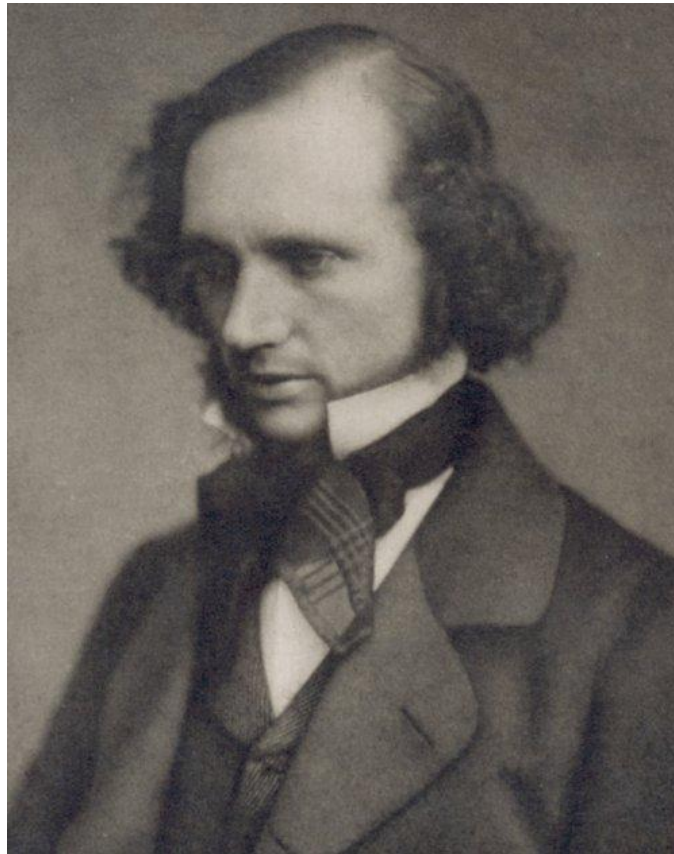


TỰ HÀO THOMSON – KELVIN

Huân tước Kelvin – người mất cách đây tròn 100 năm – là một nhà phát minh thành đạt, một thương nhân giàu có và có lẽ là nhà vật lý quan trọng nhất của thế kỷ 19. David Saxon giải thích làm thế nào Kelvin giữ vai trò then chốt trong mọi lĩnh vực từ nhiệt động lực học và thắp sáng bằng điện cho đến truyền thông xuyên đại dương và tuổi của Trái Đất.

Một nhà vật lý đến thăm thành phố Glasgow lần đầu tiên thường nghe câu hỏi “Có phải mọi thứ ở đây đều đặt theo tên ngài Kelvin ?” Với những địa danh như Kelvinside, Kelvindale và Kelvingrove, nhất định người ta sẽ cảm thấy như thế, nhưng thật ra nó chỉ đúng trong chừng mực nào đó thôi. Nhà vật lý vĩ đại, người mất cách đây 100 năm trước vào hôm 17 tháng 12 năm 1907, được phong danh hiệu huân tước Kelvin của xứ Largs lấy theo tên dòng sông Kelvin chảy uốn quanh khu sân bãi đẹp ngoạn mục của trường đại học Glasgow. Cho đến khi được phong quý tộc vào năm 1892 với tư cách là nhà khoa học đầu tiên ở vào địa vị đó, ông là William (sau này là ngài William) Thomson.



Chàng trai trẻ William Thomson, sau này là huân tước Kelvin. Nhà vật lý vĩ đại đã viết bài báo khoa học đầu tiên của mình ở vào tuổi 16, đã giúp thiết đặt đường cáp xuyên đại dương đầu tiên và đẩy mạnh nghiên cứu tia lửa điện.

Sinh ra ở Belfast năm 1824, Kelvin chuyển đến Glasgow vào năm 1830 khi cha của ông, James Thomson, được bổ nhiệm vào ghế giáo sư toán học tại trường đại học đó. Ở tuổi lên 10, Kelvin đã vào trường đại học với tư cách là sinh viên trẻ tuổi nhất của trường từ trước cho đến nay. Thật trớ trêu, ông đồng thời cũng là sinh viên lớn tuổi nhất từ trước đến nay của trường – sau khi về hưu, ở tuổi 75, ông lập tức đăng kí lại làm sinh viên; đó là vì niềm say mê của ông về vật lý học.

Cơ đồ cá nhân

Năm 1840, Kelvin rời sang Đại học Cambridge trước khi quay trở lại Glasgow sáu năm sau đó để trở thành giáo sư triết học tự nhiên, chiếc ghế ông ngồi giữ suốt 53 năm trời. Trên hành trình của mình, Kelvin đã tích góp một cơ đồ cá nhân là một nhà phát minh và một nhà đầu tư vào những công nghệ mới, ví dụ như thắp sáng bằng điện.

Trên hết thảy, Kelvin là nhân vật thống trị trong khoa học vào nửa cuối của thế kỉ 19. Thật vậy, ông được chôn cất tại Westminster Abbey gần với Isaac Newton, và một cánh cửa giáo đường ở đó đã tôn vinh ông là “kỹ sư, nhà triết học tự nhiên”. Xin trích dẫn lời của một trong những nhà viết tiểu sử sớm về Kelvin, Alexander Russell: “Nghiên cứu của ông đã sống được và sẽ tiếp tục sống được. Cùng với ông, nó đã tạo dựng nên lịch sử sẽ tồn tại lâu dài chừng nào mà trí thông minh con người còn tồn tại trên Trái Đất. Khi năm tháng qua đi, sự hàm ơn của chúng ta đối với ông càng tăng lên”.

Bất chấp sự cao quý của ông, các thành tựu của Kelvin thường không được báo trước và ông được ghi nhớ cho phương pháp mang tính phản động của ông đối với nền vật lí mới xuất hiện trong thập niên cuối cùng của cuộc đời ông, được cô đọng bằng câu phát biểu chắc nịch “Tia X là một trò lừa đảo”. Để hiểu rõ giá trị những thành tựu của ông, chúng ta cần quay trở lại hơn nửa thế kỉ trước đến năm 1841, khi ở tuổi 16 ông đã viết bài báo khoa học đầu tiên của mình, dựa trên quan hệ thư từ của ông với Philip Kelland, giáo sư toán học tại Đại học Edinburgh. Kelland và những người khác đã tranh luận rằng tính không ổn định toán học tại các giới hạn gay gắt có nghĩa là chuỗi Fourier không thể sử dụng để giải các phương trình vi phân từng phần mô tả dòng chảy nhiệt. Kelvin đã chứng minh điều ngược lại và do đó nền vật lí cổ điển của các môi trường liên tục đã ra đời.

Bài báo đầu tiên của Kelvin là đáng chú ý hơn cả vì vào lúc đó không hề có sự hiểu biết chắc chắn nào xem nhiệt thật ra là cái gì – một bí ẩn bắt đầu được tháo gỡ hai năm sau đó khi James Joule chỉ ra rằng công là đương lượng cơ học của nhiệt. Thật vậy, điều quan trọng đối với phương pháp của Kelvin là ở chỗ ông xem thông điệp trung tâm của Fourier là người ta có thể mô tả bằng toán học hành vi của nhiệt mà không cần biết chính xác nhiệt là cái gì. Kelvin tiếp tục nghiên cứu của ông về nhiệt và năm 1848 ông đưa ra từ “nhiệt động lực học”.

Năng lượng là gì ?

Vào giữa thế kỉ 19, yêu cầu của cuộc cách mạng công nghiệp đã đặt “mô hình chuẩn” của nền vật lí học vào một cơn khủng hoảng xung quanh câu hỏi “Năng lượng là gì?”. Đặc biệt, sự phát triển của động cơ hơi nước đã ném ra vấn đề năng lượng và làm thế nào khai thác nó có hiệu quả nhất. Tuy nhiên, cái ngày nay chúng ta biết là định luật thứ hai của nhiệt động lực học lúc ấy chưa được thiết lập. Không hề có sự hiểu biết rõ ràng về vai trò của năng lượng và entropy trong các quá trình nhiệt động lực học, các lí thuyết của Joule và Sadi Carnot xuất hiện đã cho phép chế tạo các nguồn năng lượng vô hạn từ những cỗ máy “chuyển động vĩnh cửu”.

