số vũ trụ vào các phương trình nữa, và Einstein cũng cho rằng hằng số vũ trụ là một sai lầm.

https://thuviensach.vn

# CÓ ĐÚNG LÀ "HẰNG SỐ VŨ TRỤ LÀ SAI LẦM LỚN NHẤT TRONG ĐỜI TÔI?"

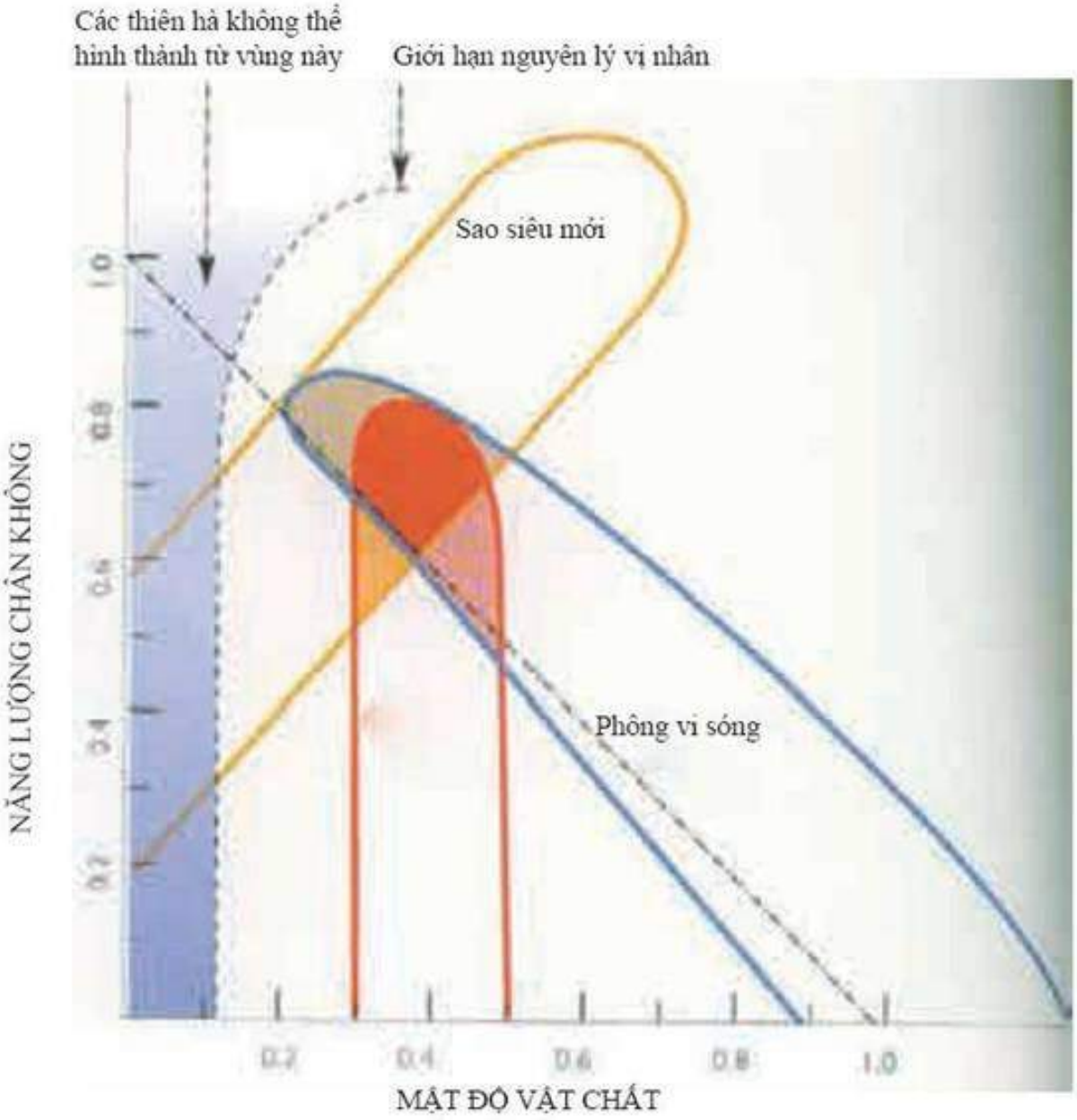
*Albert Einstein*

Tuy vậy, hằng số vũ trụ lại hoàn toàn không phải là một sai lầm. Như đã nói trong chương 2, ngày nay chúng ta nhận thấy rằng lý thuyết lượng tử nói rằng không thời gian được lấp đầy bởi các thăng giáng lượng tử. Trong lý thuyết siêu đối xứng, các năng lượng dương và âm vô hạn của các thăng giáng trạng thái cơ bản này triệt tiêu giữa các hạt có spin khác nhau. Nhưng chúng ta không trông đợi các năng lượng âm và dương này triệt tiêu hoàn toàn đến nỗi không còn sót lại một năng lượng chân không nhỏ bé, hữu hạn nào, bởi vì vũ trụ không nằm trong một trạng thái siêu đối xứng. Điều ngạc

https://thuviensach.vn

nhiên duy nhất đó là năng lượng chân không nhỏ đến nỗi cách đây ít lâu người ta mới nhận ra nó. Có thể đây là một ví dụ nữa của nguyên lý vị nhân. Một lịch sử có năng lượng chân không lớn sẽ không hình thành các thiên hà, do đó, sẽ không có các sinh vật có thể hỏi câu hỏi "Tại sao năng lượng chân không lại có giá trị bằng giá trị mà chúng ta đang thấy?"

Chúng ta cố gắng thử xác định lượng vật chất và năng lượng chân không trong vũ trụ từ các quan sát khác nhau. Ta có thể biểu diễn các kết quả trong một giản đồ có trục hoành là mật độ năng lượng và trục tung là năng lượng chân không. Đường chấm là biên giới của vùng mà trong đó sinh vật trí tuệ có thể phát triển (hình 3.20).




*(Hình 3.20)*

*Kết hợp các quan sát từ các vụ nổ siêu sao xa xôi với bức xạ phông vi sóng và phân bố vật chất trong vũ trụ, ta có thể ước đoán được năng lượng chân không và mật độ vật chất trong vũ trụ.*

https://thuviensach.vn

Mỗi quan sát về sao siêu mới, các đám thiên hà và phông bức xạ vi sóng đều vạch ra giới hạn trên giản đồ này. May mắn thay, cả ba vùng này có một khu vực giao nhau. Nếu mật độ vật chất và năng lượng chân không nằm ở trong khu vực giao nhau này thì quá trình giãn nở của vũ trụ sẽ ban đầu sẽ rất nhanh và sau đó chậm dần. Hình như là lạm phát là một qui luật của tự nhiên.

Trong chương này, chúng ta đã thấy quá trình tìm hiểu tính chất của vũ trụ rộng lớn bằng khái niệm lịch sử của vũ trụ trong thời gian ảo diễn ra như thế nào. Cái vũ trụ trong thời gian ảo đó là một hình cầu nhỏ bé và hơi bẹt, nó giống như cái vỏ hạt của Hamlet, tuy nhiên, cái hạt này lại giải mã được tất cả mọi thứ xảy ra trong thời gian thực. Do vậy, Hamlet hoàn toàn đúng. Chúng ta bị giới hạn trong một vỏ hạt nhưng vẫn coi mình là chúa tể của khoảng không vô tận.

*"Có thể tôi bị giam trong một vỏ hạt*
*Và tự coi mình là chúa tể của khoảng không vô tận..."*
- Shakespeare,
*Hamlet*, hồi 2, cảnh 2

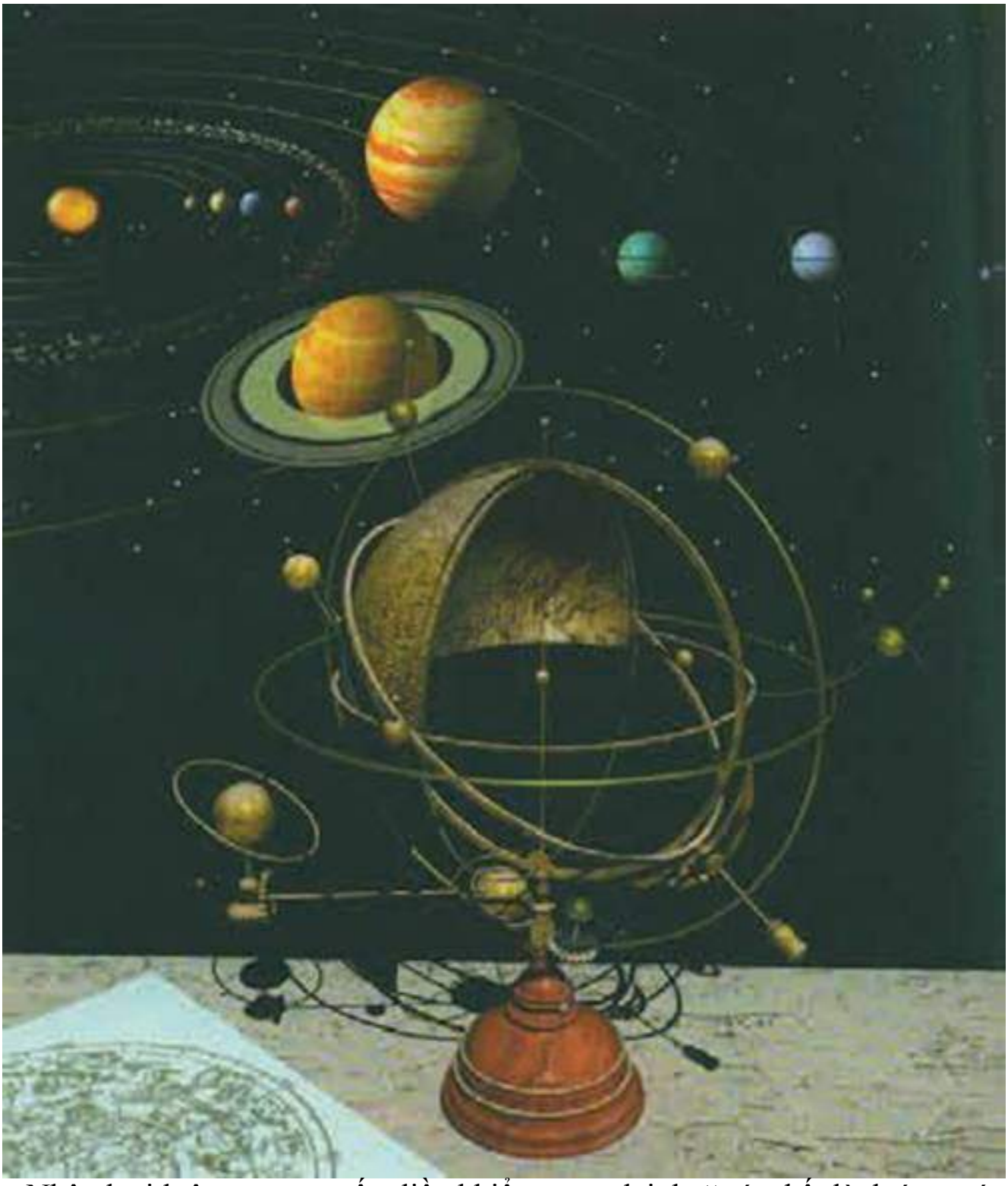
https://thuviensach.vn

# CHƯƠNG 4

# TIÊN ĐOÁN TƯƠNG LAI

*Sự biến mất của thông tin trong các hố đen có thể làm giảm khả năng tiên đoán tương lai của chúng ta như thế nào.*

https://thuviensach.vn



Nhân loại luôn mong muốn điều khiển tương lai, hoặc ít nhất là đoán trước được điều gì sẽ xảy ra. Đó là lý do tại sao ngành chiêm tinh học lại phổ biến đến thế. Chiêm tinh học cho rằng các sự kiện xảy ra trên trái đất đều liên quan đến chuyển động của các hành tinh trên bầu trời. Đây là một giả thiết có thể kiểm chứng một cách khoa học, à không, nó sẽ là một giả thiết có thể kiểm chứng một cách khoa học nếu như các nhà chiêm tinh dám mạo hiểm nói một dự đoán chắc chắn mà có thể kiểm tra được. Tuy nhiên, họ cũng đủ thông minh để chỉ nói những dự đoán mơ hồ có thể đúng với bất kỳ kết quả

https://thuviensach.vn

nào. Những phát biểu kiểu như "Các mối quan hệ cá nhân có thể trở lên mãnh liệt hơn" hoặc là "Bạn sẽ có một cơ may về tài chính" sẽ không bao giờ bị chứng minh là sai cả.

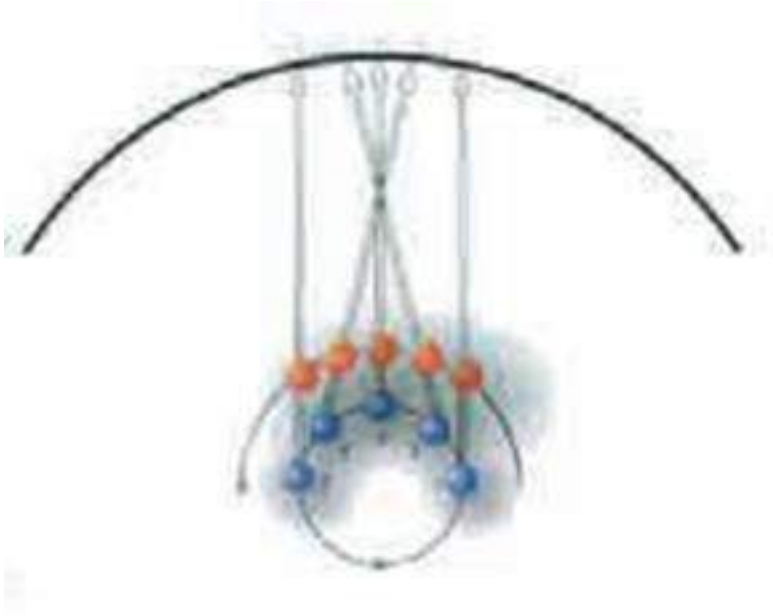
*"Tháng này sao Hỏa chiếm cung Nhân mã, đó là thời gian tốt để bạn tự học. Sao Hỏa yêu cầu bạn sống một cuộc sống theo cách bạn cho là đúng và thường những người khác cho là sai. Và những điều đó sẽ xảy ra.*

*Vào ngày 20, sao Hỏa sẽ đi đến phần học vấn của bạn, nó liên quan đến nghề nghiệp và bạn sẽ học để nhận lấy trách nhiệm và giải quyết các quan hệ khó khăn.*

*Tuy vậy, đến kỳ trăng rằm bạn sẽ có được một sự thông suốt và tầm bao quát tuyệt vời về toàn bộ cuộc đời mà bạn sẽ nhận được."*

Nhưng lý do mà phần đông các nhà khoa học không tin vào chiêm tinh học không phải là những bằng chứng phi khoa học hoặc thiếu những bằng chứng khoa học mà vì nó không phù hợp với những lý thuyết khác đã được kiểm chứng bằng thực nghiệm. Khi Copernicus và Galileo phát hiện ra rằng các hành tinh quay quanh mặt trời chứ không phải quay quanh trái đất, và Newton tìm ra định luật hấp dẫn điều khiển chuyển động của các hành tinh thì chiêm tinh học trở lên cực kỳ đáng ngờ. Tại sao vị trí của các hành tinh khác trên nền trời khi chúng được nhìn từ trái đất lại có những mối tương quan với những đại phân tử tự gọi là sinh vật có trí tuệ sống trên một tiểu hành tinh? (hình 4.1) Chiêm tinh học còn phải làm cho chúng ta tin vào sự tương quan đó. Các lý thuyết được trình bày trong cuốn sách này cũng không hơn gì chiêm tinh học ở chỗ không có thêm các bằng chứng thực nghiệm để củng cố các lý thuyết đó, nhưng ta vẫn tin vì các lý thuyết này phù hợp với các lý thuyết đã được kiểm chứng.

https://thuviensach.vn



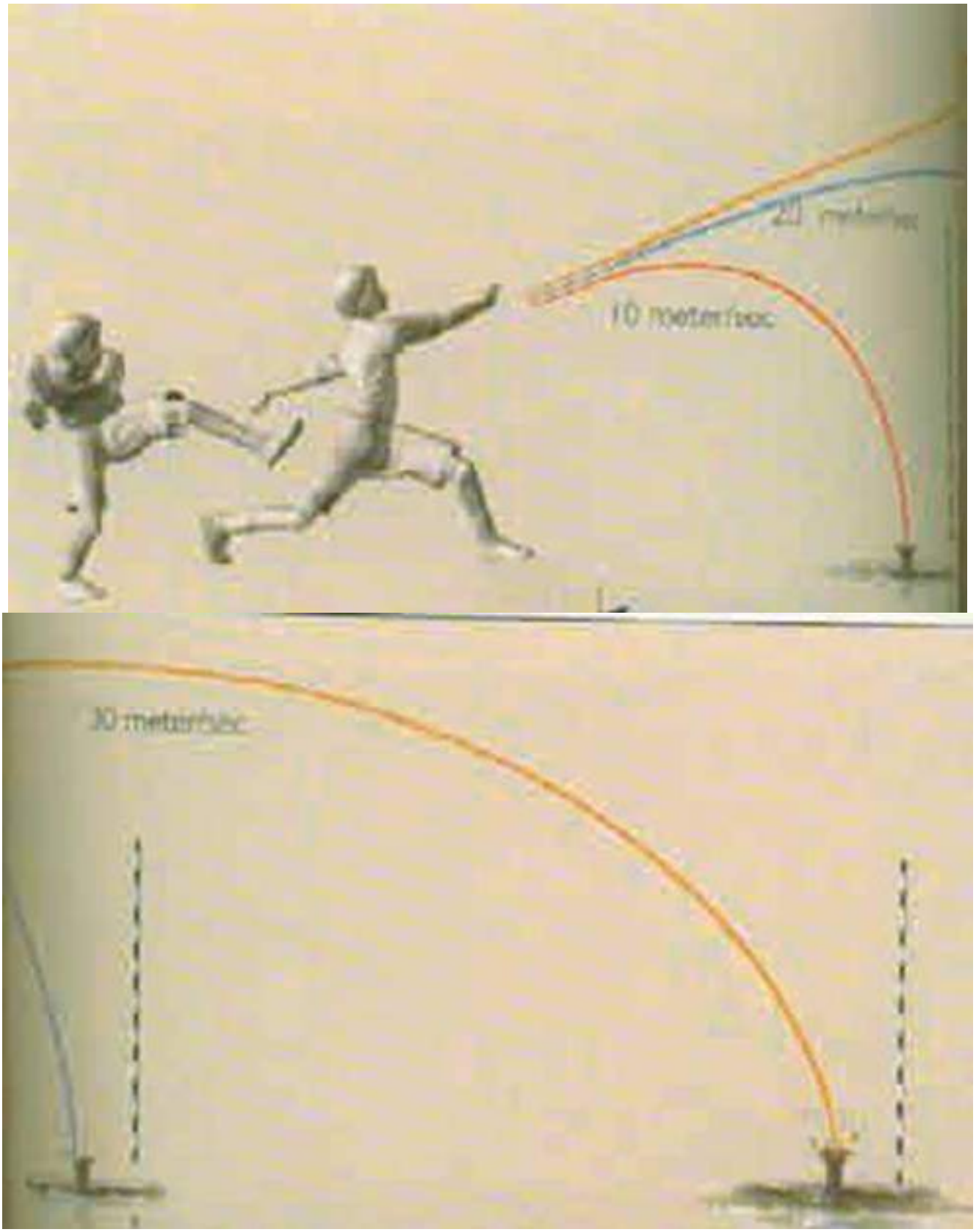
*(Hình 4.1)*

*Một người quan sát trên trái đất (màu xanh) đang chuyển động trên quĩ đạo xung quanh mặt trời sẽ thấy sao Hỏa (màu đỏ) in trên vòng cầu các sao.*

*Chuyển động biểu kiến phức tạp của các hành tinh có thể được giải thích bằng các định luật của Newton và không có ảnh hưởng gì đến số phận của con người.*

Sự thành công của các định luật của Newton và các lý thuyết vật lý khác dẫn đến ý tưởng về quyết định luận khoa học (scientific determinism). Ý tưởng này được một nhà khoa học người Pháp tên là Marquis de Laplace đưa ra lần đầu tiên vào đầu thế kỷ thứ mười chín. Laplace cho rằng nếu chúng ta biết được vị trí và tọa độ của tất cả các hạt trong vũ trụ tại một thời điểm thì các định luật vật lý sẽ cho phép chúng ta đoán được trạng thái của vũ trụ sẽ như thế nào tại bất kỳ một thời điểm nào khác trong quá khứ và tương lai (hình 4.2).

https://thuviensach.vn




*(Hình 4.2)*

*Nếu bạn biết vị trí và tốc độ của quả bóng mà bạn ném đi, bạn có thể tính được nó sẽ đi đến đâu.*

Nói cách khác, nếu quyết định luận khoa học mà đúng thì chúng ta có thể đoán trước được tương lai và không cần đến chiêm tinh học. Tất nhiên là trên thực tế ngay cả những cái đơn giản như định luật hấp dẫn của Newton

https://thuviensach.vn

cũng dẫn đến các phương trình mà chúng ta không thể giải một cách chính xác cho hệ có nhiều hơn hai hạt được. Hơn nữa, các phương trình này thường có một tính chất được biết là hỗn loạn, do đó, một thay đổi nhỏ về vị trí và vận tốc tại một thời điểm có thể dẫn đến một tính chất hoàn toàn khác tại các thời điểm tiếp theo. Những người đã xem phim *Công viên kỷ Jura* (Jurassic Park, hình 4.3) đều biết, một xáo trộn nhỏ ở một nơi này có thể gây ra một thay đổi lớn ở một nơi khác. Một con bướm vỗ cánh ở Tokoy có thể gây ra mưa ở công viên trung tâm ở New York. Điều phiền phức là chuỗi sự kiện đó không có tính lặp lại. Lần sau con bướm vỗ cánh, một loạt các sự kiện khác sẽ khác đi và các sự kiện này sẽ ảnh hưởng đến thời tiết. Đó là lý do tại sao các dự báo thời tiết rất không đáng tin cậy.

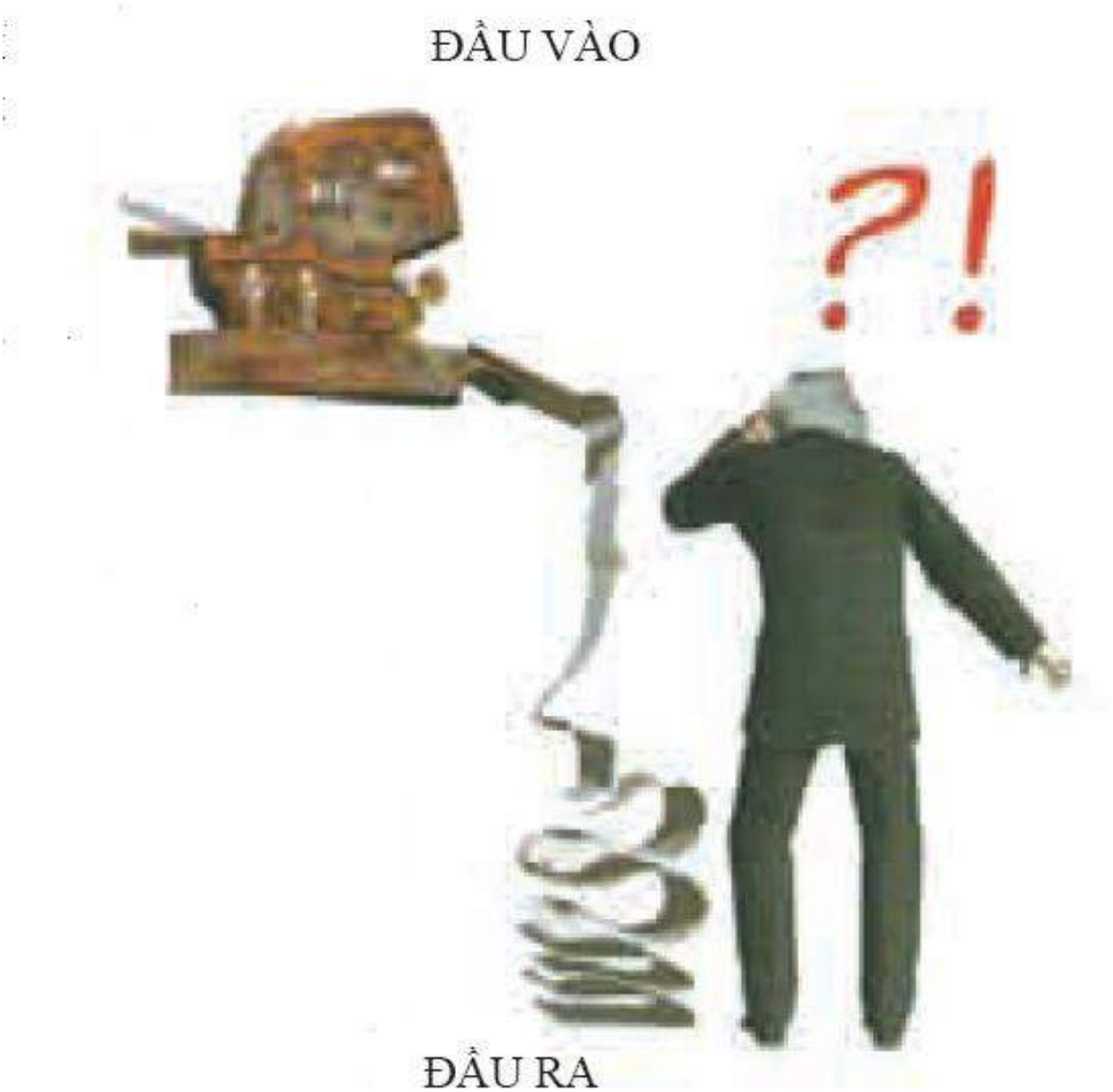
*(Hình 4.3)*

Do vậy, mặc dù về nguyên lý thì các định luật của điện động lực học lượng tử sẽ cho phép chúng ta tính toán được tất cả mọi thứ trong hóa học và sinh học, nhưng chúng ta vẫn không có nhiều thành công trong việc đoán trước được hành vi con người từ các phương trình toán học. Tuy nhiên, mặc dù gặp phải những khó khăn trên thực tiễn như thế, nhưng về nguyên tắc, phần lớn các nhà khoa học vẫn được an ủi với ý tưởng cho rằng tương lai vẫn có thể dự báo được.

Thoạt nhìn thì quyết định luận khoa học có vẻ như bị nguyên lý bất định đe dọa. Nguyên lý bất định nói rằng chúng ta không thể đo chính xác vị trí và vận tốc của một hạt tại một thời điểm. Chúng ta đo ví trí càng chính xác bao nhiêu thì chúng ta xác định vận tốc càng kém chính xác bấy nhiêu, và ngược lại. Lối giải thích về quyết định luận khoa học của Laplace cho rằng nếu chúng ta biết vị trí và vận tốc của các hạt tại một thời điểm thì chúng ta có

https://thuviensach.vn

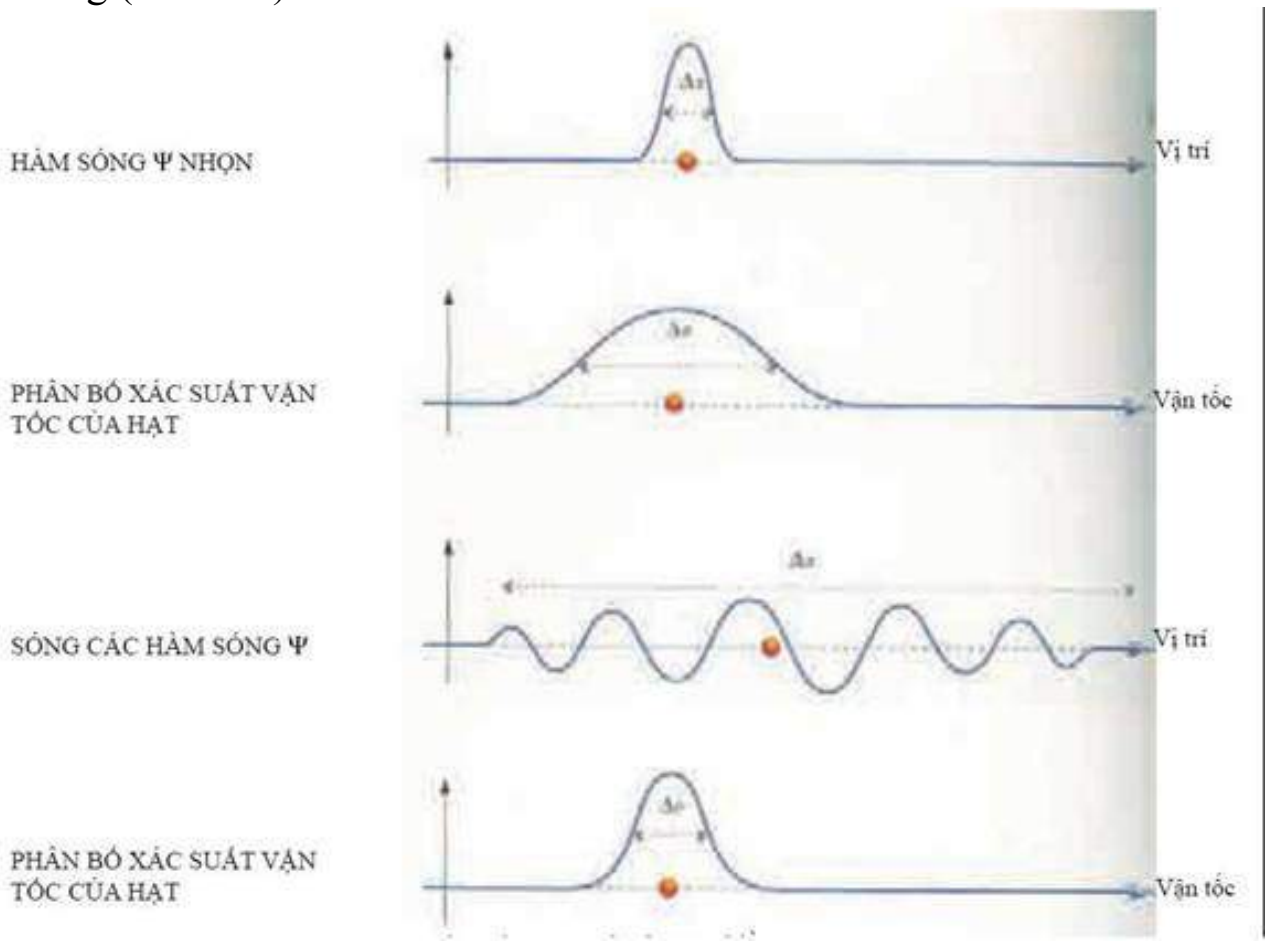
thể xác định được vị trí và vận tốc của chúng tại bất kỳ thời điểm nào trong quá khứ và tương lai. Nhưng làm thế nào mà chúng ta có thể làm được điều đó nếu như ngay từ đầu nguyên lý bất định đã không cho chúng ta biết được vị trí và vận tốc tại một thời điểm? Dù máy tính của chúng ta tốt thế nào đi chăng nữa, nếu chúng ta cung cấp dữ liệu đầu vào sai thì chúng ta sẽ nhận được các dự đoán sai lầm.




Tuy vậy, quyết định luận được khôi phục dưới một dạng khác trong một lý thuyết mới được gọi là cơ học lượng tử, tương thích với nguyên lý bất định. Trong cơ học lượng tử, nói một cách gần đúng, ta có thể dự đoán một cách chính xác một nửa những điều mà ta mong muốn thực hiện trên quan điểm Laplace cổ điển. Trong cơ học lượng tử, một hạt không có vị trí hoặc vận tốc xác định nhưng trạng thái của hạt có thể được biểu diễn bằng một cái gọi là

https://thuviensach.vn

hàm sóng (hình 4.4).




*(Hình 4.4)*

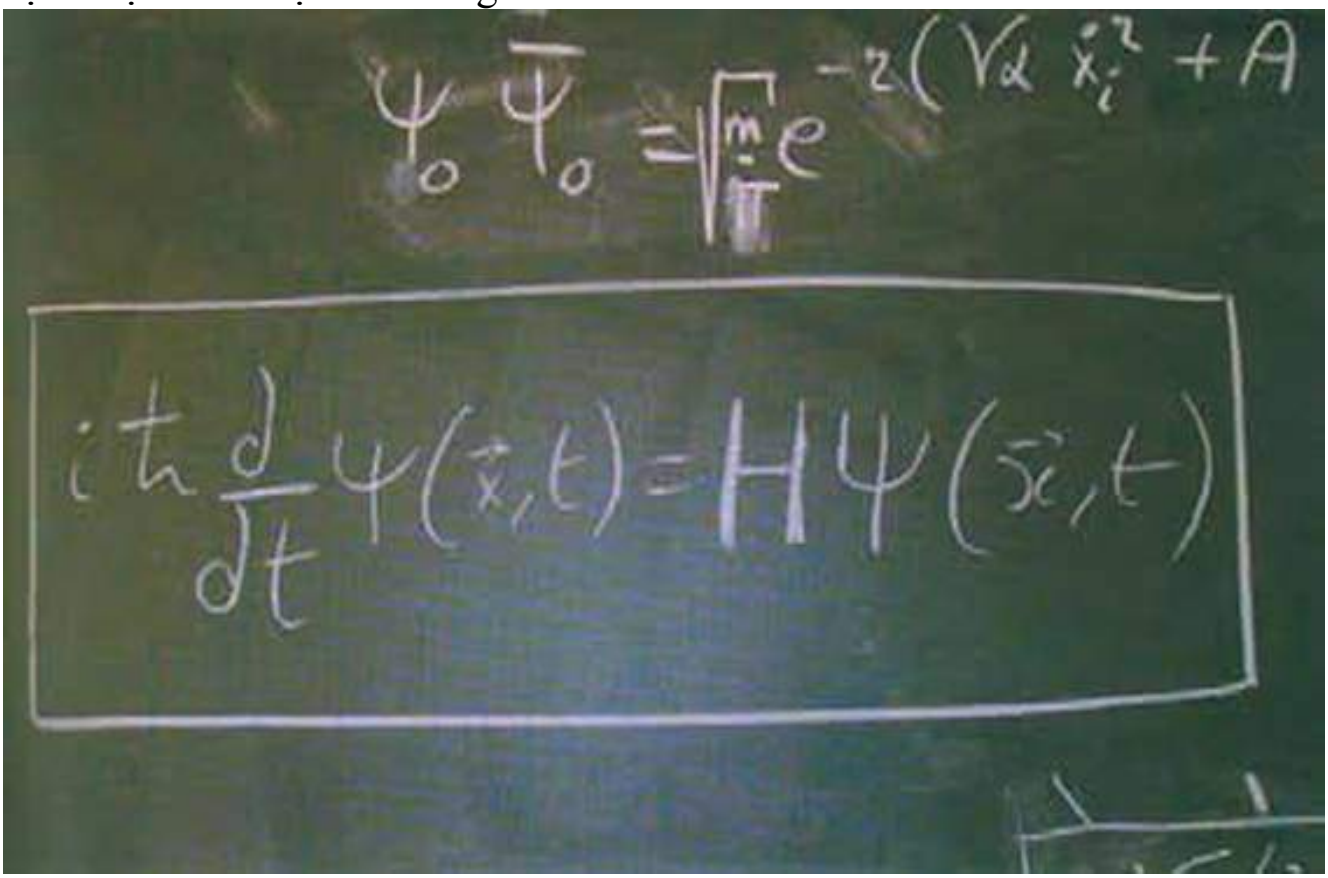
*Hàm sóng xác định xác suất mà hạt sẽ có các vị trí và vận tốc khác nhau theo cách mà chúng phải tuân theo nguyên lý bất định.*

Tại mỗi vị trí trong không gian, một hàm sóng là một con số cho biết xác xuất mà hạt có thể được tìm thấy tại vị trí đó. Tốc độ thay đổi của hàm sóng từ điểm này đến điểm khác cho biết khả năng để hạt có các vận tốc khác nhau. Một số hàm sóng có một đỉnh rất nhọn tại một điểm cụ thể trong không gian. Trong trường hợp này, độ bất định về vị trí của hạt là rất nhỏ. Trên giản đồ ta cũng có thể thấy trong những trường hợp đó, hàm sóng thay đổi rất nhanh gần đỉnh của sóng, hàm sóng tăng nhanh ở một sườn và giảm nhanh ở phía sườn kia. Điều này có nghĩa là phân bố xác suất của vận tốc được trải trên một vùng giá trị rất lớn. Hay nói một cách khác, độ bất định về vận tốc rất lớn. Mặt khác, chúng ta hãy xem các hàm sóng thoai thoải thì độ bất định về vị trí lớn nhưng độ bất định về vận tốc lại nhỏ. Vậy nên, việc mô tả các hạt bằng hàm sóng không cho ta vị trí và vận tốc chính xác. Giờ đây ta thấy rằng hàm sóng là tất cả những gì mà ta có thể xác định. Thậm chí chúng ta cũng không thể cho rằng Chúa biết vị trí và vận tốc của các hạt nhưng giấu không cho chúng ta biết. Các lý thuyết "biến số ẩn" (hidden variable) như thế không phù hợp với các quan sát thực nghiệm. Hơn thế nữa, Chúa bị giới hạn bởi nguyên lý bất định và không thể biết vị trí và vận tốc của hạt; Chúa

https://thuviensach.vn

chỉ có thể biết hàm sóng của hạt mà thôi.

Tốc độ thay đổi của hàm sóng theo thời gian được cho bởi một phương trình gọi là phương trình Schrodinger (hình 4.5). Nếu ta biết hàm sóng tại một thời điểm thì chúng ta có thể dùng phương trình Schrodinger để tính hàm sóng tại bất kỳ thời điểm nào khác trong quá khứ và tương lai. Vậy nên, quyết định luận khoa học vẫn đúng trong lý thuyết lượng tử nhưng với một mức độ thấp hơn. Thay cho khả năng đoán trước được cả vị trí và vận tốc, chúng ta chỉ có thể biết được hàm sóng. Hàm sóng chỉ cho biết chính xác vị trí hoặc vận tốc chứ không thể biết được cả hai. Do đó, trong cơ học lượng tử, khả năng tiên đoán chính xác chỉ bằng một nửa khả năng tiên đoán trong thế giới quan Laplace cổ điển. Với ý nghĩa giới hạn này, ta có thể nói quyết định luận khoa học vẫn đúng.




*(Hình 4.5)*
*PHƯƠNG TRÌNH SCHRODINGER*
*Sự phụ thuộc của hàm sóng Ψ theo thời gian được xác định bởi toán tử H liên quan đến năng lượng của hệ đang xét.*

Tuy nhiên, việc dùng phương trình Schrodinger tính hàm sóng theo thời gian (tức là dự đoán những điều sẽ xảy ra trong tương lai) hiển nhiên thừa nhận rằng thời gian trôi đi một cách trơn tru mãi mãi tại khắp các điểm trong không gian. Điều này rõ ràng là đúng trong vật lý Newton. Thời gian được cho là tuyệt đối, tức là mỗi sự kiện trong lịch sử của vũ trụ được đánh dấu bởi một con số được gọi là thời gian và chuỗi con số đó trôi một cách trơn

https://thuviensach.vn

tru từ vô hạn trong quá khứ đến vô hạn trong tương lai. Đó có thể nói là cảm nhận chung về thời gian và là cách nhìn mà phần đông mọi người thậm chí là phần đông các nhà vật lý tâm niệm. Tuy nhiên vào năm 1905, như chúng ta đã thấy, thuyết tương đối hẹp đã vứt bỏ khái niệm thời gian tuyệt đối, trong đó, thời gian tự nó không còn là một đại lượng độc lập của một thể liên tục bốn chiều được gọi là không thời gian. Trong thuyết tương đối hẹp, các nhà quan sát khác nhau chuyển động với các vận tốc khác nhau trong không thời gian theo các hướng khác nhau. Mỗi nhà quan sát có phép đo thời gian riêng của anh ta hoặc cô ta dọc theo hướng mà anh hoặc cô ta đang chuyển động. Và các nhà quan sát khác nhau sẽ đo được các khoảng thời gian khác nhau giữa các sự kiện (hình 4.6).

*(Hình 4.6)*

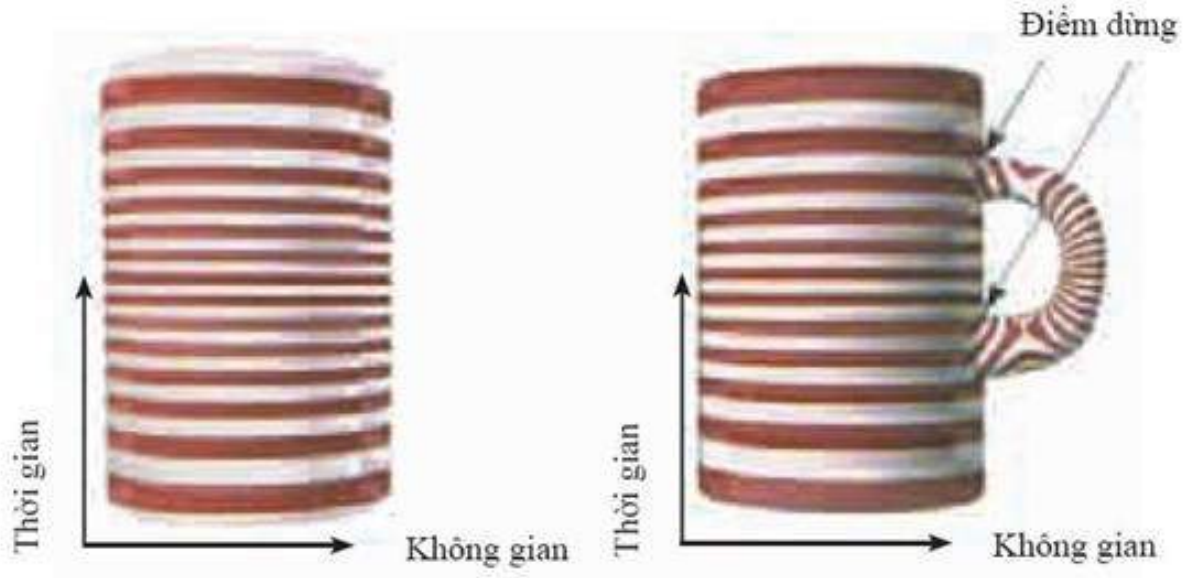
*Trong không thời gian phẳng của thuyết tương đối hẹp, những người quan sát chuyển động với các tốc độ khác nhau sẽ có các phép đo thời gian khác nhau, nhưng chúng ta có thể dùng phương trình Schrodinger trong bất kỳ thời gian nào để đoán được hàm sóng trong tương lai.*

Do đó, trong thuyết tương đối hẹp, không có thời gian tuyệt đối để chúng ta có thể đánh dấu các sự kiện. Tuy nhiên không thời gian trong thuyết tương đối hẹp lại phẳng. Điều này có nghĩa là, trong thuyết tương đối hẹp, thời gian được đo bởi bất kỳ nhà quan sát chuyển động tự do sẽ tăng một cách trơn tru trong không thời gian từ âm vô cùng của quá khứ vô cùng đến dương vô cùng của tương lai vô cùng. Chúng ta có thể dùng bất kỳ phép đo thời gian nào trong phương trình Schrodinger để tính sự phụ thuộc của hàm sóng vào thời gian. Vậy nên, trong thuyết tương đối hẹp, chúng ta vẫn có một kiểu quyết định luận lượng tử.

Trong thuyết tương đối rộng thì tình huống lại khác đi vì không thời gian không còn phẳng mà bị bẻ cong bởi vật chất và năng lượng trong đó. Trong hệ mặt trời của chúng ta, ít nhất là trên nấc thang vĩ mô, độ cong của không

https://thuviensach.vn

thời gian nhỏ đến nỗi nó không ảnh hưởng đến quan niệm chung của chúng ta về thời gian. Trong trường hợp đó, chúng ta vẫn có thể dùng thời gian trong phương trình Schrodinger để biết sự phụ thuộc của hàm sóng vào thời gian. Tuy nhiên, một khi chúng ta cho phép không thời gian có thể bị cong thì khả năng, trong đó không thời gian có một cấu trúc không cho phép thời gian tăng một cách trơn tru đối với mỗi nhà quan sát như chúng ta trông đợi, có thể xảy ra. Ví dụ, không thời gian giống như một hình trụ thẳng đứng (hình 4.7).




*(Hình 4.7)*
*THỜI GIAN DỪNG*

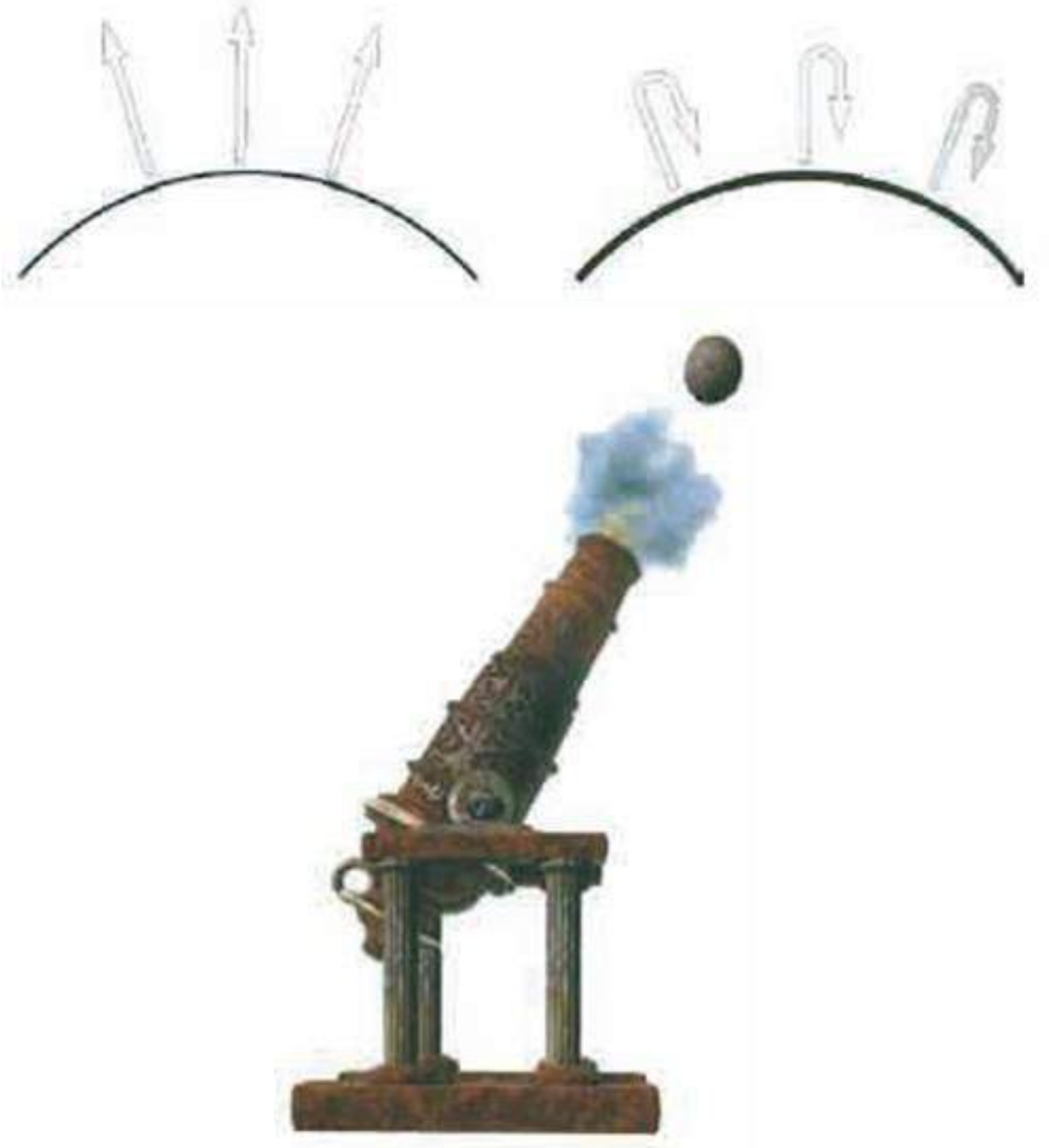
*Một phép đo thời gian có thể nhất thiết phải có một điểm dừng mà tại đó quai cầm của chiếc cốc tiếp xúc với phần trụ chính: tại các điểm đó, thời gian sẽ dừng. Tại các điểm như thế, thời gian không tăng theo bất kỳ hướng nào. Do đó, ta có thể dùng phương trình Schrodinger để tiên đoán hàm sóng trong tương lai.*

Chiều cao của hình trụ có thể là phép đo thời gian, thời gian tăng đối với mỗi người quan sát và chạy từ âm vô cùng đến dương vô cùng. Tuy nhiên, hãy tưởng tượng rằng, thay cho hình trụ đó là một hình trụ với một cái quai (hoặc là một "hố giun" (wormhole)) tách rời khỏi hình trụ sau đó lại nhập lại. Do đó, bất kỳ phép đo thời gian nào đều có các điểm dừng tại nơi mà cái quai nhập vào hình trụ chính: các điểm mà tại đó thời gian dừng lại. Tại các điểm này thời gian không tăng đối với bất kỳ người quan sát nào. Trong một không thời gian như vậy chúng ta không thể dùng phương trình Schrodinger để biết được sự phụ thuộc của hàm sóng vào thời gian. Hãy cẩn thận với các hố giun: bạn không bao giờ biết được cái gì sẽ chui ra từ đó.

Các hố đen là nguyên nhân để chúng ta nghĩ thời gian không tăng đối với các nhà quan sát. Thảo luận đầu tiên về hố đen xuất hiện vào năm 1783. Một cựu giáo sư của đại học Cambridge, John Michell đã trình bày luận cứ sau đây: nếu ai đó bắn một hạt, như là một viên đạn đại bác chẳng hạn, thẳng lên

https://thuviensach.vn

trời thì chuyển động lên trên sẽ bị chậm lại do lực hấp dẫn và cuối cùng là hạt sẽ dừng chuyển động lên trên và sẽ rơi trở lại (hình 4.8). Tuy vậy nếu vận tốc bắn ban đầu lớn hơn một vận tốc tới hạn được gọi là vận tốc thoát thì lực hấp dẫn sẽ không đủ mạnh để dừng hạt đó lại và hạt đó sẽ bay đi. Trên trái đất, vận tốc thoát vào khoảng 12 km/giây; trên mặt trời thì giá trị đó vào khoảng 618 km/giây.



*(Hình 4.8)*

Cả hai vận tốc thoát đó đều lớn hơn nhiều vận tốc của các viên đạn đại bác nhưng lại nhỏ hơn vận tốc ánh sáng (vào khoảng 300.000 km/giây). Vậy nên ánh sáng có thể thoát khỏi trái đất và mặt trời một cách không mấy khó khăn.

https://thuviensach.vn

Nhưng Michell lại lý luận rằng có thể có các ngôi sao lớn hơn nhiều lần mặt trời và có vận tốc thoát lớn hơn vận tốc ánh sáng (hình 4.9). Chúng ta không thể nhìn thấy các ngôi sao đó vì bất kỳ tia sáng nào được phóng đi sẽ bị lực hấp dẫn của ngôi sao kéo trở lại.

*(Hình 4.9)*

Ý tưởng về các ngôi sao tối của Michell dựa trên nền vật lý của Newton, trong đó thời gian là tuyệt đối và thời gian không đếm xỉa đến những sự kiện xảy ra. Vậy nên, trong bức tranh vật lý cổ điển của Newton, các ngôi sao đen không ảnh hưởng đến khả năng tiên đoán tương lai của chúng ta. Nhưng trong thuyết tương đối rộng, trong các vật thể khổng lồ làm cong không thời gian thì tình huống lại khác hẳn.