Khám phá chủ yếu vượt qua nghịch lí này của chuyển động vĩnh cửu thật ra do người anh trai James Thomson của Kelvin thực hiện, ông là giáo sư kĩ thuật tại Glasgow. James lớn hơn Kelvin hai tuổi và phát hiện thấy nhiệt độ băng tan chảy

giảm đi khi áp suất ngoài được thiết đặt – ngày nay chúng ta biết đây là nguyên nhân vì sao băng trượt xảy ra.

Với quan sát này, các mâu thuẫn nhiệt động lực học của quá khứ đã biến mất và các định luật thứ nhất và thứ hai của nhiệt động lực học cuối cùng đã được viết ra. Một mốc tuyệt đối của nhiệt độ được định nghĩa và độ không tuyệt đối (nhiệt độ nhỏ nhất [không thể đạt được] được xác định. Các định luật thứ nhất và thứ hai có nghĩa là nền vật lí có thể viết lại theo thuật ngữ năng lượng. Thật vậy, thuật ngữ “động năng” và “thế năng” đã được đưa ra bởi Kelvin và nhà vật lí Edingburg, Peter Tait, người cùng với Kelvin là đồng tác giả quyển sách *Chuyên luận về Triết học từ nhiên* – cuốn sách giáo khoa đầu tiên về vật lí.

Định luật thứ hai của nhiệt động lực học có thể phát biểu theo nhiều cách khác nhau hóa ra lại là phát biểu tương đương với nhau về mặt lôgic. Cách phát biểu năm 1851 của Kelvin là: “Không có cách nào, bằng phương tiện trung gian vô tri vô giác, thu được hiệu ứng cơ từ bất kì phần vật chất nào bằng cách làm lạnh nó dưới nhiệt độ lạnh nhất của các vật xung quanh”. Định luật thứ hai đã trụ vững qua phép thử thời gian và nỗ lực của nhiều nhà phát minh tham vọng. Thật vậy, người ta đã cãi nhau rằng mọi thứ chúng ta biết về khoa học có thể là sai lầm, ngoại trừ định luật thứ nhất và định luật thứ hai của nhiệt động lực học, chúng phải đúng. Theo diễn giải của giới không chuyên đơn giản nhất, các định luật phát biểu như sau: “bạn không thể thu được thứ gì đó từ hư vô” và “bạn không thể nào không lỗ không lãi”.

Thiên anh hùng ca

Kelvin cũng thành công ở việc áp dụng trí tuệ lớn của ông vào giải quyết các vấn đề công nghiệp. Sự nghiệp đáng chú ý nhất của ông là thiết đặt đường cáp điện báo xuyên đại dương đầu tiên giữa Ireland và Newfoundland năm 1858 – 1866. Đây là một công trình mang tính anh hùng ca với những khó khăn kĩ thuật to lớn và Kelvin đã thực hiện phần nhiều nghiên cứu khoa học cơ bản và phát minh biến nó thành hiện thực.

Một vấn đề cơ bản trước mắt Công ti Điện báo Đại Tây Dương, trong đó Kelvin là giám đốc, là không ai biết đại dương này sâu bao nhiêu. Những nỗ lực đo độ sâu bằng cách đơn giản thả một trọng vật rất nặng ở một đầu của dây cáp luôn mang lại kết quả là guồng quay cáp bị đứt. Kelvin giải quyết vấn đề này bằng cách phát minh ra một dụng cụ cỡ nhỏ có thể hạ thấp trên một dây piano và đo sự chênh lệch áp suất giữa bề mặt và đáy biển, từ đó tính ra độ sâu.

Kelvin cũng đã giải quyết vấn đề nắn tín hiệu điện báo rất yếu tại đầu nhận của cáp. Một nỗ lực trước đó nhằm thực hiện như thế bởi Edward Whitehouse, kĩ sư trưởng của Công ti Điện báo Đại Tây Dương và là đối thủ của Kelvin trong việc phát triển công nghệ điện báo, kết thúc trong một thảm họa vào năm 1858. Whitehouse nâng điện thế tín hiệu lên cao hơn bao giờ hết cho đến khi sự cách điện không còn – làm hỏng đường dây cáp đầu tiên và đưa đến một cuộc thẩm tra ở nghị viện.

Chiến lược sau cùng của Kelvin nhằm nắn tín hiệu là phát triển một dụng cụ nhận và ghi yêu cầu công suất tín hiệu rất nhỏ - “máy ghi siphon”. Một tiền thân của

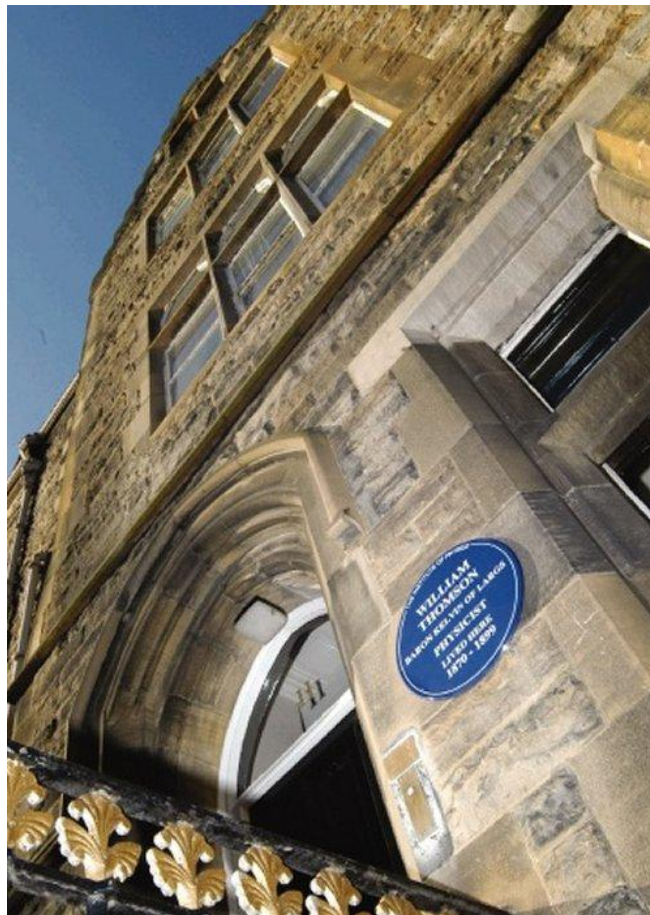
máy in mực phun hiện đại, bộ phận chuyển động duy nhất của máy ghi là tia mực ion hóa ghi tín hiệu mã Morse lên trang giấy.

Thành tựu của đường cáp xuyên đại dương mang thế giới lại gần nhau hơn bao giờ hết hay kể từ đó. Nó có cùng cấu trúc logic như e-mail – mã hóa bằng số, chuyển mạch gói và tìm lộ trình ít chen chúc nhất. Những đóng góp của Kelvin mang đến cho ông đang vọng quý tộc và đặt ông vào con đường giàu có và phát minh nối tiếp phát minh.

Các phát minh và lí thuyết

Năm 1884, ở tuổi 60, Kelvin gia nhập lực lượng với nhà sản xuất thiết bị Glasgow, James White, thành lập một công ti trở thành *Kelvin and James White Ltd*. Có lẽ sản phẩm nổi tiếng nhất của nó là hải đồ Kelvin dùng cho tàu sắt. Đây là thiết bị đầu tiên có thể mang lại một số đọc thật sự của cực Bắc từ bất chấp mômen từ vĩnh cửu của con tàu và mômen cảm ứng trong thân tàu do sự định hướng của nó trong từ trường Trái Đất.