Năm 1916, ngay sau khi thuyết tương đối rộng được đưa ra lần đầu tiên, Karl Schwarzschild (ông đã mất ngay sau khi mắc bệnh ở mặt trận với Nga trong đại chiến thế giới lần thứ nhất) đã tìm thấy một nghiệm của các phương trình trường của thuyết tương đối rộng biểu diễn cho một hố đen. Trong rất nhiều năm, người ta không hiểu hoặc không nhận ra tầm quan trọng của những điều mà Schwarzschild đã tìm ra. Bản thân Einstein cũng

https://thuviensach.vn

không bao giờ tin vào các hố đen và quan điểm của ông cũng được phần lớn các nhà khoa học có uy tín về thuyết tương đối chia sẻ. Tôi còn nhớ chuyến đi Paris để trình bày một báo cáo về phát hiện của tôi cho rằng thuyết lượng tử ngụ ý các hố đen không hoàn toàn đen. Báo cáo của tôi khá tẻ nhạt vì vào lúc đó gần như không có ai ở Paris tin vào các hố đen. Người Pháp còn cảm thấy rằng cái tên *trou noir* mà họ dịch ra tiếng Pháp có nghĩa hơi tục tĩu và nên thay bằng cái tên *astre occlu* tức là "ngôi sao ẩn" (hidden star). Tuy vậy, dù là ngôi sao ẩn hoặc bất kỳ tên nào khác cũng không nhận được sự nhìn nhận của công chúng bằng cái tên *hố đen*. Đây là tên do Archibald Wheeler đưa ra. Ông là một nhà vật lý Mỹ, người đã gây nhiều cảm hứng cho các công trình trong lĩnh vực này.

*JOHN WHEELER*

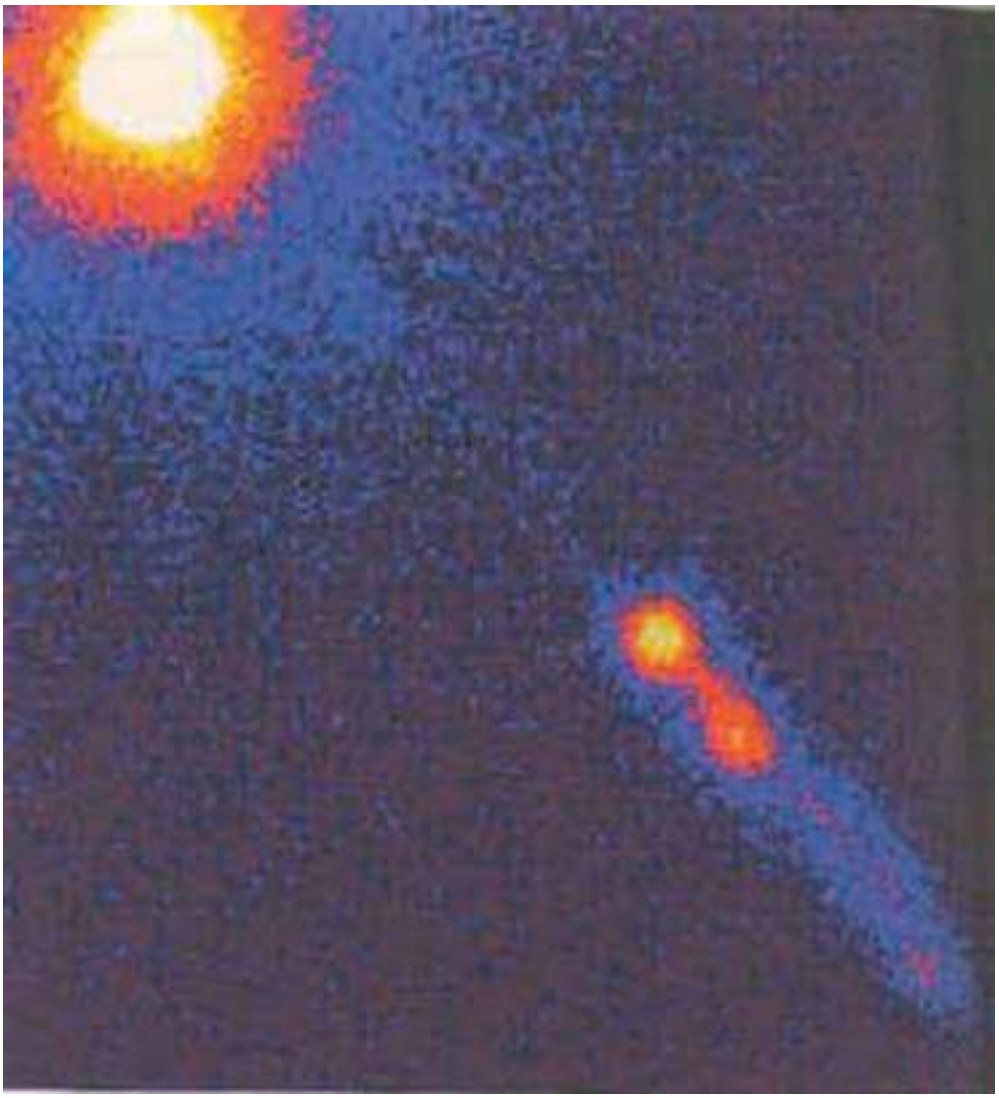
*John Chibald Wheeler sinh năm 1911 tại Jacksonville, Florida, Hoa Kỳ. Ông lấy bằng tiến sỹ về tán xạ của ánh sáng lên nguyên tử Helium ở đại học John Hopkins năm 1933. Năm 1938 ông làm việc cùng nhà vật lý Đan Mạch Niels Bohr để phát triển lý thuyết phân hạch. Sau đó một thời gian, ông làm việc cùng với sinh viên của ông là Richard Feynman, tập trung nghiên cứu nhiệt động học; nhưng ngay sau khi Hoa Kỳ tham gia đại chiến thế giới 2, cả hai đều đóng góp vào sự án Mahattan.*

*Vào những năm đầu thập kỷ 50, lấy cảm hứng từ công trình về sự suy sụp hấp dẫn của những ngôi sao nặng của Robert Oppenheimer vào năm 1939, Wheeler chuyển sang thuyết tương đối rộng của Einstein. Vào thời gian đó, phần lớn các nhà vật lý đều nghiên cứu vật lý hạt nhân và thuyết tương đối rộng không thực sự được coi là phù hợp với thế giới vật lý. Nhưng gần như một mình Wheeler đơn thương độc mã làm thay đổi lĩnh vực nghiên cứu thông qua các công trình của ông và thông qua việc giảng dạy khóa học đầu tiên về thuyết tương đối ở đại học Princeton.*

*Rất lâu sau, vào năm 1969, ông đưa ra khái niệm "hố đen", mà lúc bấy giờ chỉ có một số ít người tin rằng nó tồn tại, để chỉ trạng thái suy sụp của vật chất. Và từ công trình của Werner Israel, ông dự đoán rằng hố đen không có tóc, ám chỉ trạng thái suy sụp cả bất kỳ ngôi sao nặng không quay nào cũng có thể được mô tả bằng nghiệm Schswarzschild.*

Sự phát hiện ra các quasar vào năm 1963 đã gây ra một cuộc bùng phát các nghiên cứu lý thuyết về hố đen và các nỗ lực quan sát để nhìn thấy chúng (hình 4.10). Đây là bức tranh được ghép lại. Hãy xem xét những điều chúng ta tin về lịch sử của một ngôi sao có khối lượng lớn gấp hai mươi lần khối lượng mặt trời. Các ngôi sao như vậy được hình thành từ các đám mây khí như là các ngôi sao trong tinh vân Thiên Lang (Orion, hình 4.11). Khi các đám mây khí co lại dưới lực hấp dẫn của chính bản thân chúng, các khí này sẽ nung nóng và thậm chí trở nên đủ nóng để khởi động phản ứng nhiệt hạch biến hydro thành helium. Nhiệt tạo bởi quá trình này gây nên một áp suất giúp ngôi sao chống trọi lại lực hấp dẫn của nó và làm cho ngôi sao không bị co thêm nữa. Ngôi sao sẽ ở trạng thái này trong một thời gian dài, đốt cháy hydro và bức xạ ánh sáng vào không gian.

https://thuviensach.vn



*(Hình 4.10)*

*Quasar 3C273, nguồn phát sóng vô tuyến giả sao đầu tiên được phát hiện, phát ra một năng lượng rất lớn trong một vùng nhỏ. Cơ chế duy nhất để giải thích hiện tượng độ sáng cao như thế là vật chất đang rơi vào hố đen.*

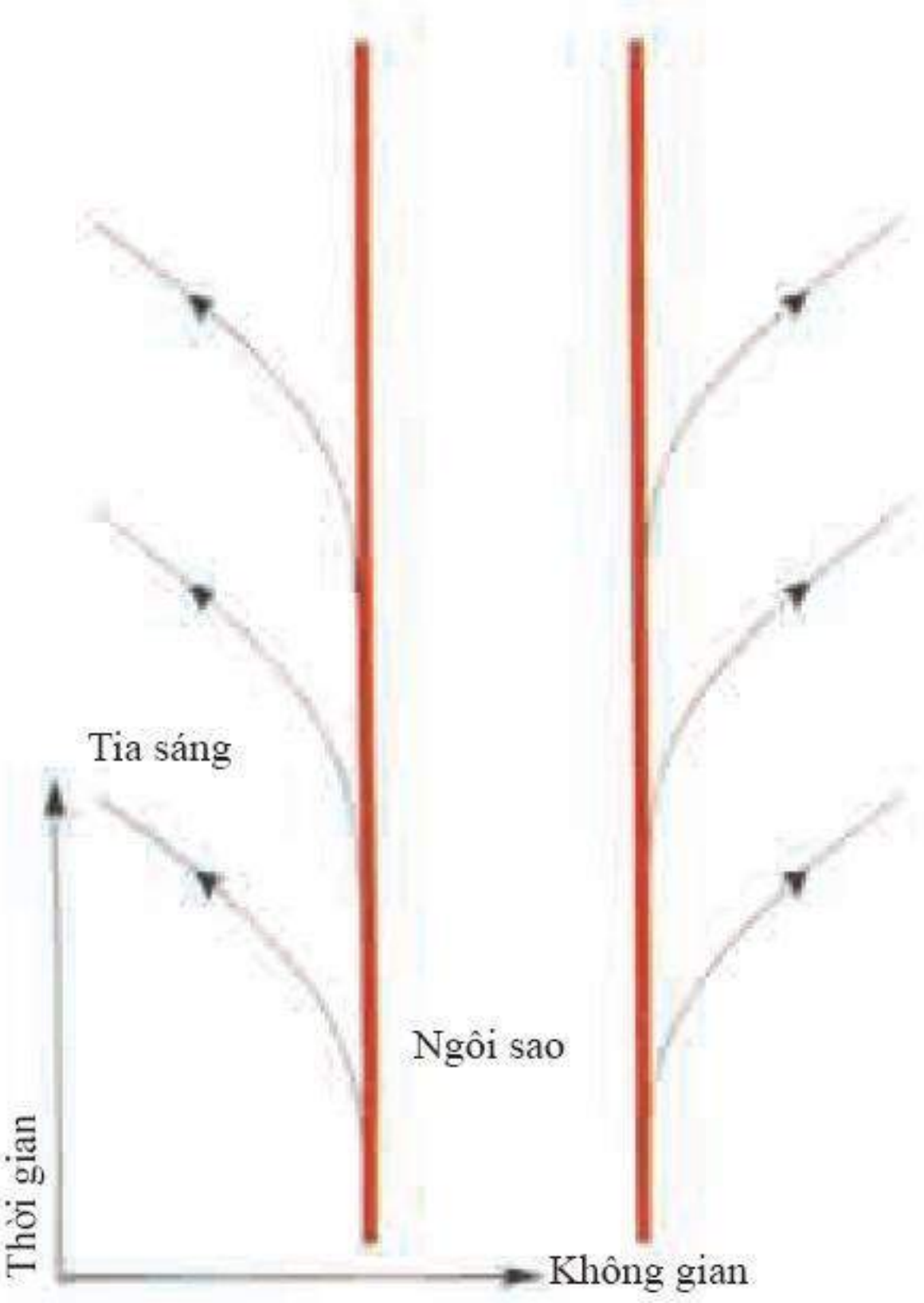
https://thuviensach.vn

*(Hình 4.11)*

*Các ngôi sao được hình thành từ các đám bụi khí giống như tinh vân Thiên Lang.*

Trường hấp dẫn của ngôi sao sẽ ảnh hưởng đến đường truyền của chùm sáng phát ra từ ngôi sao đó. Ta có thể vẽ một giản đồ với thời gian là trục thẳng đứng, khoảng cách từ tâm của ngôi sao là trục nằm ngang (hình 4.12). Trong giản đồ này, bề mặt của ngôi sao được biểu diễn bằng hai đường thẳng đứng nằm hai bên của tâm sao. Ta có thể đo thời gian bằng giây và khoảng cách bằng "giây ánh sáng" - khoảng cách mà ánh sáng đi được trong một giây. Khi ta dùng các đơn vị này thì tốc độ của ánh sáng là 1; tức là, tốc độ của ánh sáng là một giây ánh sáng trên giây. Giản đồ ngụ rằng, ở phía xa ngôi sao, xa trường hấp dẫn của nó thì đường truyền của tia sáng trên giản đồ là một đường thẳng tạo với trục thẳng đứng một góc 45 độ. Tuy nhiên, gần ngôi sao thì độ cong của không thời gian do khối lượng của ngôi sao gây ra sẽ làm thay đổi đường truyền của các tia sáng và làm cho chúng tạo với phương thẳng đứng một góc hẹp hơn.

https://thuviensach.vn




*(Hình 4.12)*

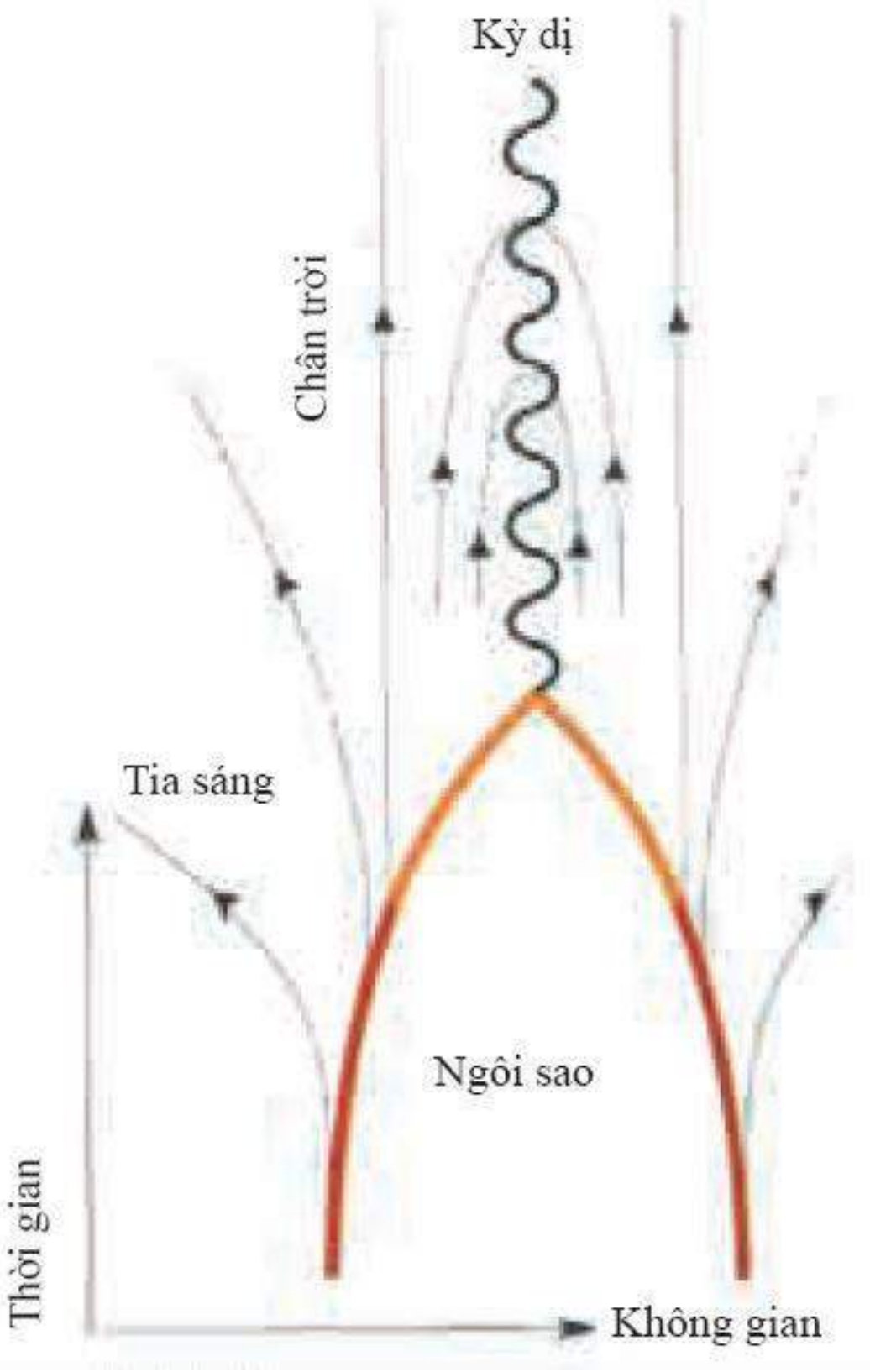
*Không thời gian xung quanh một ngôi sao không bị suy sập. Ánh sáng có thể thoát ra từ bề mặt ngôi sao (đường thẳng đứng màu đỏ). Ở xa ngôi sao, ánh sáng tạo với phương thẳng đứng một góc 45 độ, nhưng ở gần ngôi sao, khối lượng của ngôi sao làm cong không thời gian làm cho các tia sáng làm một góc nhỏ hơn với phương thẳng đứng.*

Các ngôi sao nặng sẽ đốt cháy hydro thành helium nhanh hơn mặt trời rất nhiều. Điều này có nghĩa là chúng sẽ cạn kiệt hydro chỉ trong một thời gian

https://thuviensach.vn

ngắn khoảng vài trăm triệu năm. Sau đó, các ngôi sao này sẽ đối mặt với một cuộc khủng hoảng. Chúng có thể đốt helium thành các nguyên tố nặng hơn như là carbon và oxygen, nhưng các phản ứng hạt nhân này không giải thoát nhiều năng lượng, do đó các ngôi sao sẽ mất nhiệt và mất đi áp suất nhiệt giúp ngôi sao chống lại lực hấp dẫn. Do đó các ngôi sao trở nên nhỏ hơn. Nếu khối lượng của chúng lớn hơn hai lần khối lượng mặt trời thì áp suất sẽ không bao giờ đủ để ngăn chặn quá trình co lại. Chúng sẽ suy sụp thành một điểm với mật độ vô hạn tạo nên cái gọi là điểm kỳ dị (hình 4.13). Trong giản đồ thời gian theo khoảng cách từ tâm ngôi sao, khi một ngôi sao co lại thì đường truyền của các tia sáng từ bề mặt ngôi sao sẽ tạo với đường thẳng đứng những góc nhỏ hơn và nhỏ hơn. Khi ngôi sao đạt đến một bán kính tới hạn xác định thì các đường truyền của tia sáng sẽ là đường thẳng đứng trên giản đồ, tức là ánh sáng sẽ đi trên một khoảng các cố định với tâm ngôi sao mà không bao giờ có thể thoát đi được. Đường truyền tới hạn của tia sáng sẽ lướt trên một bề mặt được gọi là chân trời sự kiện (event horizon) phân cách vùng không thời gian mà ánh sáng có thể thoát khỏi ngôi sao và vùng không thời gian mà ánh sáng không thể thoát được. Bất kỳ một tia sáng nào được ngôi sao phát đi sau khi đi qua chân trời sự kiện sẽ bị bẻ cong trở lại bởi độ cong của không thời gian. Ngôi sao sẽ trở thành một trong những ngôi sao đen của Michell, hoặc như ngày nay chúng ta nói, một hố đen.

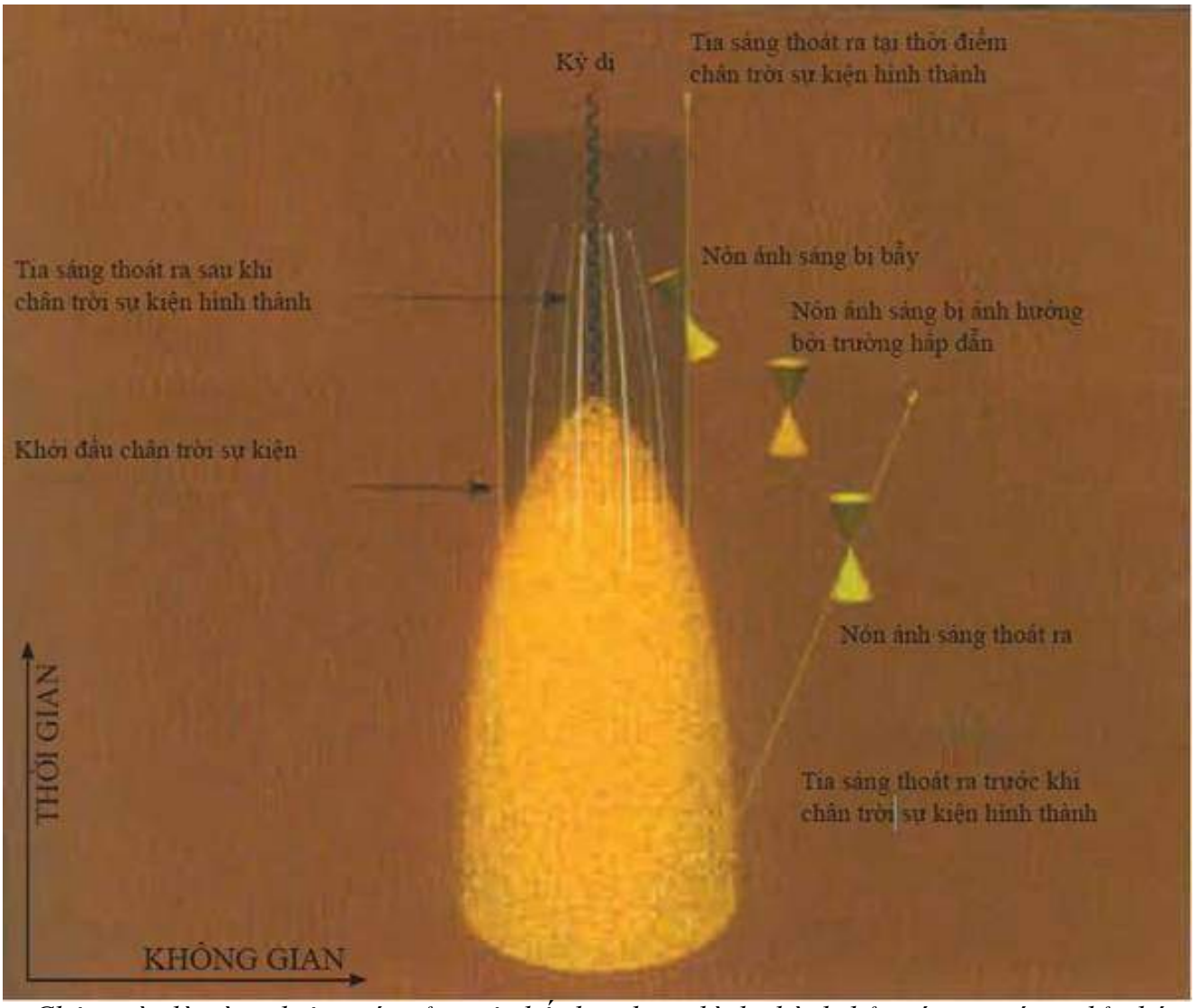
https://thuviensach.vn




*(Hình 4.13)*

*Nếu một ngôi sao suy sập (đường màu đỏ cắt nhau tại một điểm) không thời gian bị bẻ cong đến nỗi ánh sáng gần bề mặt bị hướng vào trong. Một hố đen được hình thành, một vùng không thời gian mà ánh sáng từ đó không thể thoát ra được.*

https://thuviensach.vn

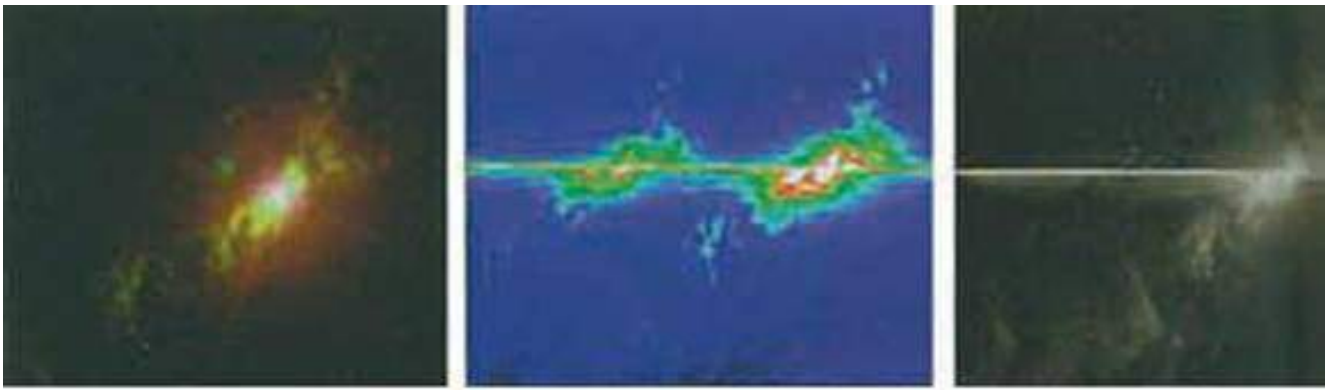



*Chân trời là vùng biên giới của một hố đen được hình thành bởi các tia sáng chỉ chớm không thoát khỏi hố đen và giữ một khoảng cách không đổi với tâm của hố đen.*

Làm thế nào để có thể ghi nhận một hố đen nếu không một tia sáng nào có thể thoát khỏi nó? Câu trả lời là hố đen vẫn tạo ra một lực hút hấp dẫn không đổi lên các vật thể lân cận khi ngôi sao bị suy sụp. Nếu mặt trời là một hố đen hoặc trở thành một hố đen mà không mất đi khối lượng của nó thì thì các hành tinh vẫn quay như chúng đang quay hiện nay.

Có một cách để tìm kiếm các hố đen đó là tìm kiếm vật chất quay xung quanh một vật thể khổng lồ, đặc và không nhìn thấy. Người ta đã quan sát rất nhiều các hệ như thế. Có lẽ ấn tượng nhất là các hố đen khổng lồ xuất hiện ở tâm của các thiên hà và các quasar (hình 4.15).

https://thuviensach.vn



*(Hình 4.15)*
*MỘT HỐ ĐEN Ở TÂM THIÊN HÀ*

Trái: *Phát hiện thiên hà NGC 4151 từ ống kính thiên hà trường rộng.*

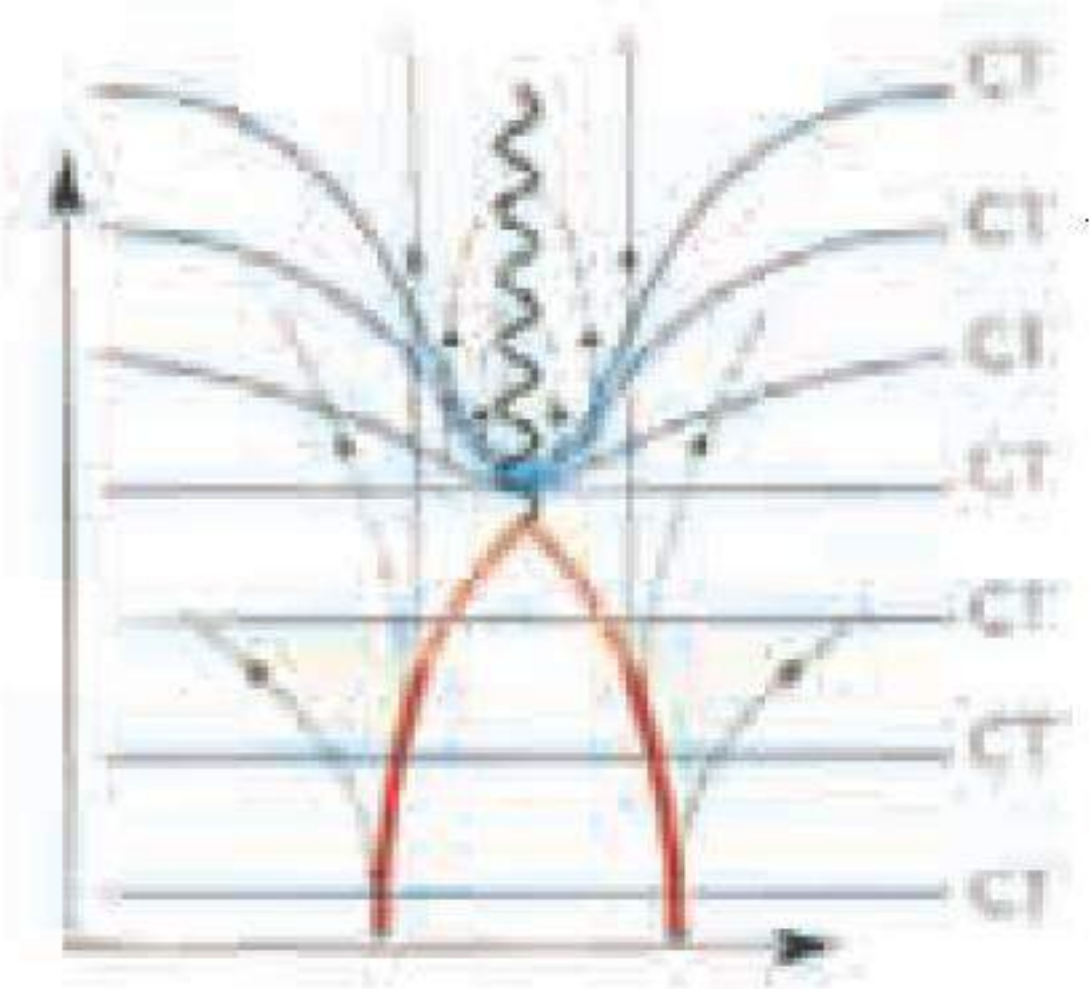
Giữa: *Đường nằm ngang bức hình là ánh sáng phát ra từ một hố đen ở tâm thiên hà 4151.*

Phải: *Hình này cho thấy tốc độ phát ra oxygen. Tất cả các bằng chứng đều cho thấy rằng NGC 4151 có chứa một hố đen có khối lượng bằng một trăm triệu lần khối lượng mặt trời.*

Các tính chất của hố đen đã được thảo luận cho đến nay không gây nên vấn đề lớn nào cho quyết định luận. Thời gian sẽ kết thúc đối với nhà du hành vũ trụ rơi vào hố đen và chạm vào điểm kỳ dị. Tuy nhiên, trong thuyết tương đối, người ta hoàn toàn tự do khi đo thời gian với các tốc độ khác nhau và tại các địa điểm khác nhau. Do đó, người ta có thể tăng tốc đồng hồ của nhà du hành vũ trụ khi anh ta hoặc cô ta tiến đến gần điểm kỳ dị, vậy nên, người ta vẫn ghi nhận được khoảng thời gian vô tận. Trên giản đồ thời gian - khoảng cách (hình 4.14), các mặt phẳng mà tại đó thời gian là hằng số sẽ rất dày đặc tại trung tâm - bên dưới điểm mà tại đó kỳ dị xuất hiện. Nhưng các mặt phẳng đó lại phù hợp với phép đo thời gian thông thường tại vùng không thời gian gần phẳng cách xa hố đen.

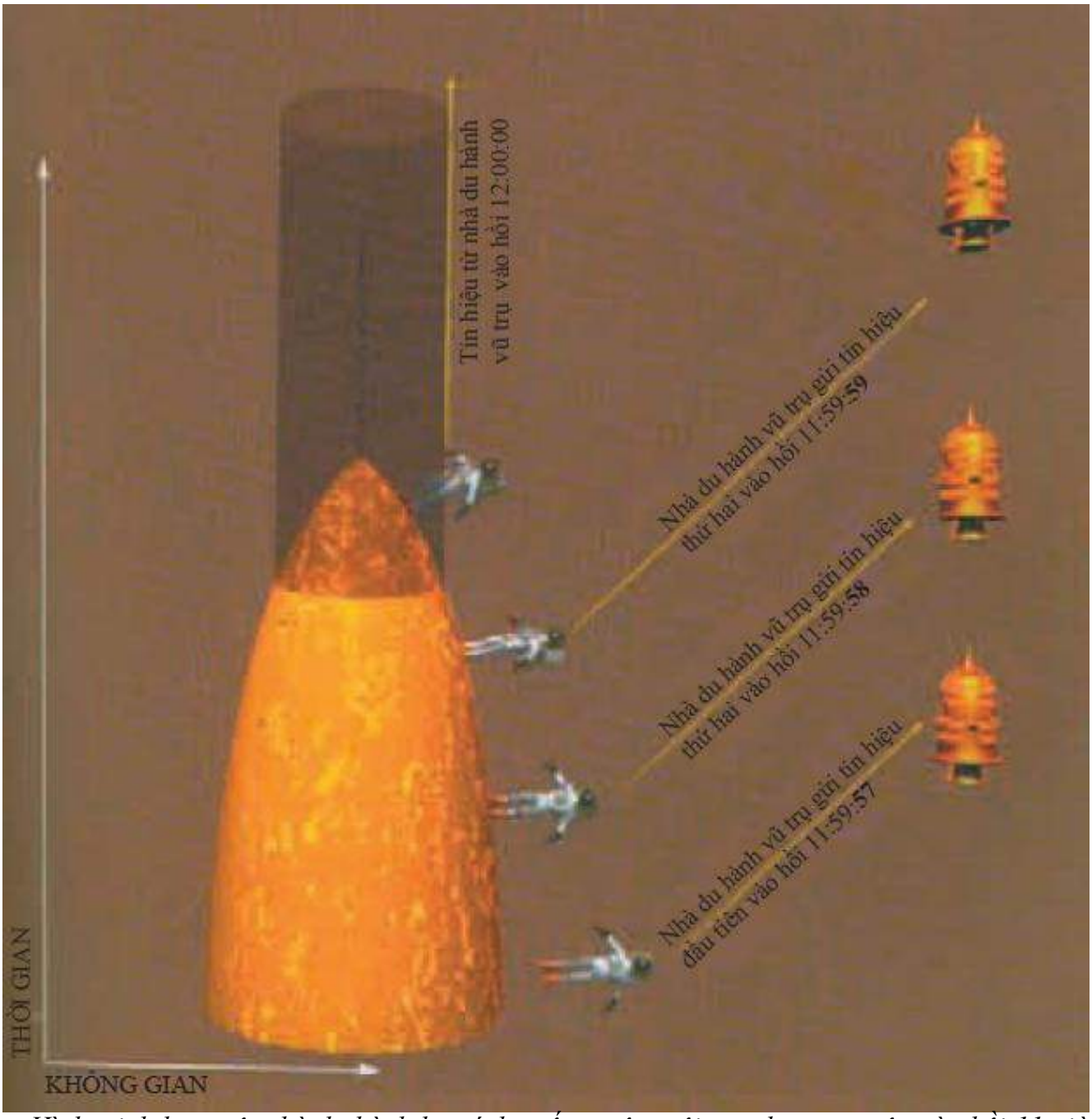
https://thuviensach.vn

(Hình 4.14)




CT: Đường đẳng thời gian

https://thuviensach.vn




*Hình minh họa một nhà du hành hạ cách xuống một ngôi sao đang suy sập vào hồi 11 giờ 59 phút 57 giây và chạm vào ngôi sao đang co lại tới bán kính tới hạn mà tại đó hấp dẫn mạnh đến nỗi không một tín hiệu nào có thể thoát ra được. Nhà du hành gửi tín hiệu từ đồng hồ của anh ta về phi thuyền đang quay cách quanh ngôi sao một khoảng cách tương đối lớn.*

*Một ai đó đang nhìn ngôi sao từ phía xa sẽ không bao giờ nhìn thấy nó đi qua đường chân trời vào hố đen. Thay vào đó, ngôi sao có vẻ như lượn lờ bên ngoài kích thước tới hạn và đồng hồ trên bề mặt ngôi sao sẽ chậm dần rồi tắt hẳn.*

Ta có thể dùng thời gian trong vùng không thời gian gần phẳng cho phương trình Schrodinger và tình hàm sóng tại các thời điểm sau đó nếu ta biết thời gian trước đó. Do đó, ta vẫn có quyết định luận. Tuy vậy, cũng đáng lưu ý rằng, tại các thời điểm sau, một phần của hàm sóng lại ở bên trong hố đen - nơi mà không ai bên ngoài có thể quan sát thấy hàm sóng đó. Vì thế, một người quan sát - người đủ nhạy cảm để không bị rơi vào hố đen, không thể chạy ngược phương trình Schrodinger để tính hàm sóng tại các thời điểm

https://thuviensach.vn

trước đó. Để làm điều đó, anh ta hoặc cô ta cần biết phần của hàm sóng nằm bên trong hố đen. Phần hàm sóng này có chứa các thông tin về những cái rơi vào hố đen. Rất có khả năng đó là một lượng lớn các thông tin vì hố đen với khối lượng và tốc độ quay đã cho có thể được tạo thành từ rất nhiều tập hợp các hạt khác nhau; hố đen không phụ thuộc vào bản chất vật thể suy sụp để tạo nên nó. John Wheeler gọi kết quả này là "hố đen không có tóc". Đối với người Pháp, điều này khẳng định các mối nghi ngờ của họ.

*Hố đen không có tóc*

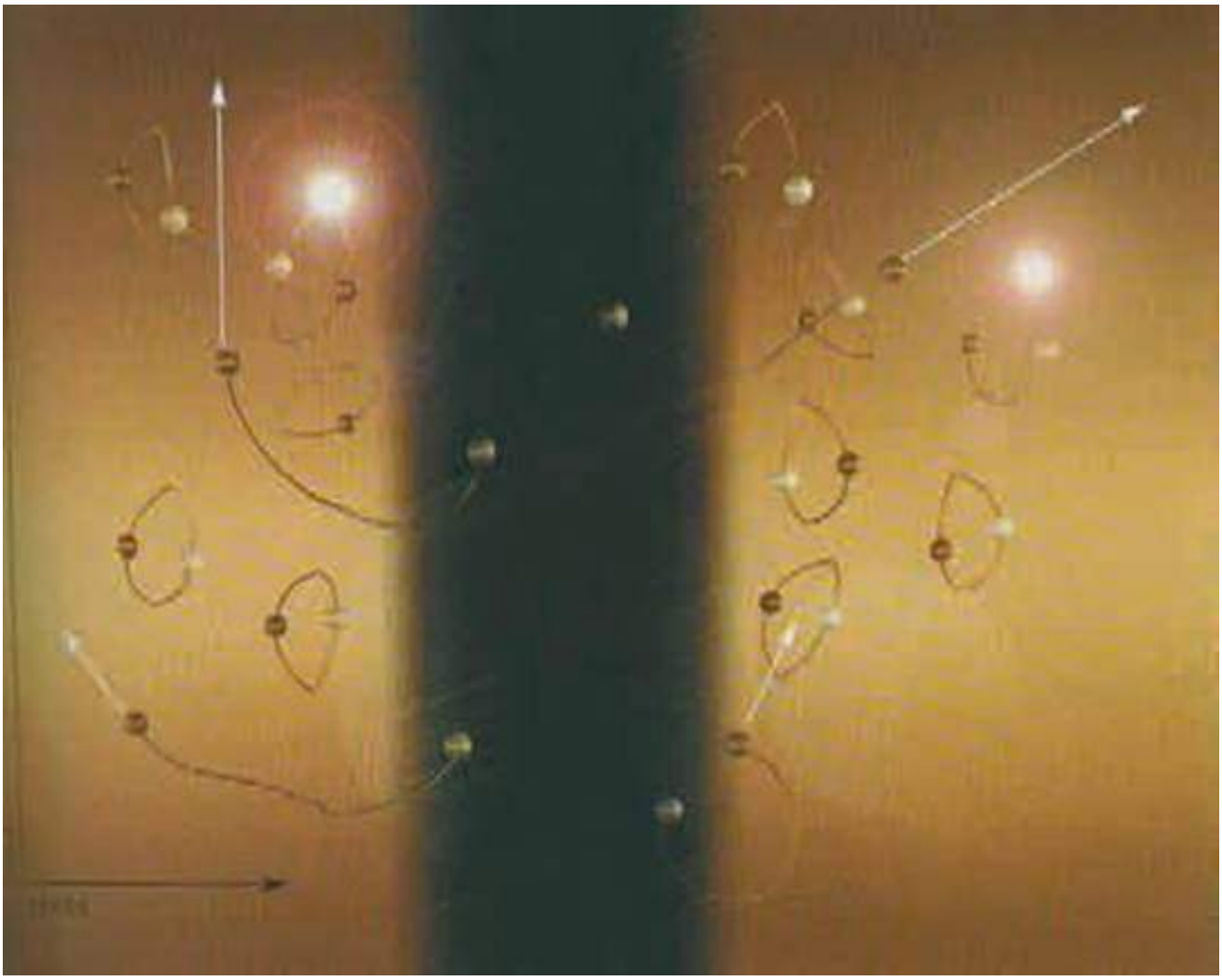
Khó khăn cho quyết định luận xuất hiện khi tôi thấy rằng các hố đen không phải là hoàn toàn đen. Như là ta đã thấy trong chương 2, thuyết lượng tử ngụ ý rằng các trường có thể không hoàn toàn bằng không ngay cả trong cái mà ta gọi là chân không. Nếu chúng bằng không thì chúng sẽ có cả vị trí tại điểm không và tốc độ thay đổi hay còn gọi là vận tốc cũng bằng không. Điều ngày vi phạm nguyên lý bất định nói rằng người ta không thể xác định chính xác vận tốc và vị trí. Thay vào đó, tất cả các trường cần phải có một cái gọi là thăng giáng chân không nhất định (tương tự như là con quay trong chương 2 phải có thăng giáng điểm không). Thăng giáng chân không có thể được giải thích theo một vài cách có vẻ khác nhau nhưng thực tế là chúng tương đương với nhau về mặt toán học. Trên quan điểm thực chứng, ta không bị bó buộc khi sử dụng bất kỳ mô hình nào hiệu quả nhất cho bài toán đặt ra. Trong trường hợp này, sẽ rất có ích khi coi thăng giáng chân không như các cặp hạt ảo xuất hiện cùng nhau tại một điểm trong không thời gian, chuyển động ra xa nhau rồi quay trở lại với nhau và hủy nhau lẫn nhau. "Ảo" có nghĩa là các hạt này không thể được quan sát một cách trực tiếp, nhưng ta có

https://thuviensach.vn

thể đo được các hiệu ứng gián tiếp, và các phép đo này phù hợp với các tiên đoán lý thuyết với một độ chính xác đáng kể (hình 4.16).

*(Hình 4.16)*
*Trong không gian trống rỗng, các cặp hạt xuất hiện trong khoảnh khắc rồi hủy lẫn nhau.*

https://thuviensach.vn



*(Hình 4.17)*

*Các hạt ảo xuất hiện và hủy lẫn nhau ở gần chân trời sự kiện của hố đen.*

*Một hạt bị rơi vào hố đen trong khi hạt kia thoát ra ngoài. Từ bên ngoài chân trời sự kiện dường như hố đen đang bức xạ các hạt ra không gian.*

Nếu hố đen hiện diện thì một thành phần của cặp hạt có thể bị rơi vào hố đen để lại thành phần kia tự do thoát vào vô tận (hình 4.17). Đối với một người ở phía xa hố đen thì hạt thoát ra kia dường như được phát xạ từ hố đen. Ta trông đợi phổ của hố đen chính là phổ của một vật nóng với nhiệt độ tỷ lệ với trường hấp dẫn tại chân trời sự kiện - biên giới của hố đen. Nói cách khác, nhiệt độ của hố đen phụ thuộc vào kích thước của nó.

*NHIỆT ĐỘ CỦA HỐ ĐEN*

*Hố đen phát xạ giống như một vật nóng có nhiệt độ (**T**) và chỉ phụ thuộc vào khối lượng của nó. Nói chính xác hơn là nhiệt độ đó cho bởi công thức sau:*

$$T = hc^3/8\pi kGM$$

*Trong công thức này (**c**) là vận tốc ánh sáng, (**h**) là hằng số Plank, (**G**) là hằng số hấp dẫn Newton, (**k**) là hằng số Boltzman.*

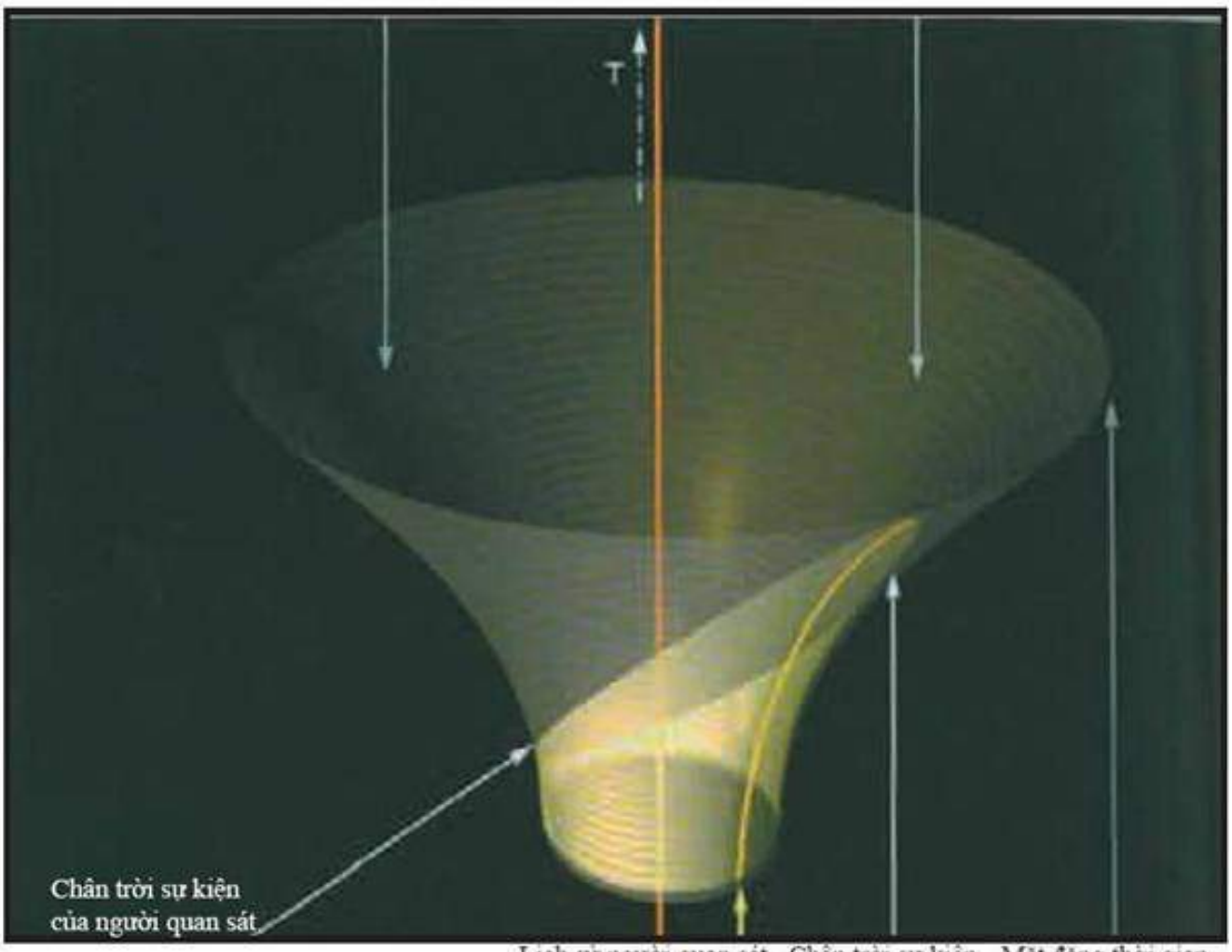
*Cuối cùng là (**M**) là khối lượng của hố đen, do đó, hố đen càng nhỏ thì nhiệt độ càng cao. Công thức này cho chúng ta thấy rằng, nhiệt độ của một hố đen có khối lượng bằng vài lần khối lượng mặt trời có nhiệt độ chỉ khoảng một phần triệu độ trên không độ tuyệt đối.*

Một hố đen có khối lượng gấp vài lần khối lượng mặt trời sẽ có nhiệt độ

https://thuviensach.vn

khoảng một phần triệu độ trên không độ tuyệt đối, và một hố đen lớn hơn lại có nhiệt độ thấp hơn. Do vậy, bất kỳ bức xạ lượng tử nào từ các hố đen như thế sẽ bị chìm hoàn toàn trong bức xạ 2,7 độ còn sót lại từ vụ nổ lớn - bức xạ phông vũ trụ mà ta đã thảo luận trong chương 2. Ta có thể ghi được bức xạ từ các hố đen nhỏ hơn và nóng hơn, nhưng dường như không có nhiều các hố đen như thế. Thật đáng tiếc! Nếu người ta phát hiện ra một hố đen thì tôi sẽ được giải Nobel. Tuy nhiên chúng ta vẫn có những bằng chứng khả quan gián tiếp về bức xạ này, bằng chứng này đến từ vũ trụ sơ khai. Như đã mô tả trong chương 3, người ta cho rằng vào những giai đoạn rất sớm trong lịch sử, vũ trụ trải qua một thời kỳ lạm phát, khi đó vũ trụ giãn nở với một tốc độ chưa từng có. Quá trình giãn nở trong thời kỳ này nhanh đến nỗi một số vật thể ở quá xa chúng ta và ánh sáng của chúng không bao giờ đến được với chúng ta. Vũ trụ giản nở quá nhiều và quá nhanh trong khi ánh sáng từ chúng truyền vẫn hướng về chúng ta. Do đó sẽ có một chân trời trong vũ trụ giống như chân trời của hố đen, phân cách vùng mà ánh sáng từ đó có thể đến với chúng ta và vùng mà ánh sáng không thể đến với ta được (hình 4.18).