Kelvin giữ vai trò quan trọng trong nền khoa học mầm và công nghệ điện. Ông nghiên cứu tinh chỉnh độ chính xác của các đơn vị đo điện, cuối cùng chủ trì ủy ban đặt tên là Ampere, Volt, Ohm,... như chúng ta biết ngày nay.



Ngôi nhà của Kelvin ở Quảng trường Giáo sư, Glasgow, là ngôi nhà đầu tiên được thắp sáng bằng đèn điện.

Kelvin cũng đi tiên phong trong lĩnh vực thắp sáng điện, và năm 1881 đã biến ngôi nhà của ông ở Glasgow trở thành ngôi nhà đầu tiên trên thế giới được thắp sáng trọn vẹn bằng điện, với 106 bóng đèn. Cũng trong năm đó, ông bắt đầu nghiên

cứu và phát triển công trình cùng với Joseph Swan, một nhà tiên phong trong lĩnh vực thiết kế và chế tạo các bóng đèn nóng sáng. Các sinh viên quốc tế quay quần đến làm việc trong phòng thí nghiệm của Kelvin, trong đó có Gerard Philips, đồng sáng lập xưởng chế tạo bóng đèn ở Hà Lan, sau này trở thành Royal Philips Electronics.

Kelvin có hứng thú sâu sắc với khoa học Trái Đất và là người đầu tiên ứng dụng toán học cho câu hỏi tuổi của Trái Đất và Mặt Trời. Ông tiếp cận bài toán Mặt Trời bằng cách nhìn vào mọi nguồn năng lượng đã biết và tính xem chúng có thể duy trì bao lâu công suất nhiệt của Mặt Trời.

Theo một quan điểm, nguồn năng lượng có triển vọng nhất cho Mặt Trời là sự co hấp dẫn. Kelvin phải từ bỏ lý thuyết này vì ông biết rằng Alexander Đại đế từng nhìn thấy một lần nhật thực khi ông đi qua dòng sông Oxus vào năm 329 trước Công nguyên. Sự kiện này đặt một giới hạn trên lên kích thước của Mặt Trời lúc ấy, cho thấy Mặt Trời không co lại đủ nhanh để mang lại công suất cần thiết. Kelvin ước tính tuổi của Trái Đất bằng cách tính xem núi non có thể tồn tại bao lâu trước gió bão và sự xói mòn nước.

Tất nhiên, Kelvin không biết về quá trình tạo núi của các mảng kiến tạo hay sự nhiệt hạch hạt nhân đã cấp nguồn cho Mặt Trời, và do đó tuổi ước tính của ông bị sai lệch quá lớn. Ông tin rằng Trái Đất chỉ 100 triệu năm tuổi, chẳng hạn, gây ra sự phản ứng mạnh mẽ trong số những người ủng hộ thuyết tiến hóa, dẫn tới cuộc tranh luận thính thoảng vẫn còn tồn tại. Mặc dù câu trả lời của ông là sai, nhưng phương pháp của Kelvin là đúng: phương pháp định lượng vừa mới vừa chính xác, nhưng số liệu không đầy đủ.

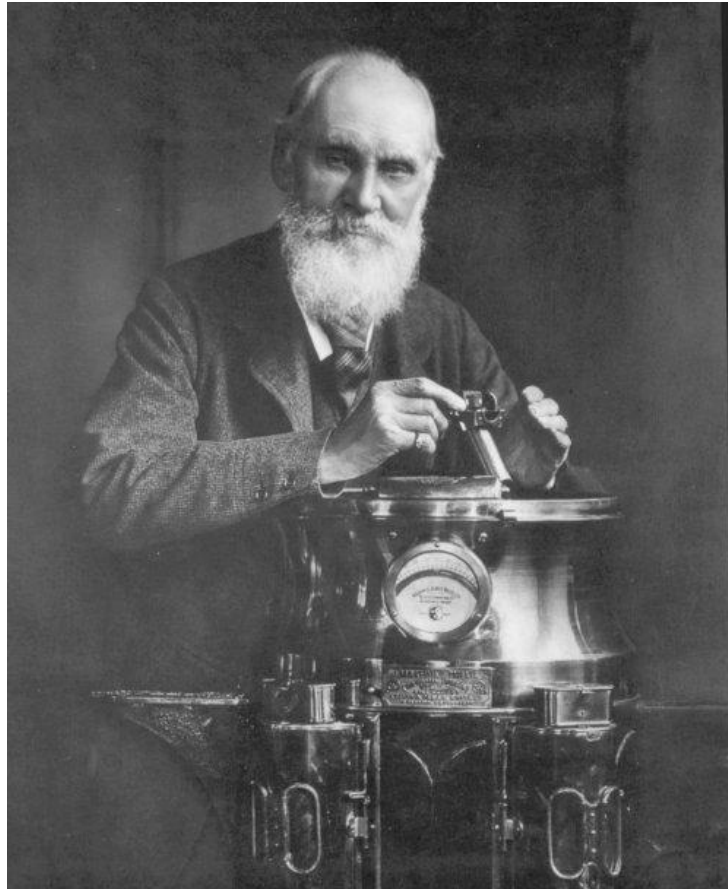
Nhận thức ra sự thất bại của mình

Bất chấp những tiến bộ to lớn của ông trong khoa học và công nghệ, về phía cuối đời mình, Kelvin nhận thức sâu sắc ra sự thất bại của nền vật lý cổ điển mà ông đã nhọc công xây dựng. Ông đã chia sẻ tình cảm này tại buổi lễ kỷ niệm 50 năm làm giáo sư với những từ chắc chắn gây sốc cho người nghe: “Một từ mô tả thích hợp nhất những nỗ lực cho sự tiến bộ của khoa học mà tôi đã kiên trì thực hiện trong suốt 55 năm qua. Đó là từ thất bại. Tôi biết không gì hơn ngoài lực điện và lực từ, hay mối quan hệ giữa ête, điện và vật chất cân được, hay ái lực hóa học, và tôi cố gắng truyền đạt cho học trò học của mình nền triết học tự nhiên 50 năm trước đây trong buổi họp đầu tiên của tôi với tư cách là giáo sư”.

Lời than vãn này quay trở lại với sự bắt đầu của ông, với niềm vui sướng rằng ông đã học được rằng bạn có thể mô tả dòng nhiệt chảy như thế nào về mặt toán học mà không cần biết tới nhiệt là cái gì. Đây là thành tựu và là thảm kịch của nền vật lý cổ điển. Nó là hiện tượng học khác thường, nhưng thất bại trong việc giải thích xem cấu trúc nguyên tử chi phối hành vi của vật chất như thế nào.

Kỉ nguyên Kelvin đang khép lại. Nhiệm vụ dành cho những người khác là làm sáng tỏ các hiện tượng mới – electron, tia X, phóng xạ, hiệu ứng quang điện, thuyết tương đối – xuất hiện trong thập niên cuối cùng của ông. Chúng ta sẽ tôn vinh ông cho cái ông đã đạt được và cho khát vọng của ông về cái chưa đạt được. Lúc về già, ông tự cảm thấy mình giống với Isaac Newton, đùa vui với những hòn

đá cuội hấp dẫn lẻ loi trên bãi biển và đại dương sự thật vẫn chưa khám phá hết nằm trước mắt ông, và ông cảm thấy thất vọng vì điều này.



Ngài Kelvin với cuộc sống đời thường sau này, chụp với cái hải đồ do ông phát minh ra. Kelvin tiếp tục nghiên cứu cho đến ba tuần trước khi ông qua đời vào ngày 17 tháng 12 năm 1907.

Sinh lực phi thường

Cuộc đời của Kelvin được đặc trưng bởi năng lực phi thường giữ toàn bộ phòng thí nghiệm gồm các phụ tá khoa học thăng tiến và đưa đến hơn 650 bài báo khoa học và 75 bằng phát minh. Nhân vật so sánh thời hiện đại có thể là Richard Feynman. Cả hai đều là những nhà vật lý toán tài năng và là nhà giải quyết vấn đề. Cả hai đều có đóng góp chính yếu cho nhiều lĩnh vực vật lý, có hứng thú rộng trong những lĩnh vực khác và là những người thầy giáo đầy nhiệt huyết.

Nếu chúng ta tìm một thứ gì đó để ghi nhớ Kelvin, thì các nhà khoa học có lẽ chọn thang nhiệt độ tuyệt đối là thành tựu chu toàn nhất của ông; còn các thành viên của công chúng có thể chọn đường cáp điện báo xuyên đại dương. Lời ca ngợi của Russell, “Nghiên cứu của ông đã sống và sẽ tiếp tục sống”, không phải là không thích hợp cho mức thành tựu của ông.

David Saxon, giáo sư Kelvin vật lý, Đại học Glasgow.
Nguyên bản: **In praise of Lord Kelvin** (*Physics World*, tháng 12/2007)

Một số câu nói hay của Kelvin

“Khi bạn mặt đối mặt trước một khó khăn là bạn đang đối mặt trước một khám phá”.

“Bạn càng hiểu rõ cái gì là sai đối với một con số thì con số đó trở nên càng có ý nghĩa”.

“Đo thì biết”.

“Nếu bạn không thể đo nó thì bạn không thể chứng minh nó”.

“Khi bạn có thể đo cái bạn đang nói về nó, và biểu diễn nó bằng số, bạn đã biết đôi chút về nó; nhưng khi bạn không thể đo nó, khi bạn không thể biểu diễn nó bằng số, thì sự hiểu biết của bạn thật nghèo nàn và không thể hài lòng được”.

“Tôi không bao giờ bằng lòng cho đến khi nào tôi xây dựng được mô hình cơ học của đối tượng mà tôi đang nghiên cứu. Nếu tôi thành công trong việc lập một mô hình như vậy thì tôi hiểu, ngược lại thì tôi không hiểu”.

“Không có gì mới để khám phá trong vật lí học bây giờ. Tất cả vẫn là phép đo ngày càng chính xác hơn”.

hiepkhachquay dịch

An Minh, ngày 20/12/2007, 22:11:00

WILLIAM THOMSON, ÔNG VUA VẬT LÝ THỜI VICTORIA

William Thomson – thường được biết tới hơn là ngài Kelvin – là một trong số các nhà tiên phong của nền vật lý hiện đại, đã phát triển cái ngày nay chúng ta gọi là nhiệt động lực học. Ông cũng đã ước tính tuổi của Trái Đất, thiết kế hải đồ và giúp lắp đặt tuyến cáp xuyên đại dương đầu tiên.

Ngày nay, dãy nhà thuộc thời kì vua Georges thuộc College Square East ở Belfast không gì hơn là một đám cửa hàng nhìn ra đông nghịt xe cộ và một thành phố đông đúc. Nhưng dãy nhà không nghĩ ngờ gì nữa này là nơi sinh của một nhà khoa học mà người ta cho là quan trọng nhất của thời kì Victoria. Chính nơi đây, vào ngày 26 tháng 6 năm 1824, William Thomson – sau này là ngài Kelvin – đã chào đời.



Nơi chào đời của thiên tài – William Thomson sinh ra vào năm 1824 tại College Square East ở Belfast. Bức phác họa này do một trong những người cháu gái của ông vẽ vào năm 1909.

Thomson là nhân vật hàng đầu trong việc sáng lập nhiệt động lực học, ông nghiên cứu các vấn đề đa dạng như tuổi của Trái Đất và thiết kế la bàn hàng hải, và tham gia mật thiết trong việc lắp đặt đường cáp điện báo xuyên đại dương đầu tiên. Ông cũng trao đổi thư từ với một loạt nhà khoa học quan trọng khác như George Fitzgerald, Hermann von Helmholtz, James Joule, James Clerk Maxwell và George Gabriel Stokes. Thomson học tại đại học Glasgow và Cambridge, và từ năm 1846 đến 1899 là giáo sư triết học tự nhiên tại Glasgow. Ông được bầu làm thành viên Hội Hoàng gia vào năm 1851, phong tước hiệp sĩ vào năm 1856 và được phong quý tộc làm ngài Kelvin vào năm 1892. Ông mất tại nhà ở gần Largs, Ayrshire, Scotland vào ngày 17/12/1907 ở tuổi 83 sau một quãng đời dài và thành công.

Thành phần gia đình

Ông bố của William – James Thomson – là người con tự học phóng khoáng của một nông dân Ballynahinch. Thomson bố đã học hành chăm chỉ và tiến xa, trở thành giáo sư toán học tại Viện Hàn lâm Belfast. Ngày nay, viện này là một trường học, nhưng vào lúc đó nó là sự kết hợp của trường học và “cao đẳng đại học”. Cha của William đã viết một số sách giáo khoa thành công về số học, giải tích và lượng giác học, mang lại thu nhập đáng kể cho gia đình. Khi Thomson chào đời, chỉ mới có hai ngôi nhà trong dãy nhà College Square East được dựng lên. Ngoài chúng ra – cách xa ngôi trường cha ông dạy học - ở đó chỉ có “đồng bằng trải rộng với những ngọn đồi xanh vây quanh”, như người chị gái của ông sau này mô tả. Cuộc sống buổi đầu của Thomson ở Belfast có vẻ bình dị như cảnh vật nơi ngôi nhà ông sinh sống trông ra. Gia đình ông là một gia đình khép kín và tràn ngập tình cảm, và có nhiều bạn bè. Các kì nghỉ hè gia đình thường tổ chức ở các thị trấn ven biển và những ngôi làng xung quanh vùng sông nước vịnh Belfast; Donaghadee, Bangor và Carrickfergus đều là cơ sở cho những kỉ niệm thời thơ ấu hạnh phúc.

Tuy nhiên, vào tháng 5 năm 1830, gia đình đã tan vỡ khi mẹ của William qua đời. Không bao lâu sau, gia đình chuyển đến Scotland, nơi cha của William được bổ nhiệm làm giáo sư toán học tại trường đại học Glasgow. Năm 1834, Thomson, lúc ấy mới lên 10, và người anh trai James, 12 tuổi, đều trúng tuyển vào đại học. Một sự khởi đầu sớm như thế đối với sự nghiệp hàn lâm của một người có lẽ trông thật bất thường, nhưng nó không khá đáng kể như khi nó lần đầu tiên xuất hiện – thời đó, độ tuổi thấp nhất bình thường để vào học ở Glasgow là 14.

William thường đứng đầu trong lớp về toán học và triết học tự nhiên, cùng với James xếp thứ hai. Năng lực phi thường của Thomson về toán học bộc lộ từ rất sớm, và hiển nhiên ông sẽ tiếp tục học lên Cambridge sau khi hoàn thành học vấn tại Glasgow. Tuy nhiên, thật đáng sợ là nếu ông tốt nghiệp Glasgow, ông không thể nào sau đó trở thành sinh viên tại Cambridge được. Cho nên, mặc dù cả hai chàng trai đều thi đỗ kì thi BA tại Glasgow vào tháng 5 năm 1839 và cả hai đều lấy được bằng MA một năm sau đó, nhưng mỗi lần chỉ có James là tốt nghiệp. Thomson đôi khi tự phong cho mình là BATAIAP (Cử nhân hầu như mọi thứ)

Từ Glasgow đến Cambridge

Tháng 10 năm 1841, chàng Thomson 17 tuổi vào học trường St Peter (Peterhouse), Cambridge, với tư cách là “sinh viên diện ngoài”, nói cách khác là một sinh viên tự trả tiền học phí. Khóa học chính thức về toán học trong năm đầu tiên của ông có mức độ rất thấp so với cái Thomson đã biết. Thật vậy, lúc mới đến Cambridge, Thomson đã công bố một bài báo trên *Tạp san Toán học Cambridge*, trong đó ông bảo vệ tính chặt chẽ toán học của chuỗi Fourier chống lại các chỉ trích sai lầm của Philip Kelland, một nhà toán học tại Đại học Edinburg. Trong quãng thời gian sinh viên của mình, ông đã viết hơn 10 bài báo và nhanh chóng được gán cho danh hiệu “thủ khoa” (sinh viên sẽ thi đỗ hàng đầu trong kì thi toán sau cùng).