Các sự kiện mà người quan sát không bao giờ nhìn thấy




https://thuviensach.vn

*(Hình 4.18)*

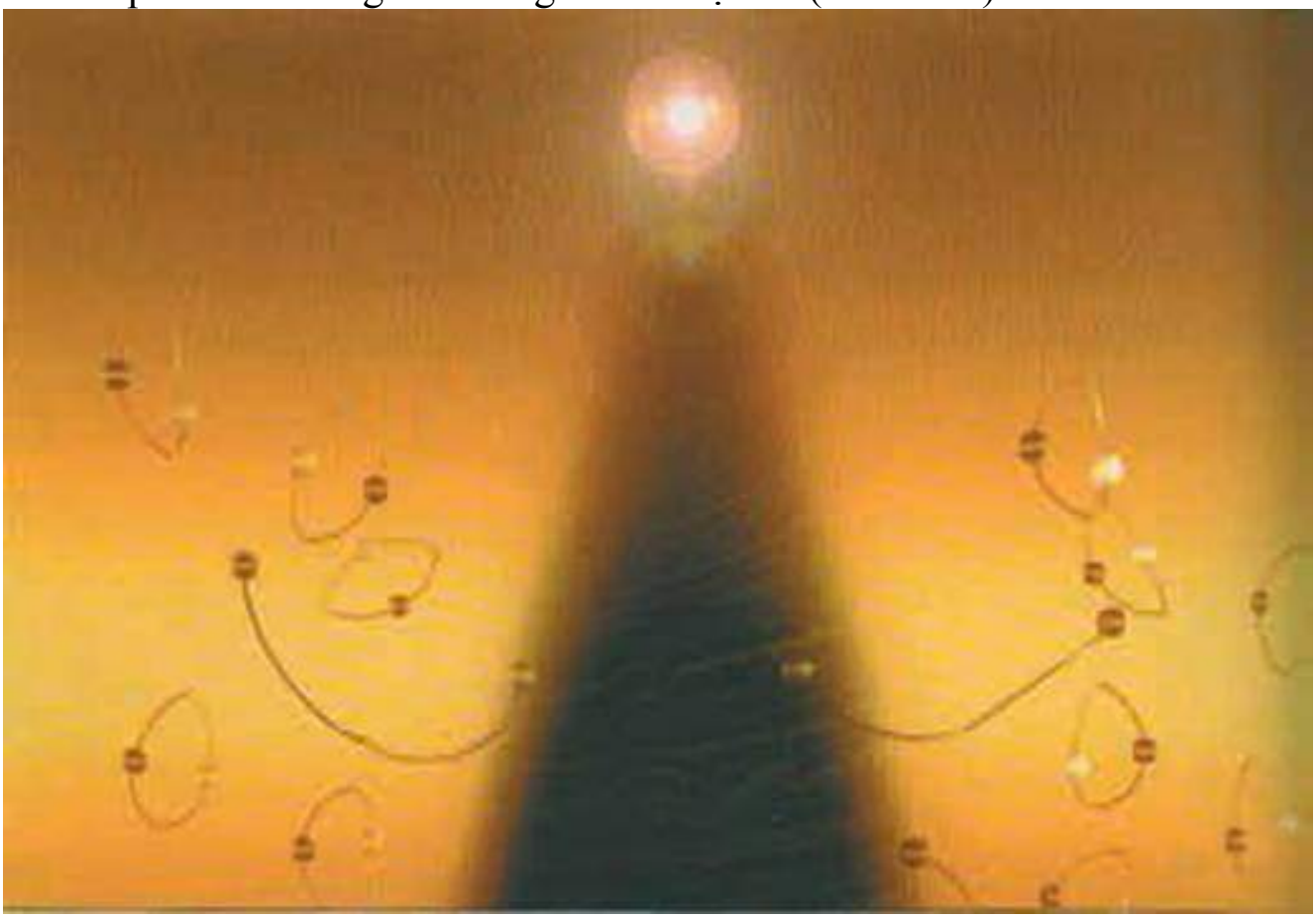
*Nghiệm "de Sitter" của các phương trình trường của thuyết tương đối biểu diễn một vũ trụ giãn nở theo kiểu lạm phát. Trên giản đồ, thời gian hướng lên trên và kích thước của vũ trụ theo phương nằm ngang. Khoảng cách về không gian tăng nhanh đến mức ánh sáng từ các thiên hà xa xôi không bao giờ có thể đến với chúng ta, và do đó, có một chân trời sự kiện giống chân trời sự kiện của hố đen, một biên giới ngăn cách những vùng vũ trụ ta không thể quan sát được.*

Các lập luận tương tự cho thất rằng có một bức xạ nhiệt từ chân trời này giống như bức xạ nhiệt từ chân trời của hố đen. Từ bức xạ nhiệt, chúng ta muốn biết phổ đặc trưng của các thăng giáng mật độ. Ở đây, các thăng giáng mật độ này cũng giãn nở cùng vũ trụ. Khi kích thước của chúng trở lên lớn hơn kích thước của chân trời sự kiện thì chúng sẽ bị đóng băng, cho nên ngày nay ta có thể thấy chúng như là những thăng giáng nhỏ trong nhiệt độ của bức xạ phông vũ trụ còn lại từ thời kỳ sơ khai của vũ trụ. Các thăng giáng quan sát phù hợp với các tiên đoán về thăng giáng nhiệt với độ chính xác cao.

Thậm chí nếu bằng chứng thực nghiệm về bức xạ của hố đen không trực tiếp cho lắm thì tất cả những ai nghiên cứu vấn đề này đều đồng ý rằng bằng chứng đó cần phải phù hợp với các lý thuyết khác mà đã được kiểm chứng bằng các quan sát. Điều này có ý nghĩa rất quan trọng đối với quyết định luận. Bức xạ từ hố đen sẽ mang năng lượng đi, điều này có nghĩa là hố đen sẽ mất năng lượng và trở nên nhỏ đi. Và sự nhỏ đi này, đến lượt nó, có nghĩa là nhiệt độ của hố đen sẽ tăng và tốc độ bức xạ cũng sẽ tăng. Cuối cùng thì hố đen sẽ giảm đến khối lượng bằng không. Lúc đó thì ta không biết làm thế nào để có thể tính được việc gì sẽ xảy ra, nhưng kết quả duy nhất hợp lý và đương nhiên là hố đen dường như biến mất hoàn toàn. Thế thì cái gì sẽ xảy ra sau đó đối với phần hàm sóng nằm trong hố đen và thông tin về những cái đã rơi vào hố đen mà phần hàm sóng đó có? Dự đoán đầu tiên có thể là phần hàm sóng này, và các thông tin mà nó mang, sẽ thoát ra khi hố đen cuối cùng thì cũng biến mất. Tuy nhiên, thông tin không được truyền đi một cách miễn phí, người ta nhận ra điều đó khi nhận được hóa đơn điện thoại!

https://thuviensach.vn

Thông tin cần năng lượng mang nó đi và lại có rất ít năng lượng còn sót lại ở trạng thái cuối cùng của hố đen. Cách duy nhất có vẻ hợp lý để thông tin bên trong có thể đi được ra ngoài là nó sẽ thoát ra liên tục với bức xạ chứ không đợi đến trạng thái cuối cùng này. Tuy nhiên, theo bức tranh về một hạt của cặp hạt ảo bị rơi vào hố đen và hạt kia thoát ra ngoài, ta không trông đợi hạt thoát ra ngoài có liên hệ với hạt bị rơi vào hố đen hoặc mang đi thông tin về hạt bị rơi vào hố đen. Do vậy câu trả lời duy nhất dường như là thông tin của phần hàm sóng bên trong hố đen bị mất (hình 4.19).



https://thuviensach.vn

*(Hình 4.19)*

*Bức xạ nhiệt từ chân trời sự kiện của hố đen mang năng lượng dương đi làm giảm khối lượng của nó. Vì mất đi khối lượng, nhiệt độ của hố đen tăng lên và tốc độ bức xạ cũng gia tăng làm cho khối lượng của nó giảm đi càng nhanh. Chúng ta không biết điều gì xảy ra nếu khối lượng trở lên cực nhỏ, nhưng kết quả hợp lý nhất có thể là hố đen biến mất hoàn toàn.*

Sự mất mát thông tin như thế có hàm ý rất quan trọng với quyết định luận. Để bắt đầu, ta hãy lưu ý rằng, thậm chí, nếu bạn biết hàm sóng sau khi hố đen biến mất thì bạn cũng không thể chạy ngược phương trình Schrodinger và tính xem hàm sóng đó như thế nào trước khi hố đen được hình thành. Hàm sóng trước đó phụ thuộc một phần vào hàm sóng bị mất trong hố đen. Chúng ta đã từng nghĩ là chúng ta biết quá khứ một cách chính xác. Tuy nhiên, nếu thông tin bị mất trong hố đen thì suy nghĩ đó không còn đúng nữa. Bất kỳ điều gì cũng có thể xảy ra.

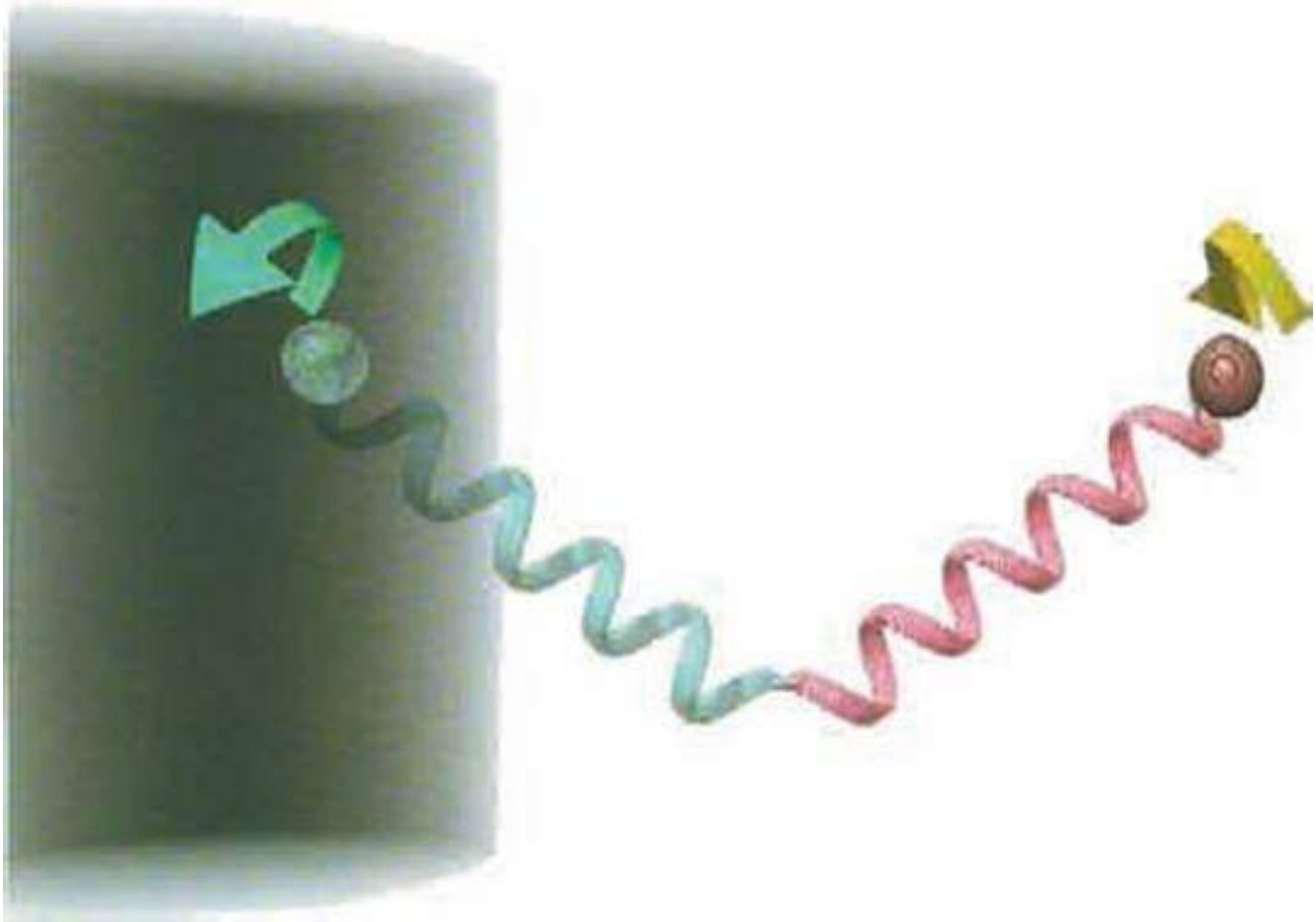
Mặc dù vậy thì nói chung mọi người như là các nhà du hành vũ trụ và những người tư vấn cho họ quan tâm đến việc tiên đoán tương lai hơn là xem xét lại quá khứ. Thoạt nhìn, có vẻ như là việc mất một phần hàm sóng trong hố đen không ngăn cản chúng ta tiên đoán hàm sóng bên ngoài hố đen. Nhưng hóa ra sự mất mát này lại tác động đến tiên đoán như thế, như chúng ta sẽ thấy khi ta xem xét một thí nghiệm về tư duy do Einstein, Boris Podolsky và Nathan Rosen đề xuất vào những năm 1930.

Hãy hình dung một nguyên tử phóng xạ phân rã và phát ra hai hạt đi theo hai hướng ngược nhau với spin cũng ngược nhau. Một người quan sát mà chỉ nhìn vào một hạt thì không thể tiên đoán hạt đó sẽ quay phải hay quay trái. Nếu người quan sát đo được một hạt quay phải thì anh ta hoặc cô ta có thể đoán chắc chắn là hạt kia sẽ quay trái, và ngược lại (hình 4.20). Einstein cho rằng điều này chứng minh thuyết lượng tử thật nực cười: giả sử bây giờ hạt kia ở phía bên kia của thiên hà, người ta vẫn có thể biết ngay tức thì hướng quay của nó. Tuy vậy, phần lớn các nhà khoa học đồng ý rằng chính Einstein lầm lẫn chứ không phải thuyết lượng tử. Thí nghiệm về tư duy Einstein-Podolsky-Rosen không chứng minh rằng người ta có thể gửi thông tin nhanh hơn ánh sáng. Mà đó chính là điều nực cười. Người ta không thể *chọn* hạt quay phải để quan sát nên người ta không thể đoán trước được hạt ở phía xa người quan sát sẽ quay trái.

https://thuviensach.vn

*(Hình 4.20)*

*Trong thí nghiệm tư duy Einstein-Podolsky-Rosen, một người quan sát đo spin của một hạt sẽ biết hướng spin của hạt thứ hai.*



*(Hình 4.21)*

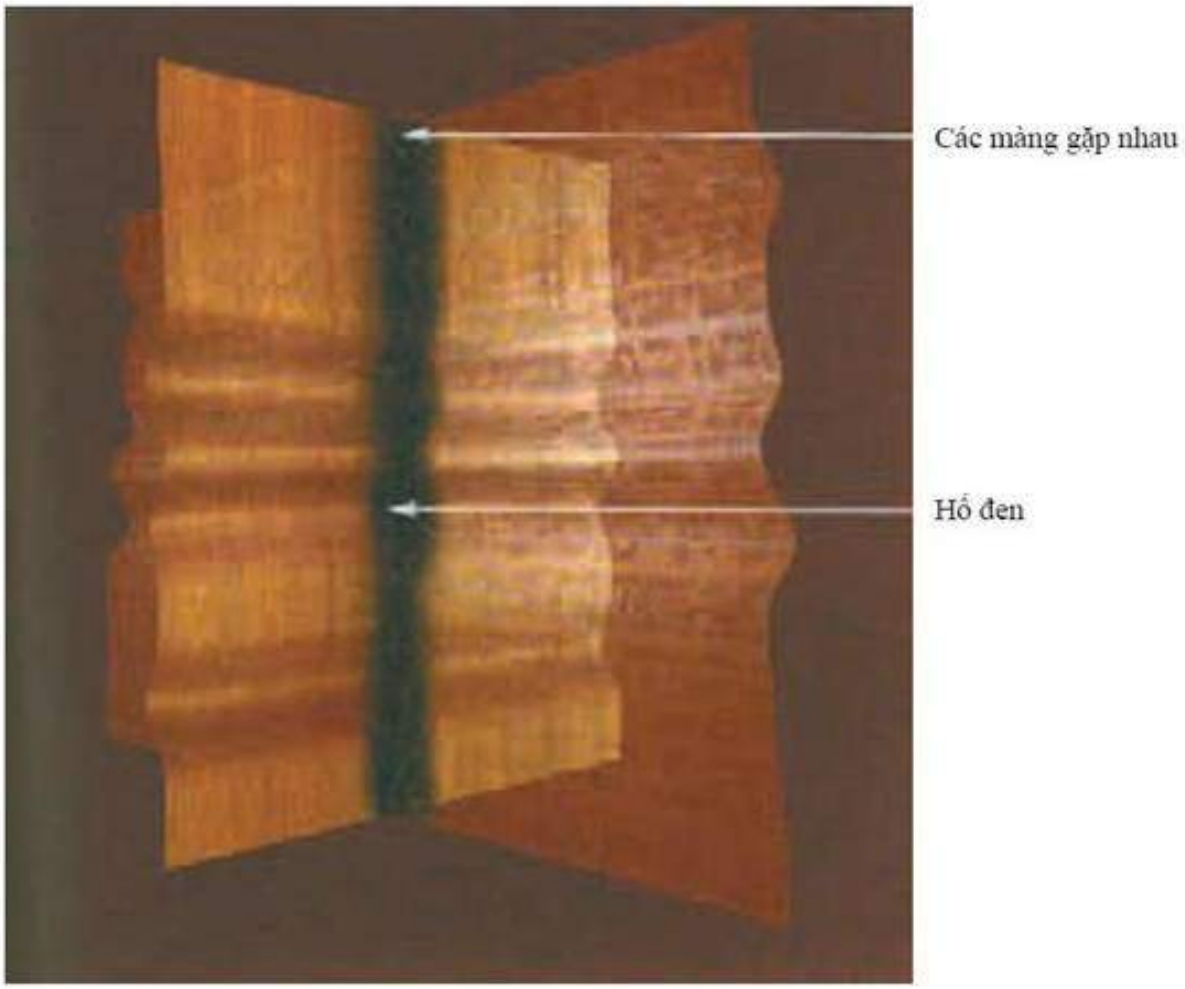
*Một cặp hạt ảo có một hàm sóng tiên đoán cả hai hạt có spin ngược nhau. Nhưng nếu một hạt bị rơi vào hố đen thì ta không thể đoán được chắc chắn spin của hạt còn lại.*

https://thuviensach.vn

Trên thực tế, thí nghiệm về tư duy này chính là những điều xảy ra với bức xạ hố đen. Cặp hạt ảo sẽ có một hàm sóng tiên đoán rằng hai hạt đó sẽ mãi có spin ngược nhau (hình 4.21). Điều mà chúng ta muốn làm đó là đoán spin và hàm sóng của hạt thoát ra. Ta có thể làm được điều này nếu ta có thể quan sát được hạt bị rơi vào hố đen. Nhưng hạt đó ở trong hố đen thì ta không thể đo được spin và hàm sóng của nó. Vậy nên ta không thể tiên đoán spin và hàm sóng của hạt thoát ra. Hạt đó có thể có các spin khác, các hàm sóng khác với các xác suất khác nhau, nhưng nó không có một spin hoặc một hàm sóng duy nhất. Vậy nên, khả năng tiên đoán tương lai của chúng ta dường như bị giới hạn hơn. Ý tưởng cổ điển của Laplace về việc ta có thể tiên đoán cả vị trí và vận tốc của hạt cần phải thay đổi khi nguyên lý bất định cho thấy rằng ta không thể đo chính xác cả vị trí và vận tốc. Tuy nhiên, người ta vẫn có thể đo được hàm sóng và sử dụng phương trình Schrodinger để biết tương lai sẽ như thế nào. Điều này cho phép ta chắc chắn đoán được tổ hợp của vị trí và vận tốc - đó là một nửa của những điều có thể đoán trước theo ý tưởng của Laplace. Chắc chắn là ta có thể tiên đoán các hạt có spin ngược nhau, nhưng nếu một hạt bị rơi vào hố đen thì chúng ta không thể tiên đoán chắc chắn về hạt còn lại. Điều này có nghĩa là người ta không thể tiên đoán chắc chắn *bất kỳ* phép đo nào bên ngoài hố đen: khả năng tiên đoán chắc chắn của chúng ta bị giảm về không. Do vậy ngành chiêm tinh học có thể tiên đoán tương lai không tồi hơn các định luật khoa học.

Nhiều nhà vật lý không thích sự suy giảm trong quyết định luận và do đó, họ cho rằng thông tin về những thứ bên trong có thể thoát ra ngoài bằng cách nào đó. Trong nhiều năm, người ta hảo vọng tìm thấy cách để cứu lấy thông tin. Nhưng vào năm 1996, Andrew Strominger và Cumrun Vafa đã thực hiện một cải tiến quan trọng. Họ coi một hố đen được tạo nên bởi các thành phần được gọi là các màng-p (p-branne: xem trang 54).

https://thuviensach.vn

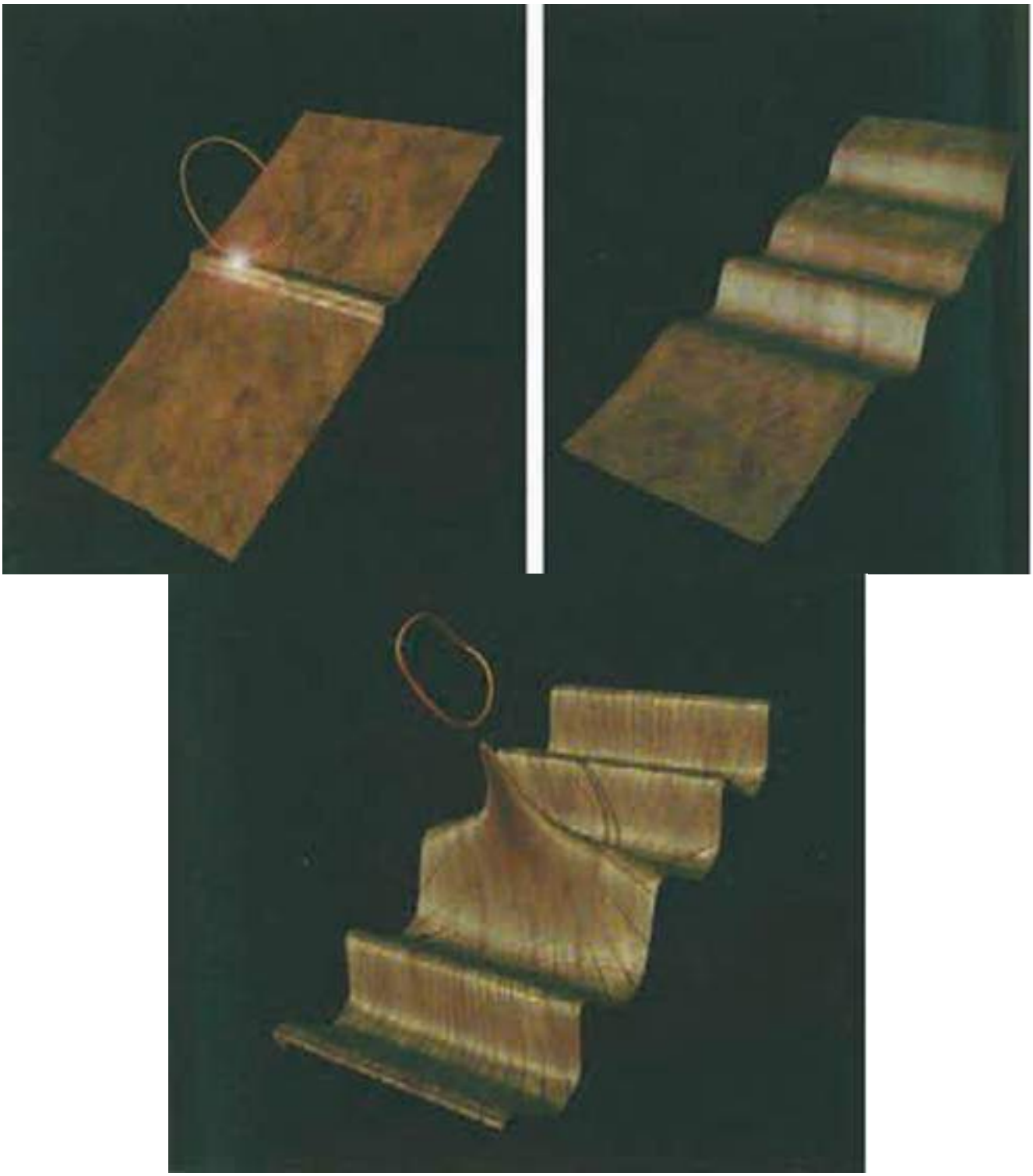



*(Hình 4.22)*

*Các hố đen có thể được coi như là phần giao nhau của các màng-p trong các chiều bổ sung của không thời gian. Thông tin về các trạng thái bên trong hố đen có thể được lưu trữ dưới dạng các sóng trên màng-p.*

Nhắc lại là ta có thể hình dung về các màng-p như là các tấm chuyển động trong không gian ba chiều và trong bảy chiều bổ sung mà ta không để ý (hình 4.22). Trong một số trường hợp nhất định, ta có thể chứng minh rằng số các sóng trên các màng-p bằng lượng thông tin mà ta trông đợi hố đen có. Nếu các hạt đập vào màng-p, các hạt đó sẽ tạo ra thêm các sóng trên các màng đó. Tương tự, nếu các sóng đang chuyển động theo các hướng khác nhau trên các màng-p mà gặp nhau tại một điểm nào đó thì chúng có thể tạo nên một đỉnh sóng lớn đến nỗi làm cho một phần của màng-p bị đứt và thoát ra ngoài như một hạt. Vậy nên các màng-p có thể hấp thụ và phát xạ các hạt giống như hố đen (hình 4.23).

https://thuviensach.vn



*(Hình 4.23)*

*Một hạt bị rơi vào hố đen có thể được coi như một vòng dây kín đập vào màng-p (1). Nó kích thích một sóng trên màng-P (2). Các sóng đó có thể đi với nhau làm cho một phần của màng-p bị đứt ra tạo một vòng dây kín (3). Đấy là một hạt thoát ra khỏi hố đen.*

https://thuviensach.vn

Ta có thể coi các màng-p như là một lý thuyết hiệu dụng; tức là, chúng ta không cần tin rằng thực sự có các màng tí hon chuyển động trong một không thời gian phẳng hay không, thì các hố đen vẫn có thể xử sự như thể chúng được tạo thành từ các màng như vậy. Giống như nước vậy, nước được tạo thành từ hàng tỷ tỷ các phân tử $H_2O$ với các tương tác phức tạp. Nhưng mô hình chất lỏng liên tục là mô hình hiệu dụng rất tốt. Mô hình toán học về các hố đen cho rằng chúng được tạo thành từ các màng-p cho các kết quả tương tự với mô hình cặp hạt ảo được mô tả trước đây. Do đó, trên quan điểm thực chứng, đây cũng là một mô hình rất tốt, ít nhất là đối với một số loại hố đen nhất định. Đối với loại hố đen đó, mô hình màng-p tiên đoán một cách chính xác tốc độ phát xạ mà mô hình cặp hạt ảo đưa ra. Tuy nhiên, có một sự khác nhau quan trọng: trong mô hình màng-p, thông tin về những cái rơi vào hố đen được lưu trữ bởi hàm sóng của các sóng trên các màng-p. Các màng-p được coi như là các tấm trong không gian phẳng, và vì lý do đó, thời gian sẽ trôi đi một cách trơn tru, đường truyền của các tia sáng sẽ không bị bẻ cong, và thông tin trong các sóng sẽ không bị mất. Thay vào đó, cuối cùng thì thông tin hiện ra từ hố đen theo các bức xạ từ các màng-p. Vậy nên, theo mô hình màng-p, chúng ta có thể sử dụng phương trình Schrodinger để tính hàm sóng tại các thời điểm sau đó. Không có gì bị mất cả, thời gian sẽ quay đều đặn. Chúng ta sẽ có một quyết định luận hoàn hảo theo nghĩa lượng tử.

https://thuviensach.vn

Thế thì bức tranh nào trong hai bức tranh trên là đúng? Một phần hàm sóng sẽ bị mất trong hố đen hay tất cả các thông tin sẽ thoát ra như màng-p dự đoán? Đây là một trong những câu hỏi nổi cộm nhất trong vật lý lý thuyết ngày nay. Nhiều người tin rằng công trình gầy đây cho thấy thông tin sẽ không bị mất. Thế giới là an toàn và có thể dự đoán được, sẽ không có gì bất ngờ xảy ra. Nhưng điều đó vẫn chưa rõ ràng. Nếu ta chọn thuyết tương đối rộng của Einstein một cách nghiêm túc thì ta phải thừa nhận xác xuất mà

https://thuviensach.vn

không thời gian tự trói mình như một cái nơ và thông tin bị mất trong những nếp gấp. Khi phi thuyền *Enterprise* đi qua một hố giun, vài điều bất ngờ đã xảy ra. Tôi biết điều đó vì chính tôi đã ở trên phi thuyền đó chơi bài với Newton, Einstein và Data. Tôi đã rất ngạc nhiên. Hãy xem cái gì đã xảy ra ở đầu gối của tôi này!

Một cảnh trong phim *Star Trek: The Next Generation,* 2001

https://thuviensach.vn

# CHƯƠNG 5

# BẢO VỆ QUÁ KHỨ

*Liệu có thể du hành thời gian được không?*
*Một nền văn minh tiên tiến có thể quay lại và thay đổi quá khứ được không?*

https://thuviensach.vn

Whereas Stephen W. Hawking (having lost a previous bet on this subject by not demanding genericity) still firmly believes that naked singularities are an anathema and should be prohibited by the laws of classical physics,

And whereas John Preskill and Kip Thorne (having won the previous bet) still regard naked singularities as quantum gravitational objects that might exist, unclothed by horizons, for all the Universe to see,

Therefore Hawking offers, and Preskill/Thorne accept, a wager that

> *When any form of classical matter or field that is incapable of becoming singular in flat spacetime is coupled to general relativity via the classical Einstein equations, then*

A dynamical evolution from generic initial conditions *(i.e., from an open set of initial data)* can never produce a naked singularity *(a past-incomplete null geodesic from $\mathcal{I}_+$)*.

The loser will reward the winner with clothing to cover the winner's nakedness. The clothing is to be embroidered with a suitable, truly concessionary message.

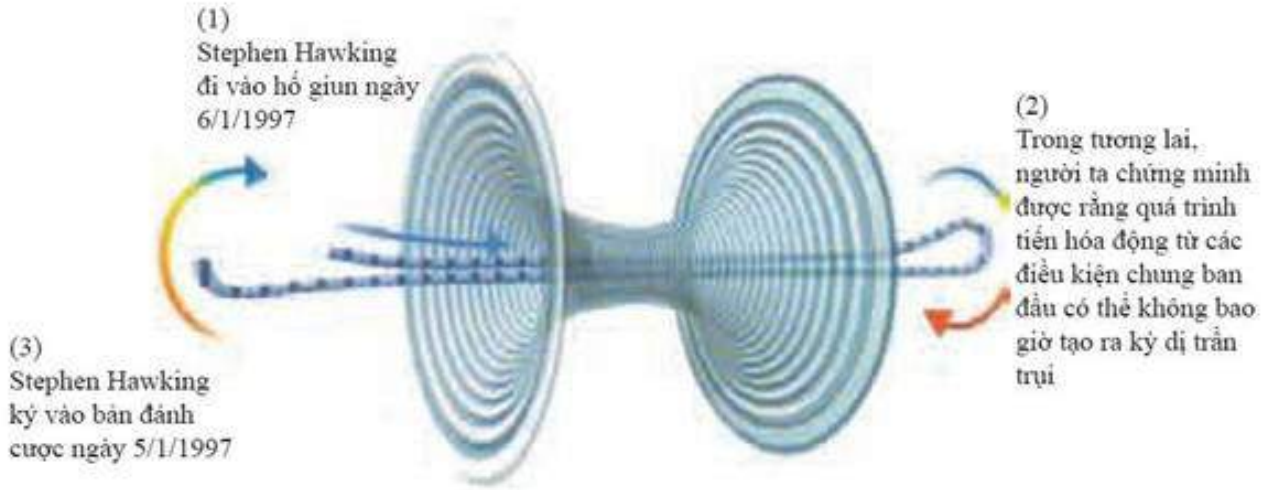
Stephen W. Hawking  John P. Preskill & Kip S. Thorne

Pasadena, California, 5 February 1997

https://thuviensach.vn

*Kip Thorne*

Tôi đã đánh cuộc nhiều lần với một người bạn và là một người đồng nghiệp của tôi Kip Thorne, anh không phải là một người theo xu hướng được chấp nhận trong vật lý chỉ vì những người khác chấp nhận. Điều này làm cho anh có can đảm trở thành nhà khoa học nghiêm túc đầu tiên nghiên cứu về du hành thời gian như là một khả năng hiện thực.

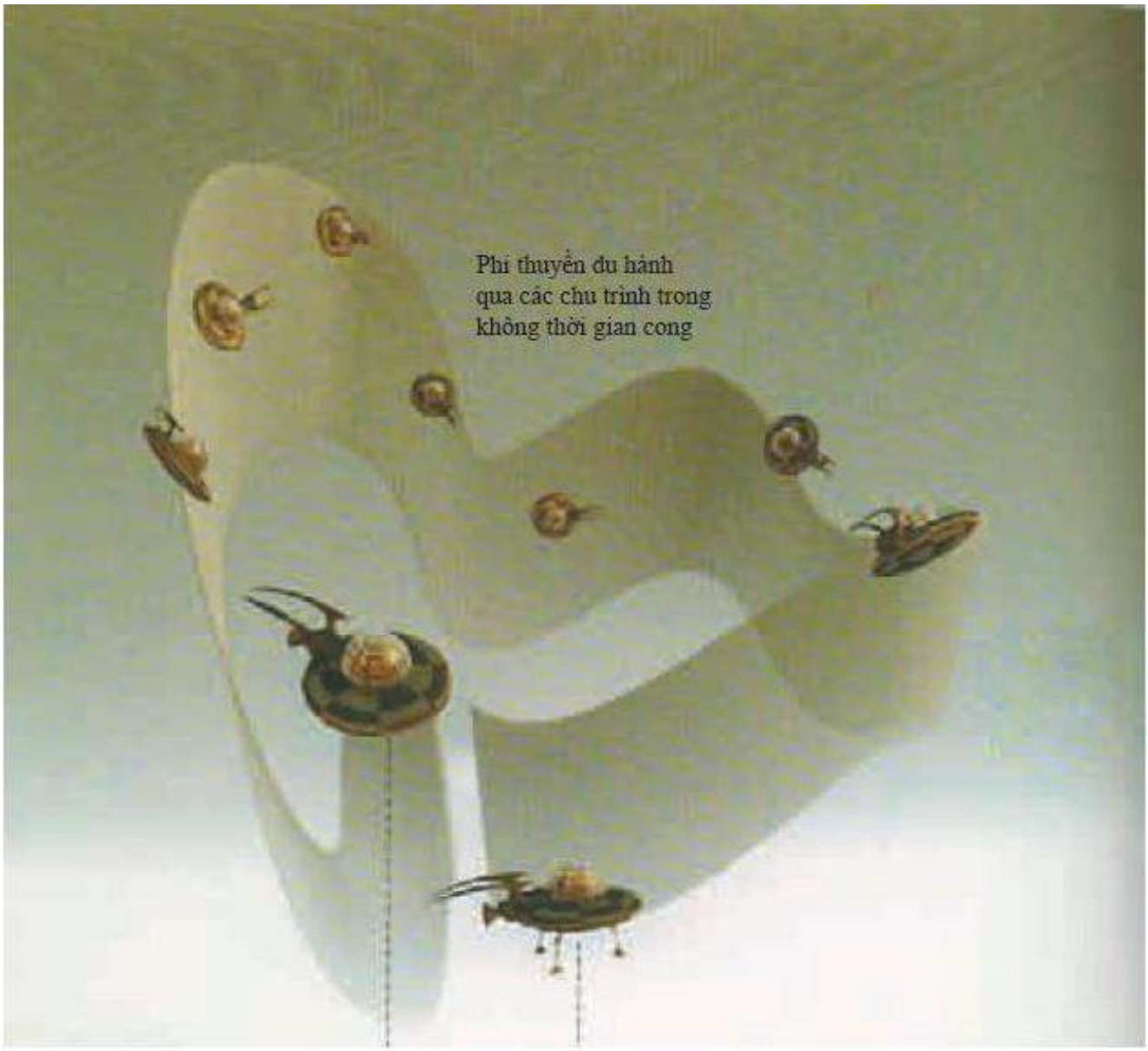



Nghiên cứu công khai về du hành thời gian đòi hỏi phải rất khéo léo. Ta có nguy cơ vấp phải, hoặc là, sự phản đối kịch liệt về việc lãng phí tiền công vào những thứ vô bổ, hoặc là, yêu cầu việc nghiên cứu phải được xếp vào mục tiêu quân sự. Sau hết là làm thế nào mà chúng ta có thể tự bảo vệ khỏi những người có chiếc máy thời gian? Họ có thể thay đổi lịch sử và điều khiển thế giới. Chỉ có vài người trong chúng ta đủ điên rồ để nghiên cứu về một vấn đề quá không đứng đắn về mặt chính trị như thế trong thế giới vật lý. Chúng ta che đậy thực tế này bằng các thuật ngữ khoa học để mã hóa cho việc du hành thời gian.

https://thuviensach.vn

Cơ sở cho tất cả thảo luận về du hành thời gian đó là thuyết tương đối rộng của Einstein. Như chúng ta đã thấy trong các chương trước, các phương trình Einstein đã làm cho không gian và thời gian trở nên động bằng việc mô tả cách mà chúng bị cong và biến dạng bởi vật chất và năng lượng trong vũ trụ. Trong thuyết tương đối rộng, thời gian cá nhân của một người nào đó được đo bởi đồng hồ đeo tay của họ và thời gian đó luôn tăng giống như việc thời gian tăng trong lý thuyết Newton hay không thời gian phẳng trong thuyết tương đối hẹp. Nhưng bây giờ có khả năng không thời gian bị bẻ cong đến nỗi bạn không thể thoát ra khỏi phi thuyền và trở lại trước khi bạn được gửi đi (hình 5.1).

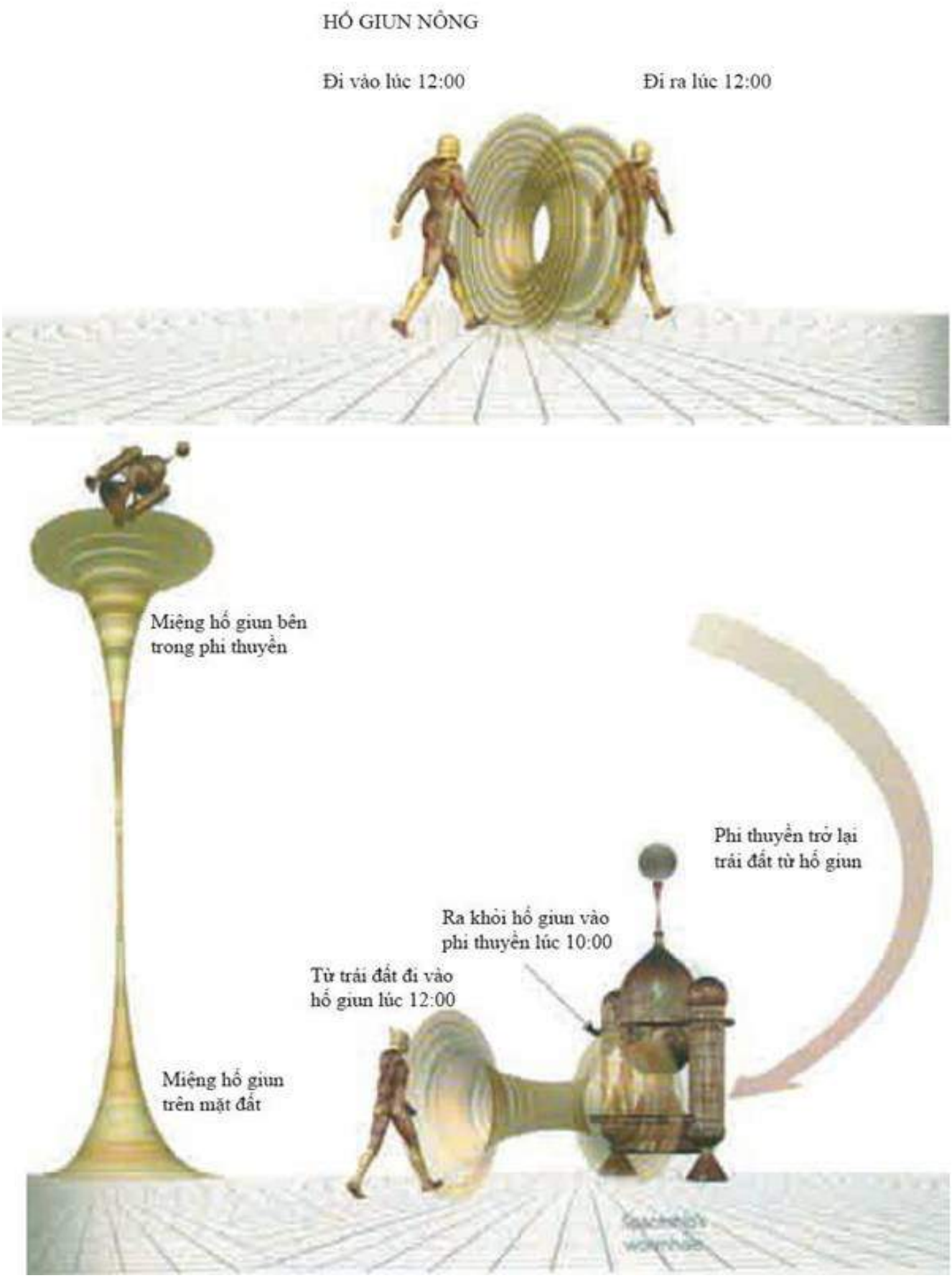
https://thuviensach.vn




*(Hình 5.1)*

Có một cách để điều này có thể xảy ra nếu có các hố giun - các đường ống của không thời gian được nhắc đến trong chương 4 - nối các vùng khác nhau của không gian và thời gian. Ý tưởng là bạn lái phi thuyền của bạn vào một miệng của hố giun và đi ra miệng kia đến một nơi khác và tại thời điểm khác (hình 5.2).

https://thuviensach.vn




*(Hình 5.2)*

*PHIÊN BẢN THỨ HAI CỦA NGHỊCH LÝ ANH EM SINH ĐÔI*

*(1) Nếu một hố giun nông, bạn có thể đi vào hố giun và đi ra cùng một thời điểm.*

*(2) Ta có thể hình dung lấy một đầu của hố giun sâu đặt ở phi thuyền và đầu kia ở trái đất.*

https://thuviensach.vn

*(3) Vì hiệu ứng nghịch lý anh em sinh đôi (*thời gian ở trên phi thuyền đang chuyển động với vận tốc lớn sẽ chậm hơn thời gian ở trên trái đất - ND*), khi chiếc phi thuyền trở lại, thời gian trôi đi ở đầu phi thuyền chậm hơn thời gian ở đầu trái đất. Điều đó có nghĩa là nếu bạn bước vào đầu trái đất và bước ra đầu phi thuyền tại thời điểm sớm hơn.*

Nếu các hố giun tồn tại thì chúng sẽ là lời giải cho vấn đề giới hạn tốc độ trong không gian: phải mất mười ngàn năm để đi ngang qua thiên hà bằng một phi thuyền chuyển động chậm hơn ánh sáng như yêu cầu của thuyết tương đối. Nhưng bạn có thể đi qua hố giun để đến lề bên kia của thiên hà và trở lại đúng vào bữa tối. Tuy nhiên, nếu ta chứng minh rằng hố giun tồn tại thì bạn cũng có thể để quay lại trước khi bạn được gửi đi. Vậy nên, bạn có thể nghĩ rằng bạn có khả năng làm điều gì đó như là cho nổ tên lửa trên bệ phóng để tránh không phải lên đường ở vị trí đầu tiên. Đây là một biến đổi của nghịch lý người ông (grandfather paradox): điều gì sẽ xảy ra nếu bạn quay trở lại và giết ông bạn trước khi bố bạn ra đời (hình 5.3)?

*(Hình 5.3)*
*Một viên đạn bắn vào quá khứ qua một hố giun có ảnh hưởng đến xạ thủ hay không?*

Tất nhiên, đây chỉ là nghịch lý nếu bạn tin rằng bạn có ý chí tự do để làm điều bạn muốn khi bạn quay trở lại quá khứ. Cuốn sách này sẽ không đi vào thảo luận triết học về ý chí tự do. Mà thay vào đó, cuốn sách sẽ tập trung vào việc các định luật vật lý có cho phép không thời gian bị bẻ cong đến mức mà các vật thể vĩ mô như là một chiếc phi thuyền có thể quay trở lại quá khứ của chính nó được hay không. Theo lý thuyết Einstein, một chiếc phi thuyền cần phải chuyển động chậm hơn vận tốc ánh sáng địa phương và đi theo một cái gọi là lộ trình thời gian (timelike path) trong không thời gian. Do đó, ta có thể phát biểu câu hỏi trên bằng các thuật ngữ chuyên môn: không thời gian có chấp nhận các đường cong thời gian đóng (closed timelike curve) hay không - tức là các lộ trình trở lại điểm xuất phát của nó nhiều lần? Tôi sẽ gọi

https://thuviensach.vn

những đường như thế là "chu trình thời gian" (time loop).

Chúng ta có thể cố gắng trả lời câu hỏi này theo ba mức độ. Mức độ thứ nhất là lý thuyết tương đối rộng của Einstein, lý thuyết cho rằng vũ trụ có một lịch sử tất định mà không có bất kỳ độ bất định nào. Đối với lý thuyết cổ điển này, chúng ta có một bức tranh khá hoàn thiện. Tuy nhiên, như chúng ta đã thấy, lý thuyết này không thể đúng hoàn toàn vì chúng ta thấy vật chất tuân theo nguyên lý bất định và các thăng giáng lượng tử.

Do đó, chúng ta có thể đặt câu hỏi về du hành thời gian trên một mức độ thứ hai, mức độ của lý thuyết bán cổ điển. Trong lý thuyết này, chúng ta xem xét vật chất hành xử theo thuyết lượng tử, với tính bất định và thăng giáng lượng tử, nhưng không thời gian hoàn toàn tất định và cổ điển. Ở đây, bức tranh kém hoàn thiện hơn, nhưng ít nhất chúng ta có một vài ý tưởng về việc sẽ tiếp tục như thế nào.

Cuối cùng, có một lý thuyết lượng tử hấp dẫn đầy đủ, dù nó có thể là gì đi chăng nữa. Trong lý thuyết này, không chỉ có vật chất mà cả không gian và thời gian đều bất định và thăng giáng, ngay cả việc làm thế nào để đặt ra câu hỏi là du hành thời gian có khả thi hay không vẫn còn chưa rõ ràng. Có lẽ điều tốt nhất chúng ta có thể làm là hỏi xem những người trong các vùng không thời gian gần cổ điển và không có tính bất định giải thích các phép đo của họ như thế nào. Họ có nghĩ rằng du hành thời gian có thể xảy ra trong những vùng hấp dẫn mạnh và thăng giáng lượng tử lớn hay không?

Để bắt đầu với lý thuyết cổ điển: không thời gian phẳng của thuyết tương đối hẹp (tương đối không có hấp dẫn) không cho phép du hành thời gian và cũng không cho phép không thời gian bị bẻ cong mà ta đã biết trước đây. Chính vì thế mà Einstein rất sửng sốt khi Kurt Godel phát hiện ra một không thời gian - một vũ trụ tràn đầy vật chất đang quay với các chu trình thời gian xuyên qua tại mỗi điểm (hình 5.4) - định lý Godel.

https://thuviensach.vn

*(Hình 5.4)*

*Không thời gian có được phép đóng, tức là trở lại điểm xuất phát ban đầu của chúng nhiều lần hay không?*

*ĐỊNH LÝ KHÔNG ĐỦ CỦA GODEL*

*Vào năm 1931, nhà toán học Kurt Godel chứng minh định lý không đủ nổi tiếng của ông về bản chất của toán học. Định lý phát biểu rằng trong bất kỳ một hệ tiên đề hình thức nào, giống như toán học ngày nay, các câu hỏi về việc chứng minh hoặc bác bỏ các tiên đề xác định các hệ, luôn luôn tồn tại. Nói cách khác là Godel đã chứng minh rằng luôn tồn tại những bài toán không thể giải bằng bất kỳ tập hợp các quy tắc hoặc quá trình.*

*Định lý Godel đặt giới hạn cho toán học. Điều này đã gây sửng sốt cho giới khoa học vì nó đã đạp đổ niềm tin bấy lâu cho rằng toán học là một hệ thống chặt chẽ và hoàn thiện dựa trên các chuyên tắc lôgic.*

*Định lý Godel, nguyên lý bất định Heisenberg và việc không thể tiên đoán sự tiến hóa ngay cả ở trong các hệ quyết định luận (trở thành hỗn loạn) tạo nên một tập hợp các giới hạn cho tri thức khoa học, điều đó chỉ có thể được nhận thấy vào thế kỷ hai mươi.*

Lời giải Godel cần một hằng số vũ trụ, hằng số đó có thể hoặc không thể tồn tại trong tự nhiên, nhưng rồi các lời giải khác được tìm thấy mà không cần một hằng số vũ trụ. Một trường hợp đặc biệt lý thú là trường hợp khi hai dây vũ trụ (cosmic string) chuyển động với tốc độ cao đi qua nhau.

*DÂY VŨ TRỤ*

*Các dây vũ trụ là các vật thể dài, nặng và có thiết diện rất nhỏ. Các dây này có lẽ được tạo ra tại các thời kỳ sơ khai của vũ trụ. Một khi các dây được hình thành, chúng bị kéo dài ra do vũ trụ giãn nở, và bây giờ, một dây vũ trụ có thể kéo dài theo toàn bộ vùng vũ trụ có thể quan sát.*

*Sự xuất hiện của các dây vũ trụ đến từ các lý thuyết mới về hạt cơ bản. Chúng tiên đoán rằng, tại các giai đoạn ban đầu nóng bỏng, vật chất ở trong một pha đối xứng, rất giống nước ở trạng thái lỏng - rất đối xứng: giống nhau tại mọi điểm và theo mọi hướng - chứ không giống trong tinh thể nước đóng băng có các cấu trúc rời rạc.*

*Khi vũ trụ lạnh đi, tính đối xứng của pha ban đầu này có thể đã bị phá vỡ theo các cách khác nhau ở các vùng xa nhau. Kết quả là vật chất vũ trụ ở các vùng đó có các trạng thái cơ bản khác nhau. Do đó, sự hình thành của chúng là một hệ quả không thể tránh khỏi của việc*

https://thuviensach.vn

*các vùng khác nhau có các trạng thái cơ bản khác nhau.*

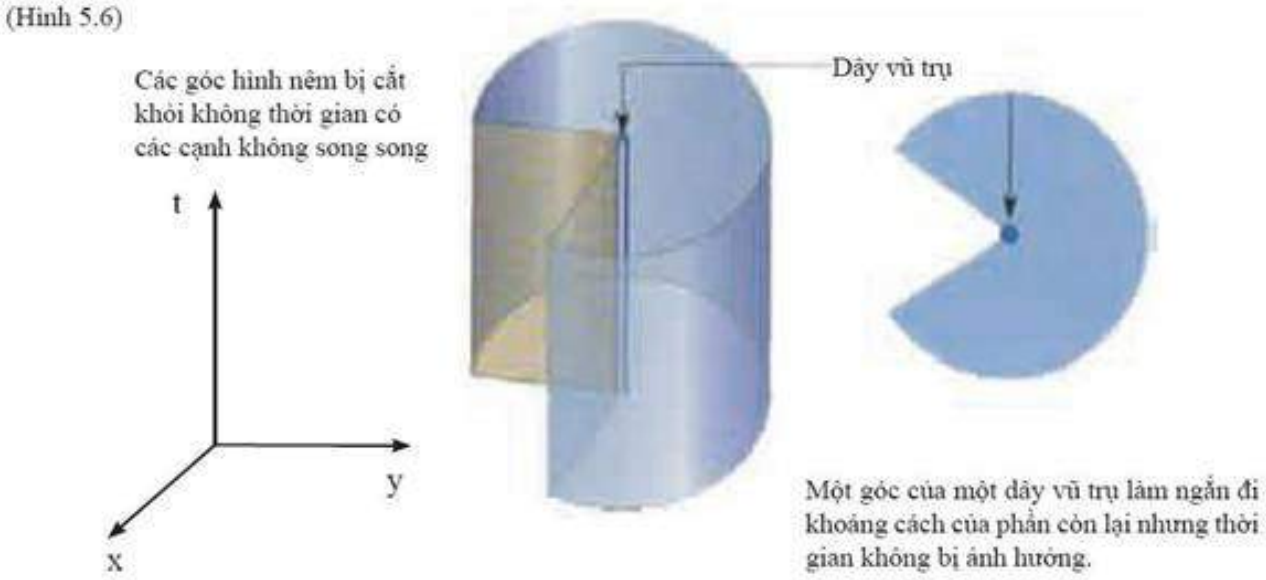
Không nên nhầm lẫn các dây vũ trụ với các dây của lý thuyết dây mặc dù chúng không phải là hoàn toàn không có liên hệ gì với nhau. Chúng là các vật thể có độ dài với thiết diện rất nhỏ. Sự có mặt của chúng được tiên đoán trong một số lý thuyết hạt sơ cấp. Không thời gian bên ngoài một dây vũ trụ đơn là phẳng. Nhưng đó là một không thời gian phẳng với một góc hình cái nêm bị cắt đi, đầu nhọn của cái nêm là dây vũ trụ. Nó giống như một cái nón: lấy một hình tròn lớn bằng giấy và cắt đi một cung tròn giống như cắt đi một góc bánh ngọt, ta có một góc bánh hình cái nêm với cạnh nhọn của miếng bánh chính là tâm của hình tròn. Sau đó vứt phần cung tròn bị cắt đi và dán hai đường cắt của phần giấy còn lại với nhau và bạn sẽ có một cái nón. Cái nón này biểu diễn không thời gian mà trong đó dây vũ trụ tồn tại (hình 5.5).

*(Hình 5.5)*

Lưu ý rằng vì bề mặt của nón chính là tấm giấy phẳng ban đầu (trừ đi phần giấy hình cái nêm), bạn vẫn có thể gọi nó là phẳng ngoại trừ cái đỉnh. Bạn có thể nhận ra rằng có độ cong ở đỉnh nón nhờ vào một hình tròn xung quanh đỉnh nón có đường kính nhỏ hơn hình tròn được vẽ trên tấm giấy tròn ban

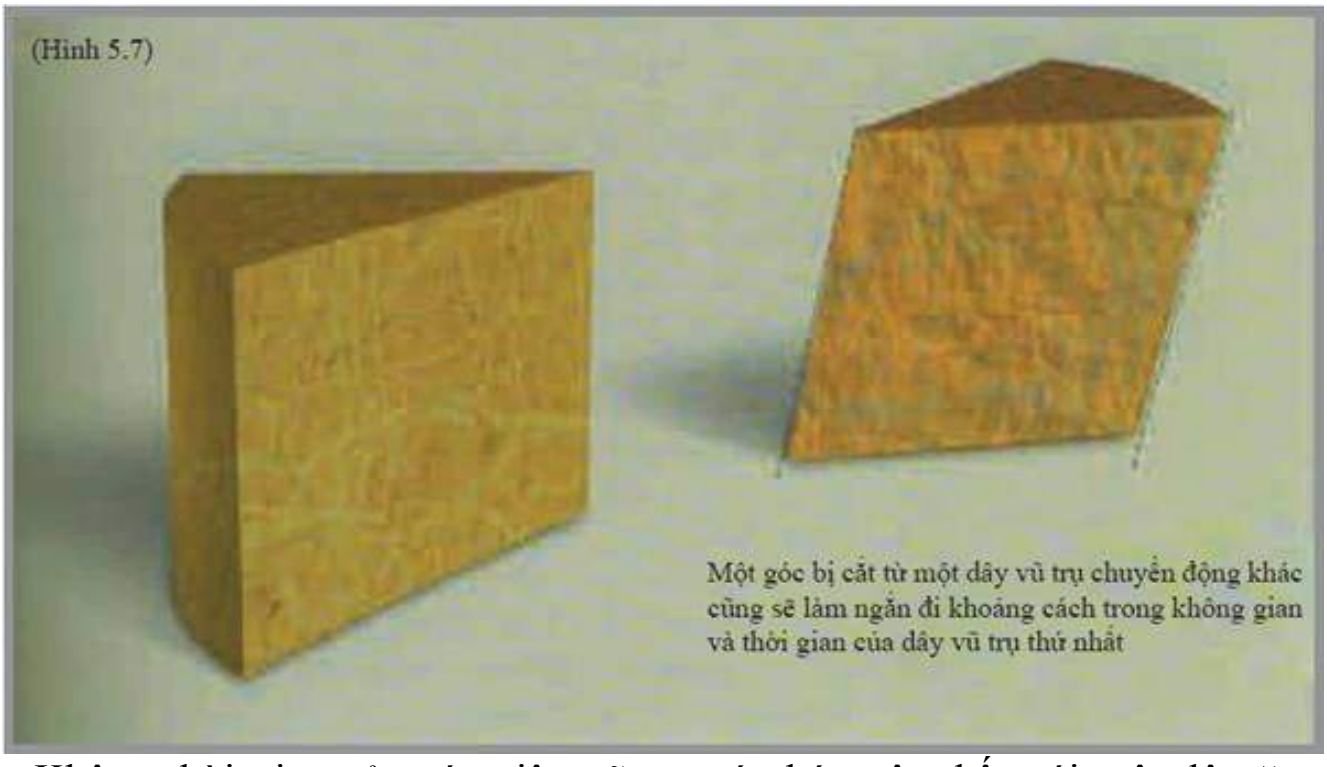
https://thuviensach.vn

đầu với cùng khoảng cách từ tâm hình tròn. Nói cách khác, một hình tròn xung quanh đỉnh sẽ có chu vi ngắn hơn hình tròn có cùng bánh kính được vẽ trên không gian phẳng vì một cung tròn của nó bị mất đi (hình 5.6).




Tương tự như vậy, trong trường hợp dây vũ trụ, phần không thời gian hình cái nêm bị cắt khỏi không thời gian phẳng làm ngắn đi các hình tròn xung quanh dây vũ trụ nhưng không ảnh hưởng đến thời gian và khoảng cách dọc theo các dây đó. Điều này có nghĩa là không thời gian xung quanh một dây vũ trụ đơn lẻ sẽ không có bất kỳ chu trình thời gian nào, thế nên ta không thể du hành về quá khứ. Tuy nhiên, nếu có một dây vũ trụ thứ hai chuyển động tương đối với chiếc dây thứ nhất thì hướng thời gian của dây thứ hai sẽ là tổ hợp của các hướng thời gian và không gian của dây thứ nhất. Tức là, phần không gian hình cái nêm được cắt cho cái dây thứ hai sẽ làm ngắn đi khoảng thời gian và không gian đối với ai đó chuyển động cùng cái dây thứ nhất (hình 5.7). Nếu các dây vũ trụ chuyển động với vận tốc gần bằng vận tốc ánh sáng tương đối với nhau thì khoảng thời gian tiết kiệm được xung quanh cả hai dây có thể lớn đến mức ta có thể trở về trước khi ta được gửi đi. Nói cách khác, sẽ có các chu trình thời gian mà ta có thể theo nó mà du hành về quá khứ.

https://thuviensach.vn

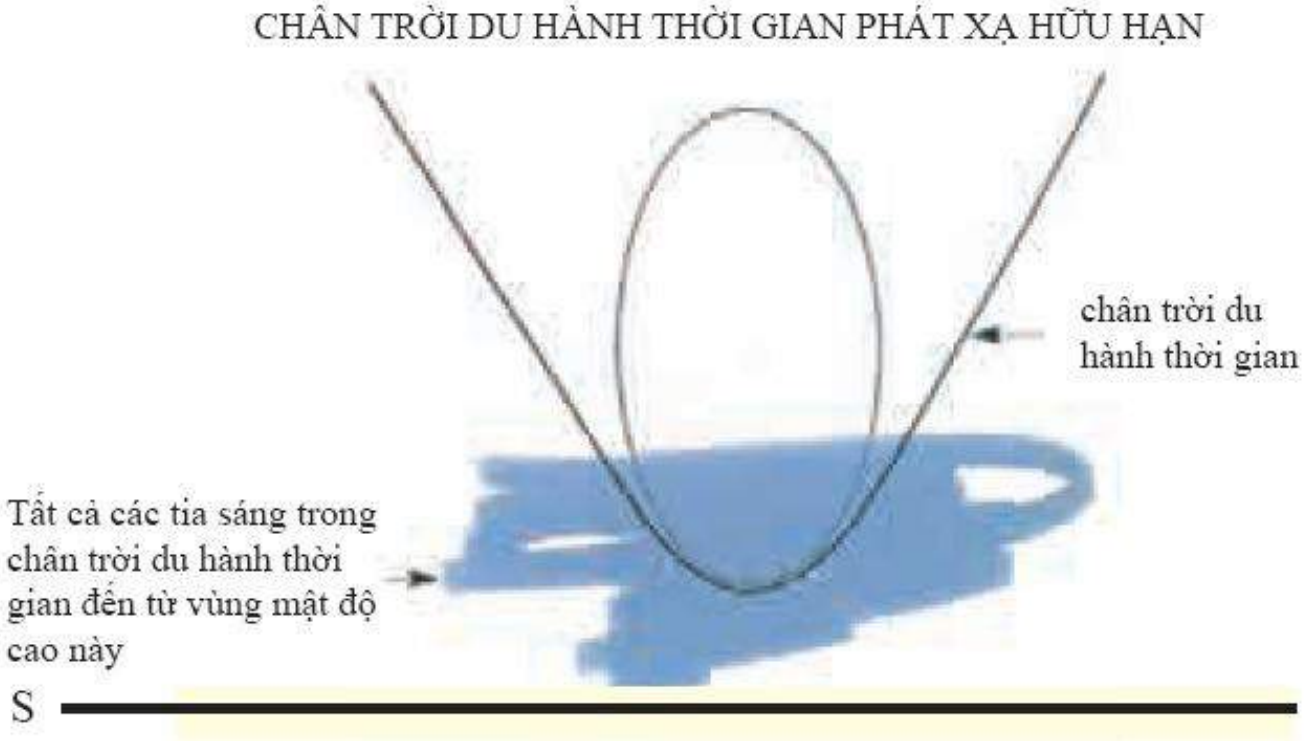



Không thời gian của các giây vũ trụ có chứa vật chất với mật độ năng lượng dương và phù hợp với nền vật lý mà ta biết. Tuy vậy, sự cong của không thời gian mà tạo nên các chu trình thời gian trải dài cho đến vô tận trong không gian và trở lại đến quá khứ vô tận trong thời gian. Do vậy, ta có thể du hành thời gian trong các không thời gian đó từ khi chúng được tạo ra. Ta không có lý do gì để tin rằng vũ trụ của riêng chúng ta được tạo ra theo một cách bị bẻ cong như vậy, và chúng ta cũng không có các bằng chứng đáng tin cậy về các vị khách của tương lai (Tôi không tính đến giả thuyết im lặng cho rằng các vật thể bay không xác định - UFO đến từ tương lai và các chính phủ biết nhưng che dấu đi. Hồ sơ che giấu chuyện đó không thể kín như thế được). Do đó, tôi sẽ giả thiết rằng không có các chu trình thời gian trong quá khứ xa xôi, hay là một cách chính xác hơn, không có các chu trình thời gian trong quá khứ của một số mặt phẳng trong không thời gian mà tôi gọi là S. Lúc đó câu hỏi sẽ là: liệu các nền văn minh tiên tiến có thể xây dựng một chiếc máy thời gian hay không? Tức là liệu nó có thể thay đổi không thời gian của tương lai của S (phía trên mặt S trên giản đồ), làm cho các chu trình thời gian được xuất hiện trong một vùng hữu hạn hay không? Tôi nói một vùng hữu hạn bởi vì dù nền văn minh đó có trở thành tiên tiến đến bao nhiêu đi chăng nữa thì nền văn minh đó có lẽ chỉ có thể điều khiển một phần hữu hạn của vũ trụ mà thôi.

Trong khoa học, việc trình bày một cách chính xác một vấn đề thường là chìa khóa để giải quyết vấn đề đó, và đây là một ví dụ tốt. Để định nghĩa máy thời gian hữu hạn có nghĩa gì, tôi quay trở lại với một số công trình trước đây của tôi. Có thể du hành thời gian trong một vùng không thời gian

https://thuviensach.vn

có các chu trình thời gian - các lộ trình chuyển động chậm hơn tốc độ ánh sáng, nhưng tuy vậy, chúng lại có thể trở lại thời gian và địa điểm mà chúng khởi đầu nhờ vào độ cong của không thời gian. Vì tôi giả thiết rằng không có các chu trình thời gian trong không gian xa xôi, nên cần phải có một cái gọi là "chân trời" du hành thời gian (time travel horizon) - biên giới phân cách vùng có và không có chu trình thời gian (hình 5.8).




*(Hình 5.8)*

*Nền văn minh tiên tiến nhất có thể bẻ cong không thời gian trong một vùng hữu hạn. Chân trời du hành thời gian là biên giới ngăn cách vùng không thời gian, nó được hình thành bởi các tia sáng phát ra từ các vùng hữu hạn. Trong vùng đó, ta có thể du hành vào quá khứ.*

Các chân trời du hành thời gian khá giống các chân trời hố đen. Trong khi chân trời hố đen được hình thành bởi các tia sáng suýt bị rơi vào hố đen thì chân trời du hành thời gian được hình thành bởi các tia sáng suýt gặp nhau. Vậy nên tôi chọn tiêu chuẩn của tôi về máy thời gian - cái mà tôi gọi là chân trời phát sinh hữu hạn (finitly generated horizon) là một chân trời được hình thành bởi các tia sáng xuất hiện từ một vùng không thời gian bó buộc. Nói cách khác, các tia sáng không đến từ vô tận hoặc từ điểm kỳ dị mà từ một vùng hữu hạn có chứa các chu trình thời gian - vùng không thời gian mà ta giả thiết nền văn minh tiên tiến của chúng ta được sinh ra.

https://thuviensach.vn

*Câu hỏi là: một số nền văn minh tiên tiến có thể xây được máy thời gian hay không?*

Khi chọn định nghĩa này làm cơ sở của máy thời gian, chúng ta có lợi thế để có thể sử dụng chiếc máy mà Roger Penrose và tôi đã phát triển để nghiên cứu các kỳ dị và các hố đen. Thậm chí không sử dụng các phương trình Einstein, tôi có thể chứng minh rằng, nói chung, một chân trời phát sinh hữu hạn sẽ có chứa một tia sáng mà thực ra tự gặp chính nó - tức là một tia sáng cứ quay đi quay lại một điểm. Mỗi lần tia sáng quay lại nó sẽ bị dịch chuyển về phía ánh sáng xanh, và dần dần nó sẽ trở lên xanh hơn. Các đỉnh sóng của xung ánh sáng sẽ dần dần gần nhau hơn và ánh sáng sẽ quay vòng trong một khoảng thời gian ngắn hơn. Trên thực tế, một hạt ánh sáng chỉ có một lịch sử hữu hạn và được xác định bởi phép đo thời gian riêng của nó, mặc dù nó quay đi quay lại trong một vùng không thời gian hữu hạn và không va phải một điểm kỳ dị.

Người ta có thể không quan tâm đến chuyện một hạt ánh sáng có chấm dứt lịch sử của nó hay không. Nhưng tôi vẫn có thể chứng minh rằng có những lộ trình chuyển động chậm hơn vận tốc ánh sáng và có thời gian sống hữu hạn. Các lộ trình này có thể là những lịch sử của người quan sát, người quan sát lại bị bẫy trong một vùng không thời gian hữu hạn ngay trước chân trời và sẽ bay vòng quanh, nhanh dần nhanh dần cho đến khi đạt đến tốc độ ánh sáng trong một thời gian hữu hạn. Do đó, nếu có một người ngoài hành tinh xinh đẹp ở trong một đĩa bay mời bạn vào chiếc mày thời gian của cô ta thì bạn phải cẩn thận khi bước chân vào đấy. Bạn có thể bị rơi vào một trong những lịch sử tuần hoàn bị bẫy có thời gian hữu hạn (hình 5.9).

https://thuviensach.vn

*(Hình 5.9)*
*Sự nguy hiểm khi du hành thời gian.*

Các kết quả này không phụ thuộc vào các phương trình Einstein mà chỉ phụ thuộc vào cách mà không thời gian bị cong để tạo ra các chu trình thời gian trong một vùng hữu hạn. Tuy nhiên, bây giờ chúng ta có thể hỏi liệu nền văn minh tiên tiến phải sử dụng loại vật chất gì để bẻ cong không thời gian để có thể xây dựng được một chiếc máy thời gian có kích thước hữu hạn? Vật chất đó có thể có mật độ năng lượng dương ở khắp nơi giống như trong không thời gian dây vũ trụ mà tôi mô tả trước đây hay không? Không thời gian dây vũ trụ đã không thỏa mãn yêu cầu của tôi là các chu trình thời gian xuất hiện trong một vùng hữu hạn. Tuy nhiên, người ta có thể nghĩ rằng yêu cầu đó chỉ là do các dây vũ trụ dài vô hạn. Người ta có thể tưởng tượng rằng người ta có thể xây một cái mày thời gian hữu hạn sử dụng các vòng dây vũ trụ hữu hạn và có mật độ năng lương dương ở khắp mọi nơi. Thật đáng tiếc khi phải làm thất vọng những người muốn quay lại quá khứ giống như Kip, nhưng điều đó không thể thực hiện được khi mà mật độ năng lượng là dương ở khắp mọi nơi. Tôi có thể chứng minh rằng, để xây một máy thời gian hữu hạn, bạn cần năng lượng âm.

Trong lý thuyết cổ điển thì mật độ năng lượng luôn luôn dương, do đó, loại trừ máy thời gian với kích thước hữu hạn ra khỏi mức độ này. Tuy nhiên, tình huống lại khác trong lý thuyết bán cổ điển, khi mà ta coi vật chất tuân theo thuyết lượng tử nhưng không thời gian lại tất định và cổ điển. Như chúng ta đã thấy, nguyên lý bất định của cơ học lượng tử nói rằng các trường luôn thăng giáng lên xuống ngay cả trong chân không và có mật độ năng lượng vô hạn. Do đó, ta phải loại trừ đại lượng vô hạn để nhận được mật độ năng lượng hữu hạn mà ta quan sát được trong vũ trụ. Việc loại trừ này có

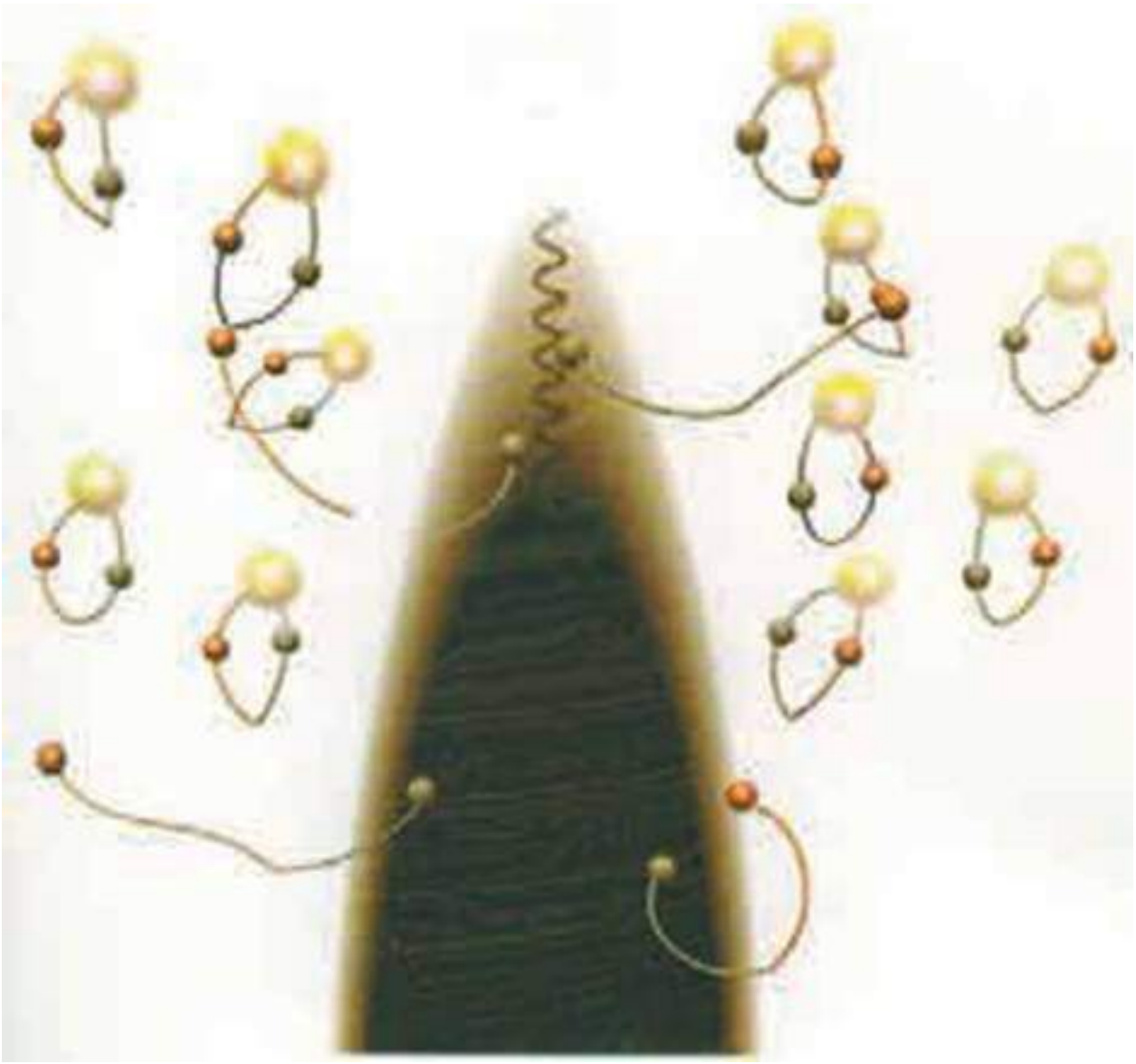
https://thuviensach.vn

thể làm năng lượng âm, ít nhất là âm cục bộ. Ngay cả trong không gian phẳng, ta có thể tìm thấy các trạng thái lượng tử có năng lượng âm cục bộ mặc dù năng lượng toàn phần là dương. Ta có thể tự hỏi là các giá trị âm này có thực sự làm không thời gian bị bẻ cong một cách thích hợp để xây một máy thời gian hữu hạn hay không, dường như là có. Như chúng ta đã thấy trong chương 4, thăng giáng lượng tử có nghĩa là ngay trong chân không trống rỗng cũng đầy ắp các cặp hạt ảo, cùng xuất hiện, rời xa nhau rồi quay trở lại để hủy lẫn nhau (hình 5.10). Một thành viên của cặp hạt ảo có năng lượng dương và thành viên kia có năng lượng âm. Khi có mặt hố đen thành viên có năng lượng âm có thể bị rơi vào hố đen và thành viên có năng lượng dương có thể thoát vào vô tận, ở đó, thành viên có năng lượng dương được quan sát như là bức xạ mang năng lượng dương ra khỏi hố đen. Các hạt có năng lượng âm rơi vào hố đen sẽ làm cho hố đen mất khối lượng và từ từ bay hơi, kích thước của chân trời sự kiện sẽ bị suy giảm (hình 5.11).

*(Hình 5.10)*

https://thuviensach.vn

*Việc tiên đoán hố đen phát xạ và mất đi khối lượng ngụ ý rằng thuyết lượng tử tạo ra các năng lượng âm đi vào hố đen qua chân trời sự kiện. Đối với hố đen co lại đến không, mật độ năng lượng trên chân trời sự kiện phải là âm, đó là dấu hiệu cần có để xây dựng máy thời gian.*



*(Hình 5.11)*

Vật chất thường với mật độ năng lượng dương gây ra hiệu ứng hấp dẫn âm và bẻ cong không thời gian làm cho ác tia sáng đi lại gần nhau - giống như hòn bi trên tấm cao su trong chương hai bẻ cong đường đi của các hòn bi nhỏ hơn lại gần nhau chứ không bao giờ làm cho chúng xa nhau.

Điều này ngụ ý rằng diện tích của chân trời hố đen luôn tăng theo thời gian chứ không bao giờ bị giảm đi. Đối với chân trời của hố đen đang giảm kích thước thì mật độ năng lượng trên chân trời phải là âm và bẻ cong không thời gian để làm cho các tia sáng đi ra xa nhau. Đó là điều tôi nhận ra đầu tiên khi tôi đi về buồng ngủ ngay sau khi con gái tôi ra đời. Tôi sẽ không nói khi đó cách đây bao lâu, chỉ biết rằng nay tôi đã có cháu ngoại rồi.

https://thuviensach.vn

*Cháu ngoại tôi, William Mackenzie Smith.*

Việc các hố đen bay hơi cho thấy rằng trên mức độ lượng tử, đôi khi mật độ năng lượng có thể là âm và làm bẻ cong không thời gian theo hướng cần thiết để xây dựng một máy thời gian. Do đó chúng ta có thể tưởng tượng rằng, một số nền văn minh rất cao có thể bố trí mật độ năng lượng đủ âm để tạo nên một máy thời gian có thể sử dụng cho các vật thể vĩ mô như là các phi thuyền. Tuy nhiên, có một sự khác biệt quan trọng giữa chân trời hố đen - được hình thành bởi các tia sáng bay vòng quanh hố đen, và chân trời của máy thời gian - có chứa các tia sáng quay đi quay lại. Do đó, ta có thể trông đợi mật độ năng lượng vô hạn trên chân trời - biên của máy thời gian - vùng không thời gian mà ta có thể đi về quá khứ. Điều này được xác định bởi các tính toán rất tường minh trên một số nền tảng đủ đơn giản cho các tính toán chính xác. Điều đó có nghĩa là một người hay một máy dò không gian khi thử vượt qua chân trời đi vào trong máy thời gian sẽ bị phá hủy bởi một vành đai bức xạ (hình 5.12). Nên tương lai có vẻ như là một màu đen với việc du hành thời gian - hay là một màu trắng chết chóc nhỉ?

https://thuviensach.vn

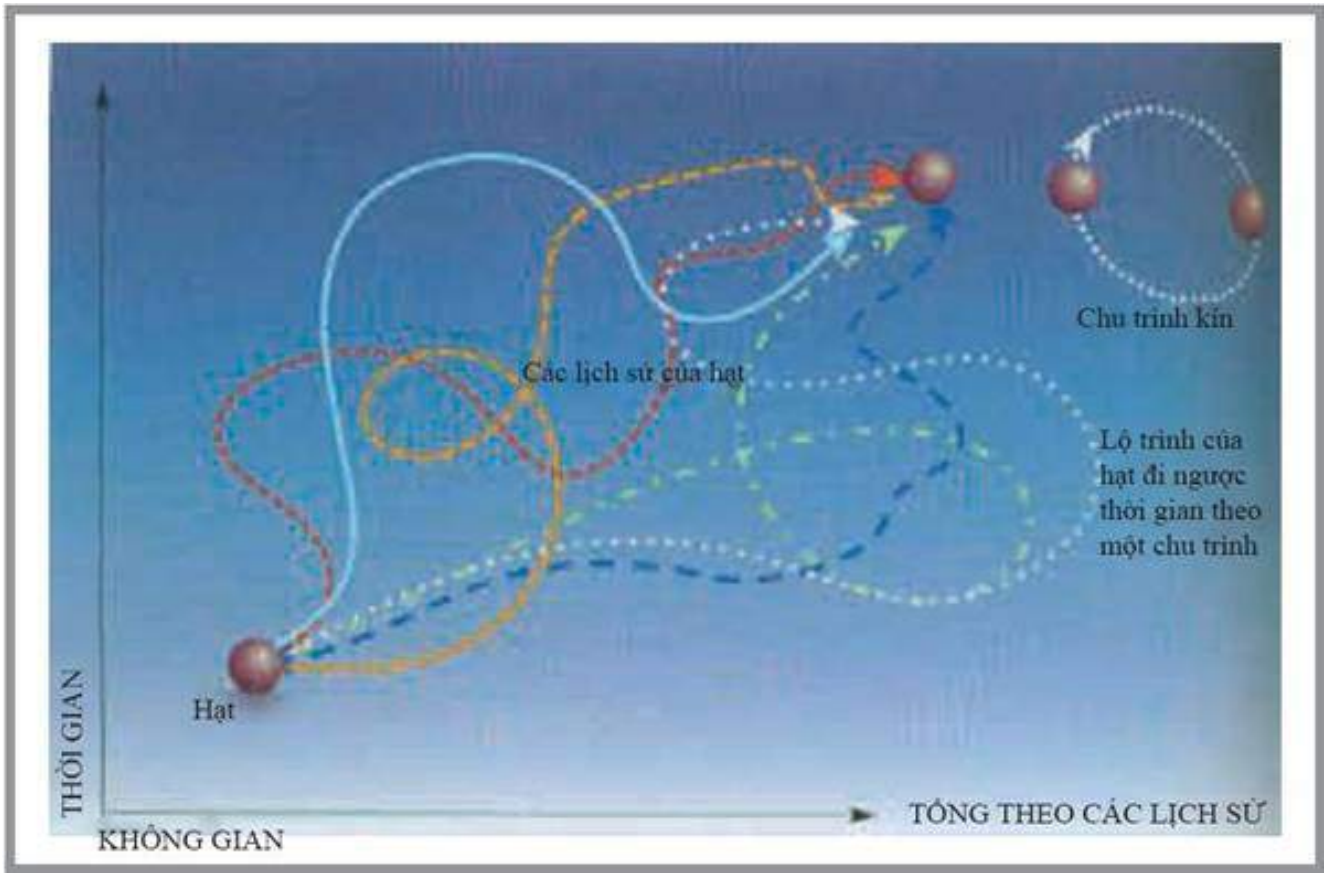
*(Hình 5.12)*

*Ta có thể bị một vành đai bức xạ xóa sổ khi bước chân vào chân trời du hành thời gian.*

Mật độ năng lượng của vật chất phụ thuộc vào trạng thái của nó nên có thể một nền văn minh tiên tiến có khả năng tạo ra mật độ vật chất hữu hạn ở trên biên của máy thời gian bằng việc "vứt bỏ" hoặc loại trừ các hạt ảo cứ quay đi quay lại trong một chu trình kín. Tuy vậy, vẫn chưa rõ một chiếc máy thời gian như thế có thể ổn định hay không: một nhiễu loạn nhỏ nhất như là việc ai đó đi ngang qua chân trời để vào trong máy thời gian sẽ làm tăng các hạt ảo chuyển động tuần hoàn và khởi động vành đai ánh sáng. Đây là một câu hỏi mà các nhà vật lý nên tự do thảo luận, không nên cười khinh thường. Thậm chí ngay cả khi du hành thời gian là bất khả thể thì việc tìm hiểu tại sao nó bất khả thể là điều rất quan trọng.

Để trả lời dứt khoát câu hỏi này chúng ta cần xem xét các thăng giáng lượng tử không chỉ của các trường vật chất mà cả của bản thân thời gian nữa. Ta có thể trông đợi các thăng giáng gây ra một độ mờ nhất định trong các lộ trình thời gian và trong toàn bộ khái niệm thời gian trật tự. Thực vậy, ta có thể coi bức xạ từ các hố đen giống như một sự rò gỉ ra ngoài nhờ các thăng giáng lượng tử của không thời gian, có nghĩa là chân trời không hoàn toàn xác định một cách chính xác. Vì chúng ta vẫn chưa có một lý thuyết hấp dẫn lượng tử hoàn thiện nên thật khó có thể nói các hiệu ứng của thăng giáng không thời gian là gì. Tuy nhiên, chúng ta có thể hy vọng có được một số gợi ý từ tổng theo các lịch sử của Feynman mà đã được mô tả trong chương 3.

https://thuviensach.vn

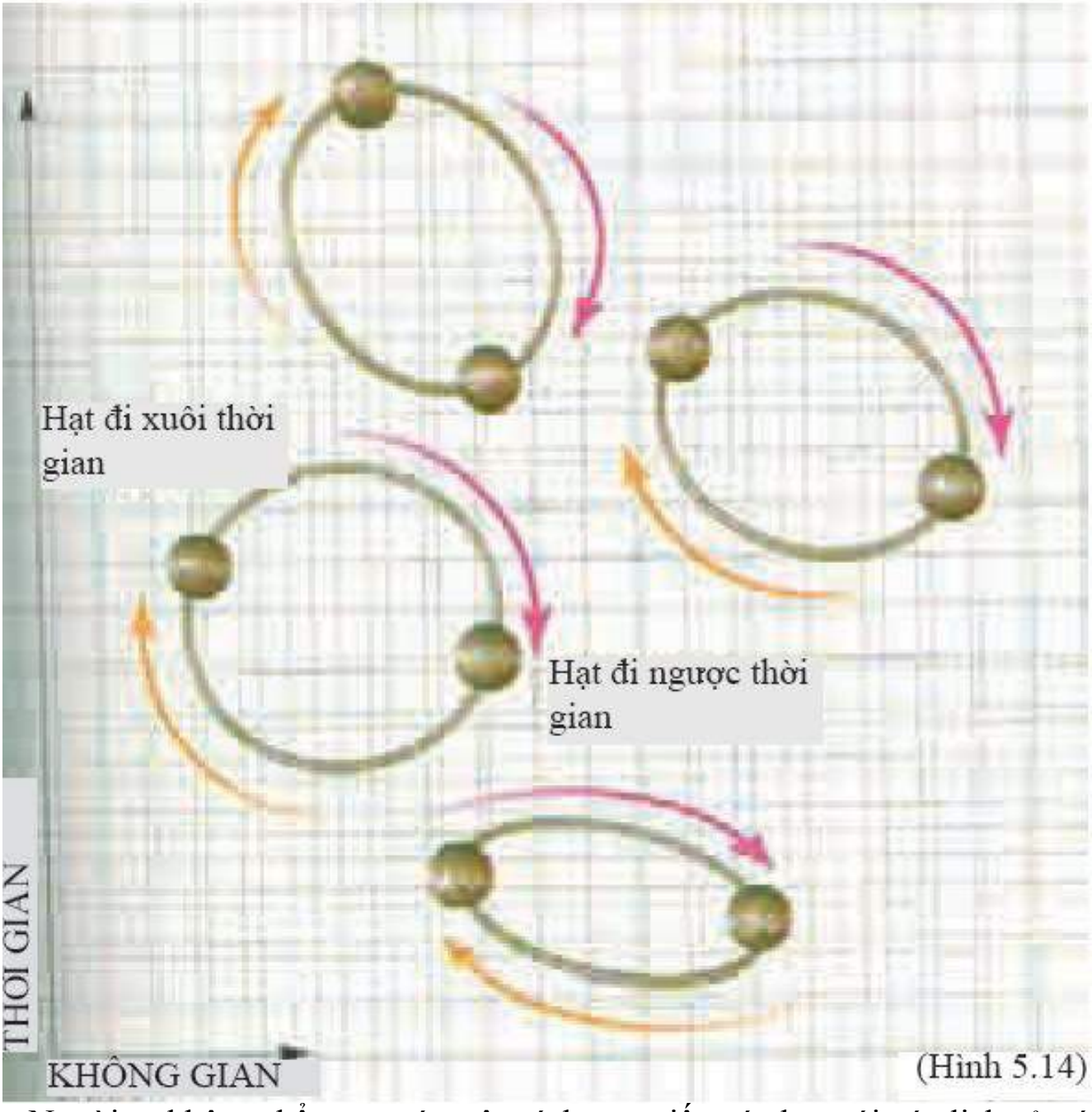



*(Hình 5.13)*

*Lấy tổng theo các lịch sử của Feynman đã tính đến các lịch sử trong đó các hạt quay ngược lại thời gian và ngay cả các lịch sử là các vòng đóng trong thời gian và không gian.*

Mỗi lịch sử sẽ có một không thời gian cong với các trường vật chất trong đó. Vì chúng ta đã giả thiết lấy tổng theo tất cả các lịch sử khả dĩ, không chỉ các lịch sử thỏa mãn một số phương trình mà tổng cần bao gồm các không thời gian đủ cong để du hành về quá khứ (hình 5.13). Do đó, câu hỏi là tại sao du hành thời gian không xảy ra ở khắp nơi? Câu trả lời là thực ra du hành thời gian xảy ra ở cấp độ vi mô, nhưng chúng ta không chú ý đến nó. Nếu người ta áp dụng ý tưởng lấy tổng theo các lịch sử của Feynman đối với một hạt, người ta phải lấy cả các lịch sử trong đó các hạt chuyển động nhanh hơn ánh sáng thậm chí còn quay ngược trong thời gian. Đặc biệt là sẽ có các lịch sử mà trong đó các hạt theo những lộ trình tuần hoàn trên một chu trình thời gian và không gian. Điều này giống như trong phim *Groundbog Day*, trong đó một phóng viên phải sống trong một ngày được lặp đi lặp lại nhiều lần (hình 5.14).

https://thuviensach.vn

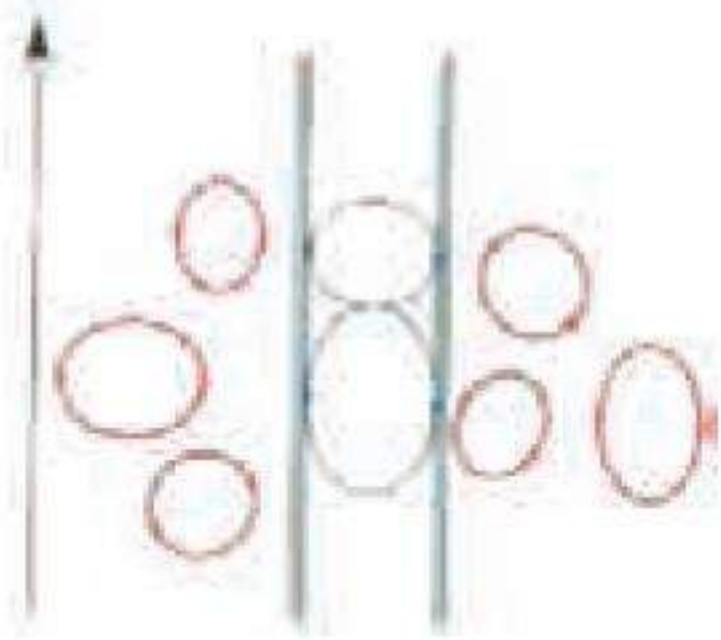



(Hình 5.14)

Người ta không thể quan sát một cách trực tiếp các hạt với các lịch sử có chu trình kín như thế bằng các máy đo hạt. Tuy vậy, các hiệu ứng gián tiếp của chúng đã được thấy trong rất nhiều thí nghiệm. Một trong những thí nghiệm đó là có một dịch chuyển nhỏ trong ánh sáng phát ra từ các nguyên tử hydro, gây ra bởi các điện tử chuyển động trong các chu trình kín. Một thí nghiệm khác nữa đó là có một lực nhỏ xuất hiện giữa các tấm kim loại song song gây ra do có ít hơn các lịch sử chu trình kín có thể khớp vào giữa các tấm kim loại so với các vùng bên ngoài - đó là một lời giải thích tương đương khác cho hiệu ứng Casimir. Vậy nên sự tồn tại của các lịch sử chu trình kín đã được khẳng định bằng thực nghiệm (hình 5.15).

https://thuviensach.vn

(Hình 5.15)



Các chu trình kín

Người ta có thể nghi ngờ việc các lịch sử chu trình kín liệu có liên quan gì đến việc bẻ cong không thời gian hay không vì chúng xuất hiện ngay cả trong khung nền cố định như là không gian phẳng. Nhưng những năm gần đây chúng ta đã tìm ra rằng các hiện tượng vật lý thường có thể được mô tả theo hai cách tương đương nhau. Người ta hoàn toàn có thể nói rằng một hạt chuyển động trên một chu trình kín trong một khung nền cố định hoặc người ta cũng có thể nói rằng hạt nằm trong trạng thái cố định và không gian và thời gian thăng giáng xung quanh nó. Câu hỏi chỉ là bạn lấy tổng theo các lộ trình của hạt trước rồi sau đó lấy tổng theo không thời gian cong hoặc ngược lại.

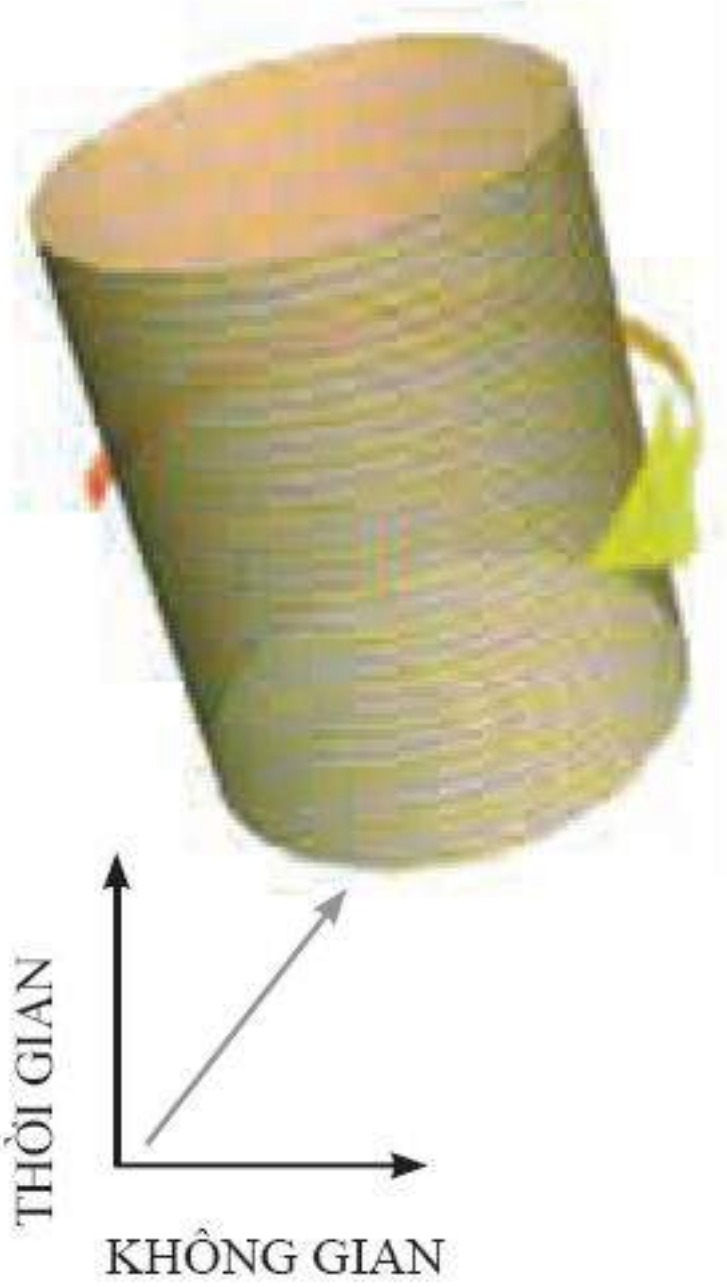
Vậy nên, dường như thuyết lượng tử cho phép du hành thời gian ở cấp độ vi mô. Nhưng điều này không có nhiều tác dụng lắm với mục đích viễn tưởng khoa học như là việc quay lại quá khứ và giết người ông chẳng hạn. Vậy câu hỏi là: xác xuất trong việc lấy tổng theo các lịch sử xung quanh không thời gian với các chu trình thời gian vĩ mô có cao hay không?

Người ta có thể xem xét câu hỏi này khi nghiên cứu tổng theo các lịch sử của các trường vật chất trong một chuỗi các không thời gian nền (background spacetime) đang xích lại gần nhau để có các chu trình thời gian. Người ta trông đợi cái gì đó kịch tính xảy ra khi các chu trình thời gian xuất

https://thuviensach.vn

hiện đầu tiên, và điều này đã được xác nhận trong một thí nghiệm đơn giản mà tôi đã khảo cứu với một sinh viên của tôi là Micheal Cassidy.

Các không thời gian nền trong chuỗi mà tôi nghiên cứu có liên hệ rất mật thiết đối với cái được gọi là vũ trụ Einstein, không thời gian mà Einstein đưa ra khi ông tin rằng vũ trụ là tĩnh tại và không đổi theo thời gian, không giãn nở mà cũng không co lại (xem chương 1). Trong vũ trụ của Einstein, thời gian chạy từ quá khứ vô cùng đến tương lai vô cùng. Tuy nhiên, các hướng không gian lại hữu hạn và tự đóng, giống như bề mặt trái đất nhưng có nhiều hơn một chiều. Ta có thể mường tượng không thời gian này giống như một hình trụ với trục thẳng đứng là hướng thời gian và mặt cắt là ba chiều của không gian (hình 5.16).

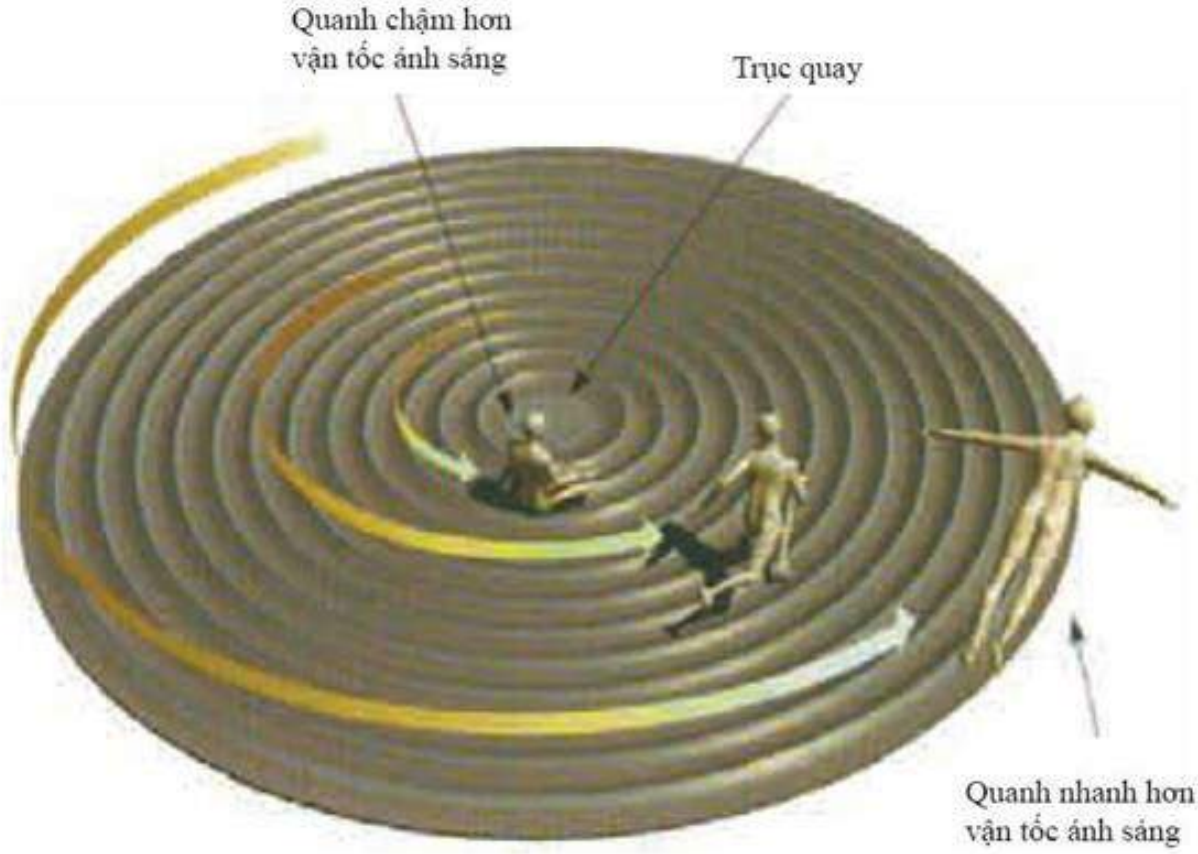



https://thuviensach.vn

*(Hình 5.16)*

*Vũ trụ của Einstein giống như một hình trụ, nó hữu hạn theo không gian và không đổi theo thời gian, mọi nơi trong vũ trụ có thể quay với tốc độ nhỏ hơn tốc độ ánh sáng.*

Vũ trụ của Einstein không thể hiện vũ trụ mà chúng ta đang sống vì nó không giãn nở. Tuy vậy, nó là một khung nền rất thuận tiện trong việc sử dụng khi nghiên cứu du hành thời gian vì vũ trụ đó đủ đơn giản khi ta lấy tổng theo các lịch sử. Bây giờ ta bỏ qua chuyện du hành thời gian, hãy xem xét vật chất trong vũ trụ của Einstein quay xung quanh một số trục nào đó. Nếu bạn đứng trên một cái trục quay, bạn có thể vẫn ở tại một điểm trong không gian, giống như bạn đứng ở trung tâm của trò chơi ngựa quay của trẻ con. Nhưng nếu bạn không đứng ở tâm thì bạn sẽ chuyển động trong không gian khi bạn quay quanh trục. Bạn ở càng xa trục quay thì bạn chuyển động càng nhanh (hình 5.17). Do đó, nếu vũ trụ là vô hạn trong không gian, thì các điểm đủ xa trục quay sẽ quay nhanh hơn vận tốc ánh sáng. Tuy nhiên, vì vũ trụ của Einstein là hữu hạn theo các hướng trong không gian, nên sẽ có một tốc độ quay tới hạn mà dưới nó không có phần nào của vũ trụ quay nhanh hơn vận tốc ánh sáng.




*(Hình 5.17)*

*Trong không gian phẳng, phần ở xa trục quay của một đĩa cứng có thể quay nhanh hơn vận tốc ánh sáng.*

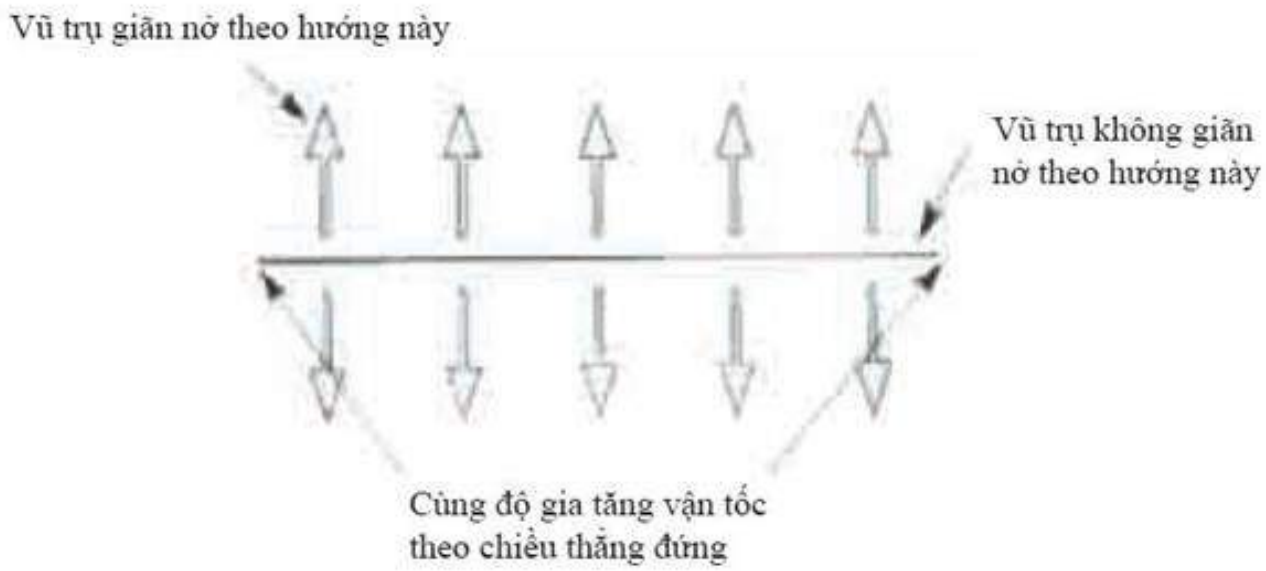
Bây giờ ta hãy nghiên cứu việc lấy tổng theo các lịch sử hạt trong một vũ trụ Einstein quay. Khi quay chậm, một hạt có thể theo rất nhiều lộ trình khi dùng một lượng năng lượng đã cho. Do đó, tổng theo tất cả các lịch sử của

https://thuviensach.vn

hạt trong khung nền này sẽ có biên độ lớn. Điều này muốn nói rằng xác xuất của khung nền này sẽ cao khi lấy tổng theo tất cả lịch sử không thời gian bị uốn cong - tức là, nó là một trong những lịch sử có xác xuất cao hơn. Tuy vậy, khi tốc độ quay của vũ trụ Einstein đạt đến giá trị tới hạn, thì ở rìa ngoài của vũ trụ chuyển động với vận tốc tiến đến vận tốc ánh sáng. Chỉ có một lộ trình được phép trong khuôn khổ cổ điển trên rìa vũ trụ, là lộ trình cho hạt chuyển động với vận tốc ánh sáng. Điều này có nghĩa là tổng theo tất cả các lịch sử hạt sẽ nhỏ nên xác xuất của các khung nền này sẽ thấp hơn xác xuất khi lấy tổng theo tất cả các lịch sử không gian cong. Tức là, chúng có xác xuất thấp nhất.