Trong khi William ở Cambridge, từng thành viên trong gia đình đều đặn viết thư cho ông. Cha của ông, trụ cột gia đình, chủ chi các khoản chi tiêu, thường khuyên ông cách sử dụng khôn ngoan đồng tiền và thời gian. Học phí đóng hàng năm là 230 bảng, có thể chiếm tới 1/3 thu nhập thường niên của gia đình ông. Các lá thư của Thomson viết cho cha ông thường liệt kê chi tiết mọi khoản chi tiêu. Nếu

viết thư xin thêm tiền, thỉnh thoảng ông đưa vào một định lý toán học có khả năng sử dụng trong các kì thi để xoa dịu người cha.



Ngôi nhà của ông, ngày nay đã phá hủy, nằm ngay phía bên phải cửa hàng điện tử bây giờ.

Trong một lá thư sớm gửi cho cha ông, Thomson đã phác thảo kế hoạch sử dụng những ngày tháng của ông tại Cambridge. Dự định của ông là thức dậy lúc 5 giờ sáng và thắp lửa lên, đọc sách cho đến 8 giờ 15; chú tâm vào bài học hàng ngày của ông; đọc sách cho tới 1 giờ chiều; làm bài tập cho đến 4 giờ chiều; chú tâm cầu nguyện ở nhà thờ cho đến 7 giờ tối; đọc sách cho đến 8 giờ tối và cuối cùng đi ngủ lúc 9 giờ tối. Như các quyển tiểu sử hiện đại của Thomson đã chỉ rõ, người ta hồ nghi không biết ông có thật sự tuân thủ chặt chẽ thời gian biểu này hay không, nhưng nó thật sự minh họa cho ước muốn lâu dài của ông là giảm tối thiểu thời gian lãng phí.

Ngoài nghiên cứu ra, Thomson còn tham gia nhiều hoạt động khác tại Cambridge. Ông chơi chèo thuyền, trở thành một tay chèo cừ khôi. Ông chơi kèn cornet và giúp thành lập hội âm nhạc của trường. Ông cũng đi tản bộ, trượt patanh và bơi lội. Trong số mọi hoạt động này thì thú chèo thuyền của Thomson là thứ mà cha ông phản đối nhất, ông lo sợ nó sẽ mang đứa con trai của ông vào băng nhóm phóng đảng làm “sa đọa mãi mãi” [Thomson] với những bữa tiệc rượu và lãng phí thời gian.

Kì thi cuối cùng của Thomson – kì thi Senate House – bắt đầu vào ngày đầu năm mới 1845 và tiếp tục cho đến 7 tháng 1. Có 12 bài thi, với những bài thi buổi sáng kéo dài hai giờ rưỡi và bài thi buổi chiều thì kéo dài 3 giờ. Kết quả cuối cùng phụ thuộc vào cả số lượng và chất lượng câu trả lời cho các câu hỏi. Kì thi đó là cuộc đua toán học khó xoi nhất, với các thí sinh được đào tạo như những chú ngựa thuần để trả lời các câu hỏi ở tốc độ cao và sử dụng mọi con đường tắt có thể có để đi đến câu trả lời.

Trước sự ngạc nhiên của nhiều người, Thomson không đỗ thứ nhất mà là thứ hai, sau Stephen Parkinson thuộc St John's College. Gia đình không hài lòng, nhưng công bằng cuối cùng đã được thực hiện khi Thomson đỗ đầu kì thi giải Smith vào cuối tháng 1. Các bài viết trong kì thi này phù hợp hơn với năng lực của Thomson, chúng thật sự là những vấn đề cần được giải quyết và kém mang tính sách vở như các bài thi Senate House. Mặc dù Thomson xếp thứ hai trong kì thi

Senate House, nhưng dư luận khu vực Cambridge cho thấy ông là một trí tuệ lớn hơn nhiều. Như một vị giám khảo đã nhận xét với một đồng nghiệp: “Anh và tôi chỉ ngang ngửa với ngòi bút này [tức Thomson]”. Những thành công này dẫn đến Thomson được bầu làm thành viên St Peter vào tháng 6 năm 1845, lúc ở tuổi 21.

Cái chết của William Meikleham

Trong khi Thomson học tại Cambridge, các sự kiện xảy ra tại Glasgow định rõ sự nghiệp tương lai của ông. Lúc bắt đầu năm học đầu tiên của Thomson tại Cambridge, năm 1841, William Meikleham – khi đó là giáo sư triết học tự nhiên tại Glasgow – lâm bệnh và không thể trông đợi trở lại vị trí giảng dạy của ông. Trách nhiệm của bố của Thomson trong vai trò giáo sư toán học của ông là bắt đầu nghĩ tới chuyện thay thế Meikleham. Cha của Thomson muốn một ai đó trong hàng ngũ Cambridge, nhưng người đó cũng phải dạy giỏi và có sự đồng cảm với hệ thống giáo dục Scotland vốn mang tính công chúng và không phân cấp bậc.

Thoạt đầu, bố của Thomson muốn đảm bảo cho cậu con trai của ông một chức vị tại Cambridge hoặc Trinity College Dublin. Nhưng khi năm 1842 đến và đi qua – vẫn chưa tìm thấy ứng cử viên rõ ràng cho chiếc ghế tại Glasgow – Thomson bố bắt đầu nhận ra rằng William, khi đó chỉ 18 tuổi, có thể chạy đua vào chiếc ghế đó. Một khi ý tưởng đó đã định hình trong tâm trí ông, ông bắt đầu một chiến dịch thận trọng – và có khi gian lận – để cậu con trai ông được ngồi vào chiếc ghế đó.



Thomson trao đổi thư từ với phần đông các nhà vật lý nổi tiếng thuộc thời kì Victoria, trong đó có Maxwell, Joule và von Helmholtz. Ông đã trao đổi trên 650 bức thư với chỉ một mình George Gabriel Stokes.

Năng lực toán học của Thomson thì không phải nghi ngờ gì nữa, nhưng ông cần có kinh nghiệm thực nghiệm nếu như ông muốn chạy đua vào chiếc ghế trống. Vì thế, bố của ông khuyên ông thu nhặt mọi trải nghiệm mà ông có thể có tại Cambridge. Cho nên Thomson tham gia các khóa học về triết học tự nhiên thực nghiệm, thiên văn học thực hành và các thiết bị thiên văn. Một phần của cuộc vận động cho chiếc ghế ở Glasgow là chuyển đi đến Paris sau khi Thomson tốt nghiệp năm 1845. Ở đó, ông tham gia các khóa học về hóa và lí tại Sorbone và theo lời khuyên của một trong các đồng sự của cha ông, ông đã mua và nghiên cứu các sách vở tiếng Pháp. Ông cũng gặp gỡ các nhà khoa học xuất chúng như Augustin Cauchy và Jean Biot, và có một thời gian làm việc trong phòng thí nghiệm của Regnault, vị giáo sư triết học tự nhiên tại trường Collège de France.