Vũ trụ Einstein quay thì có liên quan gì đến du hành thời gian và các chu trình thời gian? Câu trả lời là về mặt toán học chúng tương đương với các khung nền khác cho phép tồn tại các chu trình thời gian. Các khung nền khác này là các vũ trụ đang giãn nở theo hai chiều không gian. Vũ trụ không giãn nở theo chiều thứ ba mà chiều này là tuần hoàn. Điều đó nói rằng nếu bạn đi một khoảng cách nhất định theo chiều này thì bạn sẽ quay trở lại nơi bạn đã xuất phát. Tuy vậy, mỗi lần bạn đi vòng quanh theo chiều không gian thứ ba này thì tốc độ của bạn trong chiều thứ nhất và thứ hai sẽ được tăng thêm (hình 5.18).

(Hình 5.18) VŨ TRỤ CÓ VÒNG THỜI GIAN ĐÓNG




Nếu sự gia tốc này nhỏ thì sẽ không có các chu trình thời gian. Nhưng hãy xem xét một chuỗi các khung nền với gia tốc tăng dần. Tại một gia tốc tới hạn nhất định, các chu trình thời gian sẽ xuất hiện. Điều dễ hiểu là sự gia tốc tới hạn này tương ứng với tốc độ quay tới hạn của các vũ trụ Einstein. Vì các tính toán tổng theo các lịch sử trong các khung nền này là tương đương nhau

https://thuviensach.vn

về mặt toán học nên ta có thể kết luận rằng xác xuất của các khung nền này tiến đến không khi chúng tiến đến độ cong cần thiết cho các chu trình thời gian. Nói cách khác, xác xuất để có đủ độ cong cho một máy thời gian là bằng không. Điều này củng cố cái mà tôi gọi là Phỏng đoán bảo toàn lịch sử (Chronology Protection Conjecture): đó là các định luật vật lý cố gắng tránh du hành thời gian đối với các vật thể vĩ mô.

Mặc dù các chu trình thời gian có thể xảy ra nhờ việc lấy tổng theo các lịch sử, nhưng các xác xuất lại cực kỳ nhỏ. Dựa trên luận cứ lưỡng tính tôi đã nói trước đây, tôi ước tính xác xuất mà Kip Thorne có thể quay lại và giết chết người ông của anh ta là một phần mười tỷ tỷ tỷ tỷ tỷ tỷ tỷ tỷ tỷ tỷ.

*Xác suất mà Kip có thể quay lại quá khứ và giết người ông của anh ta là một phần mười mũ mười mũ sáu mươi* $(1/10^{10^{60}})$.

*Nói cách khác xác suất đó nhỏ hơn một phần ngàn tỷ ngàn tỷ ngàn tỷ ngàn tỷ ngàn tỷ.*

Đấy là một con số rất nhỏ, nhưng nếu bạn nhìn gần vào bức tranh của Kip thì bạn có thể nhìn thấy những đường mờ ở rìa bức tranh. Nó tương ứng với xác suất khi một kẻ vô lại nào đó từ tương lai quay lại quá khứ và giết chết người ông của anh ta để anh ta không thể có mặt ở đây được nữa.

Như những tay cờ bạc, Kip và tôi đã đánh bạc về điều đó. Nhưng vấn đề là chúng tôi không thể cá cược với nhau vì bây giờ chúng tôi ở cùng một phía.

https://thuviensach.vn

Mặt khác, tôi sẽ không đánh bạc với bất kỳ ai nữa. Anh ta có thể đến từ tương lai và biết rằng máy thời gian đã hoạt động.

Bạn có thể tự hỏi chương sách này có phải là một phần biện pháp che đậy máy thời gian của chính phủ hay không. Có thể bạn đúng đấy.

https://thuviensach.vn

# CHƯƠNG 6

# TƯƠNG LAI CỦA CHÚNG TA? CÓ THỂ LÀ STAR TREK HAY KHÔNG?

*Làm thế nào mà cuộc sống sinh học và điện tử sẽ tiếp tục phát triển độ phức tạp với một tốc độ chưa từng thấy?*

Lý do mà *Star Trek* phổ biến đến thế là vì đó là một viễn cảnh tương lai an ủi và dễ chịu. Bản thân tôi cũng là một người khá yêu thích *Star Trek*, do đó tôi dễ dàng bị thuyết phục tham gia vào một đoạn phim trong đó tôi chơi bài với Newton, Einstein và thuyền trưởng Data. Tôi đã thắng họ, nhưng thật không may, có báo hiệu khẩn cấp nên tôi không bao giờ lấy được số tiền thắng cược.

https://thuviensach.vn

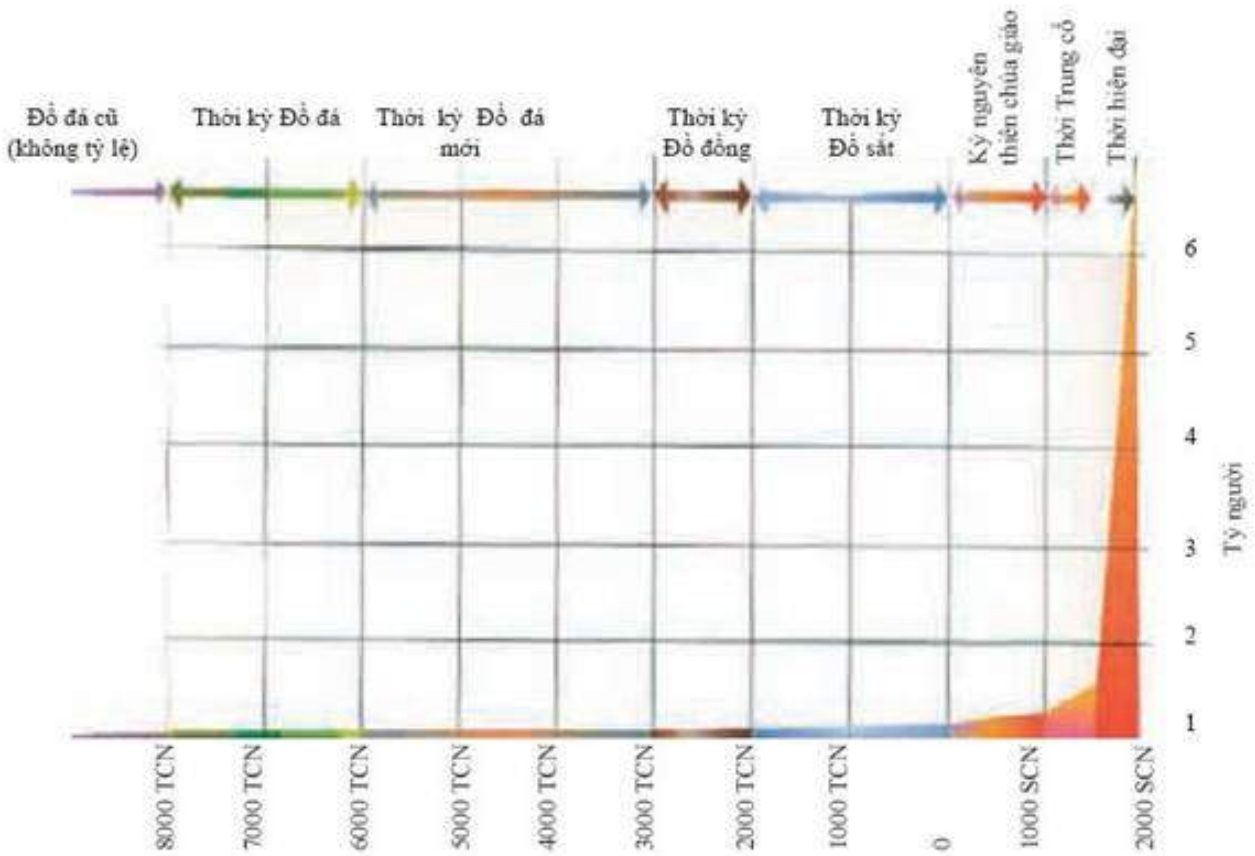
Newton, Einstein, thuyền trưởng Data và tôi đang chơi bài trong một cảnh phim *Star Trek*. Một cảnh trong phim *Star Trek: The Next Genearation*, 2001.

*Star Trek* cho thấy một xã hội có trình độ khoa học, kỹ thuật và tổ chức chính trị phát triển rất xa với chúng ta (về tổ chức chính trị có thể không khó khăn lắm). Sẽ phải có những thay đổi lớn với những căng thẳng và xáo trộn đi kèm trong thời gian giữa bây giờ và thời điểm đó, nhưng trong giai đoạn mà chúng ta đã thấy, khoa học, kỹ thuật và tổ chức xã hội được giả thiết là đạt đến mức độ gần như hoàn hảo.

Tôi muốn đặt nghi vấn về bức tranh này và hỏi rằng liệu chúng ta sẽ đạt đến một trạng thái ổn định cuối cùng chưa từng có về khoa học và công nghệ hay không. Chưa lúc nào trong vòng khoảng mười ngàn năm kể từ kỷ băng hà, loài người ở trong một tình trạng mà tri thức bất biến và công nghệ cố định không thay đổi. Có đôi lúc thụt lùi như là thời kỳ trung cổ sau khi đế chế La Mã sụp đổ. Nhưng dân số thế giới - một phép đo khả năng công nghệ của chúng ta để bảo tồn cuộc sống và nuôi sống bản thân chúng ta, đã tăng một cách vững chắc trừ một vài lần gián đoạn như thời kỳ cái chết đen mà thôi (hình 6.1).

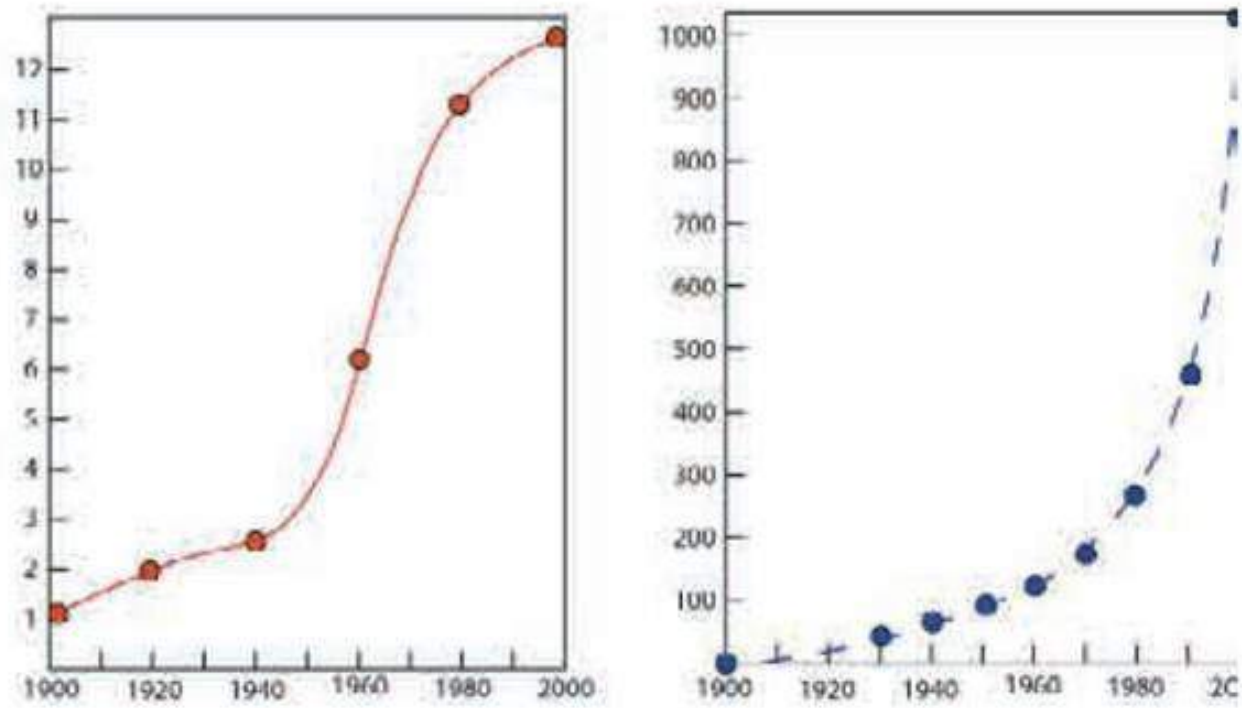
https://thuviensach.vn

(Hình 6.1) TỐC ĐỘ PHÁT TRIỂN DÂN SỐ




Trong hai trăm năm vừa qua, tốc độ phát triển dân số trở lên cấp số mũ; tức là dân số phát triển với một số phần trăm giống nhau hàng năm. Hiện nay tốc độ đó là 1,9 phần trăm một năm. Điều này nghe có vẻ không thích thú lắm nhưng nó có nghĩa là dân số thế giới cứ bốn mươi năm lại tăng gấp đôi (hình 6.2).

https://thuviensach.vn




TIÊU THỤ ĐIỆN NĂNG TOÀN CẦU

CÁC BÀI BÁO KHOA HỌC HÀNG NĂM

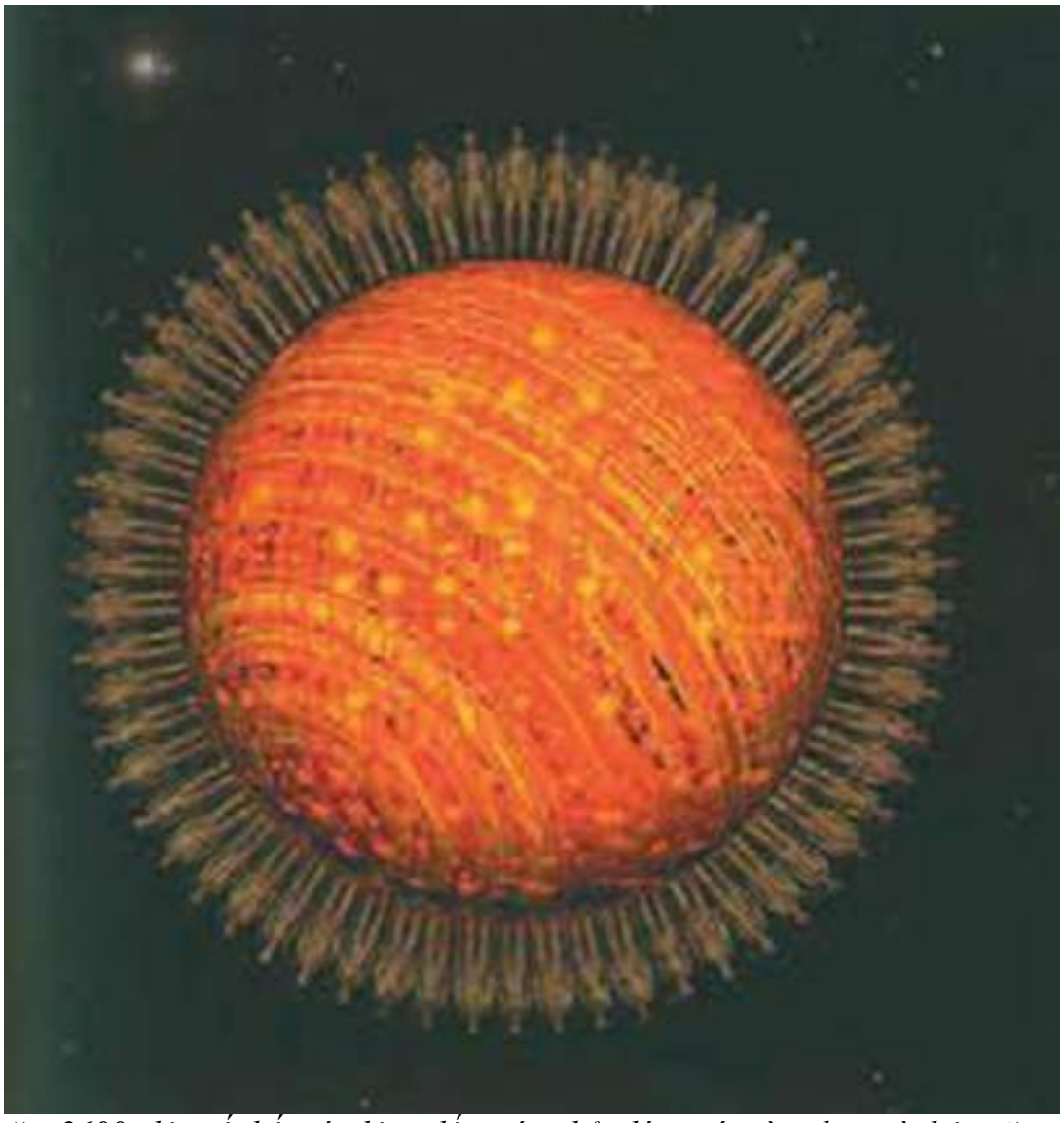
*(Hình 6.2)*

(Trái) *Mức tiêu thụ năng lượng toàn cầu (đơn vị tỷ tấn BCU, trong đó một tấn bằng một đơn vị than bitu = 8.13 MW-giờ)*

(Phải) *Số bài báo khoa học xuất bản hàng năm, trục tung theo đơn vị ngàn bài. Năm 1900 có 9 000 bài, năm 1950 có 90 000 bài và năm 2000 có 900 000 bài.*

Các phép đo sự phát triển công nghệ khác trong thời gian gần đây là mức tiêu thụ điện năng và số các bài báo khoa học. Chúng cũng tăng theo hàm mũ và thời gian tăng gấp đôi thì ít hơn bốn mươi năm. Trong tương lai gần - tất nhiên là không phải thời đại *Star Trek* - thời đại được giả thiết không quá xa so với chúng ta, không có tín hiệu nào cho thấy sự phát triển của khoa học và công nghệ sẽ chậm dần và dừng hẳn. Nhưng nếu tốc độ tăng dân số và sự gia tăng về tiêu thụ điện năng tiếp tục với tốc độ như hiện nay thì đến năm 2600 dân số thế giới sẽ tăng đến mức mọi người đứng sát vai kề vai và phủ kín trái đất và điện năng sẽ làm cho trái đất sẽ trở nên nóng đỏ (xem hình minh họa trang kế).

https://thuviensach.vn



*Vào năm 2600, dân số thế giới đông đến mức phải đứng sát vào nhau và điện năng tiêu thụ có thể làm trái đất phát sáng đỏ.*

Nếu bạn xếp tất cả các cuốn sách mới được xuất bản sát lại với nhau thì bạn phải chuyển động với vận tốc một trăm năm mươi km một giờ để có thể bắt kịp phần cuối của hàng sách. Tất nhiên là vào năm 2600 thì các công trình nghệ thuật và khoa học phát hành theo dạng điện tử chứ không phải theo dạng sách báo vật lý. Tuy nhiên, nếu độ tăng theo hàm mũ cứ tiếp tục thì sẽ có mười bài báo về ngành vật lý lý thuyết của tôi ra đời trong một giây và chẳng có thời gian để đọc chúng.

Rõ ràng là tốc độ tăng theo hàm mũ như hiện nay không thể tiếp tục mãi mãi. Thế thì cái gì sẽ xảy ra? Một khả năng là chúng ta tự xóa bỏ hoàn toàn bản thân chúng ta bằng một số thảm họa như chiến tranh hạt nhân chẳng hạn. Có một chuyện đùa chán ngấy là lý do mà người ngoài trái đất không liên lạc với chúng ta đó là khi nền văn minh đạt đến giai đoạn phát triển của chúng ta thì nó trở lên bất ổn và tự hủy hoại bản thân. Tuy vậy, tôi vẫn là một người lạc quan. Tôi không tin là loài người đi quá xa để tự chấm dứt bản thân khi mọi thứ đang trở nên đáng quan tâm.

https://thuviensach.vn

Viễn cảnh tương lai *Star Trek* mà chúng ta đạt đến một mức độ tiên tiến nhưng hầu như tĩnh tại có thể trở thành hiện thực theo tri thức của chúng ta về các định luật cơ bản điều khiển vũ trụ. Như tôi sẽ mô tả trong chương kế tiếp, có thể có một lý thuyết tối thượng mà chúng ta sẽ tìm ra trong một tương lai không xa. Lý thuyết tối thượng này, nếu tồn tại, sẽ quyết định giấc mơ *Star Trek* về di chuyển theo độ cong không gian có thành hiện thực hay không. Theo các ý tưởng hiện nay, chúng ta sẽ phải khám phá thiên hà theo một cách chậm chạm và buồn tẻ sử dụng phi thuyền chuyển động chậm hơn vận tốc ánh sáng, nhưng vì chúng ta chưa có lý thuyết thống nhất hoàn toàn nên chúng ta không thể loại trừ khả năng di chuyển theo độ cong không gian (hình 6.3).

*(Hình 6.3)*

Mạch chuyện của *Star Trek* phụ thuộc vào phi thuyền *Enterprise* và các phi thuyền giống như thế có thể di chuyển với vận tốc cong nhanh hơn rất nhiều vận tốc ánh sáng. Tuy nhiên, nếu Giả định bảo toàn lịch sử (Chronology Protection Conjecture) là đúng thì chúng ta sẽ phải khám phá vũ trụ bằng các phi thuyền có tên lửa đẩy với vận tốc chậm hơn vận tốc ánh sáng.

Mặt khác, chúng ta đã biết các định luật đúng trong tất cả các trường hợp nhưng không đúng trong các tình huống tới hạn nhất: các định luật điều khiển phi hành đoàn của *Enterprise*, và cả bản thân chiếc phi thuyền nữa. Nếu cứ theo phương pháp mà chúng ta tìm ra các định luật này hoặc cứ theo

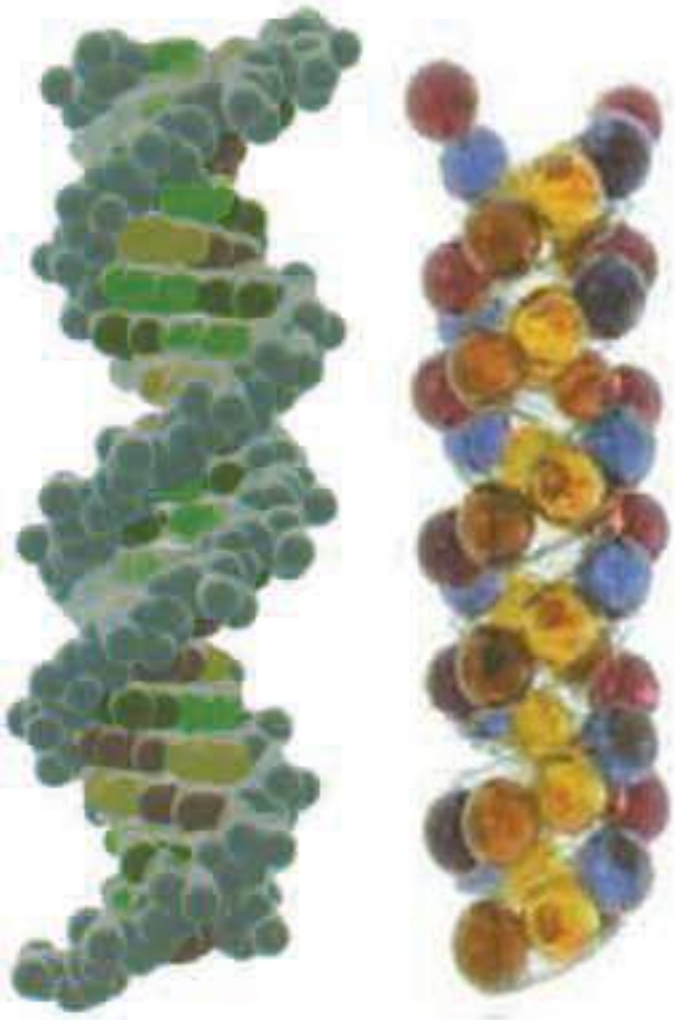
https://thuviensach.vn

phương pháp mà chúng ta xây dựng nên độ phức tạp của các hệ như hiện nay thì chẳng có vẻ gì là chúng ta sẽ đạt đến một trạng thái ổn định. Chúng ta sẽ đề cập đến sự phức tạp đó trong phần còn lại của chương này.

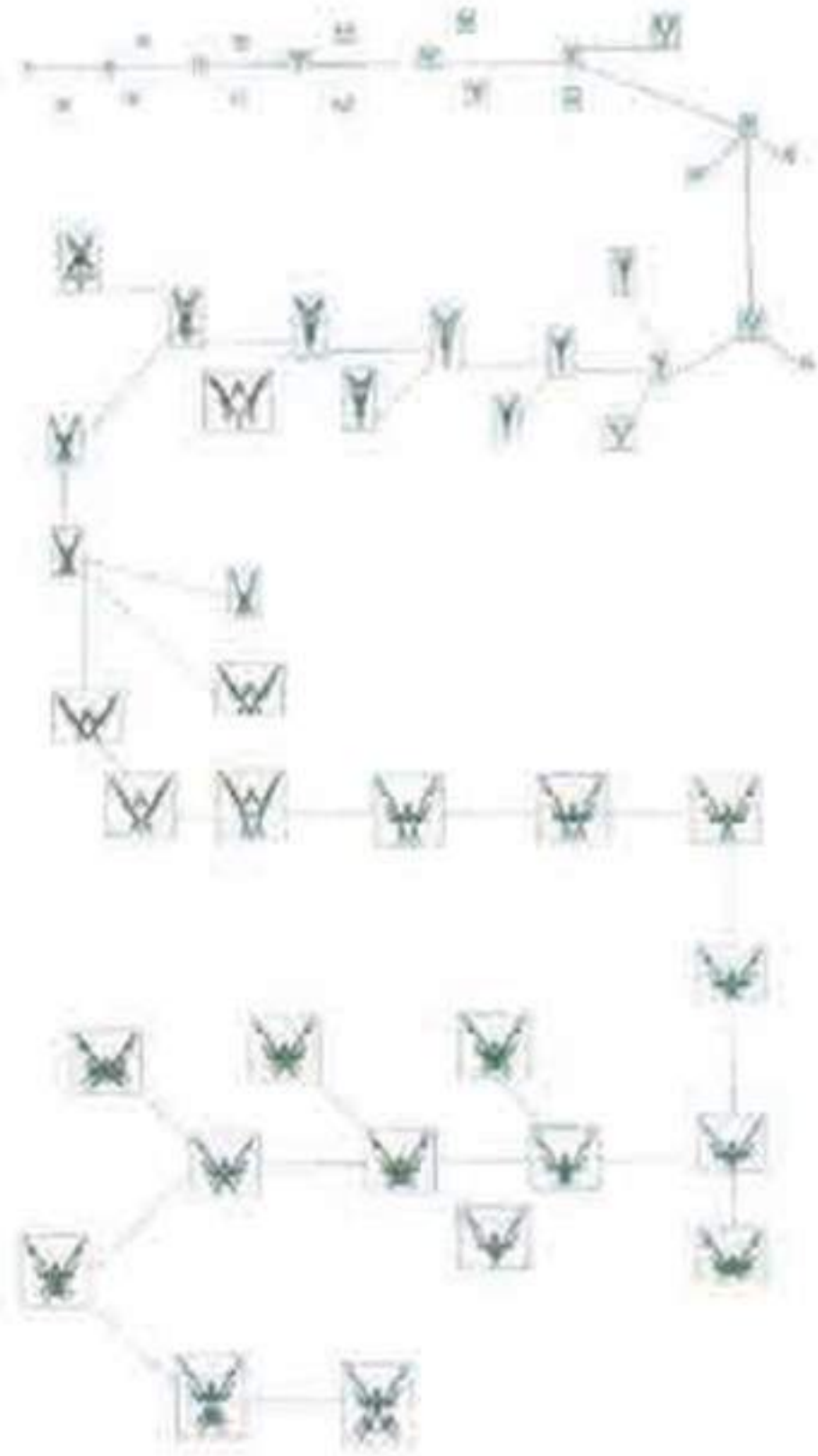
Cho tới nay, hệ thống phức tạp nhất mà chúng ta có đó chính là cơ thể chúng ta. Dường như sự sống có nguồn gốc từ đại dương nguyên thủy bao phủ bề mặt trái đất bốn tỷ năm trước. Chúng ta không biết điều này diễn ra thế nào. Có thể là sự va chạm ngẫu nhiên giữa các nguyên tử đã tạo ra các đại phân tử. Các đại phân tử này có thể tự tái tạo bản thân chúng và liên kết với nhau để tạo ra các cấu trúc phức tạp hơn. Điều mà chúng ta biết đó là cách đây ba tỷ năm rưỡi, phân tử có độ phức tạp rất cao ADN đã xuất hiện.

ADN là cơ sở của sự sống trên trái đất. Đó là một cấu trúc hình xoắn kép giống như cầu thang xoáy, cấu trúc này được Francis Crick và James Watson ở phòng thí nghiệm Cavendish tại Cambridge phát hiện ra vào năm 1953. Hai nhánh của chuỗi xoắn kép này được liên kết với nhau nhờ các cặp ba-zơ giống như bậc thang trên cầu thang xoắn. Trong ADN có bốn loại ba-zơ: adenine, guanine, thymine và cytosine. Trật tự các ba-zơ xuất hiện dọc theo cầu thang xoắn mang các thông tin di truyền cho phép ADN liên kết với một cơ quan xung quanh nó để tái sinh chính nó. Vì ADN tự tạo ra các phiên bản của chính nó nên đôi lúc có các sai sót trong tỷ lệ hoặc trật tự của các ba-zơ trên chuỗi xoắn kép. Trong phần lớn các trường hợp, các sai sót trong việc sao chép không thể hoặc rất ít có khả năng tự tái tạo chính nó, có nghĩa là các sai sót di truyền hay thường gọi là các đột biến sẽ bị loại bỏ. Nhưng trong một số trường hợp, các sai sót hay các đột biến sẽ làm tăng khả năng sống sót và tái sinh của ADN. Các thay đổi về mã di truyền như thế sẽ được ưu tiên. Đó là cách mà thông tin được lưu trữ trong chuỗi ADN tiến hóa dần dần và làm tăng độ phức tạp (hình 6.4).

https://thuviensach.vn



https://thuviensach.vn



*(Hình 6.4)*

*TIẾN HÓA KHI HOẠT ĐỘNG*

*Hình dưới là mô hình tạo ra bằng một chương trình máy tính do nhà sinh vật học Richard Dawkins tạo ra.*

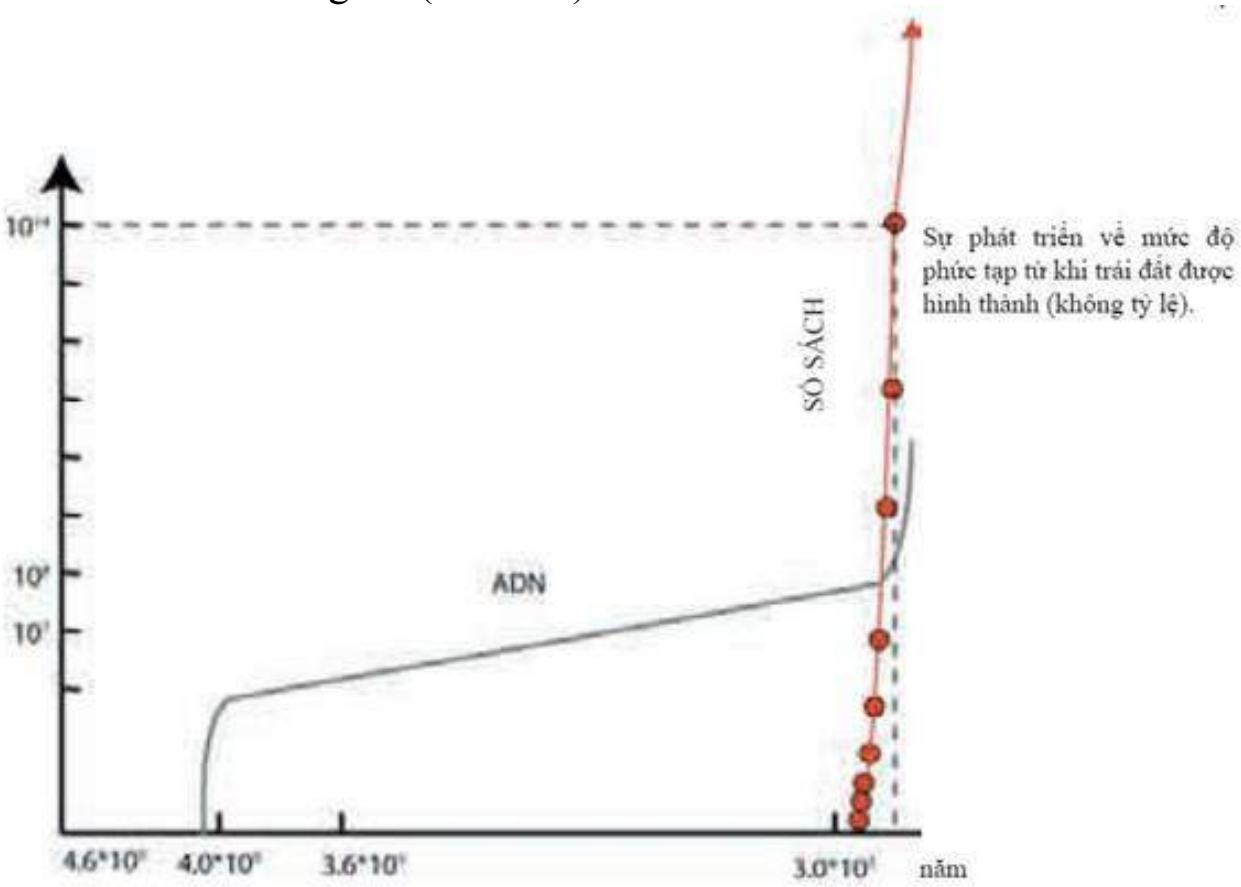
*Sự tồn tại của một xu hướng nào đó phụ thuộc vào các đặc tính đơn giản như là "hấp dẫn", "khác biệt" hoặc "giống côn trùng" (insect-like).*

*Bắt đầu từ một điểm duy nhất, các thế hệ ngẫu nhiên ban đầu phát triển theo một quá trình*

https://thuviensach.vn

*tương tự quá trình chọn lọc tự nhiên. Dawkins tạo ra một dạng thức giống côn trùng với 29 thế hệ (cùng rất nhiều ngõ cụt khi tiến hóa).*

Vì tiến hóa sinh học về cơ bản là một quá trình ngẫu nhiên trong không gian của tất cả các xác xuất di truyền nên tiến hóa sinh học diễn ra rất chậm chạp. Độ phức tạp hay là số các bit thông tin được mã hóa trong ADN gần bằng số các ba-zơ trong phân tử đó. Trong khoảng hai tỷ năm đầu tiên, độ phức tạp tăng với tốc độ khoảng một bit thông tin trong một trăm năm. Và trong vài triệu năm trước, độ phức tạp của ADN tăng dần với tốc độ khoảng một bit thông tin trong một năm. Nhưng sau đó, khoảng sáu hoặc tám ngàn năm trước, xuất hiện một bước phát triển mới rất quan trọng. Chúng ta đã phát triển ngôn ngữ viết. Điều này có nghĩa là thông tin có thể được truyền từ thế hệ này đến thế hệ khác mà không cần phải đợi quá trình đột biến ngẫu nhiên và chọn lọc tự nhiên rất chậm chạp để mã hóa thông tin vào chuỗi ADN. Và độ phức tạp tăng lên nhanh chóng. Chỉ một cuốn tiểu thuyết có thể chứa một lượng thông tin bằng lượng thông tin về sự khác nhau giữa ADN của vượn và người, và ba mươi tập bách khoa toàn thư có thể mô tả toàn bộ chuỗi ADN của loài người (hình 6.5).




https://thuviensach.vn

*(Hình 6.5)*
*Toàn bộ ADN của người được chứa trong 30 tập sách.*

Quan trọng hơn là thông tin trong các cuốn sách có thể được cập nhật một cách rất nhanh chóng. Tốc độ cập nhật ADN trong quá trình tiến hóa sinh học của con người hiện nay là một bit trong một năm. Nhưng có hai trăm ngàn cuốn sách mới xuất bản hàng năm - tương đương với tốc độ cập nhất thông tin mới trên một triệu bit một giây. Tất nhiên là phần lớn các thông tin đều vô ích nhưng chỉ cần một phần triệu bit hữu ích thì tốc độ vẫn lớn hơn tốc độ tiến hóa sinh học một trăm ngàn lần.

Việc truyền dữ liệu bằng các phương pháp ngoại, phi sinh học đã làm cho loài người thống trị thế giới và tăng dân số theo cấp số mũ. Nhưng ngày nay chúng ta đang ở trong giai đoạn bắt đầu của một kỷ nguyên mới, trong đó chúng ta có thể tăng độ phức tạp của thông tin nội - tức là ADN mà không cần phải đợi quá trình tiến hóa sinh học chậm chạp. Trong mười ngàn năm gần đây, ADN của con người không có thay đổi nào đáng kể, nhưng rất có thể trong một ngàn năm tới chúng ta có khả năng tái thiết kế lại hoàn toàn. Tất nhiên rất nhiều người sẽ nói rằng, kỹ thuật di truyền trên con người sẽ bị cấm nhưng việc chúng ta có thể ngăn cản nó là một điều đáng ngờ. Kỹ thuật gen trên thực vật và động vật được phép vì các lý do kinh tế và một số người sẽ thử trên con người. Trừ khi chúng ta có một lệnh cấm triệt để trên toàn thế

https://thuviensach.vn

giới không cho phép người nào, nơi nào được thiết kế con người cải tiến.

Rõ ràng là việc tạo ra con người cải tiến sẽ gây nên các vấn đề xã hội và chính trị với con người không được cải tiến. Chủ ý của tôi không phải là bảo vệ cho kỹ thuật gen trên con người là một bước phát triển đáng ao ước mà tôi chỉ muốn nói rằng điều đó rất có thể sẽ xảy ra cho dù chúng ta muốn hay không. Đó chính là lý do tại sao tôi không tin vào chuyện khoa học viễn tưởng như *Star Trek*, trong đó, con người bốn trăm năm tới lại giống chúng ta ngày nay về cơ bản. Tôi nghĩ rằng con người và ADN của con người sẽ gia tăng độ phức tạp rất nhanh chóng. Chúng ta nên thừa nhận rằng điều này sẽ xảy ra và xem xét làm thế nào để giải quyết vấn đề đó.

*Thai nhi phát triển bên ngoài cơ thể con người sẽ cho phép hình thành những bộ não lớn*

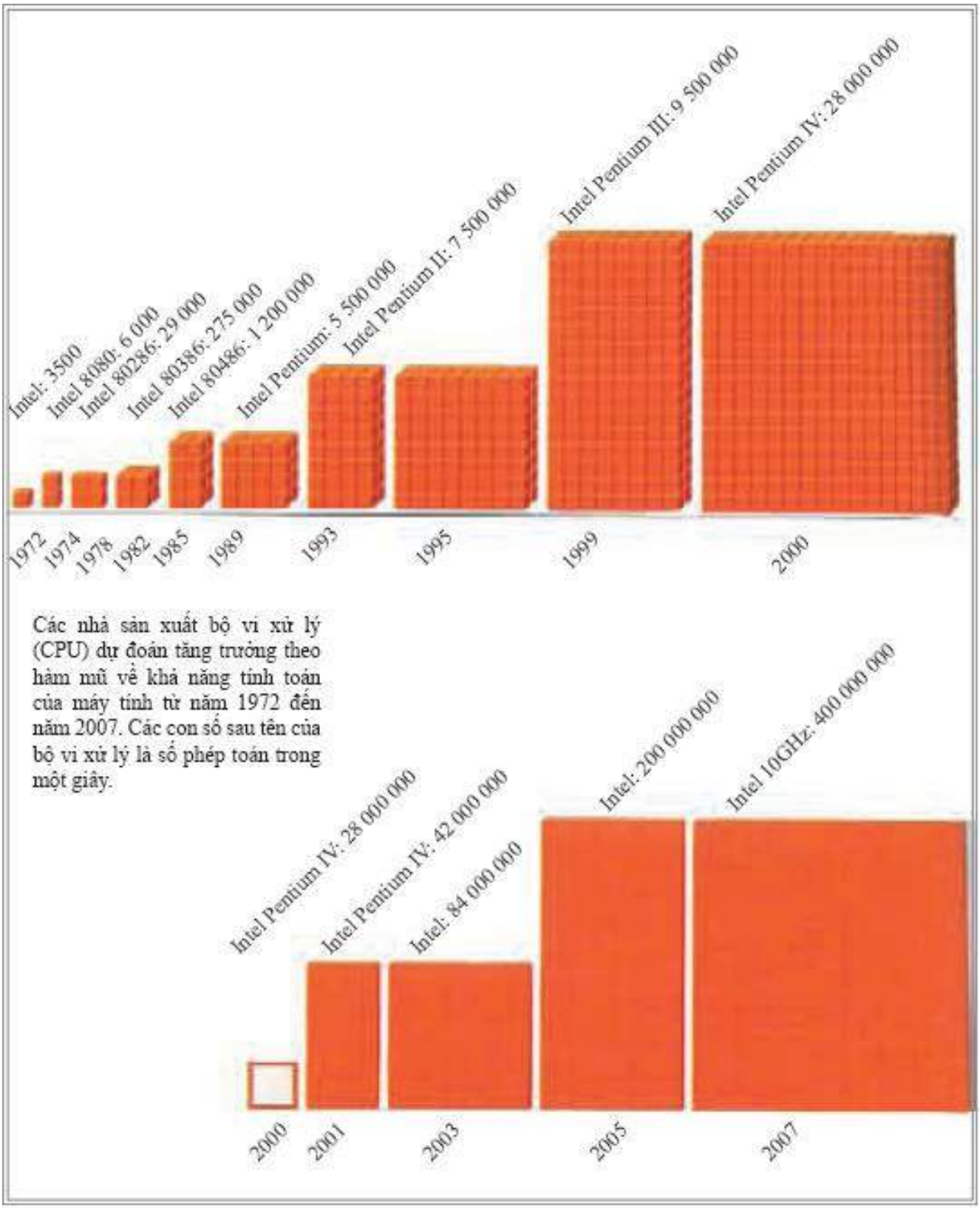
https://thuviensach.vn

*hơn với trí tuệ vĩ đại hơn.*

Theo đó, con người cần phải cải tiến thể chất và trí tuệ để đối phó với một thế giới với độ phức tạp gia tăng và để đáp ứng với thách thức như là du hành vũ trụ chẳng hạn. Con người cũng cần phải tăng độ phức tạp của mình nếu như các hệ sinh học vượt trên các hệ điện tử. Tại thời điểm này, máy tính có lợi thế về tốc độ nhưng không cho thấy một dấu hiệu nào về trí tuệ. Điều này không có gì đáng ngạc nhiên vì các máy tính hiện nay của chúng ta còn đơn giản hơn bộ não của một con giun đất, một sinh vật chẳng có gì đáng chú ý về khả năng trí tuệ.

*Tại thời điểm hiện nay, các máy tính của chúng ta vẫn kém xa khả năng tính toán của bộ não của một con giun đất ngốc nghếch.*

https://thuviensach.vn

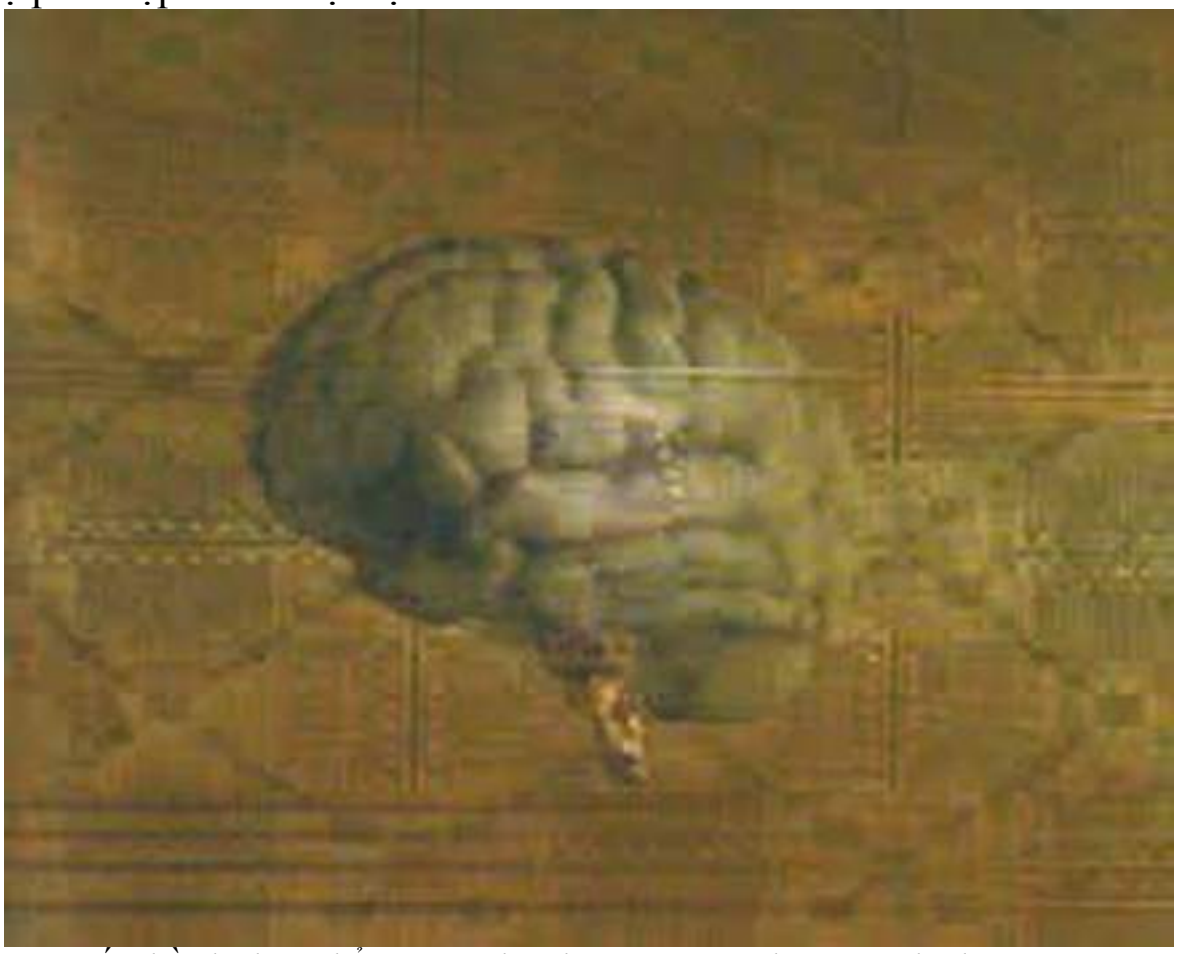



*(Hình 6.6)*

Nhưng các máy tính lại tuân theo một định luật gọi là định luật Moore: tốc độ và độ phức tạp của chúng sẽ tăng gấp đôi cứ sau mười tám tháng (hình 6.6). Đây cũng là một quá trình tăng theo hàm mũ và rõ ràng là không thể kéo dài mãi mãi được. Tuy vậy, nó có thể sẽ tiếp tục cho đến khi các máy tính có độ phức tạp như bộ não con người. Một số người nói rằng dù thế nào đi chăng nữa máy tính không bao giờ có thể thể hiện trí tuệ thực sự. Nhưng

https://thuviensach.vn

đối với tôi, nếu các phân tử hóa học rất phức tạp có thể hoạt động trong con người để làm cho con người trở nên có trí tuệ thì các mạnh điện tử với độ phức tạp tương đương cũng có thể làm cho các máy tính hoạt động theo một cách có trí tuệ. Và nếu chúng có trí tuệ thì chúng có thể thiết kế các máy tính có độ phức tạp và trí tuệ thậm chí còn cao hơn.



*Các mô cấy thần kinh có thể gia tăng bộ nhớ và các gói thông tin như là một ngôn ngữ hay nội dung của quyển sách này có thể được học trong vòng vài phút. Con người cao cấp như vậy sẽ có rất ít điểm tương đồng với chúng ta.*

Liệu sự gia tăng độ phức tạp sinh học và điện tử diễn ra mãi mãi hay có một giới hạn tự nhiên nào đó? Về khía cạnh sinh học, sự giới hạn về trí tuệ của con người cho đến nay được xác định bởi kích thước của bộ não mà sẽ phải đi qua một đường ống khi sinh nở. Khi quan sát ba đứa con tôi ra đời, tôi biết là để cái đầu thoát ra được khó khăn như thế nào. Nhưng trong hàng trăm năm tới, tôi hy vọng chúng ta có thể nuôi dưỡng bào thai bên ngoài cơ thể con người, do đó sự giới hạn này sẽ được loại bỏ. Tuy nhiên cuối cùng thì sự gia tăng kích thước bộ não con người nhờ kỹ thuật di truyền sẽ gặp phải vấn đề là sự truyền tin hóa học của cơ thể chịu trách nhiệm cho các hoạt động trí óc sẽ diễn ra tương đối chậm. Tức là nếu độ phức tạp của bộ não tăng thêm thì sẽ phải trả giá bằng tốc độ. Chúng ta có thể nhanh trí hoặc thông minh chứ không thể có cả hai được. Nhưng tôi vẫn nghĩ rằng chúng ta có thể trở nên thông minh hơn phần lớn những người trong *Star Trek*, chứ

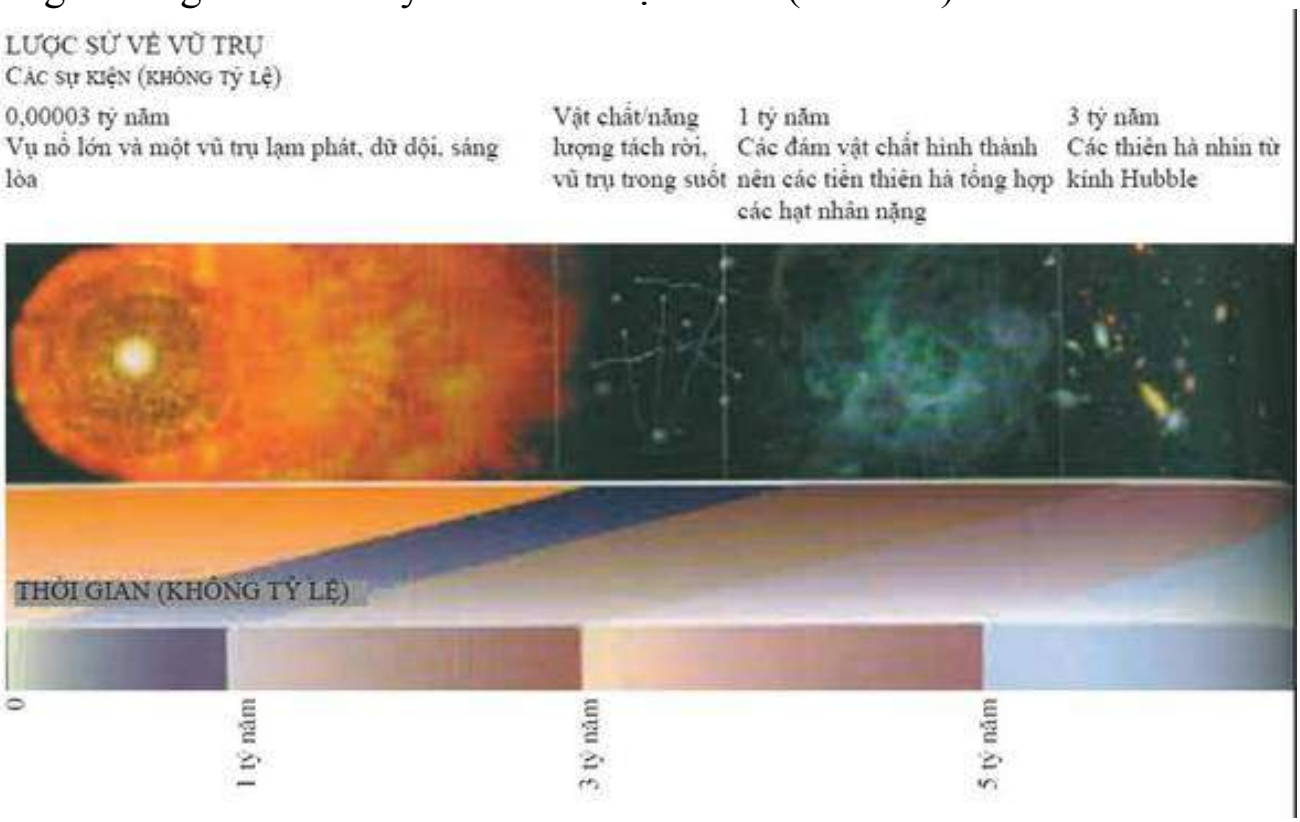
https://thuviensach.vn

việc chúng ta kém thông minh hơn rất khó có thể xảy ra.

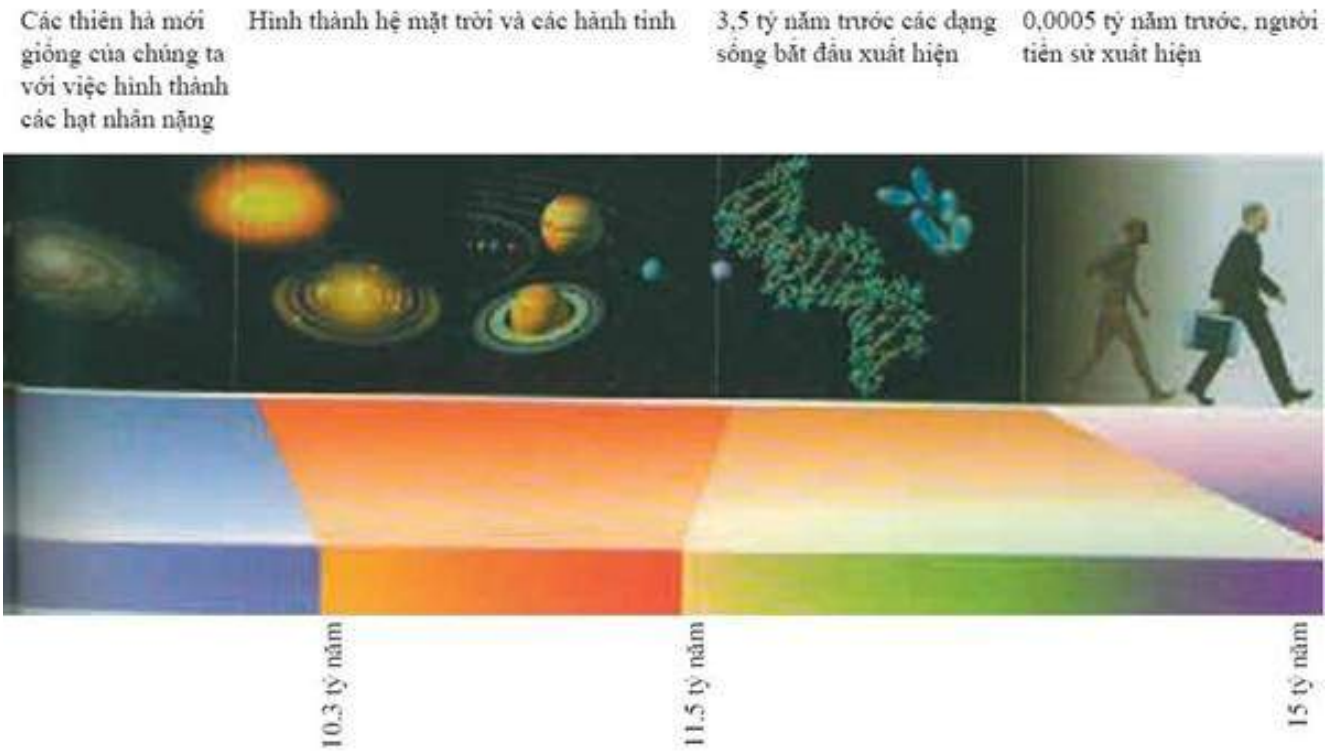
Các mạnh điện tử cũng có các vấn đề về độ phức tạp - tốc độ giống như bộ não người. Tuy vậy, trong trường hợp này thì các tín hiệu là điện tử chứ không phải là hóa học và truyền với tốc độ ánh sáng, một tốc độ cao hơn rất nhiều. Tuy vậy, tốc độ ánh sáng đã là một giới hạn thực tế trong việc thiết kế máy tính tốc độ cao hơn. Ta có thể cải thiện tình huống bằng cách làm các mạch nhỏ hơn, nhưng cuối cùng thì có một giới hạn thiết lập bởi cấu trúc nguyên tử của vật chất. Ta vẫn có một số hướng đi trước khi vấp phải rào cản này.

Một cách khác để các mạch điện tử có thể tăng độ phức tạp của chúng mà vẫn giữ nguyên tốc độ đó là sao chép bộ não con người. Bộ não người không có một đơn vị xử lý trung tâm để xử lý các lệnh trong một chuỗi các lệnh. Thay vào đó, bộ não có hàng triệu các đơn vị xử lý làm việc cùng nhau tại cùng một thời điểm. Quá trình xử lý song song vĩ đại này cũng là tương lai cho trí tuệ điện tử.

Giả sử rằng trong vài trăm năm tới chúng ta không tự hủy hoại chính mình thì chúng ta có thể di cư tới các hành tinh trong hệ mặt trời, sau đó tới cách ngôi sao gần nhất. Nhưng sự di cư đó sẽ không giống như *Star Trek* hoặc *Babylon 5*, với một loài sinh vật mới gần giống người trong hầu hết các hệ tinh cầu. Loài người ở trong hình dạng hiện thời mới được có hai triệu năm trong khoảng mười lăm tỷ năm kể từ vụ nổ lớn (hình 6.7).




https://thuviensach.vn




*(Hình 6.7)*

*Khoảng thời gian mà loài người có mặt chỉ bằng một phần rất nhỏ của lịch sử vũ trụ. (Nếu hình trên được biểu diễn theo tỷ lệ thì độ dài mà con người có mặt chỉ là 7 cm của một km độ dài lịch sử vũ trụ). Bất kỳ một cuộc sống ngoài trái đất mà chúng ta gặp thì đa phần là phát triển chậm hơn chúng ta hoặc nhanh hơn chúng ta rất nhiều.*

Do đó, thậm chí nếu sự sống có phát triển trong các hệ tinh cầu khác thì cơ hội bắt gặp nó trong giai đoạn giống như con người là rất nhỏ. Bất kỳ sự sống ngoài trái đất nào mà chúng ta bắt gặp rất có thể sẽ mông muội hơn hoặc phát triển hơn chúng ta rất nhiều. Và nếu nó phát triển hơn thì tại sao nó không du hành qua các thiên hà và viếng thăm trái đất? Nếu những người ngoài hành tinh đã đến đây thì đáng lẽ sự hiện diện của nó phải rõ ràng giống như trong phim *Independence Day* hơn là phim *E.T.*

https://thuviensach.vn

*Trí tuệ có thể tồn tại lâu được không?*

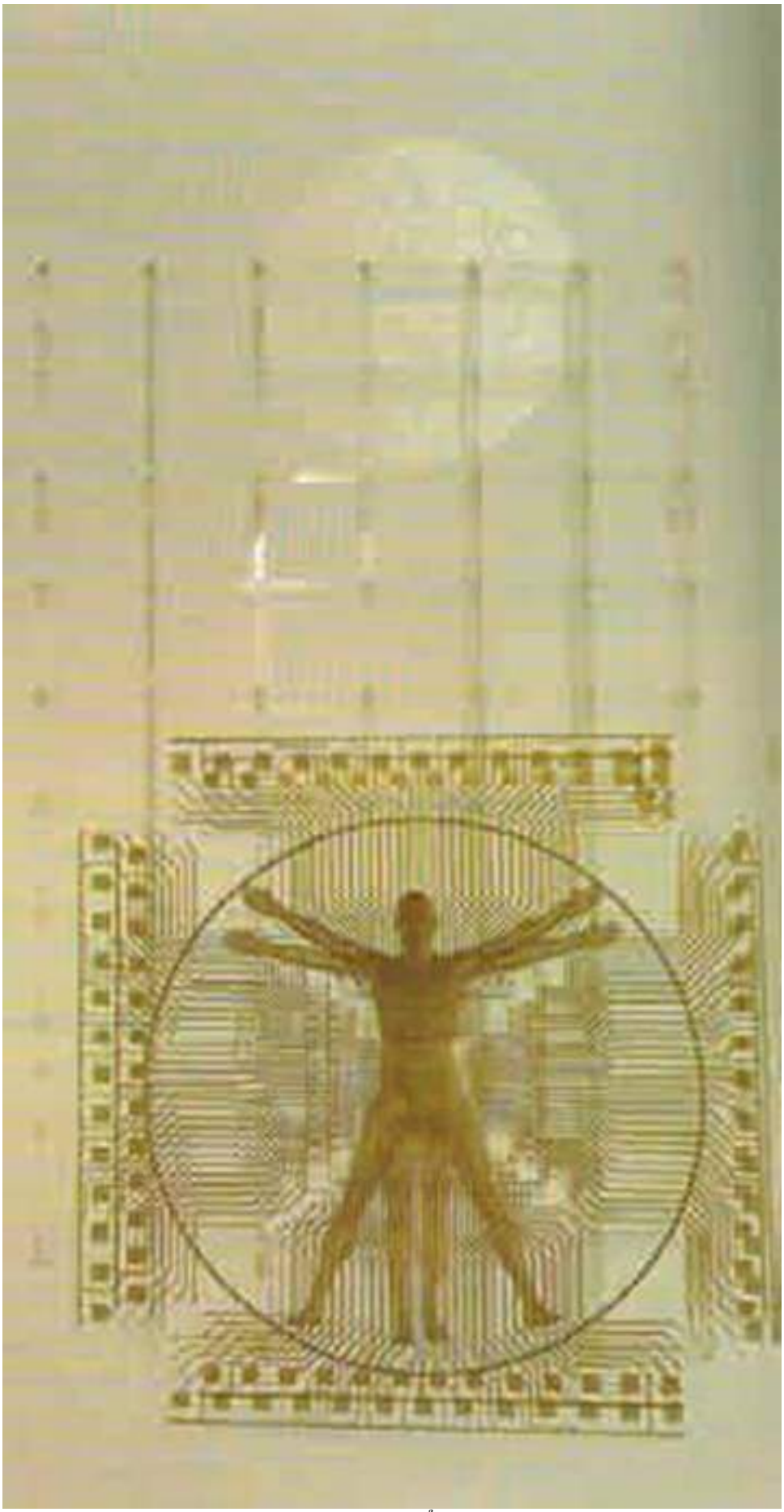
Do đó làm thế nào mà ta có thể giải thích là chưa có người ngoài hành tinh nào tới thăm trái đất. Có thể là có một sinh vật phát triển ngoài trái đất nhận thấy sự tồn tại của chúng ta nhưng cứ để chúng ta tự hầm mình trong nước cốt nguyên thủy của chúng ta. Tuy vậy, điều đáng ngờ là sinh vật đó lại cẩn

https://thuviensach.vn

trọng với một hình thức sống thấp hơn chúng đến thế: liệu phần lớn mọi người trong chúng ta có lo lắng về việc có bao nhiêu vi khuẩn và giun đất mà ta giẫm dưới chân hay không? Một lời giải thích có lý hơn đó là có rất ít khả năng tồn tại sự sống hoặc sự sống có trí tuệ phát triển trên các hành tinh khác. Vì chúng ta cho mình là có trí tuệ mặc dù có lẽ không có nhiều lý do cho lắm, chúng ta có xu hướng xem xét trí tuệ như là một trình tự tiến hóa chắc chắn sẽ xảy ra. Tuy nhiên ta có thể nghi ngờ điều đó. Vi khuẩn làm việc rất tốt mà không cần trí tuệ và sẽ sống lâu hơn chúng ta nếu cái gọi là trí tuệ của chúng ta làm chúng ta bị hủy diệt trong một cuộc chiến tranh hạt nhân. Do đó, khi chúng ta khám phá thiên hà, chúng ta có thể tìm thấy sự sống nguyên thủy nhưng chúng ta có thể không tìm thấy sinh vật giống chúng ta.

Tương lai của khoa học sẽ không giống như bức tranh an nhàn như trong *Star Trek*: một vũ trụ do các sinh vật giống như người sinh sống với một nền khoa học công nghệ tiên tiến nhưng hầu như tĩnh tại. Thay vào đó, tôi nghĩ rằng sẽ chỉ có chúng ta nhưng phát triển rất nhanh về độ phức tạp sinh học và điện tử. Trong một vài trăm năm tới, không nhiều những điều như thế sẽ xảy ra, đó là tất cả những gì chúng ta có thể tiên đoán một cách đáng tin cậy. Nhưng vào cuối thiên niên kỷ tới, nếu chúng ta có thể đi đến đó, thì sự khác biệt với *Star Trek* sẽ rõ ràng.

https://thuviensach.vn



*GIAO DIỆN ĐIỆN TỬ-SINH HỌC*

*Trong hai thập kỷ nữa thì một chiếc máy tính giá vài ngàn đô la sẽ đạt tới độ phức tạp bằng bộ não con người. Các bộ xử lý song song có thể bắt chước cách hoạt động của bộ não chúng*

https://thuviensach.vn

*ta và làm cho các máy tính hoạt động một cách có trí tuệ và nhận thức.*

*Các mô cấy thần kinh có thể cho phép liên hệ giữa bộ não và máy tính nhanh hơn rất nhiều, xóa nhòa khoảng cách giữa trí tuệ điện tử và trí tuệ sinh học.*

*Trong tương lai gần, phần lớn các giao dịch thương mại giữa các cá nhân ảo có thể sẽ được thực hiện thông qua mạng toàn cầu (world wide web).*

*Trong vòng một thập kỷ, rất nhiều người trong chúng ta có thể chọn cách sống ảo hình thành những tình bạn và mối quan hệ ảo.*

*Kiến thức của chúng ta về hệ di truyền của con người chắc chắn sẽ tạo ra các đột phá về trong chữa bệnh và nó còn có thể cho phép chúng ta ra tăng độ phức tạp trong cấu trúc ADN một cách đáng kể. Trong một vài trăm năm tới, kỹ thuật di truyền sẽ thay thế tiến hóa sinh học và tái thiết kế con người và đặt ra các câu hỏi mới về mặt đạo đức.*

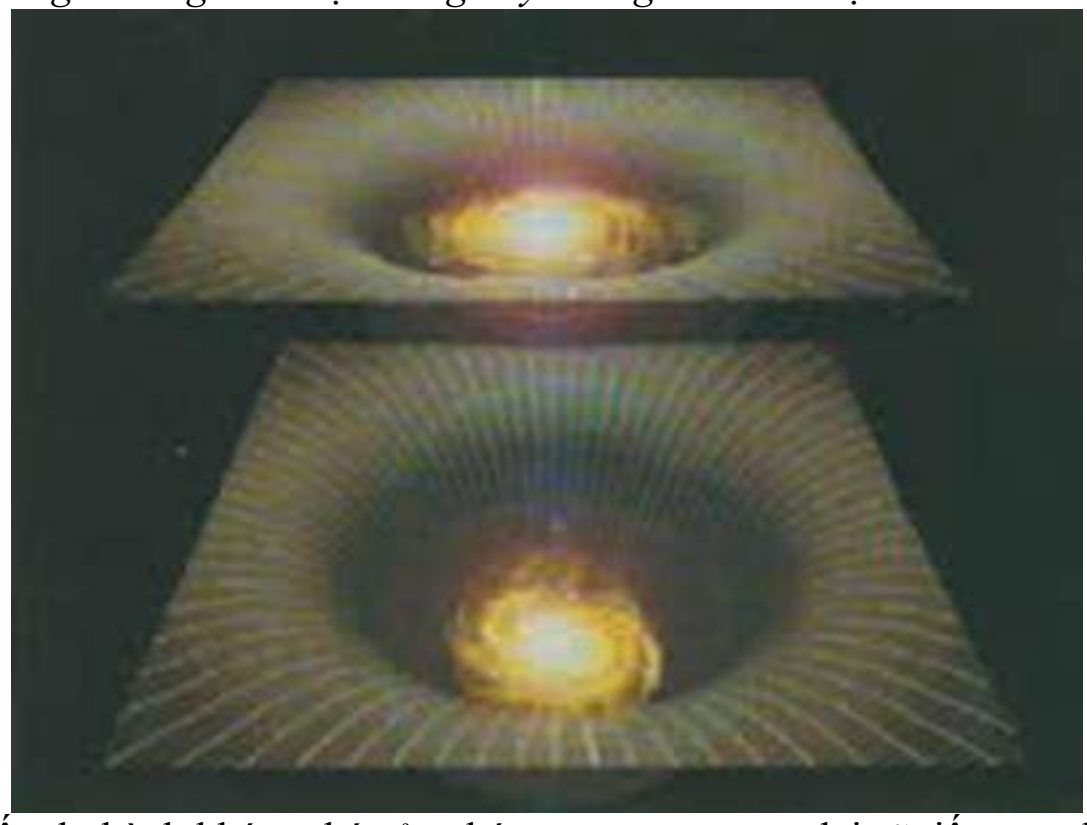
*Việc du hành trong không gian ra khỏi hệ mặt trời có thể sẽ cần đến những người có hệ di truyền được thay đổi theo yêu cầu hoặc các máy dò do máy tính tự động điều khiển.*

https://thuviensach.vn

# CHƯƠNG 7

# MÀNG VŨ TRỤ MỚI

*Chúng ta sống trên một màng hay chúng ta chỉ là một ảnh đa chiều?*



Chuyến du hành khám phá của chúng ta trong tương lai sẽ tiếp tục như thế nào? Chúng ta sẽ thành công trong việc truy lùng một lý thuyết thống nhất hoàn toàn điều khiển vũ trụ này và mọi thứ trong đó hay không? Thực ra, như đã mô tả trong chương 2, chúng ta có thể đã đồng nhất Lý thuyết về tất cả (Theory of Everything - ToE) là lý thuyết-M. Lý thuyết này không có một mô tả đơn nhất, ít nhất là với hiểu biết của chúng ta hiện nay. Thay vào đó, chúng ta đã tìm thấy một mạng lưới các lý thuyết khác hẳn nhau. Tất cả các lý thuyết đó dường như là các lý thuyết gần đúng theo các giới hạn khác nhau của cùng một lý thuyết cơ bản đằng sau đó giống như lý thuyết hấp dẫn của Newton là một lý thuyết gần đúng của lý thuyết tương đối tổng quát của Einstein trong giới hạn trường hấp dẫn yếu. Thuyết-M giống như một trò chơi ghép hình: việc nhận dạng và xếp các mẩu ở rìa của tấm hình là dễ nhất. Rìa của tấm hình tương đương với các giới hạn của thuyết-M trong đó một số các đại lượng có giá trị nhỏ. Bây giờ chúng ta đã có một khái niệm tương đối tốt về các rìa này nhưng vẫn có một khoảng trống ở tâm của tấm hình thuyết-M, ở đó, chúng ta không biết điều gì đang xảy ra (hình 7.1). Chúng ta

https://thuviensach.vn

không thể nói là chúng ta đã tìm ra Lý thuyết về tất cả cho đến khi chúng ta lấp đầy cái hố này.

Siêu hấp dẫn 11 chiều

https://thuviensach.vn

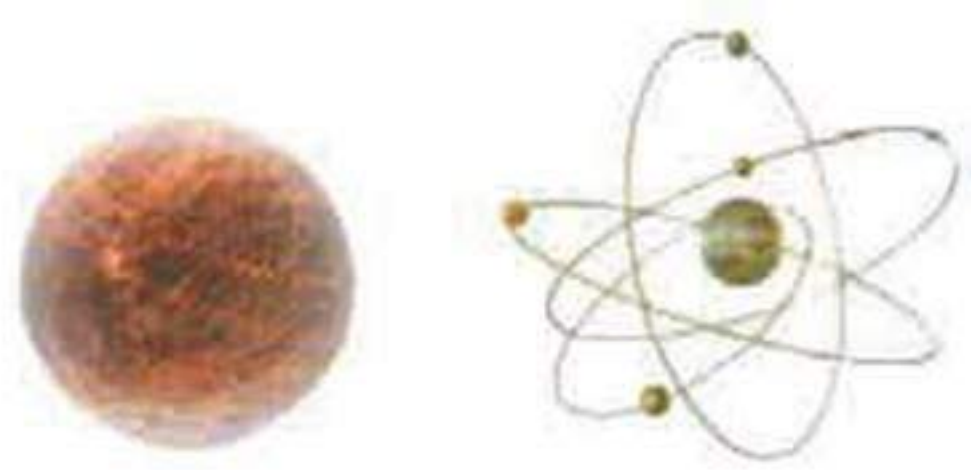
*(Hình 7.1)*

*Thuyết-M giống như một tấm hình ghép. Ta có thể dễ dàng nhận ra và xếp các mẩu ở phần biên của nó nhưng chúng ta không biết nhiều về những gì xảy ra ở phần giữa, ở đó chúng ta không thể lấy gần đúng vì các đại lượng ở đó có giá trị rất nhỏ.*

Cái gì ở tâm của thuyết-M? Chúng ta sẽ tìm thấy một con rồng (hoặc một cái gì đó cũng kỳ lạ như thế) giống như trên các bản đồ cổ về các vùng đất chưa được khám phá? Kinh nghiệm của chúng ta trong quá khứ cho thấy có thể chúng ta tìm thấy các hiện tượng mới không như trông đợi khi chúng ta mở rộng tầm quan sát vào các nấc thang nhỏ hơn. Vào đầu thế kỷ hai mươi,

https://thuviensach.vn

chúng ta đã hiểu quá trình vận hành của tự nhiên trên nấc thang vật lý cổ điển, nó đúng đắn từ khoảng cách giữa các thiên cầu cho đến khoảng một phần trăm mili mét. Vật lý cổ điển giả thiết rằng vật chất là một môi trường liên tục với các tính chất như là độ dẻo và độ nhớt, nhưng các bằng chứng bắt đầu xuất hiện cho thấy rằng vật chất không liên tục mà gián đoạn: chúng được tạo thành từ những đơn vị nhỏ ly ti được gọi là nguyên tử. Từ nguyên tử bắt nguồn từ tiếng Hy Lạp và có nghĩa là không thể phân chia, nhưng ngay sau đó người ta thấy rằng các nguyên tử bao gồm các điện tử quay xung quanh hạt nhân được tạo thành từ proton và neutron (hình 7.2).



*(Hình 7.2)*

*Hình thứ nhất bên phải*: Mô hình nguyên tử vô hình cổ điển

*Hình thứ hai bên phải*: Nguyên tử với các điện tử quay xung quanh hạt nhân được tạo thành từ các neutron và proton.

Nghiên cứu về vật lý nguyên tử trong ba mươi năm đầu của thế kỷ trước cho chúng ta hiểu biết đến độ dài một phần triệu mili mét. Sau đó chúng ta phát hiện ra rằng proton và neutron được tạo thành từ các hạt còn nhỏ hơn được gọi là quark (hình 7.3).

https://thuviensach.vn

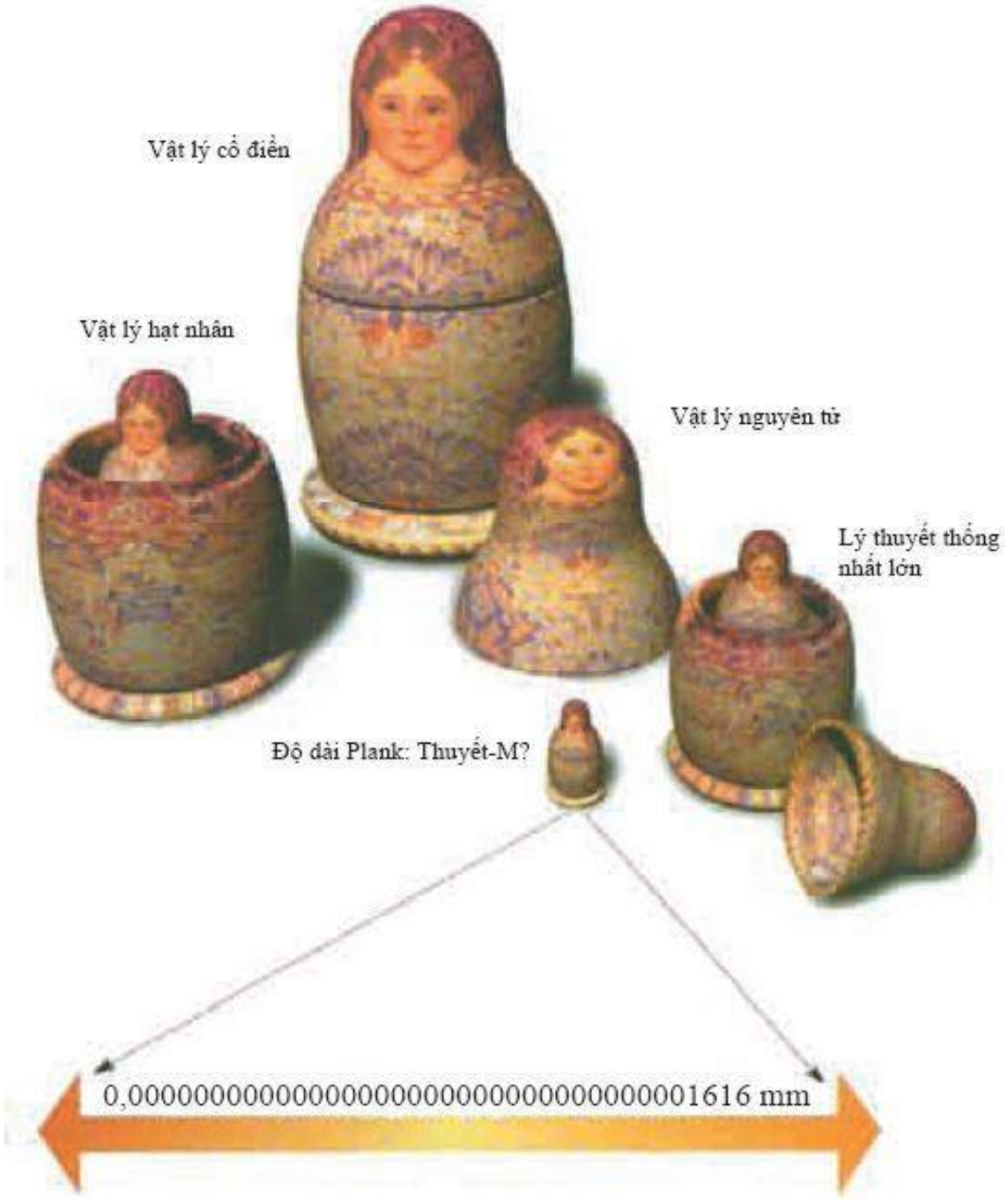
*(Hình 7.3)*

Trên: *Một proton gồm có hai quark thuận (mỗi một quark có điện tích bằng hai phần ba) và một quark nghịch (mỗi một quark có điện tích bằng âm một phần ba).*

Dưới: *Một neutron gồm hai quark nghịch (mỗi một quark có điện tích bằng âm một phần ba) và một quark thuận (mỗi một quark có điện tích bằng hai phần ba).*

Các nghiên cứu gần đây của chúng ta về vật lý hạt nhân và vật lý năng lượng cao đã dẫn chúng ta tới các nấc thang còn nhỏ hơn một phần tỷ mili mét. Dường như chúng ta có thể tiếp tục mãi mãi, phát hiện ra các cấu trúc trên các nấc thang nhỏ hơn và nhỏ hơn. Tuy nhiên, có một giới hạn cho cái chuỗi này giống như có một giới hạn cho các con búp bê lồng trong nhau của người Nga (hình 7.4).

https://thuviensach.vn



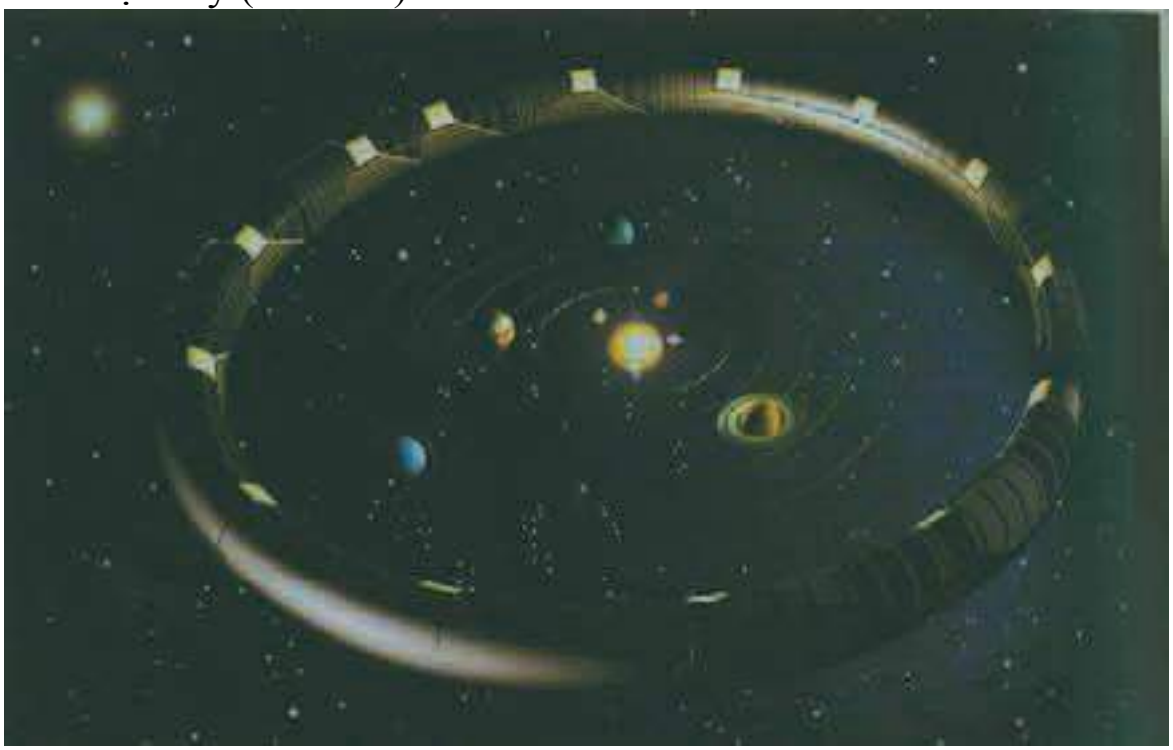

*(Hình 7.4)*

*Mỗi con búp bê đại diện cho một mô hình lý thuyết về tự nhiên cho đến một giới hạn nhất định. Mỗi một con lại gồm một con khác nhỏ hơn tương ứng với một lý thuyết mô tả tự nhiên tại các khoảng cách ngắn hơn. Nhưng trong vật lý, có một độ dài cơ bản nhỏ nhất, đó là độ dài Plank, tại các khoảng cách đó, tự nhiên có thể được biểu diễn bằng thuyết-M.*

Cuối cùng, khi ta cầm đến con búp bê nhỏ nhất, nó không được tạo thành từ con nào khác nữa. Trong vật lý, con búp bê nhỏ nhất đó được gọi là độ dài Plank. Việc dò đến các khoảng cách ngắn hơn đòi hỏi các hạt có năng lượng cao giống các hạt trong các hố đen. Chúng ta không biết chính xác độ dài Plank cơ bản trong thuyết-M, nhưng có thể nó chỉ bé bằng một mili mét được chia thành một trăm ngàn tỷ tỷ tỷ lần. Chúng ta sẽ không có ý định xây các máy gia tốc hạt có thể dò đến các độ dài nhỏ như thế. Chúng phải lớn

https://thuviensach.vn

hơn hệ mặt trời và chắc chắn là chúng không được thông qua trong bối cảnh tài chính hiện nay (hình 7.5).



*(Hình 7.5)*

*Kích thước của một máy gia tốc để có thể thăm dò các khoảng cách nhỏ như độ dài Plank có thể lớn hơn đường kính của hệ mặt trời.*

Tuy nhiên, đã có một bước phát triển mới rất thú vị cho phép chúng ta có thể khám phá một cách dễ dàng hơn (và rẻ hơn) ít nhất một vài con rồng của thuyết-M. Như đã giải thích trong chương 2 và 3, trong mạng lưới các mô hình toán học của thuyết-M, không thời gian có mười hoặc mười một chiều. Cho đến gần đây người ta vẫn nghĩ là sáu hoặc bảy chiều bổ sung bị cuộn lại rất nhỏ. Nó giống như sợi tóc của con người (hình 7.6).

https://thuviensach.vn

*(Hình 7.6)*

*Dưới mắt thường thì một sợi tóc giống như một đường với một chiều. Tương tự như thế, với chúng ta, không thời gian có vẻ như là bốn chiều nhưng chúng sẽ là mười hay mười một chiều khi dò bằng các hạt năng lượng rất cao.*

Nếu bạn nhìn vào một sợi tóc dưới một cái kính lúp, bạn có thể thấy nó có một độ dày, nhưng dưới mắt thường, nó giống như một đường chỉ có độ dài mà không có các chiều khác. Không thời gian có thể tương tự như thế: trên nấc thang kích thước con người, nguyên tử hoặc thậm chí hạt nhân, không thời gian giống như là có bốn chiều và gần như phẳng. Mặt khác nếu chúng ta dò tới các khoảng cách rất ngắn sử dụng các hạt năng lượng cực cao, chúng ta có thể thấy không thời gian là mười hoặc mười một chiều.

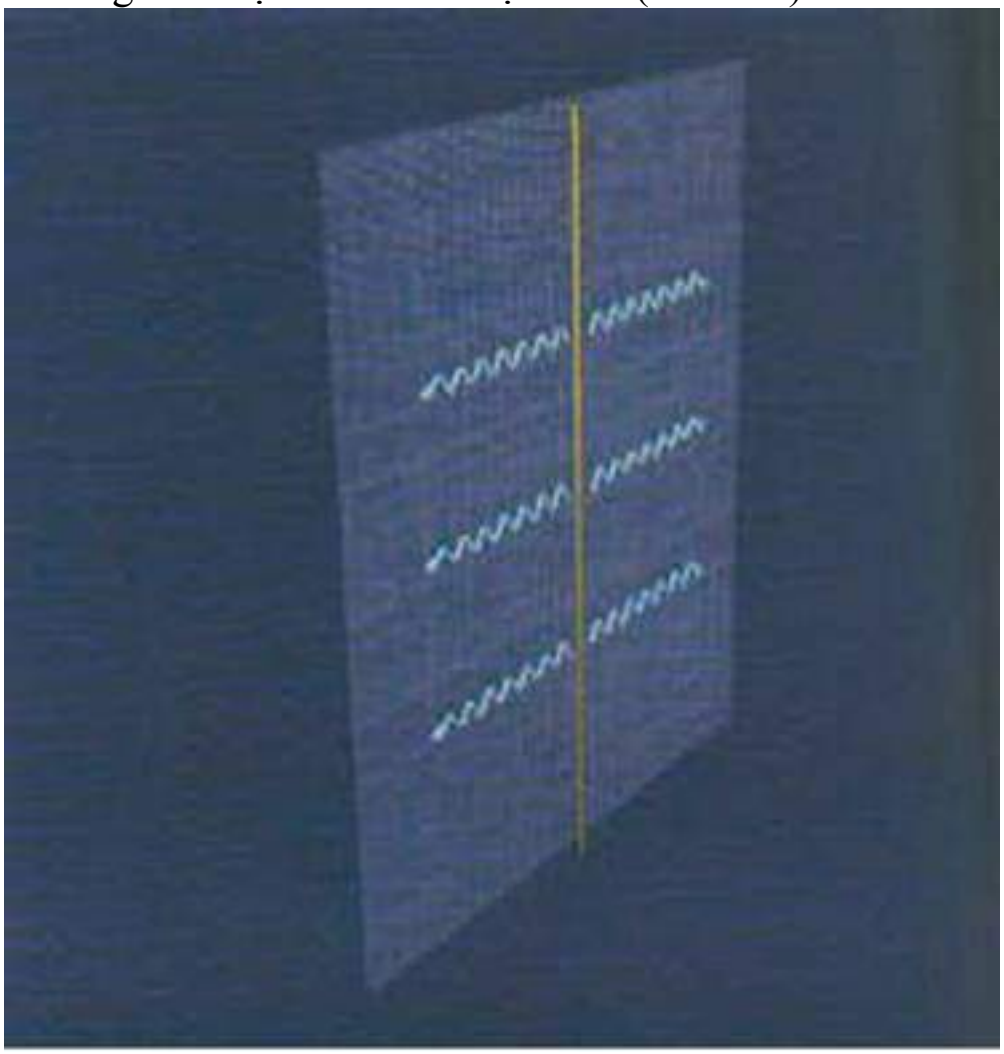
Nếu các chiều bổ sung này rất nhỏ thì rất khó có thể quan sát được chúng. Tuy vậy, gần đây có gợi ý rằng có một hoặc nhiều hơn một chiều có thể khá lớn hoặc thậm chí là vô hạn. Ý tưởng này là một lợi thế rất lớn (chí ít là đối

https://thuviensach.vn

với một người theo chủ nghĩa thực chứng như tôi) là nó có thể được kiểm nghiệm bằng thế hệ tiếp theo của các máy gia tốc hạt hoặc bằng các phép đo lực hấp dẫn tầm ngắn rất nhạy. Các phép đo như vậy có thể thỏa mãn cả lý thuyết hoặc là khẳng định bằng thực nghiệm sự tồn tại của các chiều khác.

Các chiều bổ sung lớn là một bước phát triển mới thú vị trong nghiên cứu của chúng ta về mô hình hay lý thuyết cuối cùng. Các chiều đó ngụ ý rằng chúng ta đang sống trong một màng vũ trụ (brane world), một mặt phẳng hay một màng bốn chiều trong một không thời gian có số chiều nhiều hơn thế.

Vật chất và các lực phi hấp dẫn như là lực điện từ bị giới hạn trên màng này. Do đó, tất cả ngoại trừ hấp dẫn hành xử như là chúng ở trong bốn chiều. Đặc biệt là lực điện giữa hạt nhân của nguyên tử và điện tử quay xung quanh nó sẽ giảm nhanh theo khoảng cách với một tốc độ vừa phải để các nguyên tử ổn định không cho điện tử rơi vào hạt nhân (hình 7.7).



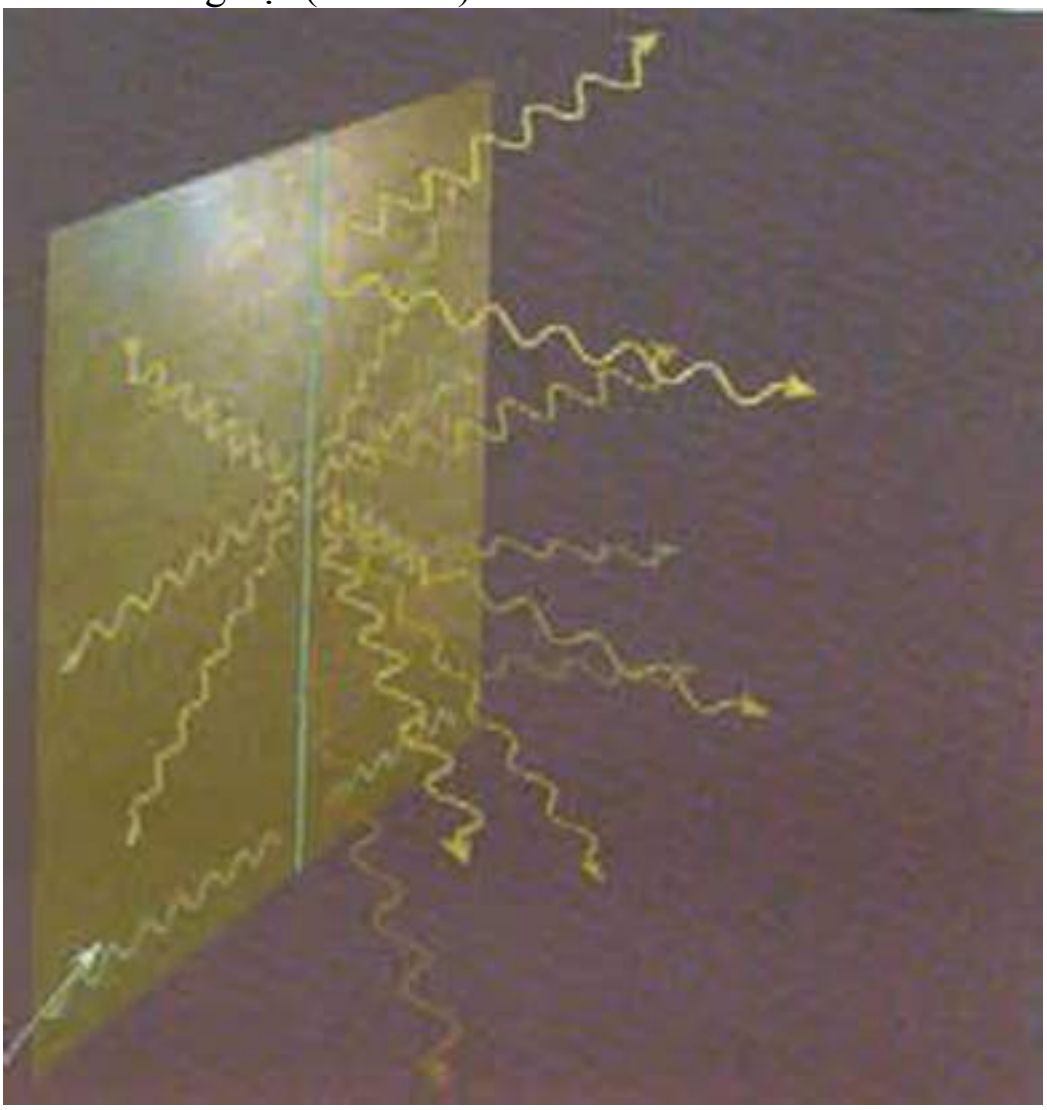
*(Hình 7.7)*
*THẾ GIỚI MÀNG*
*Lực điện bị giới hạn trên màng và nó sẽ suy giảm với một tốc độ vừa phải để các điện tử có các quỹ đạo ổn định xung quanh hạt nhân của các nguyên tử.*

Điều này phù hợp với nguyên lý vị nhân là vũ trụ cần phải phù hợp cho sinh vật có trí tuệ: nếu nguyên tử không ổn định thì chúng ta không thể ở đây

https://thuviensach.vn

để quan sát vũ trụ và hỏi tại sao nó lại thể hiện bốn chiều.

Mặt khác, hấp dẫn trong hình dạng không thời gian cong sẽ thấm vào toàn bộ không thời gian với nhiều chiều hơn. Điều này có nghĩa là hấp dẫn sẽ hành xử khác hẳn với các lực khác mà chúng ta đã trải nghiệm: vì hấp dẫn có thể lan truyền theo các chiều bổ sung nên nó sẽ suy giảm theo khoảng cách nhanh hơn là ta trông đợi (hình 7.8).

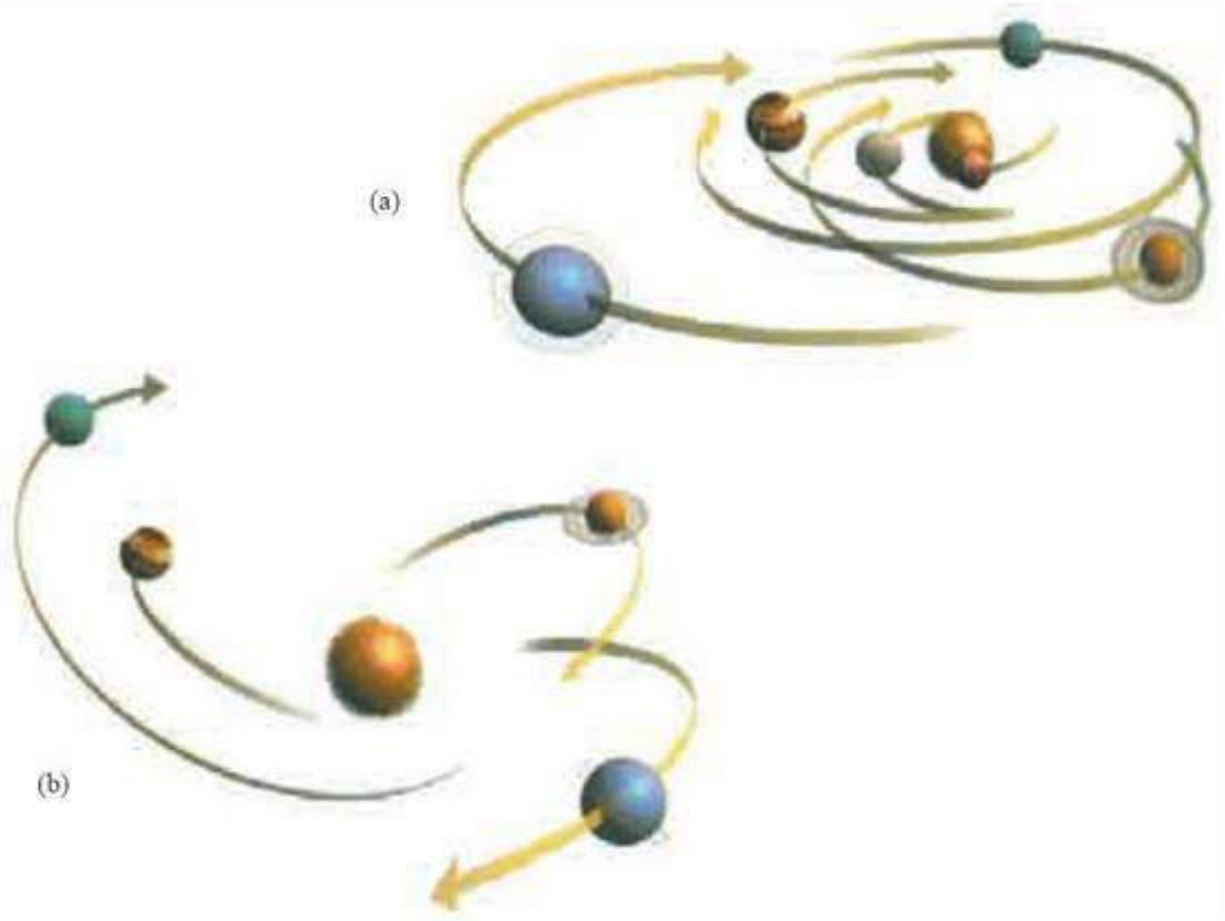


*(Hình 7.8)*

*Hấp dẫn trải rộng theo các chiều bổ sung và có tác động dọc trên màng và sẽ suy giảm theo khoảng cách nhanh hơn là sự suy giảm khi hấp dẫn ở trong không thời gian có bốn chiều.*

Nếu sự suy giảm nhanh của lực hấp dẫn mở rộng đến khoảng cách vũ trụ thì chúng ta sẽ thấy các hiệu ứng của nó trên quỹ đạo của các hành tinh. Thực ra các quỹ đạo đó sẽ không bền và như đã nhận xét ở chương 3: các hành tinh hoặc là sẽ rơi vào mặt trời hoặc là sẽ thoát vào khoảng không tối tăm lạnh lẽo giữa các vì sao (hình 7.9).

https://thuviensach.vn

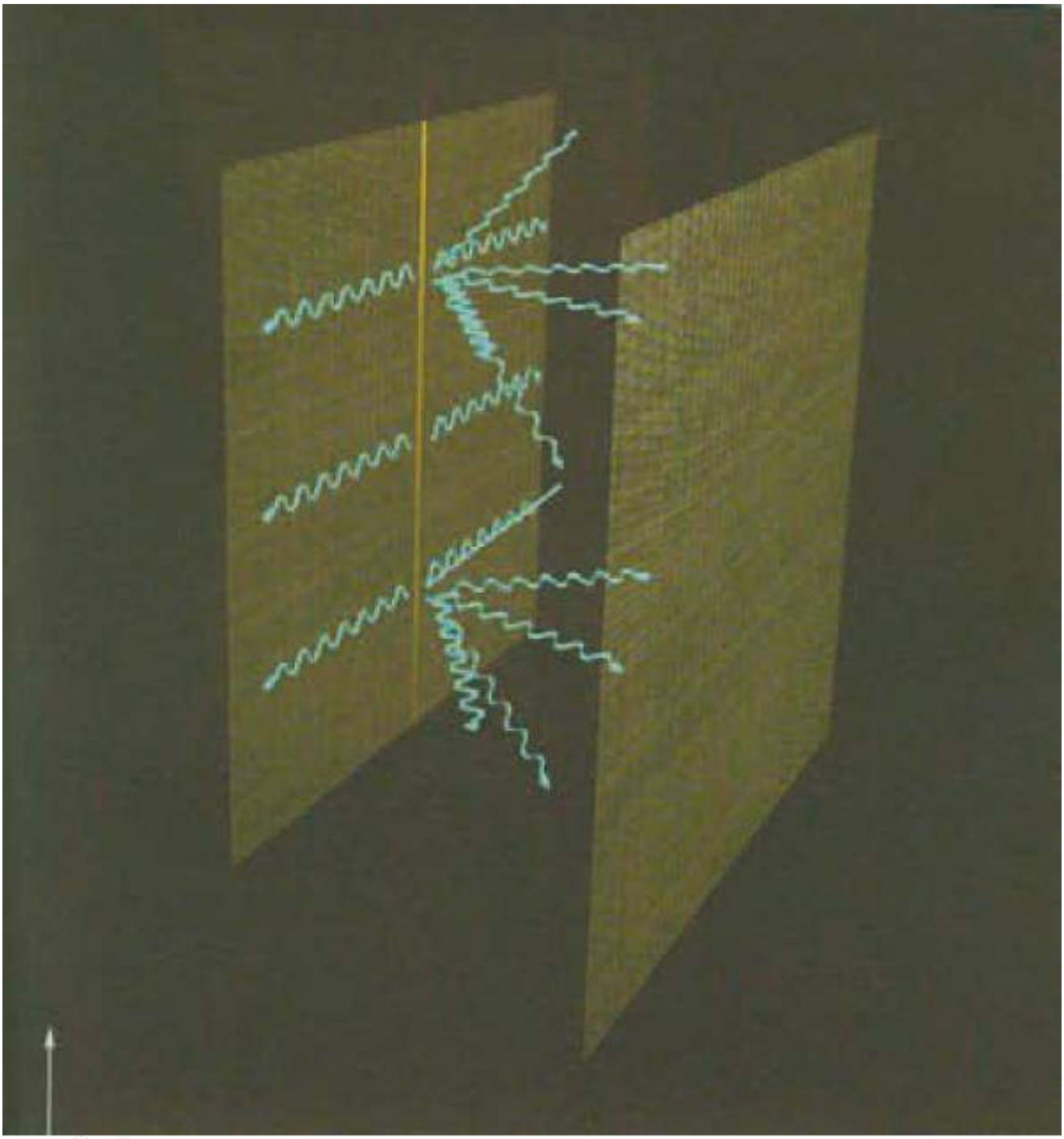



*(Hình 7.9)*

*Lực hấp dẫn suy giảm theo khoảng cách nhanh hơn thì quĩ đạo của các hành tinh sẽ bất ổn định. Các hành tinh hoặc là sẽ rơi vào mặt trời (a) hoặc là sẽ thoát khỏi sức hút của mặt trời (b).*

Tuy nhiên điều này sẽ không xảy ra nếu các chiều bổ sung kết thúc trên một màng khác không quá xa màng mà chúng ta đang sống. Thế thì với các khoảng cách lớn hơn khoảng cách giữa các màng thì hấp dẫn không thể lan truyền một cách tự do mà thực sự bị giới hạn vào mặt phẳng đó giống như lực điện và suy giảm với một tốc độ vừa phải để các hành tinh quay quanh mặt trời (hình 7.10).