Thật tiện lợi, Meikleham qua đời vào ngày 6 tháng 5 năm 1846, ngay sau khi Thomson hoàn thành khóa học của ông tại Cambridge. Bệnh tình của ông ta thỉnh thoảng vẫn lớn vồn trong suy tưởng của Thomson. Trong một lá thư gửi cho cha của ông vào năm 1844, ông viết, theo phong cách có phần kinh khủng: “Thật đáng tiếc khi nghe tin về tình cảnh hiềm nghèo của tiến sĩ Meikleham. Bây giờ con chỉ mới gần kết thúc khóa học tại Cambridge nên bản thân con rất tiếc là chưa thể hoàn thành ngay được. Vì kế hoạch của chúng ta, nhất định ông ta phải sống cho đến sau buổi lễ phát bằng tốt nghiệp của niên khóa sau”. Rõ ràng Thomson lo ngại rằng ông sẽ không thể tìm chức vị tại Glasgow nếu như Meikleham chết trong khi ông vẫn đang học tại Cambridge.

Từ khi Meikleham qua đời, Thomson và những người công khai ủng hộ cha của ông chuyển sang hành động không úp mở gì nữa. Họ sắp xếp một danh sách dài các giấy chứng nhận của hiệu trưởng và các thành viên trường St Peter’s, các vị giám khảo Cambridge, George Boole, Arthur Cayley, Augustus de Morgan, ngài William Rowan Hamilton, Victor Regnault, George Gabriel Stokes và nhiều người khác. Bố của Thomson muốn tác động lớn nhất; ông sắp xếp cho các giấy chứng thực được in và có tham khảo để chúng đảm bảo chắc chắn. Bản in sẽ được thực hiện tại Glasgow, và ông sẽ làm công việc kiểm tra.

Tất cả vinh quang đi cùng với thành công khi, vào hôm 11 tháng 9 năm 1846, Thomson – lúc ấy chỉ mới 22 tuổi – được nhất trí bầu vào chiếc ghế triết học tự nhiên tại Glasgow. Ông giữ cương vị đó cho đến năm 1899, và không bị cám dỗ chuyển chỗ ngay cả với ghế Cavendish tại Cambridge, cho dù người ta đã ba lần đề nghị ông trong những năm 1870 và 1880.

Ràng buộc với Scotland

Thomson thực hiện bài giảng đầu tiên của mình với tư cách giáo sư tại Glasgow vào hôm 4 tháng 11 năm 1846, trong đó ông cung cấp một cái nhìn tổng quát mở đầu về nền khoa học vật lí cho các sinh viên khóa triết học tự nhiên. Tuy nhiên, trong một lá thư gửi cho Stokes, Thomson thừa nhận rằng ông nghĩ bài giảng đó đã thất bại. Ông đã viết ra mọi thứ ra giấy và do lo lắng nên ông đọc quá nhanh. Nhưng việc này không ngăn cản Thomson sử dụng bản thảo đó cho năm tiếp theo và thật ra là mọi năm sau đó – với nhiều chỉnh sửa, bổ sung – trong cả nửa thế kỉ. Các sinh viên tại Glasgow trở nên nhiệt tình với vị giáo sư nổi tiếng của họ, mặc dù trí tuệ nhanh nhẹn của ông – nhìn thấy mối liên hệ và tương tự giữa các môn học –

làm cho nhiều người trong số họ cảm thấy lúng túng, nhất là khi ông đưa những vấn đề này vào trong các bài giảng.

Sự nhiệt tình và cố gắng của Thomson đã làm chuyển biến khóa học triết học tự nhiên tại Glasgow từ qua loa, sơ sài đến mức độ thấu đáo trong các chủ đề tự chọn, với nhấn mạnh ở sự phát triển hiện đại. Trong 5 năm đầu tiên của ông, ông đã loại bỏ phần nhiều thiết bị cũ kỹ, bỏ ra 550 bảng cho thiết bị mới. Với sự đầu tư đáng kể trong vài năm trước đó, đây không phải là một lượng phung phí mà nó thật sự nhấn mạnh phương pháp làm việc của ông. Ông có những người sinh viên xuất sắc trong nghiên cứu thực nghiệm, và trong chừng mực nào đó còn lên lút mở rộng vương quốc của ông, tiếp quản những căn phòng học trống mà không được phép và chỉ hỏi ý kiến khoa sau khi sự đã rồi nếu như khoa phê chuẩn hành động của ông.

Thomson có quan hệ mật thiết với một nhà vật lý khác gốc Ireland – George Gabriel Stokes. Hai người gặp nhau tại Cambridge và vẫn giữ tình bằng hữu trong suốt quãng đời còn lại của mình, trao đổi trên 650 lá thư. Phần nhiều quan hệ thư từ này liên quan đến các nghiên cứu của họ về toán học và vật lý. Trí tuệ của họ bổ sung cho nhau và trong một số trường hợp ý tưởng của họ trùng hợp với nhau đến mức không ai trong họ biết – hay chú ý – ai là người nghĩ tới trước. Có lẽ ví dụ nổi tiếng nhất trong số này là định lý Stokes về giải tích vector, định lý cho phép chúng ta chuyển tích phân đường thành tích phân mặt, và ngược lại. Thật ra, định lý đó xuất hiện lần đầu tiên trong một lá thư từ Thomson gửi đến Stokes, cho nên đúng ra nó phải mang tên là “định lý Stokes”.

Tranh luận sôi nổi

Năm 1847, Thomson tình cờ gặp được James Joule đến từ Manchester tại một cuộc họp của Hội Liên hiệp Anh (BA) ở Oxford. Trong 4 năm trước đó, Joule đã khẳng định tại các cuộc họp BA rằng nhiệt không phải – và bị nhầm tưởng vào lúc đó – là một chất (“caloric”) di chuyển giữa các chất. Joule tranh cãi rằng nhiệt thật ra là do sự rung động của các thành phần nguyên tử của vật chất. Bằng việc nghiên cứu cách thức chất khí co thể tích lại khi nó lạnh đi, Joule cho rằng không có chất nào lạnh dưới nhiệt độ - 284°C. Ông cũng chứng minh sự tương đương của công và nhiệt bằng cách tiến hành các thí nghiệm xác định đương lượng công cơ học cần thiết để làm ấm một cân nước lên thêm 1°F. Ông còn đề xuất rằng nhiệt độ của nước tại đáy thác phải cao hơn so với trên đỉnh thác.

Phát biểu của Joule tại BA được chào đón với sự im lặng hững hờ và ngờ vực. Nhưng mọi thứ đã thay đổi tại cuộc họp năm 1847 ở Oxford, do Thomson ngồi ở ghế cử tọa. Ông bị thôi miên bởi những gì Thomson nói. Ông nêu ra các câu hỏi từ phòng họp và kêu gọi một cuộc tranh luận sinh động, nhưng giả định rằng Joule phải sai. Trong một lá thư gửi cho anh của ông sau khi buổi họp kết thúc, Thomson viết: “Em gửi kèm các bài báo của Joule, chúng sẽ khiến anh ngạc nhiên. Em chỉ có thời gian để xem lướt qua chúng thôi. Em nghĩ hiện tại một vài thiếu sót lớn phải có thể được tìm thấy”.

Nhưng Joule không hề sai, và Thomson – qua suy nghĩ thận trọng – tiến tới nhất trí với ông. Trên hành trình đi tới nhất trí, ông đã liên hệ công của Joule với công thực hiện trên các động cơ nhiệt của Carnot. Khi làm như vậy, ông đã nghĩ ra một phương pháp còn cơ bản hơn nữa để định nghĩa độ không tuyệt đối, độc lập với bất kỳ chất nào. Đây là nguyên do mà đơn vị cơ bản của nhiệt độ sau này được đặt

tên là Kelvin – tên Thomson nhận sau khi trở thành quý tộc vào năm 1892. Thomson cũng nhìn thấy ý tưởng bảo toàn năng lượng là một nguyên lý thống nhất lớn trong khoa học và đã nêu ra ý tưởng năng lượng “tĩnh” và năng lượng “động” – hay cái ngày nay chúng ta gọi là thế năng và động năng.