https://thuviensach.vn




*(Hình 7.10)*

*Một màng thứ hai gần thế giới màng sẽ làm cho lực hấp dẫn không lan xa theo các chiều bổ sung, điều đó có nghĩa là tại các khoảng cách lớn hơn khoảng các màng, lực hấp dẫn sẽ suy giảm với một tốc độ mà ta mong đợi cho trường hợp bốn chiều.*

Mặt khác, đối với các khoảng cách nhỏ hơn khoảng cách giữa các màng, hấp dẫn suy giảm nhanh hơn rất nhiều. Lực hấp dẫn rất nhỏ giữa các vật nặng đã được đo một cách chính xác trong phòng thí nghiệm nhưng cho đến nay các thực nghiệm vẫn chưa quan sát được các hiệu ứng của các màng phân cách nhau một khoảng nhỏ hơn một vài mili mét (hình 7.11).

https://thuviensach.vn

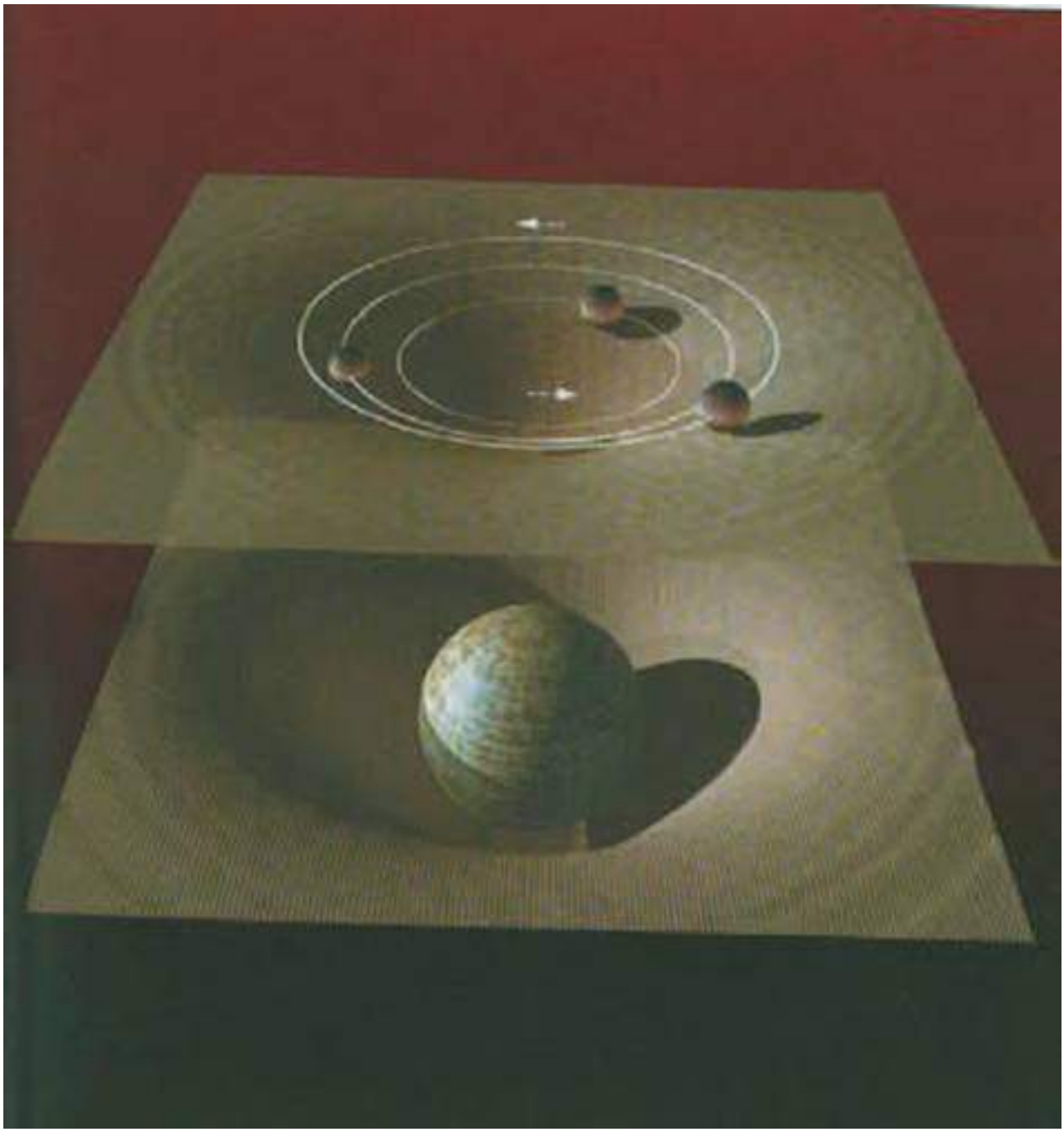
*(Hình 7.11)*
*THÍ NGHIỆM CAVENDISH*

*Một chùm laser (e) xác định bất kỳ sự xoắn của cánh tay đòn (b) vì nó được chiếu lên màn hình đo (f). Hai quả cầu chì nhỏ (a) gắn vào hai bên cánh tay đòn (b). Trên cánh tay đòn có một cái gương nhỏ (c) và cánh tay đòn được treo tự do bằng một sợi dây xoắn (d).*

*Hai quả cầu chì lớn (g) gắn với nhau bằng một thanh cân bằng có thể quay được và chúng được đặt gần hai quả cầu chì nhỏ. Khi hai quả cầu chì lớn quay tới vị trí đối diện thì cánh tay đòn (b) sẽ thiết lập một vị trí mới.*

Trong các màng vũ trụ này, chúng ta đang sống trên một màng nhưng có lẽ là có một màng "bóng" (shadow) khác gần màng của chúng ta. Vì ánh sáng bị giới hạn trên các màng và không thể lan truyền xuyên qua khoảng cách giữa chúng nên chúng ta không thể nhìn thấy vũ trụ bóng đó. Nhưng chúng ta có thể cảm thấy ảnh hưởng hấp dẫn của vật chất lên màng bóng. Trong màng của chúng ta, ta thấy các lực hấp dẫn như thế được tạo ra bởi các nguồn thực sự "tối" mà chỉ có một cách duy nhất biết được nó là thông qua hấp dẫn của chúng (hình 7.12). Thực ra để giải thích tốc độ quay của các vì sao xung quanh tâm của dải ngân hà thì xem ra cần phải có một lượng vật chất nhiều hơn vật chất mà chúng ta quan sát thấy.

https://thuviensach.vn

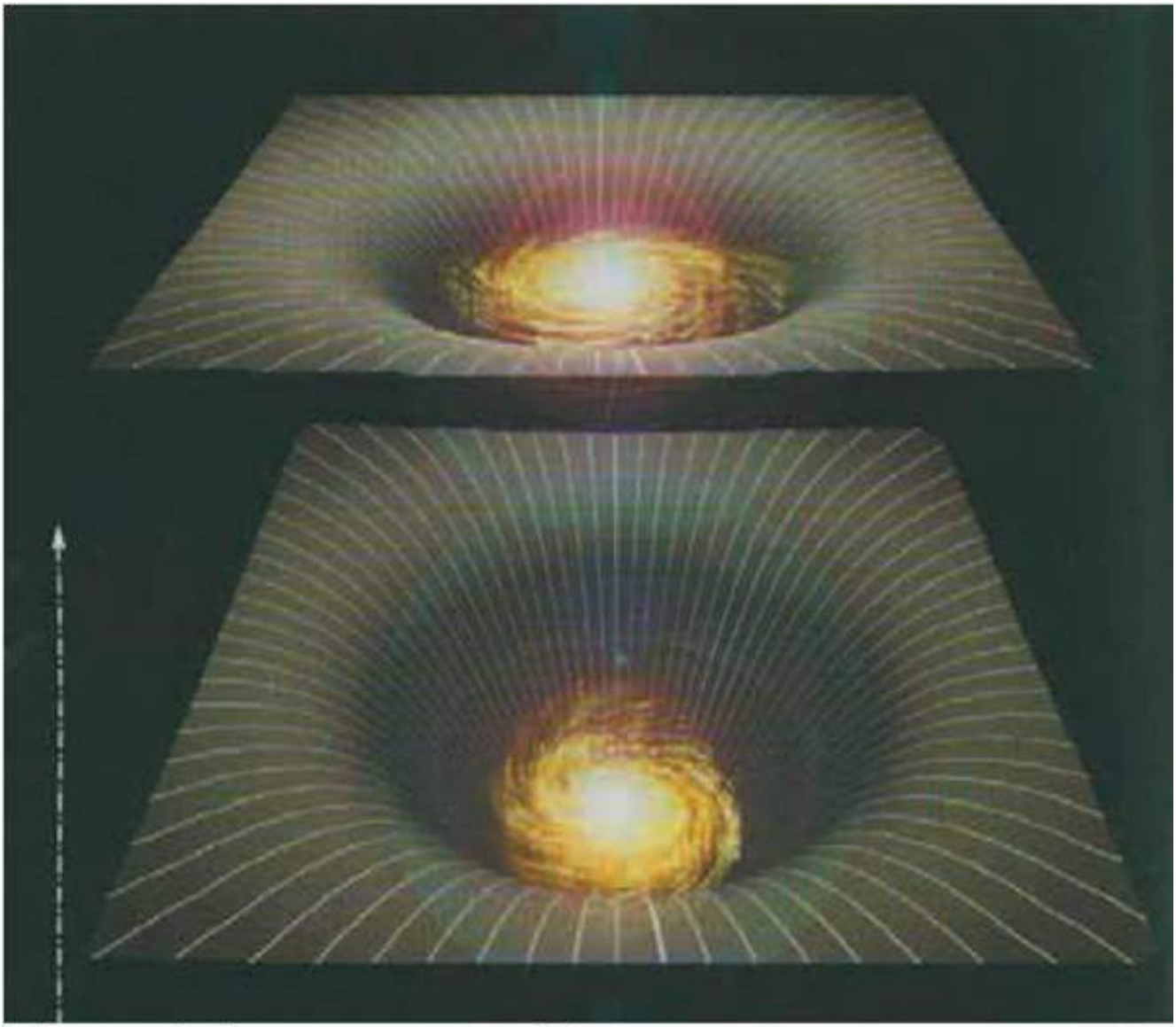


*(Hình 7.12)*

*Trong kịch bản thế giới màng, các hành tinh có thể quay xung quanh một khối lượng tối trên màng bóng vì lực hấp dẫn lan theo các chiều bổ sung.*

Khối lượng thiếu hụt có thể là do có một số loại hạt kỳ lạ trong thế giới của chúng ta như là các hạt nặng tương tác yếu (weakly interacting massive particles - WIMP) hoặc là các hạt axion (một loại hạt cơ bản rất nhẹ). Nhưng khối lượng thiếu hụt này có thể là bằng chứng về sự tồn tại của vũ trụ bóng với vật chất trong đó. Có thể trong vũ trụ đó có loài người cạn nghĩ băn khoăn về khối lượng dường như bị thiếu hụt trong vũ trụ của họ để giải thích quỹ đạo của các ngôi sao bóng xung quanh tâm của thiên hà bóng (hình 7.13).

https://thuviensach.vn



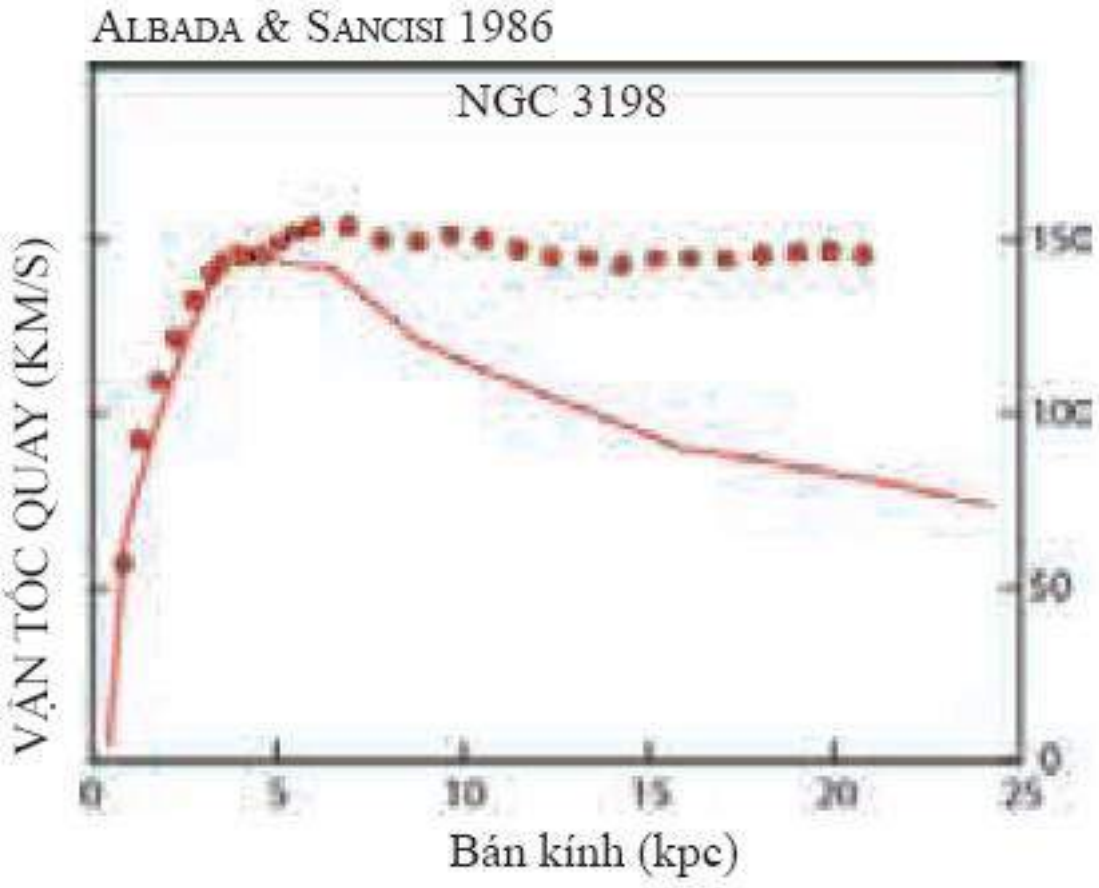
Thế giới với chiều bổ sung của con người không thể nằm giữa các màng.

*(Hình 7.13)*

*Có thể chúng ta không nhìn thấy thiên hà bóng trên một màng bóng vì ánh sáng không thể truyền theo các chiều bổ sung. Nhưng lực hấp dẫn thì có thể lan theo các chiều đó, do đó, quá trình quay của thiên hà chúng ta có thể bị ảnh hưởng bởi vật chất tối mà ta không nhìn thấy được.*

https://thuviensach.vn

*THIÊN HÀ XOÁY ỐC NGC 3198*

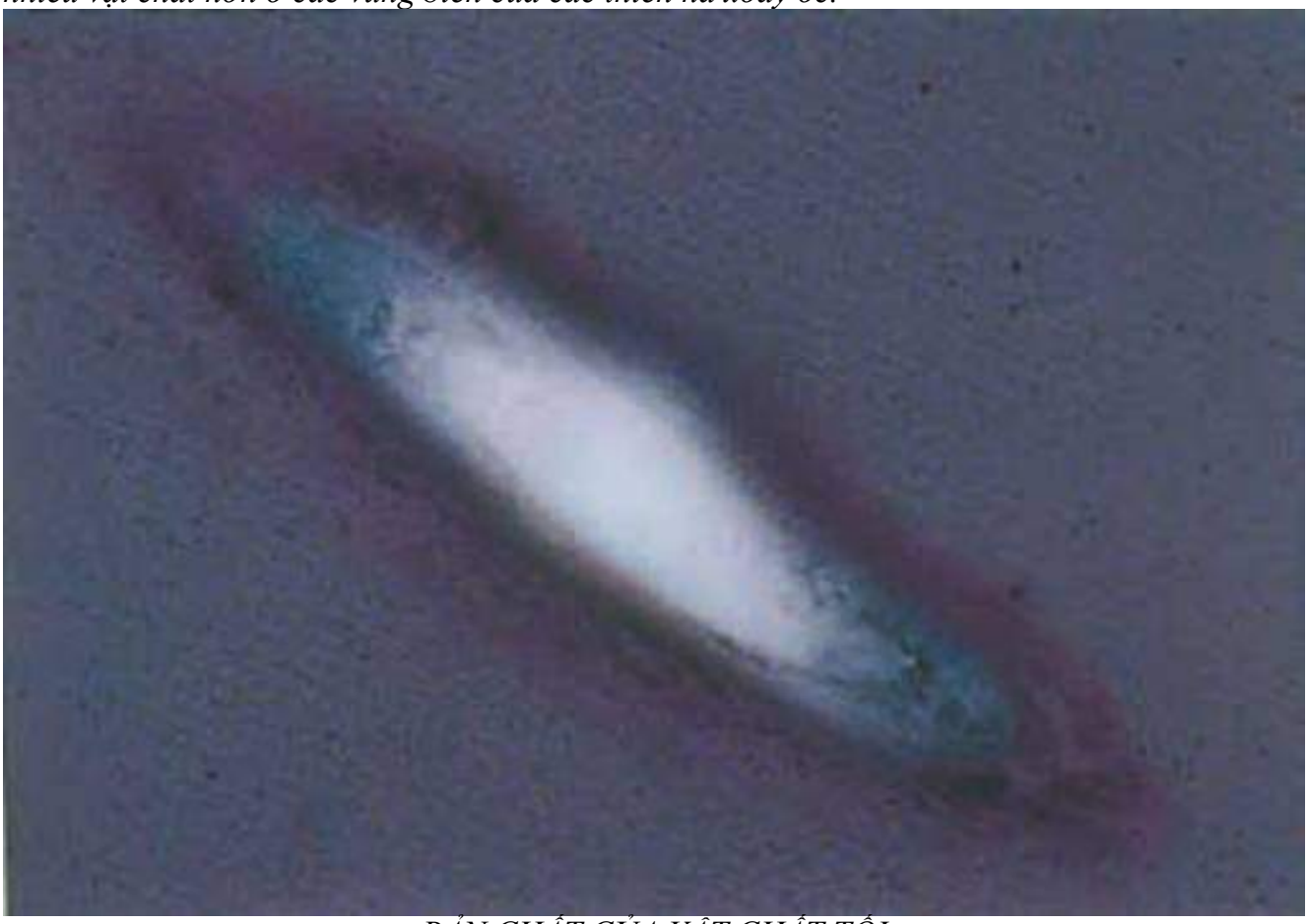



https://thuviensach.vn

*BẰNG CHỨNG VỀ VẬT CHẤT TỐI*

*Rất nhiều các quan sát vũ trụ khác nhau gợi ý rằng, trong thiên hà của chúng ta và trong các thiên hà khác, vật chất nhiều hơn chúng ta nhìn thấy rất nhiều. Quan sát thuyết phục nhất là các ngôi sao ở ngoài rìa các thiên hà xoáy ốc như Ngân hà của chúng ta quay quá nhanh, nếu chỉ những ngôi sao mà chúng ta nhìn thấy thì không thể giữ chúng trên các quĩ đạo được (xem hình trên).*

*Từ những năm 1970, chúng ta đã thấy có một sự chênh lệch giữa vận tốc quay của các ngôi sao ở vùng rìa của các thiên hà hình xoáy ốc (biểu diễn bằng các đường chấm trên giản đồ) và vận tốc quay theo các định luật chuyển động của Newton với sự phân bố của các ngôi sao khả kiến trong thiên hà (đường cong liền nét trên giản đồ). Sự chênh lệch này cho thấy cần phải có nhiều vật chất hơn ở các vùng biên của các thiên hà xoáy ốc.*



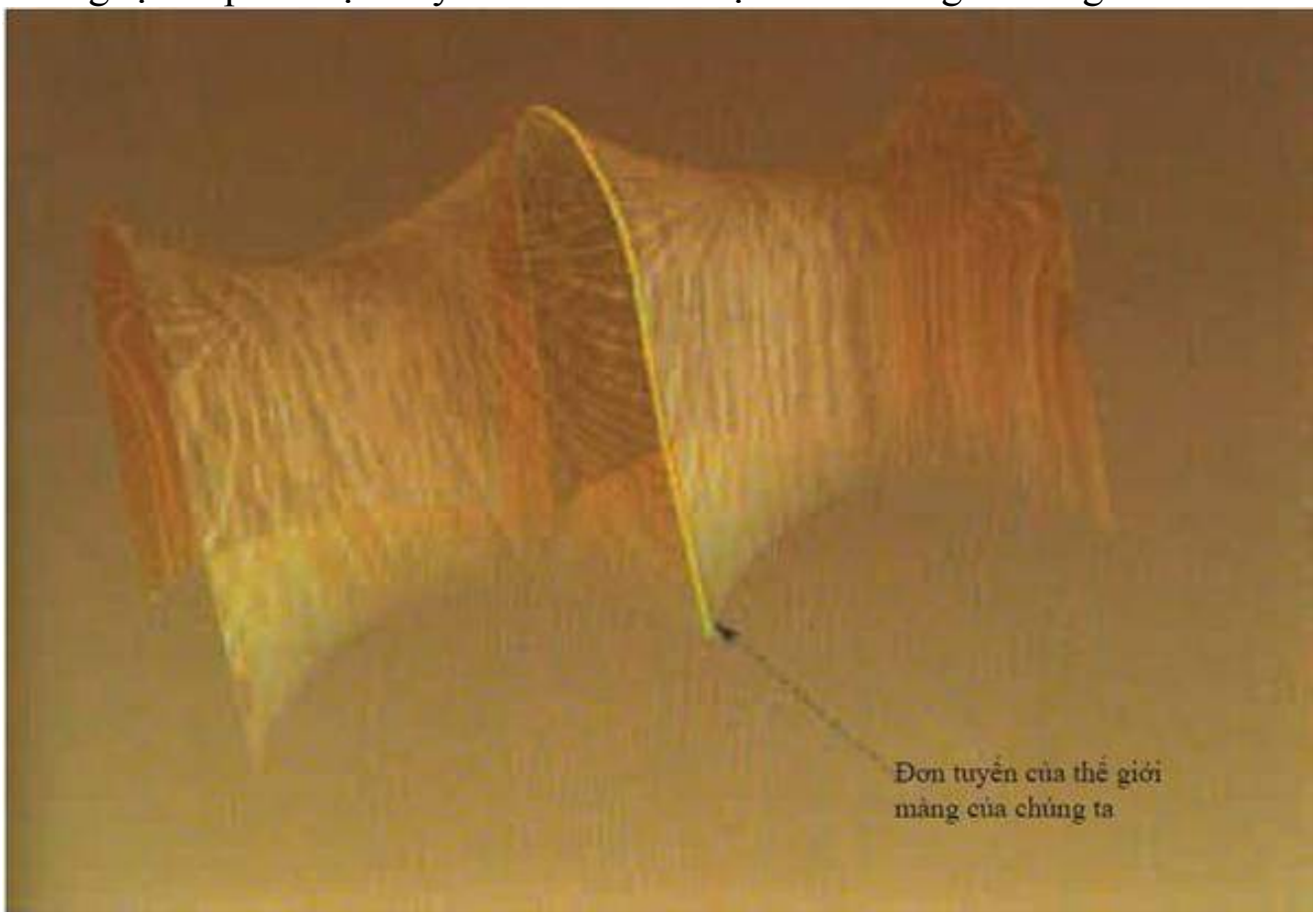
*BẢN CHẤT CỦA VẬT CHẤT TỐI*

*Ngày nay, các nhà vũ trụ học tin rằng phần tâm của các thiên hà xoáy ốc chủ yếu gồm vật chất thường, nhưng ở phần biên của chúng lại chủ yếu gồm vật chất tối mà chúng ta không thể nhìn chúng một cách trực tiếp. Nhưng một trong những vấn đề quan trọng nhất là tìm ra bản chất của vật chất tối thống trị vùng biên của các thiên hà. Trước những năm 1980, người ta cho rằng vật chất tối này cũng là vật chất thường tạo thành từ proton, neutron và điện tử nhưng ở dạng không thể quan sát được: có thể là các đám mây khí, hoặc các vật thể cô đặc nặng không phát sáng MACHO (massive compact halo object) như là các sao lùn trắng, sao neutron, hoặc thậm chí là các hố đen.*

*Tuy nhiên, các nghiên cứu gần đây về sự hình thành các thiên hà đã làm cho các nhà vũ trụ học tin rằng một phần đáng kể của vật chất tối cần phải ở dạng khác vật chất thường. Có thể xuất hiện từ khối lượng của các hạt rất nhẹ như là các hạt axion hoặc neutrino. Chúng còn có thể gồm các thực thể kỳ lạ hơn như là các hạt nặng tương tác yếu WIMP (weakly interacting massive particle) - tiên đoán từ các lý thuyết hạt cơ bản hiện đại, nhưng ta vẫn chưa thu được từ thực nghiệm.*

https://thuviensach.vn

Thay cho việc các chiều bổ sung kết thúc trên một màng thứ hai, một khả năng khác là các chiều đó là vô hạn nhưng bị uốn rất cong như một cái yên ngựa (hình 7.14). Lisa Randall và Raman Sundrum chứng minh rằng kiểu độ cong thế này sẽ hoạt động khá giống một màng thứ hai: ảnh hưởng hấp dẫn của một vật thể trên màng bị giới hạn trong một lân cận nhỏ của màng và không lan truyền đến vô tận theo các chiều bổ sung. Trong mô hình màng bóng, trường hấp dẫn suy giảm theo khoảng khá cách lớn để giải thích quỹ đạo của các hành tinh và các thí nghiệm lực hấp dẫn trong phòng thí nghiệm, nhưng lực hấp dẫn lại thay đổi nhanh hơn tại các khoảng cách ngắn.

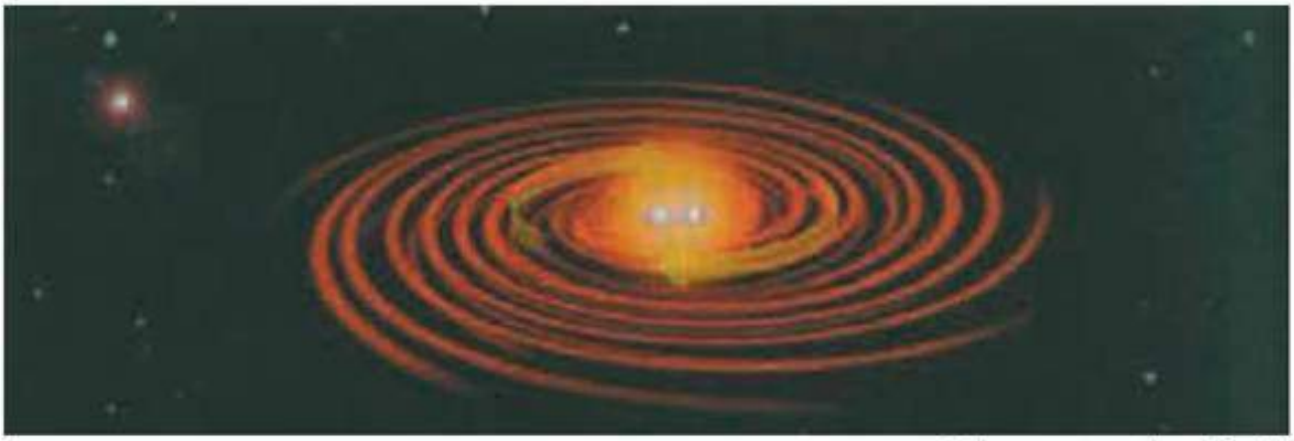



*(Hình 7.14)*

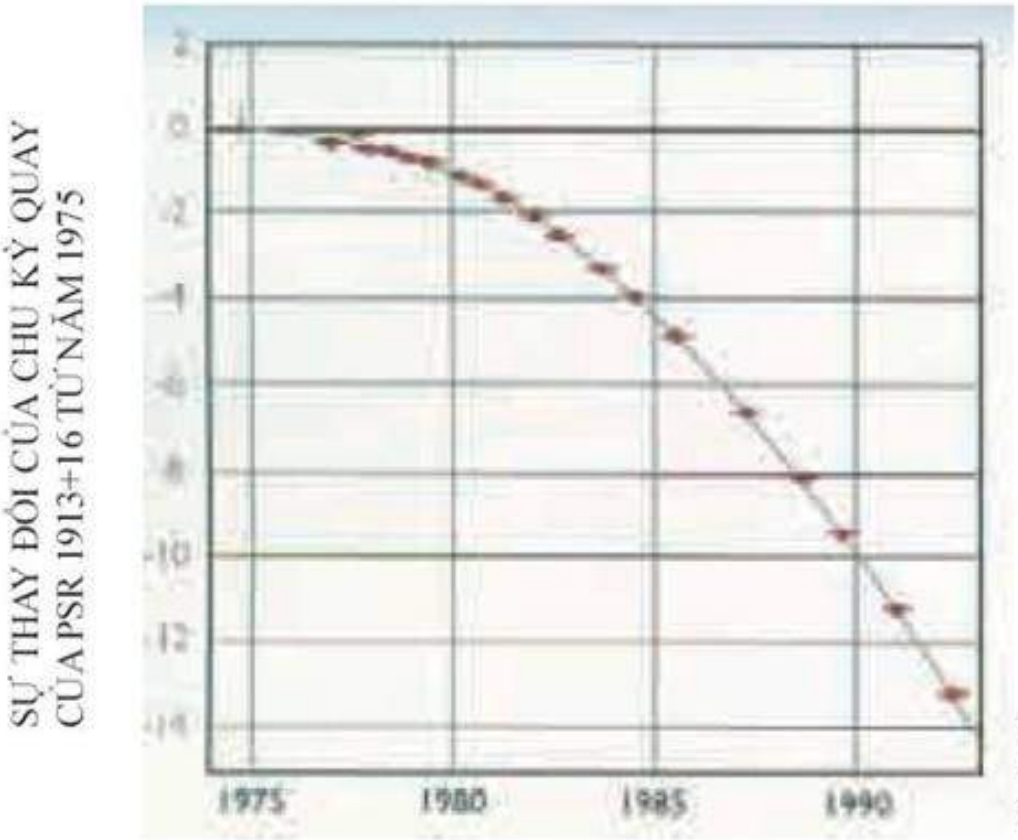
*Trong mô hình Randall-Sundrum, chỉ có một màng (thể hiện trong hình chỉ với một chiều). Các chiều bổ sung mở rộng đến vô hạn nhưng chúng bị uốn cong như một chiếc yên ngựa. Độ cong này làm cho trường hấp dẫn của vật chất trên màng không lan xa theo các chiều bổ sung.*

Tuy nhiên, có một sự khác biệt quan trọng giữa mô hình Randall-Sundrum và mô hình màng bóng. Các vật thể chuyển động dưới ảnh hưởng của lực hấp dẫn sẽ tạo ra một sóng hấp dẫn, những gợn sóng của độ cong lan truyền trong không thời gian với tốc độ ánh sáng. Giống như sóng điện từ ánh sáng, sóng hấp dẫn cũng mang năng lượng, một tiên đoán đã được khẳng định bằng các quan sát từ chòm pulsar đôi PRS1913+16.

https://thuviensach.vn



Hai sao neutron đang tiến lại gần nhau theo hình xoáy ốc




Đồ thị của pulsar đôi PSR 1913+16 từ năm 1975

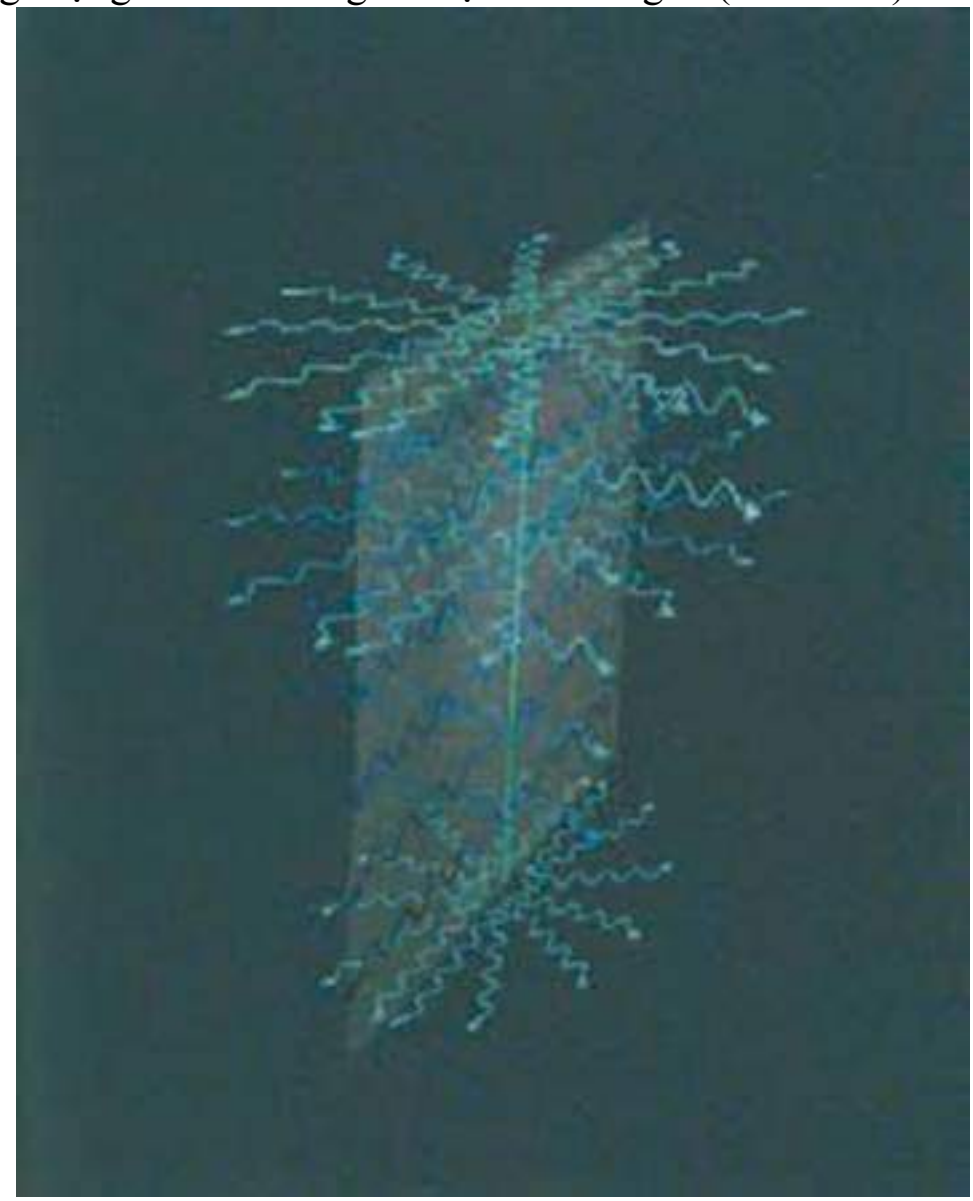
*CHÙM SAO PULSAR ĐÔI*

*Thuyết tương đối rộng tiên đoán rằng các vật thể nặng chuyển động dưới ảnh hưởng của trường hấp dẫn sẽ phát ra các sóng hấp dẫn. Giống như sóng ánh sáng, các sóng hấp dẫn cũng mang năng lượng khỏi vật thể phát ra chúng. Nhưng tốc độ mất năng lượng rất yếu và rất khó quan sát. Ví dụ, việc phát ra sóng hấp dẫn sẽ làm cho trái đất dần dần rơi vào mặt trời theo hình xoáy ốc, nhưng quá trình đó phải mất đến 1027 năm.*

*Nhưng vào năm 1975, Russell Hulse và Joseph Taylor đã phát hiện ra chùm sao pulsar đôi PSR1913+16. Đây là một hệ gồm hai ngôi sao neutron quay xung quanh nhau với khoảng cách giữa chúng chỉ bằng đường kính của mặt trời. Theo thuyết tương đối rộng, chuyển động nhanh có nghĩa là chu kỳ quay của hệ này sẽ giảm nhanh hơn rất nhiều vì phải phát ra sóng hấp dẫn rất mạnh. Sự thay đổi tiên đoán từ thuyết tương đối rộng phù hợp tuyệt vời với các quan sát rất cẩn thận của Hulse và Taylor về các thông số chuyển động. Các thông số này cho thấy từ năm 1975 chu kỳ quay đã giảm đi 10 giây. Năm 1993, họ đạt giải Nobel vật lý về việc khẳng định thuyết tương đối.*

https://thuviensach.vn

Nếu thực sự chúng ta đang sống trên một màng trong một không gian có các chiều bổ sung thì các sóng hấp dẫn được tạo bởi các vật thể chuyển động trên màng sẽ truyền sang các chiều khác. Nếu có một màng bóng thứ hai thì các sóng hấp dẫn có thể bị phản xạ trở lại và bị bẫy giữa hai màng. Mặt khác nếu chỉ có một màng đơn nhất và các chiều bổ sung trải dài mãi mãi như trong mô hình Randall-Sundrum thì sóng hấp dẫn có thể cùng thoát đi và mang năng lượng đi khỏi màng vũ trụ của chúng ta (hình 7.15).



*(Hình 7.15)*

*Trong mô hình Randall-Sundrum, các sóng hấp dẫn bước sóng ngắn có thể mang năng lượng ra khỏi nguồn phát nằm ở trên màng làm cho định luật bảo toàn năng lượng bị vi phạm.*

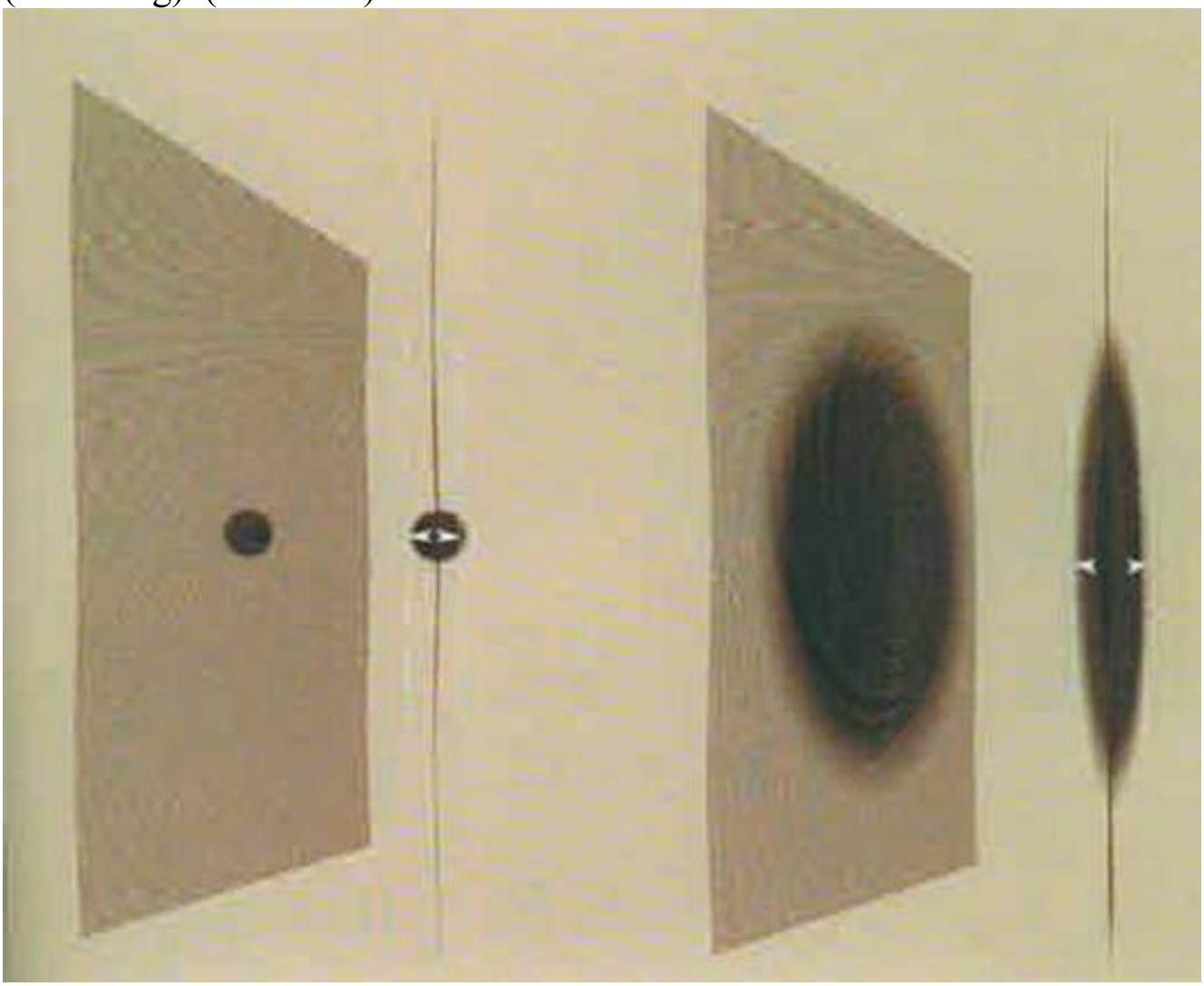
Điều này có vẻ vi phạm một trong những nguyên lý căn bản của vật lý: định luật bảo toàn năng lượng. Tổng năng lượng luôn luôn không đổi. Tuy nhiên sự vi phạm đó chỉ xuất hiện vì tầm nhìn của chúng ta về cái đang xảy ra bị giới hạn vào màng. Một thiên thần có thể nhìn thấy các chiều bổ sung và có thể biết năng lượng vẫn không đổi mà chỉ lan truyền đi ra xa mà thôi.

Các sóng hấp dẫn tạo bởi hai ngôi sao quay quanh nhau có bước sóng dài

https://thuviensach.vn

hơn rất nhiều đường kính của độ cong hình yên ngựa trong các chiều bổ sung. Điều này có nghĩa là các sóng hấp dẫn có chiều hướng bị giam trong một lân cận nhỏ của màng - giống lực hấp dẫn - và không thể lan truyền ra xa vào các chiều bổ sung hoặc không thể mang năng lượng ra khỏi màng. Mặt khác, các sóng hấp dẫn có bước sóng ngắn hơn độ lớn mà các chiều bổ sung bị cuộn lại sẽ dễ dàng thoát ra khỏi lân cận của màng.

Nguồn duy nhất có thể phát ra một lượng đáng kể các sóng hấp dẫn có bước sóng ngắn có thể là các hố đen. Một hố đen trên màng sẽ kéo dài đến một hố đen theo các chiều khác. Nếu hố đen đó nhỏ thì nó gần như có hình tròn; tức là nó vươn tới những khoảng cách trong các chiều bổ sung bằng kích thước của nó trên màng. Mặt khác, một hố đen lớn trên màng sẽ kéo dài thành một chiếc "bánh dẹt", tức là nó bị giới hạn trong một lân cận của màng và chiều dày (theo các chiều bổ sung) nhỏ hơn rất nhiều so với chiều rộng (trên màng). (hình 7.16)



*(Hình 7.16)*

*Một hố đen trong vũ trụ của chúng ta nằm trên màng sẽ mở rộng theo các chiều bổ sung. Nếu hố đen nhỏ thì nó gần như có dạng hình tròn, nhưng hố đen lớn hơn trên màng sẽ nở ra thành một hố đen có hình chiếc bánh trong các chiều bổ sung.*

https://thuviensach.vn

Như đã giải thích trong chương 4, thuyết lượng tử nói rằng các hố đen không phải là hoàn toàn đen: chúng sẽ phát ra tất cả các loại hạt và bức xạ giống như các vật nóng. Các hạt các ánh sáng kiểu bức xạ (radiation-like light) sẽ được phát ra dọc theo màng vì vật chất và các lực phi hấp dẫn như là lực điện từ sẽ bị giới hạn trong màng. Tuy nhiên, các hố đen còn phát ra sóng hấp dẫn. Các sóng này không bị giới hạn trong màng mà còn có thể lan truyền theo các chiều bổ sung nữa. Nếu hố đen mà lớn và có dạng chiếc bánh dẹt, các sóng hấp dẫn sẽ ở gần màng. Điều này có nghĩa là các hố đen sẽ mất năng lượng (và do đó mất cả khối lượng do phương trình $E=mc^2$) với một tốc độ cần thiết trong không thời gian bốn chiều. Vậy nên các hố đen sẽ bay hơi chậm chạp và giảm kích thước cho đến khi nhỏ hơn bán kính của độ cong của các chiều bổ sung hình yên ngựa. Tại thời điểm này các sóng hấp dẫn thoát ra từ hố đen đó bắt đầu tự do thoát vào các chiều bổ sung. Đối với một người trên màng thì các hố đen hay là các ngôi sao tối như Michell đã gọi (xem chương 4) sẽ phát ra các bức xạ tối, các bức xạ này không thể quan sát trực tiếp từ màng nhưng sự tồn tại của nó có thể được suy ra từ việc các hố đen mất đi khối lượng.

Điều đó có nghĩa là sự bùng phát bức xạ cuối cùng từ các hố đen đang bay hơi sẽ kém mạnh mẽ. Điều này có thể giải thích tại sao chúng ta không quan sát thấy các đợt bùng phát của các tia gamma mà có thể mô tả các hố đen đang chết mặc dù các một lời giải thích khác dễ hiểu hơn là không có nhiều các hố đen với khối lượng đủ thấp để bay hơi hết trong một thời gian bằng tuổi của vũ trụ cho đến giờ.

Bức xạ từ các hố đen trên màng vũ trụ xuất phát từ các thăng giáng lượng tử của các hạt nằm trên và không phải nằm trên một màng mà nhiều màng, giống như tất cả các thứ khác trong vũ trụ đều phải chịu các thăng giáng lượng tử. Điều này có thể làm cho các màng xuất hiện và biến mất một cách tự phát. Sự hình thành lượng tử của các màng hơi giống sự hình thành các bọt khí trong nước sôi. Nước dạng lỏng bao gồm hàng tỷ tỷ phân tử $H_2O$ bị gói lại với nhau bằng các tương tác giữa các phân tử gần nhau nhất. Khi nước bị đun nóng, các phân tử chuyển động nhanh hơn và bị đâm vào nhau. Thường thì các va chạm này làm cho các phân tử có vận tốc cao đến mức một nhóm các phân tử có thể thoát khỏi lực liên kết giữa chúng và hình thành các bọt khí trong nước. Các bọt này sẽ to lên hay nhỏ đi một cách ngẫu nhiên khi có thêm các phân tử chất lỏng tham gia vào bọt khí hoặc ngược lại. Phần lớn các bọt khí nhỏ sẽ bị phá vỡ vào chất lỏng nhưng một số bọt khí phát triển tới một kích thước tới hạn nhất định mà nếu lớn hơn nó thì bọt khí sẽ tiếp tục lớn lên. Đó chính là các bọt khí mà ta thấy trong nước đang sôi

https://thuviensach.vn

(hình 7.17).

*(Hình 7.17)*

*Sự hình thành thế giới màng có thể giống như sự hình thành các bọt khí trong nước sôi.*

Các màng vũ trụ cũng tương tự như vậy. Nguyên lý bất định cho phép các màng vũ trụ xuất hiện từ chân không giống như các bọt khí, bề mặt của bọt khí tương tự như màng và trong lòng bọt khí tương tự như các chiều bậc cao hơn. Các màng rất nhỏ có xu hướng bị biến mất, nhưng một màng mà nhờ các thăng giáng lượng tử phát triển lớn hơn một kích thước tới hạn nhất định sẽ tiếp tục phát triển. Những người giống như chúng ta sống ở trên màng - trên bề mặt của bọt khí, sẽ nghĩ rằng vũ trụ đang giãn nở. Nó giống như việc vẽ các thiên hà lên bề mặt một quả bóng và thổi nó lên. Các thiên hà sẽ

https://thuviensach.vn

chuyển động ra xa nhau nhưng không một thiên hà nào được chọn là trung tâm của sự giãn nở. Chúng ta hy vọng rằng sẽ không có ai dùng một cái kim vũ trụ để chọc vào bọt khí đó!

Theo giả thuyết không biên như đã mô tả trong chương 3, thì sự hình thành tự phát của màng vũ trụ có một lịch sử trong thời gian ảo giống như một vỏ hạt: tức là nó là một hình cầu bốn chiều, giống bề mặt trái đất nhưng có thêm hai chiều nữa. Sự khác nhau quan trọng đó là vỏ hạt được mô tả trong chương 3, về cơ bản là trống rỗng: hình cầu bốn chiều không là bề mặt của cái gì khác cả và sáu hoặc bảy chiều của không thời gian bổ sung mà thuyết-M tiên đoán bị cuộn lại còn nhỏ hơn cái vỏ hạt. Tuy vậy, trên bức tranh về màng vũ trụ mới thì cái vỏ hạt lại bị lấp đầy: lịch sử trong thời gian ảo của màng mà trên đó chúng ta sống sẽ là một hình cầu bốn chiều, hình cầu bốn chiều này là biên của bọt khí năm chiều với năm hoặc sáu chiều còn lại bị cuộn lại rất nhỏ (hình 7.18).

https://thuviensach.vn

Hình cầu rỗng

Hình cầu đặc

*(Hình 7.18)*

*Bức tranh thế giới màng của nguồn gốc vũ trụ khác với bức tranh trong chương 3, bởi vì, hình cầu hay vỏ hạt bốn chiều hơi bị dẹt không còn trống rỗng nữa mà bị lấp đầy bởi một chiều thứ năm.*

Lịch sử của màng trong thời gian ảo sẽ xác định lịch sử của nó trong thời gian thực. Trong thời gian thực, màng giãn nở theo cách lạm phát tăng dần như mô tả trong chương 3. Một vỏ hạt trơn và tròn hoàn hảo sẽ là lịch sử khả

https://thuviensach.vn

dĩ nhất của bọt khí trong thời gian ảo. Tuy nhiên, nó tương ứng với một màng giản nở mãi mãi theo cách lạm phát trong thời gian thực. Các thiên hà sẽ không được hình thành trên các màng như thế và do đó các cuộc sống trí tuệ cũng không thể phát triển. Mặt khác, các lịch sử trong thời gian ảo không trơn và tròn một cách hoàn hảo có xác xuất thấp hơn nhưng lại tương ứng với các tính chất trong thời gian thực mà trong đó, ban đầu màng có các giai đoạn giãn nở lạm phát tăng dần nhưng sau đó chậm dần. Trong quá trình chậm dần này, các thiên hà giãn nở có thể được hình thành và các sinh vật có trí tuệ phát triển. Do đó, theo nguyên lý vị nhân mô tả trong chương 3, chỉ có các vỏ hạt hơi sần sùi mới được các sinh vật có trí tuệ - đang băn khoăn về nguồn gốc của vũ trụ tại sao lại không trơn tru hoàn hảo - nhìn thấy mà thôi.

Vì màng đang giãn nở nên thể tích của không gian của các chiều cao hơn bên trong tăng lên. Thậm chí có thể có một bọt khí khổng lồ bên cạnh màng mà chúng ta đang sống. Nhưng có thật chúng ta đang sống trên một màng hay không? Dựa trên ý tưởng về ảnh đa chiều mô tả trong chương 2, thông tin về những sự kiện đang xảy ra trong một vùng không thời gian có thể được mã hóa trên biên của nó. Do đó, chúng ta có thể nghĩ rằng chúng ta đang sống trên một thế giới bốn chiều vì chúng ta là cái bóng in lên màng nhờ những sự kiện đang xảy ra trong lòng một bọt khí. Tuy nhiên, trên quan điểm thực chứng, ta không thể hỏi: thực tại là gì, là màng hay bọt khí? Cả hai khái niệm đó chỉ là các mô hình toán học mô tả những điều mà chúng ta quan sát. Chúng ta hoàn toàn tự do sử dụng mô hình tiện lợi nhất. Cái gì bên ngoài màng? Có một vài khả năng có thể xảy ra: (hình 7.19)

https://thuviensach.vn

(Hình 7.19)

1. Một màng/bọt khí với một không thời gian nhiều chiều hơn và xung quanh nó không có gì khác.

2. Một khả năng là bên ngoài một màng/bọt khí có sự liên quan đến bọt khí khác.

3. Một màng/bọt khí giãn nở trong không gian mà không gian này không phải là ảnh gương của những gì xảy ra trong lòng nó. Các bọt khí khác có thể hình thành và giãn nở theo một kịch bản như thế.

https://thuviensach.vn

1. Có thể chẳng có gì bên ngoài cả. Mặc dù bọt khí có nước xung quanh, nhưng đó chỉ là một sự mường tượng giúp chúng ta hình dung về nguồn gốc của vũ trụ. Ta có thể tưởng tượng một mô hình toán học chỉ có một cái màng và một khoảng không gian nhiều chiều hơn bên trong nhưng hoàn toàn không có gì bên ngoài nó cả, ngay cả chân không. Ta có thể tính được những điều mà mô hình toán học đó tiên đoán mà không cần phải ám chỉ đến những thứ bên ngoài.

2. Ta cũng có thể có một mô hình toán học mà bên ngoài của bọt khí có rất nhiều bọt khí tương tự. Mô hình này thực sự tương đương về mặt toán học với khả năng về chẳng có gì ngoài bọt khí được thảo luận trong phần trên nhưng có một sự khác nhau về tâm lý: con người cảm thấy hạnh phúc hơn khi thấy mình là trung tâm của không thời gian hơn là ở trên rìa của nó; nhưng đối với một nhà thực chứng thì khả năng 1 và 2 là tương đương.

3. Bọt khí có thể giản nở vào không gian, mà không gian này không phải là một hình ảnh thứ yếu của các sự kiện bên trong bọt khí. Khả năng này khác hai khả năng trên và nó giống trường hợp nước sôi hơn. Các bọt khác có thể được hình thành và giãn nở. Nếu chúng va chạm và kết hợp với bọt khí mà chúng ta đang sống thì kết quả rất thê thảm. Có giả thuyết nói rằng bản thân vụ nổ lớn có thể được tạo ra khi các màng va chạm với nhau.

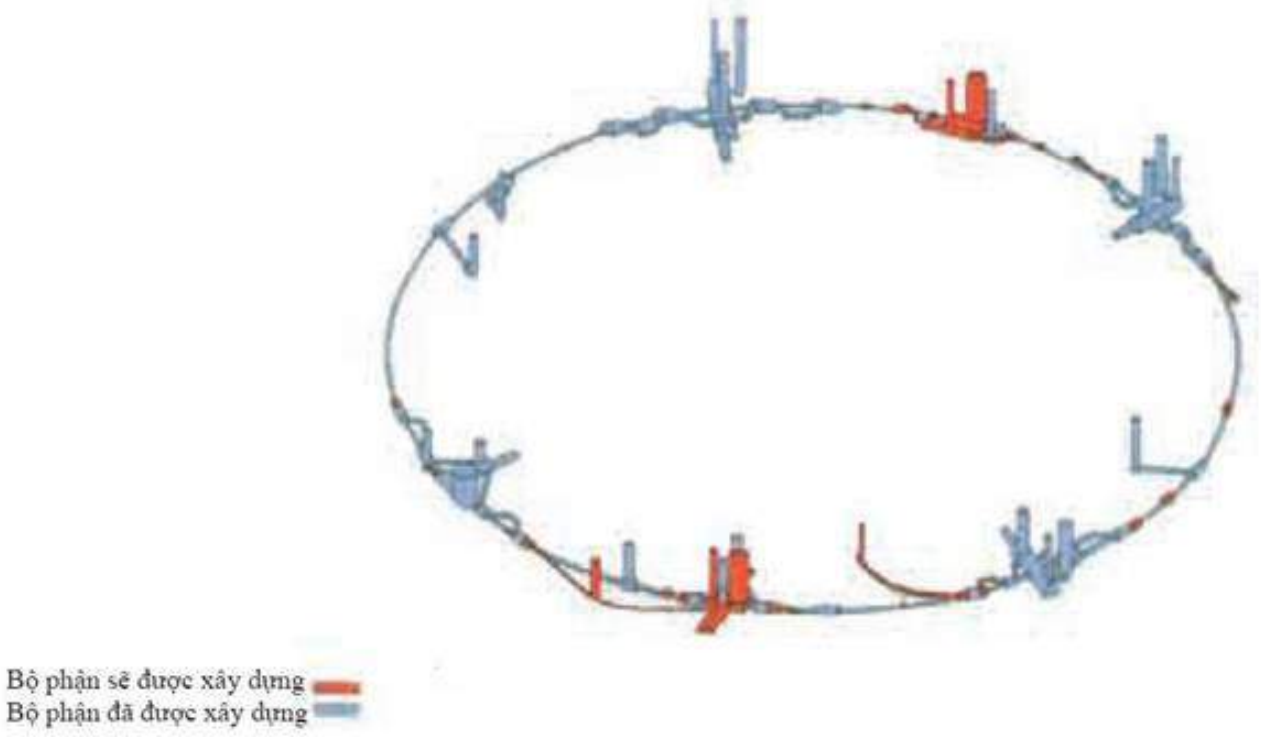
https://thuviensach.vn

*ẢNH ĐA CHIỀU*

*Ảnh đa chiều giải mã thông tin trong một vùng không gian lên một bề mặt mà bề mặt này có ít hơn vùng không gian đó một chiều. Đây dường như là một tính chất của lực hấp dẫn vì diện tích của chân trời sự kiện đo số các trạng thái nội của hố đen. Trong mô hình thế giới màng, ảnh đa chiều có thể là một sự tương ứng một-một giữa các trạng thái trong một thế giới bốn chiều và các trạng thái trong một thế giới có nhiều chiều hơn. Trên quan điểm thực chứng, ta không phân biệt được mô hình nào cơ bản hơn.*

https://thuviensach.vn

Mô hình màng vũ trụ như thế đang là các điểm nóng trong nghiên cứu. Chúng mang tính tư biện rất cao nhưng chúng lại đòi hỏi các loại tính chất mới cần được kiểm tra bằng thực nghiệm. Chúng có thể giải thích tại sao hấp dẫn có vẻ yếu đến thế. Hấp dẫn có thể khá mạnh trong lý thuyết cơ bản nhưng sự lan truyền của lực hấp dẫn ra các chiều bổ sung, có nghĩa là nó sẽ yếu tại các khoảng cách lớn trên màng mà chúng ta đang sống.




*(Hình 7.20)*
*Sơ đồ đường ống LEP cho thấy hạ tầng đang có và cấu trúc tương lai của Máy va chạm lớn ở Geneva, Thụy Sỹ.*

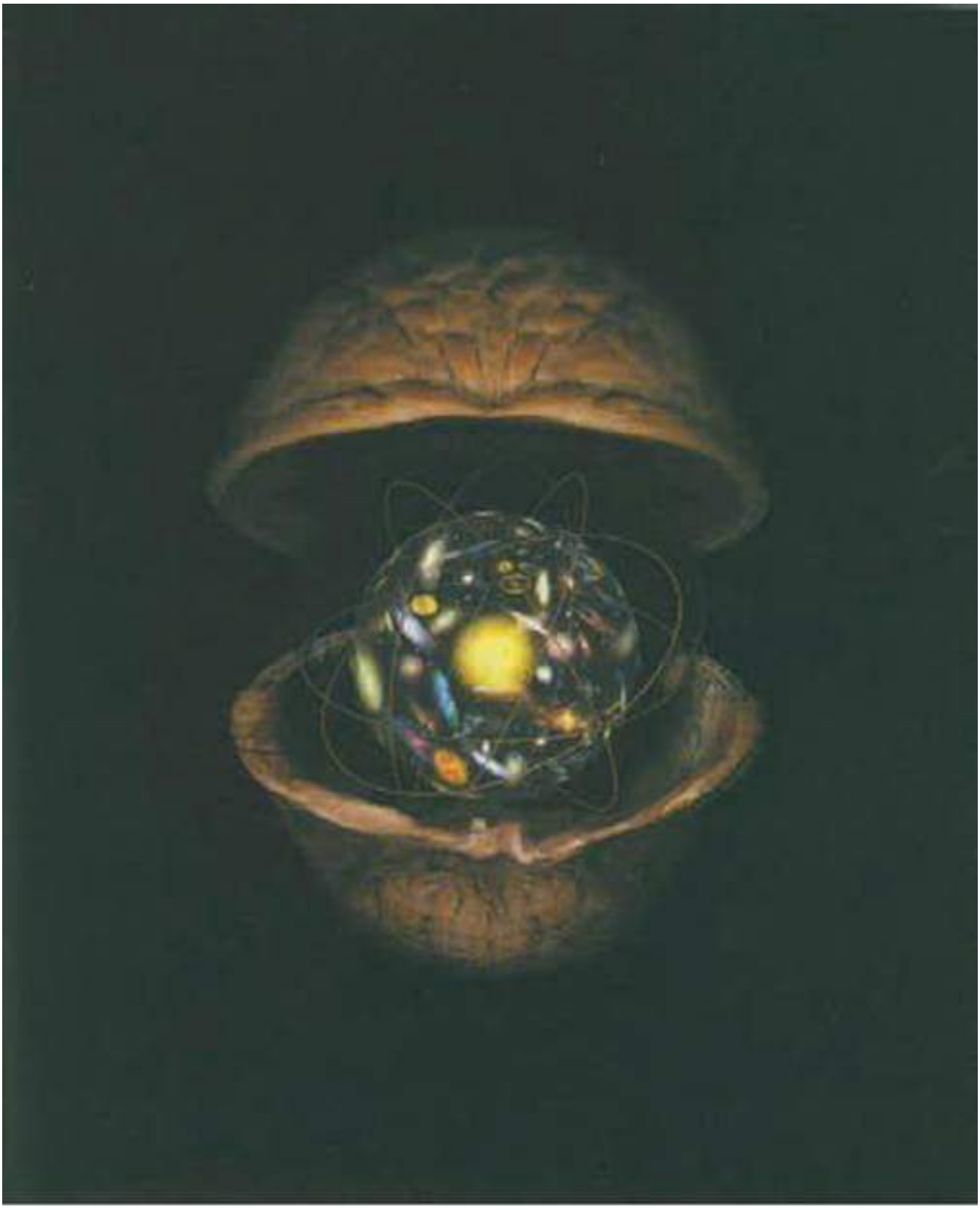
Một hệ quả của điều này chính là độ dài Plank, khoảng cách nhỏ nhất mà

https://thuviensach.vn

chúng ta có thể dò được mà không cần tạo ra một hố đen, lớn hơn khá nhiều giá trị mà nó cần có từ độ yếu của hấp dẫn trong màng bốn chiều của chúng ta. Con búp bê Nga nhỏ nhất này rốt cuộc sẽ không quá nhỏ và có thể nằm trong tầm với của các máy gia tốc hạt trong tương lai. Trên thực tế, chúng ta đã phát hiện ra con búp bê nhỏ nhất rồi, độ dài Plank cơ bản, nếu Hoa Kỳ không chịu một đợt suy thoái năm 1994 và hủy bỏ SSC (máy siêu va chạm siêu dẫn - Superconducting Super Collider) mặc dù nó đã được xây một nửa rồi. Các máy gia tốc hạt khác như là LHC (máy va chạm hadron lớn - Large Hadron Collider) tại Geneva đang được xây dựng (hình 7.20). Với các máy này cùng với các quan sát khác như là bức xạ phông vi sóng, chúng ta có thể xác định là chúng ta đang sống trên một cái màng hay không. Nếu đúng là chúng ta đang sống trên một màng thì có lẽ nguyên lý vị nhân đã chọn các mô hình màng từ một vườn bách thú gồm vô vàn các vũ trụ có thể xảy ra trong thuyết-M. Chúng ta có thể diễn tả cho *Miranda* trong vở *The Tempest* của Shakespeare:

*"Ôi một màng vũ trụ mới*
*Sao có nhiều sinh vật như thế đến vậy"*
(Nguyên văn:
*"O Brane new world*
*That has such creatures in't."*
Tác giả nhại lại câu nói của *Miranda*:
*"Ôi một thế giới mới dũng cảm*
*Sao có nhiều người như thế đến vậy"*
*"O brave new world*
*That has such people in't.")*
Đó chính là vũ trụ trong một vỏ hạt.

https://thuviensach.vn



https://thuviensach.vn

# THUẬT NGỮ

**A**DN: axít Deoxyribonucleic bao gồm phosphate, một đường và bốn ba-zơ: adenine, guanine, thymine và cytosine. Hai nhánh AND tạo nên cấu trúc hình xoắn kép liên kết với nhau giống như cầu thang xoắn. ADN mã hóa tất cả các thông tin mà các tế bào cần để tái tạo và đóng vai trò sống còn trong di tuyền.

**B**ảo toàn năng lượng: định luật khoa học phát biểu rằng năng lượng (hoặc đại lượng tương đương của nó là khối lượng) không thể tự nhiên sinh ra hoặc mất đi.

Biên độ: độ cao cực đại của đỉnh một sóng hay độ sâu cực đại của một hõm sóng.

Boson: hạt hoặc kiểu dao động dây có spin là một số nguyên.

Bức xạ phông vi sóng: bức xạ từ vũ trụ sơ khai nóng bỏng, do dịch chuyển đỏ mà ngày nay nó xuất hiện không phải dưới dạng ánh sáng mà dưới dạng vi sóng (sóng vô tuyến có bước sóng cỡ vài vài cm).

Bức xạ: năng lượng được truyền bởi sóng hoặc hạt trong không gian hoặc môi trường nào đó.

Bước sóng: khoảng cách giữa hai đỉnh hoặc hõm sóng liên tiếp.

**C**hân trời sự kiện: biên của hố đen, biên của vùng không gian ngăn cách vật chất thoát ra vô hạn.

Chiều không gian: bất kỳ chiều nào trong ba chiều không gian.

Chu trình thời gian: tên khác của vòng thời gian đóng.

Cơ học lượng tử: các định luật vật lý điều khiển vương quốc của các hạt rất nhỏ như nguyên tử, proton,… được phát triển từ nguyên lý lượng tử của Plank và nguyên lý bất định Heisenberg.

**D**ây đóng: một vòng dây.

Dây vũ trụ: một vật thể nặng, dài có tiết diện rất nhỏ có thể được tạo ra trong các thời kỳ sơ khai của vũ trụ. Ngày nay, một dây có thể trải dài toàn bộ vũ trụ.

Dây: vật thể một chiều cơ bản trong lý thuyết dây mà có thể làm thay đổi khái niệm về hạt cơ bản không có cấu trúc. Các kiểu dao động khác nhau của dây sẽ tạo ra các hạt cơ bản với các tính chất khác nhau.

Dịch chuyển đỏ: bức xạ phát ra từ các vật thể chuyển động ra xa khỏi người quan sát sẽ đỏ hơn, gây bởi hiệu ứng Doppler.

https://thuviensach.vn

Dịch chuyển xanh: sự co lại của bước sóng của bức xạ phát ra từ một vật thể đang chuyển động về phía người quan sát, gây ra bởi hiệu ứng Doppler.

**Đ**iểm kỳ dị trần trụi: một điểm kỳ dị của không thời gian, không bị bao bởi một hố đen, khả kiến đối với người quan sát từ xa.

Điểm kỳ dị: một điểm trong không thời gian mà tại đó độ cong của không thời gian là vô hạn.

Điện tích: tính chất của một hạt mà nhờ đó hạt đó có thể đẩy (hoặc hút) các hạt khác có điện tích cùng (hoặc trái) dấu.

Điện tử: hạt có điện tích âm, quay xung quanh hạt nhân nguyên tử.

Điều kiện ban đầu: trạng thái của một hệ vật lý tại thời điểm ban đầu.

Điều kiện biên: trạng thái ban đầu của một hệ vật lý, hay nói một cách khái quát hơn là trạng thái của hệ tại biên trong thời gian và không gian.

Điều kiện không biên: ý tưởng cho rằng vũ trụ là hữu hạn nhưng không có biên trong thời gian ảo.

Định luật chuyển động của Newton: định luật mô tả chuyển động của các vật thể dựa trên khái niệm không thời gian tuyệt đối. Các định luật này thống trị cho đến khi Einstein đưa ra thuyết tương đối.

Định luật Moore: định luật phát biểu rằng tốc độ của các máy tính sẽ tăng gấp đôi cứ sau mười tám tháng. Điều này rõ ràng không thể tiếp tục mãi mãi được.

Định luật thứ hai của nhiệt động học: định luật phát biểu rằng entropy (của một hệ kín - ND) luôn tăng và không thể giảm.

Định lý điểm kỳ dị: định lý chứng minh rằng với một số điều kiện nhất định thì sẽ tồn tại một điểm kỳ dị mà tại đó thuyết tương đối rộng không còn đúng, và rằng vũ trụ cần phải bắt đầu từ một điểm kỳ dị.

Độ dài Plank: dài khoảng 10-35 cm. Kích thước của dây đặc trưng trong lý thuyết dây.

**E**ntropy: phép đo độ mất trật tự của một hệ vật lý, số các cấu hình vi mô khác nhau của hệ mà làm cho hình thức vĩ mô của hệ không thay đổi.

**Ê**-te: môi trường phi vật chất đã từng được cho là lấp đầy toàn bộ không gian. Ý tưởng về môi trường như thế cần thiết để cho sóng điện từ có thể lan truyền đi được, nay không còn đúng nữa.

**F**ermion: một hạt hoặc một kiểu dao động dây có spin là một số bán nguyên.

**G**iả định bảo toàn lịch sử (Chronology protection conjecture): giả định cho rằng các định luật vật lý ngăn cản không cho các vật thể vĩ mô du hành thời gian.

https://thuviensach.vn

Gia tốc: sự thay đổi vận tốc của vật thể.

Giãn nở thời gian: đặc điểm của thuyết tương đối rộng tiên đoán rằng dòng thời gian sẽ chảy chậm đối với người quan sát chuyển động hoặc dưới tác dụng của trường hấp dẫn mạnh.

Giây ánh sáng: khoảng cách mà ánh sáng đi được trong một giây.

**H**àm sóng: một khái niệm cơ bản trong cơ học lượng tử; một con số tại mỗi điểm trong không gian có liên quan đến một hạt, xác định xác suất mà hạt có thể được tìm thấy tại một vị trí.

Hằng số Plank: hòn đá tảng của nguyên lý bất định - tích giữa độ bất định về vị trí và vận tốc cần phải lớn hơn hằng số Plank. Biểu diễn bằng ký hiệu ħ.

Hằng số vũ trụ: một công cụ toán học được Einstein sử dụng để gán cho vũ trụ có xu hướng giãn nở, cho phép thuyết tương đối rộng tiên đoán một vũ trụ tĩnh.

Hấp dẫn lượng tử: lý thuyết kết hợp cơ học lượng tử với thuyết tương đối rộng.

Hạt ảo: trong cơ học lượng tử, một hạt ảo là một hạt mà ta không bao giờ có thể đo được trực tiếp nhưng sự tồn tại của nó gây ra những hiệu ứng có thể đo được. *Xem thêm* Hiệu ứng Casimir.

Hạt cơ bản: hạt được coi là không thể phân chia được nữa.

Hạt nhân: phần tâm của một nguyên tử, chỉ bao gồm proton và neutron liên kết với nhau bằng lực hạt nhân mạnh.

Hiệu ứng Casimir: áp lực hút giữa hai tấm kim loại phẳng, song song được đặt gần nhau trong chân không. Áp suất xuất hiện là do số các hạt ảo ở giữa hai tấm kim loại nhỏ hơn ở bên ngoài.

Hiệu ứng Doppler: sự dịch chuyển tần số và bước sóng của các sóng âm hoặc sóng ánh sáng mà người quan sát thu được khi nguồn phát chuyển động tương đối với người quan sát.

Hiệu ứng quang điện: hiệu ứng phát điện tử khi ánh sáng đập vào các kim loại.

Hố đen nguyên thủy: một hố đen hình thành từ giai đoạn sơ khai của vũ trụ.

Hố đen: một vùng không thời gian có trường hấp dẫn quá mạnh đến nỗi ngay cả ánh sáng cũng không thể thoát ra được.

Hố giun: một đường ống rất nhỏ trong không thời gian kết nối các vùng xa nhau của vũ trụ. Các hố giun cũng có thể kết nối các vũ trụ song song và có thể tạo ra khả năng du hành thời gian.

**K**envin: thang nhiệt độ tuyệt đối.

https://thuviensach.vn

Khối lượng: là một thuộc tính của vật thể, là quán tính hoặc cản trở gia tốc trong không gian tự do.

Không gian tự do: vùng không gian không có trường nào, tức là, không chịu tác dụng của lực nào.

Không thời gian: không gian bốn chiều mà các điểm của nó là các sự kiện.

Lạm phát: một thời kỳ ngắn giãn nở gia tốc, trong đó, vũ trụ thời kỳ rất sơ khai gia tăng kích thước với một tốc độ chưa từng có.

Lực điện từ: lực xuất hiện giữa các hạt có điện tích cùng (hoặc trái) dấu.

Lực hấp dẫn: lực yếu nhất trong bốn loại lực cơ bản của tự nhiên.

Lực tương tác mạnh (lực hạt nhân mạnh): lực mạnh nhất và có tầm tác dụng ngắn nhất trong bốn lực cơ bản. Nó giữ các quark lại với nhau để tạo nên proton và neutron, và các hạt này đến lượt nó lại cùng nhau làm nên hạt nhân nguyên tử.

Lực tương tác yếu (lực hạt nhân yếu): lực yếu thứ hai trong bốn lực cơ bản có tầm tác dụng rất ngắn. Nó tác dụng tới tất cả các hạt vật chất nhưng không tác dụng lên các hạt truyền tương tác.

Lưỡng tính sóng/hạt: khái niệm trong cơ học lượng tử cho rằng không có sự khác biệt giữa các sóng và các hạt; các hạt có thể hành xử giống như các sóng và ngược lại.

Lượng tử: đơn vị không thể phân chia mà các sóng có thể hấp thụ hoặc phát xạ.

Lý thuyết ảnh đa chiều: lý thuyết cho rằng các trạng thái lượng tử của một hệ trong một vùng không thời gian có thể được mã hóa trên biên của vùng đó.

Lý thuyết cổ điển: một lý thuyết dựa trên các khái niệm được thiết lập trước cơ học tương đối và cơ học lượng tử. Lý thuyết giả thiết rằng các vật thể có vị trí và vận tốc hoàn toàn xác định. Điều này không đúng ở các nấc thang rất nhỏ vì nguyên lý bất định sẽ phát huy tác dụng.

Lý thuyết dây: lý thuyết vật lý cho rằng các hạt có thể được mô tả như là các sóng trên các dây; thống nhất cơ học lượng tử và tương đối rộng. Còn được biết là thuyết siêu dây.

Lý thuyết thống nhất lớn: lý thuyết thống nhất lực điện từ, lực tương tác yếu và lực tương tác mạnh.

Lý thuyết thống nhất: bất kỳ lý thuyết nào mô tả tất cả bốn lực và tất cả vật chất trong một mô hình duy nhất.

Lý thuyết tương đối hẹp: lý thuyết của Einstein dựa trên ý tưởng cho rằng các định luật khoa học cần phải như nhau đối với tất cả các người quan sát không phụ thuộc vào cách họ chuyển động khi không có trường hấp dẫn.

https://thuviensach.vn

Lý thuyết tương đối rộng: lý thuyết của Einstein dựa trên ý tưởng cho rằng các định luật khoa học xảy ra như nhau đối với tất cả các người quan sát, không phụ thuộc vào cách mà họ chuyển động. Lý thuyết giải thích lực hấp dẫn trên cơ sở về độ cong của không thời gian bốn chiều.

Lý thuyết vạn vật hấp dẫn của Newton: lý thuyết cho rằng lực hút giữa hai vật thể chỉ phụ thuộc vào khối lượng của các vật thể và khoảng cách giữa chúng; lực hút tỷ lệ với tích của khối lượng và tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách.

Lý thuyết Yang-Mills: lý thuyết mở rộng của lý thuyết trường Maxwell mô tả lực tương tác yếu và lực tương tác mạnh.

Lý thuyết-M: lý thuyết thống nhất năm lý thuyết dây cũng như lý thuyết siêu hấp dẫn thành một mô hình lý thuyết đơn nhất nhưng người ta vẫn chưa hiểu hết lý thuyết này.

**M**àng: một thực thể được coi là một thành phần cơ bản của thuyết-M, có thể có nhiều chiều. Nói chung, một màng-p có chiều dài theo p chiều, màng-1 là một dây, màng-2 là một mặt,…

Màng-p: một màng có p chiều. *Xem thêm* Màng.

Máy gia tốc hạt: một cái máy có thể gia tốc các hạt mang điện chuyển động làm tăng năng lượng chúng.

Mô hình chuẩn trong vật lý hạt: lý thuyết thống nhất ba lực phi hấp dẫn và các hiệu ứng của chúng lên vật chất.

Mô hình chuẩn trong vũ trụ học: lý thuyết vụ nổ lớn cùng với lý giải của mô hình chuẩn trong vật lý hạt.

Mô hình Randall-Sundrum: lý thuyết cho rằng một màng trong không gian năm chiều vô hạn của các độ cong âm, giống như hình yên ngựa.

**N**ăm ánh sáng: khoảng cách mà ánh sáng đi được trong một năm.

Năng lượng chân không: năng lượng có mặt ngay cả trong chân không trống rỗng. Nó có tính chất rất kỳ lạ là, không giống như sự có mặt của khối lượng, sự có mặt của năng lượng chân không sẽ làm cho vũ trụ giãn nở và tăng tốc.

Neutrino: các hạt nhỏ bé chỉ chịu tác dụng của lực tương tác yếu.

Neutron: một hạt tương tự hạt proton nhưng không mang điện, chiếm gần một nửa khối lượng hạt nhân. Nó được tạo thành từ ba quark (hai nghịch và một thuận).

Người quan sát: một người hoặc một dụng cụ quan sát để đo các tính chất vật lý của hệ.

Nguyên lý bất định: Nguyên lý được Heisenberg đưa ra, phát biểu rằng người ta không bao giờ có thể xác định chính xác cả vị trí và vận tốc của hạt.

https://thuviensach.vn

Nếu ta biết chính xác một đại lượng này thì ta sẽ biết kém chính xác một đại lượng kia.

Nguyên lý loại trừ: nguyên lý cho rằng các hạt có spin bằng -1/2 không thể có (trong giới hạn nguyên lý bất định) cùng vị trí và vận tốc.

Nguyên lý lượng tử Plank: nguyên lý cho rằng các sóng điện từ (tức là ánh sáng) chỉ có thể phát xạ hay hấp thụ một lượng gián đoạn gọi là lượng tử.

Nguyên lý vị nhân: nguyên lý cho rằng chúng ta thấy vũ trụ như nó hiện hữu bởi vì nếu nó khác đi thì chúng ta không thể có mặt ở đây để quan sát nó.

Nguyên tử: đơn vị cơ bản của vật chất thường, tạo thành từ một hạt nhân nhỏ bé (gồm proton và neutron) và các điện tử quay xung quanh.

Nhật thực: hiện tượng mặt trăng đi vào khoảng giữa trái đất và mặt trời và che mặt trời, hiện tượng đó kéo dài vài phút. Nhật thực xảy ra năm 1919 có thể quan sát từ vùng Đông Phi đã chứng minh sự đúng đắn của thuyết tương đối.

Nhiệt độ không tuyệt đối: nhiệt độ thấp nhất có thể, tại đó vật chất không có nhiệt năng; khoảng -273 độ C hay 0 độ K.

Nhiệt động học: nghiên cứu về mối liên hệ giữa năng lượng, công, nhiệt và entropy trong hệ vật lý động.

Nón ánh sáng: một bề mặt trong không thời gian vạch ra hướng khả dĩ để các tia sáng đi qua một sự kiện đã cho.

**P**hản hạt: mỗi hạt vật chất đều có một phản hạt tương ứng, khi một hạt va chạm với phản hạt của nó thì chúng sẽ hủy lẫn nhau và chỉ còn lại năng lượng mà thôi.

Phân rã hạt nhân: quá trình các hạt nhân bị phân rã thành các hạt nhân nhỏ hơn và giải thoát năng lượng.

Phổ: dải tần số của sóng. Phần khả kiến của quang phổ mặt trời đôi khi là cầu vồng.

Phương pháp thực chứng: phương pháp cho rằng lý thuyết khoa học là một mô hình toán học có thể mô tả và giải mã các quan sát mà chúng ta thực hiện.

Phương trình Schrodinger: phương trình điều khiển quá trình tiến hóa của các sóng trong thuyết lượng tử.

Positron: phản hạt của điện tử có điện tích dương.

Proton: hạt mang điện tích dương, rất giống neutron, chiếm gần một nửa khối lượng hạt nhân nguyên tử. Proton tạo thành từ ba quark (hai thuận và một nghịch).

**Q**uá trình phóng xạ: quá trình phá vỡ tự phát từ một loại hạt nhân nguyên

https://thuviensach.vn

tử này sang loại khác.

Quang tử (photon): một lượng tử ánh sáng; bó sóng nhỏ nhất của trường điện từ.

Quark: hạt cơ bản mang điện chịu tác dụng của lực tương tác mạnh. Quark có sáu "mùi": thuận (up), nghịch (down), lạ (strange), đẹp (charm), dưới (bottom) và trên (top). Mỗi mùi có thể có ba "màu": đỏ, lục và xanh.

Quyết định luận khoa học: một khái niệm máy móc về vũ trụ của Laplace, trong đó, các thông tin đầy đủ về trạng thái của vũ trụ hiện tại cho phép tiên đoán các thông tin đầy đủ về trạng thái của vũ trụ trong quá khứ và tương lai.

**S**iêu đối xứng: nguyên lý liên hệ tính chất của các hạt có spin khác nhau.

Siêu hấp dẫn: tập hợp các lý thuyết thống nhất lý thuyết tương đối rộng và siêu đối xứng.

Số ảo: một khái niệm toán học trừu tượng. Các số ảo và số thực có thể được coi như sự đánh số vị trí của các điểm trong một mặt phẳng, do đó, các số ảo sẽ vuông góc với các số thực bình thường.

Số Grassman: một lớp các số không giao hoán với nhau. Đối với các số thực bình thường, thứ tự của các số hạng trong phép nhân không quan trọng: A*B=C và B*A=C. Tuy nhiên số Grassman lại phản giao hoán nên A*B bằng -B*A.

Sóng điện từ: dao động kiểu sóng trong điện trường. Tất cả các sóng của phổ điện từ chuyển động với vận tốc ánh sáng, tức là ánh sáng khả kiến, tia X, vi sóng, hồng ngoại,…

Sóng hấp dẫn: dao động kiểu sóng trong trường hấp dẫn.

Spin: tính chất nội của các hạt cơ bản có liên quan đến (nhưng không đồng nhất với) khái niệm tự quay trong đời sống hàng ngày.

Sự co Lorentz: sự co ngắn về chiều dài của vật thể theo hướng di chuyển khi nó chuyển động, tiên đoán từ lý thuyết tương đối hẹp.

Sự kiện: một điểm trong không thời gian xác định bởi vị trí và thời gian của nó.

Tần số: của một sóng là số chu kỳ trong một giây.

Thế giới màng: một bề mặt hay một màng bốn chiều trong một không thời gian có nhiều chiều hơn.

Thời gian ảo: thời gian được đo bằng các số ảo.

Thời gian Plank: bằng khoảng 10-43 giây, thời gian để ánh sáng đi được một khoảng cách bằng độ dài Plank.

Thời gian tuyệt đối: khái niệm cho rằng có một đồng hồ vũ trụ. Thuyết tương đối của Einstein không thể có khái niệm như thế.

Tính đối ngẫu: một sự tương ứng giữa các lý thuyết hoàn toàn khác nhau

https://thuviensach.vn

dẫn đến các kết quả vật lý như nhau.

Trạng thái cơ bản: trạng thái của một hệ có năng lượng cực tiểu.

Trạng thái tĩnh: trạng thái không thay đổi theo thời gian.

Trọng lượng: lực tác dụng lên vật thể bằng một trường hấp dẫn. Nó tỷ lệ với (nhưng không phải là) khối lượng của nó.

Trường hấp dẫn: phương tiện để lực hấp dẫn trao đổi tác động của nó.

Trường lực: phương tiện để các lực trao đổi tác động của nó.

Trường Maxwell: tổng hợp điện, từ, ánh sáng vào các trường động có thể dao động và lan truyền trong không gian.

Trường: một cái gì đó tồn tại trong suốt không thời gian, ngược lại với một hạt chỉ có thể tồn tại tại một điểm trong không thời gian.

Từ trường: trường truyền tương tác từ.

Vân giao thoa: xuất hiện khi hai hay nhiều sóng (phát ra từ các vị trí và thời gian khác nhau) hòa vào nhau.

Vận tốc: một con số biểu diễn tốc độ và hướng của chuyển động của vật thể.

Vật chất tối: vật chất có mặt trong các thiên hà và các đám, và có thể giữa các đám mà chúng ta không thể quan sát được nhưng chúng ta vẫn ghi nhận được trường hấp dẫn của nó.

Vĩ mô: đủ lớn để có thể nhìn bằng mắt thường; thường là với khoảng cách lớn hơn 0,01 mm.

Khoảng cách nhỏ hơn khoảng cách đó được coi là vi mô.

Vô hạn: một phạm vi hay một con số không có giới hạn hoặc không có kết thúc.

Vụ co lớn: tên của một kịch bản khả dĩ về sự kết thúc của vũ trụ, tại đó, tất cả không gian và vật chất suy sập và hình thành một điểm kỳ dị.

Vụ nổ lớn: kỳ dị tại điểm khởi đầu của vũ trụ, cách đây khoảng mười lăm tỷ năm.

Vũ trụ học: khoa học nghiên cứu về vũ trụ.

https://thuviensach.vn

# CHỈ MỤC

**A**denine, 161
ADN, 161, 163-165, 170
Alpher, Ralph, 78
Andromeda, 76
Ảnh đa chiều, 64-65, 196, 198
Ánh sáng, 4
    Tốc độ của, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 111, 113, 142, 144, 168
Augustine (thánh), 35
Axion (hạt cơ bản rất nhẹ), 187, 188
Axít Nucleic, 161, 165
**B**aryon, 78
Bộ não (con người), 167-170
Bộ não người, 167-170
Bohr, Niels, 112
Bom nguyên tử, 13, 26, 83
Boson, 50, 52
Bức xạ nhiệt, 121, 122
Bức xạ phông vi sóng, 38-39, 78, 92, 98-99, 120, 121, 200
Bức xạ, 78
    Điện từ, 44
    Hố đen, 118, 120-122, 124, 147, 192, 195
    Phông vi sóng, 38-39, 78, 92, 98-99, 120, 121, 200
Bụi hành tinh, 71
Bước sóng, 44-46, 47, 74
**C**ác bài báo khoa học, sự xuất bản của, 158, 159
Các nguyên lý toán học (Newton), 32
Cái chết đen, 157
Cân bằng nhiệt, 32, 38
Carbon, 78, 86, 114
Cassimir, Michael, 150
Cấu trúc chuỗi xoắn kép, 161
Chân trời phát xạ hữu hạn, 143
Chân trời sự kiện, 111, 115, 117, 119, 120
Chiều Grassman, 49, 52

https://thuviensach.vn

Chiều, 87-90, 178-181, 183, 188, 191-193, 197-199
Chọn lọc tự nhiên, 163
Chu kỳ sống của, 113-114
Chủ nghĩa bài Do Thái, 13
Cơ học lượng tử, 106
    Sự phát triển của, 24, 26
Copernicus, 103
Crick, Francis, 161
Cuộc sống trí tuệ, sự phát triển của, 85-87, 93-95, 98, 171, 196
Cytosine, 161
Đài quan sát thiên văn Mount Wilson, 21, 23, 77
Dawkins, Richard, 162
Dây vũ trụ, 138-141, 144
Đêm dài trung kỷ, 157
Deuterium, 78
Đĩa bay, 142
Dịch chuyển đỏ, 75-77
Điện tử học, 24, 26
Điện tử, 51, 78, 90, 176, 181, 187
Điều khiển độ cong, 160
Điều kiện biên, 80, 82-85
Điều kiện không biên, 82-86, 196
Định luật bảo toàn năng lượng, 192
Định luật Hubble, 77
Định luật Moore, 167
Định lý không đầy đủ, 139
Dirac, Paul, 24, 43
Độ dài Plank, 176-178, 199
Độ phức tạp điện, 165-170
Dự án Mahathan, 13, 112
Dự báo thời tiết, 105
Đức Quốc xã, 26
Dừng tuyệt đối, 11
Einstein, Albert, 5, 26, 27, 57
    Bom nguyên tử và, 12-13
    Giải Nobel, 11, 24
    Hằng số vũ trụ và, 21, 49, 96-97
    Hố đen và, 111

https://thuviensach.vn

Hôn nhân của, 14
Lý thuyết lượng tử và, 24, 26
Lý thuyết tương đối hẹp và, 9, 11, 12, 14, 108-109, 139
Lý thuyết tương đối rộng và, 17-19, 21-24, 26, 34-36, 60, 76, 79, 80, 129, 135, 138, 175
Lý thuyết vụ nổ lớn và, 22, 23
Thí nghiệm tư duy, 123-124
Thư gửi Roosevelt, 12, 13
Tiểu sử của, 4
Entropy, 63-64
Ê-te, 4, 5, 9
Euclid, 21
Fermion, 50, 52
Feynman, Richard, 46, 80, 83, 85-87, 112, 147, 148
FitzGerald, George, 6
Galileo Galilei, 103
Gamow, George, 78
Giả định bảo toàn lịch sử, 64, 153, 160
Gia tốc, 16-18
Giãn nở lạm phát, 90-93, 99, 120-121, 196
Goden, Kurt, 139
Grossmann, Marcel, 18
Guanine, 161
Hàm sóng, 106-110, 116, 121, 122, 124-125, 129
Hằng số Plank, 42-44, 63
Hằng số vũ trụ, 21, 49, 96-97, 139
Hành tinh, quỹ đạo của 103, 182
Hấp dẫn, 35
Định luật Newton về, 14, 17
Thuyết tương đối rộng và, 17-19, 21-24, 26, 34-36, 41, 43, 6, 60, 76, 78-80, 109, 111-113, 116, 129, 135, 138, 175, 190
Hartle, Jim, 82-85
Hạt ảo, 118, 119, 122, 124, 145, 146
Hạt nặng tương tác yếu (WIMP), 187, 188
Hạt, 42-43, 83
Ảo, 118, 119, 122, 124, 145, 146
Mô hình và tính chất, 51
Vị trí và vận tốc của, 104-108, 125

https://thuviensach.vn

Với spin, 48-50
Heisenberg, Werner, 24, 42, 43, 45, 139
Helium, 78, 113, 114
Hiệu ứng Casimir, 46, 47, 149
Hiệu ứng Doppler, 74-76
Hiệu ứng quang điện, 24
Hilbert, David, 19
Hirosima, 13
Hố đen, 24, 25, 41, 57, 63, 64, 101, 187
Bức xạ, 118, 120-122, 124, 147, 192, 195
Chân trời, 143, 145, 146
Einstein và, 111
Giới thiệu về, 112, 113
Màng-p, 126-127, 129
Nhiệt độ của, 118, 120, 122
Schwarzschild, 111
Sóng hấp dẫn và, 192-193
Sự hình thành của, 114-116, 118
Thảo luận đầu tiên về, 110
Hố giun, 110, 135-137
Hóa học, 26, 105
Hội thiên văn Hoa Kỳ, 76
Hubble, Edwin, 73, 75-77, 97
Hulse, Russell, 190
Humason, Milton, 76
Hydrogen, 78, 113, 114
**I**srael, Werner, 112
**K**ant, Immanuel, 32, 34, 41, 73
Khalatnikov, Isaac, 36, 41
Khối lượng tới hạn, 15
Khối lượng
Hố đen, 121, 122
Liên hệ giữa năng lượng và, 12-13, 14-15
Không thời gian cong, lý thuyết về, 17-19, 18, 20, 33, 35, 39, 43, 57, 109, 111, 113, 115, 148. *Xem thêm* Lý thuyết tương đối rộng
Không thời gian, 35-39, 108
Cong, 17-19, 18, 20, 33, 35, 39, 43, 57, 109, 111, 113, 115, 118
Kính thiên văn Hooker, 21, 23

https://thuviensach.vn

Kính thiên văn vũ trụ Hubble, 68, 69
Kỳ dị, 36, 41, 43, 61, 114, 116
Kỷ nguyên Hadron, 78
Kỷ nguyên Lepton, 78
Kỹ thuật di truyền, 164, 165, 167-168, 170
**L**ạm phát tiền tệ, 91, 93
Lamb, Charles, 31
Laplace, Marquis de, 104-106, 108, 125
Lemaitre, Georges, 22
Lịch sử chu kỳ đóng, 148-149
Lifshitz, Evgenii, 36, 41
Lithium, 78
Lộ trình tựa thời gian, 138
Lorentz, Hendrik, 6
Lực tương tác mạnh, 46
Lực tương tác yếu, 46
Lược sử về thời gian (Hawking), 7
Lượng tử, 24, 42
Lý thuyết "biến số ẩn",107
Lý thuyết dây siêu đối xứng, 52
Lý thuyết dây, 51, 54, 56, 140
Lý thuyết Ê-te cố định, 5-6, 6
Lý thuyết hỗn loạn, 104, 139
Lý thuyết lượng tử, 24, 42, 44-46, 51, 52, 59, 60, 64, 79, 118, 123, 138, 139, 144
Lý thuyết Newton, 83, 104, 111, 135, 175, 186
Lý thuyết siêu hấp dẫn, 49, 50, 52-54, 56-57
Lý thuyết thống nhất lớn (GUT), 78
Lý thuyết tương đối rộng, 17-19, 21-24, 26, 34-36, 41, 43, 46, 60, 76, 78-80, 109, 111-113, 116, 129, 135, 138, 175, 190
Lý thuyết tương đối hẹp, 9, 11, 12, 14, 108-109, 139
Lý thuyết-M, 56, 87, 88, 174, 175, 177, 178, 196, 200
**M**ã di truyền, 161
Màng, *xem thêm* Màng-p
Màng-p, 54-55, 125-127, 129. *Xem thêm* Mô hình thế giới màng.
Mật độ
    Năng lượng, 46, 47, 144-146
    Vật chất, 96-99

https://thuviensach.vn

Vô hạn, 36
Mật độ vô hạn, 36
Mặt trời, 103, 111
Maxwell, James Clerk, 43
Máy gia tốc hạt, 54, 57, 199-200
Máy siêu va chạm siêu hấp dẫn, 199
Máy tính, 165-169
Máy va chạm Hadron lớn, Geneva, 54, 57, 199-200
Meson, 78
Michell, John, 110, 111, 115, 193
Mills, Robert, 46
Mô cấy thần kinh, 176, 170
Mô hình màng bóng, 188-189, 191
Mô hình Randall-Sundrum, 189, 191
Mô hình thế giới màng, 180-185, 188, 189, 191-200
Morley, Edward, 6
Một trăm tác giả chống lại Einstein, 26
Nagasaki, 13
Năng lượng chân không, 96-99
Năng lượng hấp dẫn, 91
Năng lượng liên kết hạt nhân, 14-15
Năng lượng
Bảo toàn của, 192
Các hạt, 51-53
Liên hệ giữa khối lượng và, 12-13, 14-15
Mật độ, 46, 47, 144-146
Neutrino, 78, 187
Neutron, 78, 176, 187
Newton, Isaac, 14, 17, 32
Ngân hà, 69, 186
Nghịch lý anh em sinh đôi, 9, 10, 137
Nghiệm de Sitter, 120
Nghiên cứu hạt nhân, 13
Ngôi sao tối, 111,115. *Xem thêm* Hố đen
Ngôi sao, 71-72, 78, 85, 96, 111
Sự suy sập của, 23-24, 41,114-115
Nguyên lý bất định, 42, 44, 45, 79, 94, 105-107, 118, 125, 139, 144, 195
Nguyên lý vị nhân, 85, 86, 87, 98, 181, 196, 200

https://thuviensach.vn

Nguyên tử nguyên thủy, 22
Nguyên tử, 78, 90, 176, 181
Nhật thực, 21
Nhiệt động học lượng tử, 105
Nhiệt động học, 64
Nón ánh sáng, 36-41
**O**ppenheimer, Robert, 112
Oxygen, 78, 86, 114
**P**enrose, Roger, 23, 24, 36, 41, 43, 76, 79, 82, 143
Penzias, Arno, 78
Phản quark, 78
Phản ứng dây truyền, 15
Phản ứng phân rã hạt nhân, 113
Phát triển dân số, 156, 157-158
Phổ, 38-39
Phòng thí nghiệm Jefferson, Đại học
    Harvard, 4
    Photinos, 50
Phương trình Schrodinger, 107-110, 116, 122, 125, 129
Plank, Max, 24, 42
Podolsky, Boris, 123-124
Popper, Karl, 31
Positron, 51
Prometheus, 69
Proton, 14, 176, 187
Pulsar đôi PSR 1913+16, 190
Pulsar đôi, 190, 191
**Q**uang tử, 50, 78
Quark, 78, 176
Quasar 3C273, 161
Quasar, 78
    Việc tìm ra, 113
Quỹ nghiên cứu hấp dẫn, 41
Quyết định luận khoa học, 104-106, 108, 109, 111, 118, 121, 122, 126, 129
Quyết định luận, 104-106, 108, 109, 116, 118, 121, 122, 126, 129
**R**andall, Lisa, 189
Riemann, Georg Friedrich, 18

https://thuviensach.vn

Roosevelt, Franklin D., 13
Rosen, Nathan, 123-124
**S**ao lùn trắng, 187
Sao neutron, 187, 190
Sao siêu mới, 99
Schrodinger, Erwin, 24, 43
Schwarzchild, Karl, 111, 112
Schwinger, Julian, 46
Siêu đối tác, 49, 50
Siêu đối xứng, 49, 52, 97
Sinh học phân tử, 26
Sinh học, 105
Slipher, Vesto, 73, 76
Số ảo, 59
Số thực, 59
Sóng âm, 4, 74
Sóng ánh sáng, 75
Sóng hấp dẫn, 190-193
Spin, 48-50
Star trek, 129, 157, 160-161, 165, 171
Strominger, Andrew, 126
Sự cong của không thời gian, 39, 39, 140, 142, 144-146
Sundrum, Raman, 189
**T**ấm cao su, 34, 35
Taylor, Joseph, 190
Thăng giáng chân không, 118
Thăng giáng điểm không, 45
Thăng giáng trạng thái cơ bản, 45, 46, 47, 50
Thí nghiệm Cavendish, 184
Thí nghiệm Michelson-Morley, 6, 8
Thiên hà NGC 3198, 186
Thiên hà NGC 4151, 116
Thiên hà, 36, 37, 38, 69, 85, 95, 98
    Chuyển động của, 75-77
    Hình dáng và kích thước của, 70
    Khoảng cách giữa, 21, 22
    Phân bố của, 71, 72
    Suy sập của, 41

https://thuviensach.vn

Vật chất tối và, 186-187
Thiên văn học, 103-104, 126
Thời gian (phổ quát) tuyệt đối, 9, 11, 14, 108, 109, 111
Thời gian ảo, 58-61, 63, 82-85, 90-94, 99, 196
Thời gian cá nhân, 9, 14, 135
Thời gian thực, 58, 60, 63, 82, 85, 90, 93, 196
Thời gian
Ảo, 58-61, 63, 82-85, 90-94, 99, 196
Chân trời du hành, 143
Chu trình, 138-140, 142-144, 150, 152
Du hành, 131, 133, 135-139, 142-153
Hình dáng của, 30, 65
Thực, 58, 60, 63, 82, 85, 90, 93, 196
Tuyệt đối (phổ quát), 9, 11, 14, 108, 109, 111
Thorne, Kip, 132, 133, 133, 144, 153
Tiên đoán tương lai, 64, 101-129
Tiến hóa sinh học, 161-165, 170
Tiền thiên hà, 78
Tiêu thụ điện năng, 158, 159
Tín hiệu vô tuyến, 4
Tính đối ngẫu, 56, 57
Tinh vân hình xoáy ốc, 76
Tinh vân Thiên lang, 113
Tinh vân, 75, 76
Tốc độ ánh sáng, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 111, 113, 142, 144, 168
Tomonaga, Shinichiro, 46
Tổng theo các lịch sử, 147-148. *Xem thêm* Ý tưởng đa lịch sử
Townsend, Paul, 54, 55
Trái đất, 103, 111
Quỹ đạo của, 71
Sự quay của, 6, 9
Triết học thực chứng, 31, 54, 59, 118, 127, 180, 198
Trường điện từ, 43-46, 49
Trường Maxwell, 43-46
Trường Yang-Mills, 46, 49
Tự mâu thuẫn của lý tính thuần túy, 34, 41
Tương đối
Lý thuyết tương đối hẹp, 9, 11, 12, 14, 108-109, 139
Lý thuyết tương đối rộng, 17-19, 21-24, 26, 34-36, 41, 43, 46, 60, 76,

https://thuviensach.vn

78-80, 109, 111-113, 116, 129, 135, 138, 175, 190
Tương lai, tiên đoán về, 64, 101-129
**U**-235, 14, 15
**V**afa, Cumrun, 126
Vận tốc thoát, 110-111
Vật chất tối, 188
Bản chất của, 187
Bằng chứng về, 186
Vật chất, 175-176
Mật độ, 96-99
Năng lượng, 91
*Xem thêm* Vật chất tối
Vật thể đặc nặng không phát sáng (MACHO), 187
Vệ tinh khám phá phông vũ trụ (COBE), 94-95, 95
Viện nghiên cứu cao cấp Princeton, 26
Vụ co lớn, 95, 96
Vụ nổ lớn, 22-24, 40, 41, 78-80, 86, 92, 120
Vũ trụ co lại, 21-23, 36
Vũ trụ Einstein, 150-152
Vũ trụ giãn nở, 21-23, 36, 75-76, 86, 87, 90-93, 96-97, 152
Vũ trụ không phụ thuộc vào thời gian, 21
Vũ trụ tĩnh vô hạn, 71-73
Vũ trụ tĩnh, 21, 22, 49, 150, 151
Vũ trụ
Điều kiện biên, 80, 82-85
Điều kiện không biên, 82-86, 196
Giản nở của, 21-23, 36, 75-76, 86, 87, 90-93, 96-97, 152
Giãn nở lạm phát, 90-93, 99, 120-121, 196
Lược sử về, 168-169
Mô hình thế giới màng, 180-185, 188, 189, 191-200
Năng lượng chân không trong, 96-99
Sự co của, 21-23, 36
Tĩnh vô hạn, 71-73
Tĩnh, 21, 22, 49, 150-151
Trong thời gian ảo, 82-85, 90-94, 99
Vụ nổ lớn, 22-24, 40, 41, 78-80, 86, 92, 120
**W**atson, James, 161
Wheeler, John Archibald, 83, 112, 113, 118

https://thuviensach.vn

Wilson, Robert, 78
**X**ử lý song song, 169, 170
**Ý** tưởng đa lịch sử, 80, 83-85, 87, 93, 147-148. *Xem thêm* Tổng theo các lịch sử Yang, Dương Chấn Ninh, 46

https://thuviensach.vn

# Table of Contents

GIỚI THIỆU CỦA VIETSCIENCES
GIỚI THIỆU CỦA NHÀ XUẤT BẢN
LỜI NÓI ĐẦU
CHƯƠNG 1
LƯỢC SỬ VỀ THUYẾT TƯƠNG ĐỐI
CHƯƠNG 2
HÌNH DÁNG CỦA THỜI GIAN
CHƯƠNG 3
VŨ TRỤ TRONG MỘT VỎ HẠT
CHƯƠNG 4
TIÊN ĐOÁN TƯƠNG LAI
CHƯƠNG 5
BẢO VỆ QUÁ KHỨ
CHƯƠNG 6
TƯƠNG LAI CỦA CHÚNG TA? CÓ THỂ LÀ STAR TREK HAY KHÔNG?
CHƯƠNG 7
MÀNG VŨ TRỤ MỚI
THUẬT NGỮ
CHỈ MỤC

https://thuviensach.vn