Thật khó gỡ rối nghiên cứu của Thomson về nhiệt và sự bảo toàn năng lượng ra khỏi nghiên cứu của các nhà nghiên cứu khác cùng thời kì, bao gồm Clausius, Helmholtz, Joule, Leibig và Rankine. Tất cả họ đều nhận được một số công trạng cho định luật thứ nhất và thứ hai của nhiệt động lực học – những ý tưởng quan trọng đối với khoa học hiện đại đến mức từng người trong số họ đều nhận được sự tôn trọng cao độ.

Tuổi của Trái Đất

Tháng 6 năm 1851, ngay trước kì sinh nhật thứ 27 của ông, thành tựu khoa học của Thomson được ghi nhận khi ông được bầu vào Hội Hoàng gia. Tháng 9 năm sau, Thomson cưới người em họ thứ hai của ông, Margaret Crum. Ông cầu hôn bà sau khi bị người bạn gái cũ Sabrina Smith ba lần từ chối; lần cầu hôn cuối cùng của ông với bà là tháng 4 năm 1852 – chỉ ba tháng trước khi ông cầu hôn Margaret!

Vào lúc ấy, Thomson được trọng vọng cao với tư cách là nhà khoa học thuần túy, nhưng có lẽ ông còn nổi tiếng hơn nữa nhờ các ứng dụng khoa học của ông. Tháng 12 năm 1856, Công ti Điện báo Đại Tây Dương được thành lập, với Thomson nằm trong ban giám đốc. Mục tiêu của công ti là lắp đặt một đường cáp điện báo theo toàn bộ chiều dài 3000 dặm đáy biển giữa châu Âu và Bắc Mỹ. Dự án thu được sự chú ý của công chúng và, vào giữa thập niên 1850, Thomson trở thành một nhân vật nổi tiếng trước công chúng.

Tuy nhiên, nỗ lực đầu tiên nhằm lắp đặt đường dây cáp vào năm 1857 bị thất bại, và mãi cho đến lần thử thứ năm – vào năm 1866 – công ti mới thành công. Tạp chí Times đã gọi đường dây nối giữa Valentia ở Ireland và Newfoundland không gì hơn là “thành tựu tuyệt vời nhất của thế kỉ khai hoàn này”. Thomson trải qua hàng tháng trời trên biển làm việc với dự án, và trở nên liên hệ mật thiết và nồng nhiệt với vấn đề thực tế. Cùng với những người khác tham gia trong dự án, Thomson được phong hiệp sĩ vào tháng 11 năm 1866, lúc ở tuổi 42.

Quan điểm của Thomson về lịch sử nhiệt của Trái Đất cũng trở nên cực kì nổi tiếng. Hứng thú của ông về chủ đề này bắt đầu năm 1844, khi ông còn là một sinh viên Cambridge chưa tốt nghiệp. Đó là chủ đề trong trở đi trở lại nhiều lần, và nó khiến ông đi tới mâu thuẫn với các nhà khoa học khác như John Tyndall, Thomas Huxley và Charles Darwin. Giọng điệu của cuộc tranh luận không được tiến bộ vì Darwin mô tả Thomson là một “con ma ghê tởm”, hay vì Huxley đã quảng cáo thuyết tiến hóa là một sự thay thế cho niềm tin tôn giáo với lòng nhiệt thành Phúc âm.

Thomson là một người Công giáo, nhưng ông không lo ngại với việc bảo vệ cho cách hiểu theo nghĩa đen của các câu chuyện Chúa sáng thế, và ông hài lòng suy xét rằng sự sống đến với Trái Đất qua một ngôi sao băng. Tuy nhiên, ông thật sự muốn đấu tranh và xúc tiến nền khoa học tốt. Ông tin rằng địa chất học và sinh học tiến hóa là những chủ đề yếu ớt khi đặt trước tính chặt chẽ dựa trên toán học

của triết học tự nhiên. Thật vậy, lúc ấy, nhiều nhà vật lí còn không tin rằng địa chất học và sinh học là những môn khoa học.

Để định giá tuổi của Trái Đất, Thomson sử dụng phương pháp Fourier yêu chuộng của ông để tính xem mất bao lâu cho hành tinh lạnh đi từ trạng thái tan chảy đến nhiệt độ hiện nay của nó. Thomson rất khâm phục cuốn sách của Fourier “Lí thuyết phân tích Nhiệt”, cuốn sách ông đã đọc lúc mới 16 tuổi. Trong chừng mực nào đó, cuốn sách đã đặt ra chương trình nghị sự cho nhiều khía cạnh nghiên cứu của đời ông. Mô tả toán học của dòng nhiệt liên hệ với nghiên cứu của ông về nhiệt động lực học, sự lạnh đi của Trái Đất, và cả dòng tín hiệu điện chạy trong các dây điện báo.

Trong mỗi trường hợp, Thomson nhìn nhận vấn đề dưới dạng có thể giải bằng phương pháp Fourier. Tuy nhiên, trong trường hợp tín hiệu điện truyền trong các dây điện báo, lòng tin của Thomson vào phương pháp Fourier ban đầu đã khiến ông bị chệch hướng. Phương trình ông đề xuất ban đầu có tính chất đẹp, là sự tương tự trực tiếp của phương trình Fourier cho sự khuếch tán nhiệt. Tuy nhiên, nó cũng sai, vì nó bỏ qua độ tự cảm.

Trước sự thất vọng của các nhà sinh học và địa chất học, tính toán của Thomson về tuổi của Trái Đất không cho phép đủ thời gian cho sự tiến hóa xảy ra. Năm 1862, ông ước tính tuổi của Trái Đất là 100 triệu năm, nhưng vào năm 1899 ông sửa con số này xuống còn 20 – 40 triệu năm. Tuy nhiên, các nhà sinh học và địa chất học đề xuất con số lớn hơn 100 lần so với con số này.

Sự không nhất quán giữa các lí thuyết không được giải quyết cho đến đầu thế kỉ 20, khi Ernest Rutherford nhận ra rằng sự phóng xạ mang lại cho Trái Đất cơ chế nhiệt nội tại chống lại sự lạnh đi – và do đó là sự chậm dần. Quá trình này làm cho Trái Đất già hơn so với dự tính ban đầu; ước tính hiện nay cho rằng ít nhất thì hành tinh có tuổi là 4600 triệu năm. Nhưng cho dù là sự phóng xạ không được phát hiện ra mãi cho đến khi Thomson đã ở tuổi cổ lai hi thì ông vẫn có thể được tha thứ vì đã không sử dụng nó trong nghiên cứu khởi đầu từ tuổi thanh xuân của ông!

Chèo chống theo những hướng mới

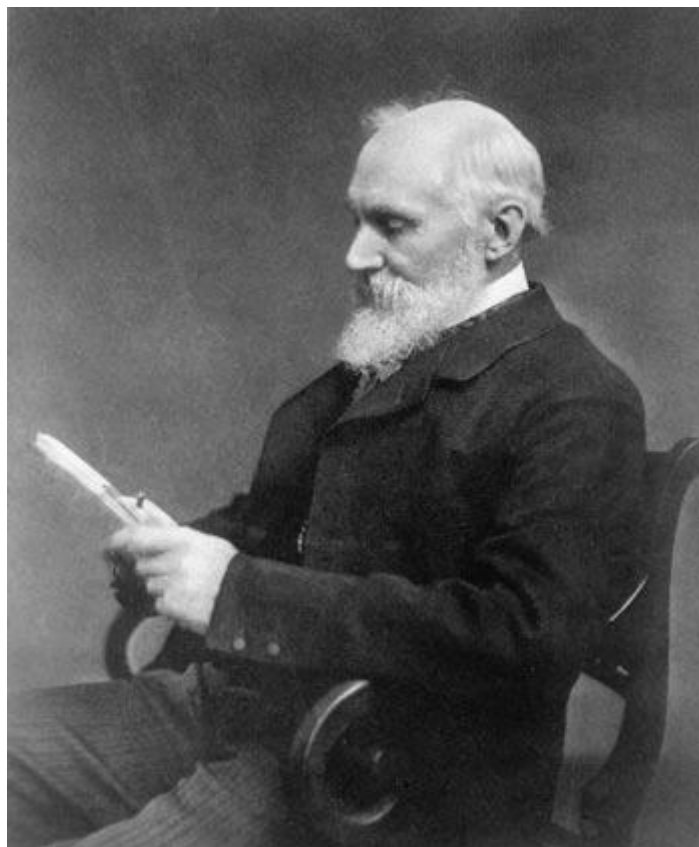
Vào ngày 17 tháng 6 năm 1870, thảm kịch ập đến với Thomson khi bà vợ Margaret của ông qua đời, mặc dù bà đã lâm bệnh trong hầu như toàn bộ quãng thời gian sau kết hôn của mình. Ba tháng sau cái chết của bà, Thomson đã mua một con tàu 126 tấn, Lalla Rookh. Con tàu này mang lại cho ông sự nguôi ngoai do mất người thân và ông trải qua phần nhiều thời gian ở trên tàu theo đuổi các nghiên cứu của ông. Nó cũng mang lại sự thay đổi phong cảnh vì những nơi quen thuộc có lẽ ám ảnh đến kỉ niệm về người vợ của ông.

Thời gian ở trên Lalla Rookh khơi dậy niềm hứng thú của Thomson về hàng hải. Ông đã thiết kế và đăng kí bằng sáng chế một cái la bàn mới bền hơn cái hiện có và loại bỏ sự ảnh hưởng của thân sắt của những con tàu hiện đại. Thoạt đầu, Bộ Hải quân còn hoài nghi, với một ủy ban kết luận rằng “nó quá mỏng manh [và] chắc chắn sẽ gãy”. Phản ứng của Thomson là ném chiếc la bàn của ông qua phòng ủy ban; nó vẫn nguyên vẹn. Một khả năng ngoài lề câu chuyện này cho rằng khi đó Thomson ném chiếc la bàn chuẩn của Bộ Hải quân qua phòng. Nó không thể tránh khỏi va chạm, như câu chuyện tiến triển. Cuối cùng, Bộ Hải quân bị thuyết phục bởi

sự hoàn hảo của chiếc la bàn mới và năm 1888 đã nhận nó làm chuẩn trên các con tàu Hải quân. Thomson cũng phát minh ra một máy quan trắc thủy triều cơ tính, và phát triển một máy phát âm thanh mới cho phép xác định chiều sâu nhanh chóng và, quan trọng hơn, không cần dùng tàu lặn.

Nghiên cứu tiếp tục của Thomson về việc lắp đặt đường cáp điện báo dưới đại dương đưa ông đến Madeira vào năm 1873. Tuy nhiên, sự rò rỉ ở một trong các tuyến cáp buộc con tàu ông ở trên đó phải ở ngoài bờ hòn đảo trong chừng 16 ngày. Trong thời gian này, Thomson đã được vị địa chủ giàu có nhất trên đảo, ông Charles Blandy, chiêu đãi. Thomson quay trở lại Madeira trên con tàu Lalla Rookh vào tháng 5 năm sau, và cầu hôn người con gái thứ hai của ông Blandy, Fanny, khi đó 36 tuổi. Bà đồng ý và họ cưới nhau vào ngày sinh nhật thứ 50 của Thomson năm 1874.

Không bao lâu sau lần kết hôn thứ hai, Thomson và vợ ông xây một ngôi nhà mới, Netherhall, ở Largs gần Glasgow. Nó chủ yếu do chính Thomson thiết kế và theo phong cách quý tộc Scotland, hoàn thành với những con công cho tầng trệt do James Clerk Maxwell cung cấp. Đúng như tình yêu phát minh và tiến bộ của Thomson, Netherhall là một trong những ngôi nhà đầu tiên trong khu vực đó được thắp sáng bằng đèn điện.



Trẻ mãi không già - Thomson trải qua 53 năm làm giáo sư triết học tự nhiên tại Đại học Glasgow, nhưng sau khi về hưu năm 1899, ông lập tức đăng kí trở lại làm sinh viên nghiên cứu để ông tiếp tục tiến hành nghiên cứu.

Năm 1884, Thomson và Fanny sang Bắc Mỹ. BA tổ chức cuộc họp năm đó ở Montreal, và Thomson thực hiện loạt 20 bài giảng tại Đại học Johns Hopkins ở Baltimore. Phong cách giảng giải rời rạc và thường lạc đề sang những vấn đề khác của ông – một đặc điểm mà một số học trò của ông ở Glasgow cảm thấy bối rối –

được những người Bắc Mỹ xem là “thứ vị”. Nhưng các bài giảng Baltimore có tính tương tác và thoải mái, Thomson không phải nói từ bản ghi chép sẵn. Thật vậy, ngài Rayleigh – người khi đó là cử tọa kế cận giống như Michelson và Morley – lưu ý rằng nhiều bài giảng buổi sáng dựa trên những câu hỏi phát sinh trong khi nhóm ăn sáng. Thomson giảng về các chủ đề như bản chất của nguyên tử, bản chất sóng của ánh sáng và sự tồn tại của ête – thậm chí còn đi xa tới mức tính khối lượng của nó trên mỗi kilo mét khối.

Tâm cỡ của những thành tựu của Thomson

Năm 1892, ở tuổi 68, Thomson được phong quý tộc, trở thành huân tước Kelvin xứ Largs, lấy danh hiệu của ông từ dòng sông Kelvin chảy qua Đại học Glasgow trên hành trình của nó ra nhập với dòng sông Clyde. Bốn năm sau đó, lễ kỉ niệm 50 năm Thomson làm giáo sư ở Glasgow được tổ chức long trọng. Lễ kéo dài ba ngày, với lời chúc mừng từ nữ hoàng Victoria, người con trai trưởng của bà, Albert Edward, người khi đó là hoàng tử xứ Wales, và nhiều hiệp hội khoa học, hàn lâm và các kĩ sư.

Thomson về hưu năm 1899 sau 53 năm làm giáo sư triết học tự nhiên tại Glasgow, nhưng, đúng như tính cách hiếu kì và hăng hái của ông, đã nhanh chóng tự đăng kí trở lại làm sinh viên nghiên cứu. Vì thế, ông đã tự biến mình thành sinh viên trẻ tuổi nhất và lớn tuổi nhất trong lịch sử trường đại học Glasgow.

Thomson mất tại nhà của ông vào hôm 17 tháng 12 năm 1907. Sự tinh thông của ông về toán học, và tính kĩ lưỡng với tư cách một nhà thực nghiệm, cùng với tính hiếu kì và lòng nhiệt tình lâu dài của ông, có nghĩa là ông đã đóng góp hầu như mọi vấn đề cho cái mà ông chú ý tới – cho dù là nhiệt động lực học hay cáp điện báo. Ông là “ông vua” vật lí thời Victoria và có lẽ thật trùng hợp khi hiện nay ông được chôn cất ở Westminster Abbey gần ngài Isaac Newton.

Mark McCartney

Bài báo này là bản đã qua biên tập của một chương trong cuốn sách *Các nhà vật lí Ireland: Đam mê và Chính xác*. Mark McCartney và Andrew Whitaker biên tập.

Tham khảo thêm về Thomson

E T King 1909 *Lord Kelvin's Early Home* (Macmillan, London)

H I Sharlin 1979 *Lord Kelvin: The Dynamic Victorian* (Pennsylvania State University Press)

C Smith and M N Wise 1989 *Energy and Empire: A Biographical Study of Lord Kelvin* (Cambridge University Press)

S P Thompson 1910 *Life of William Thomson* (Macmillan, London)

hiepkhachquay dịch

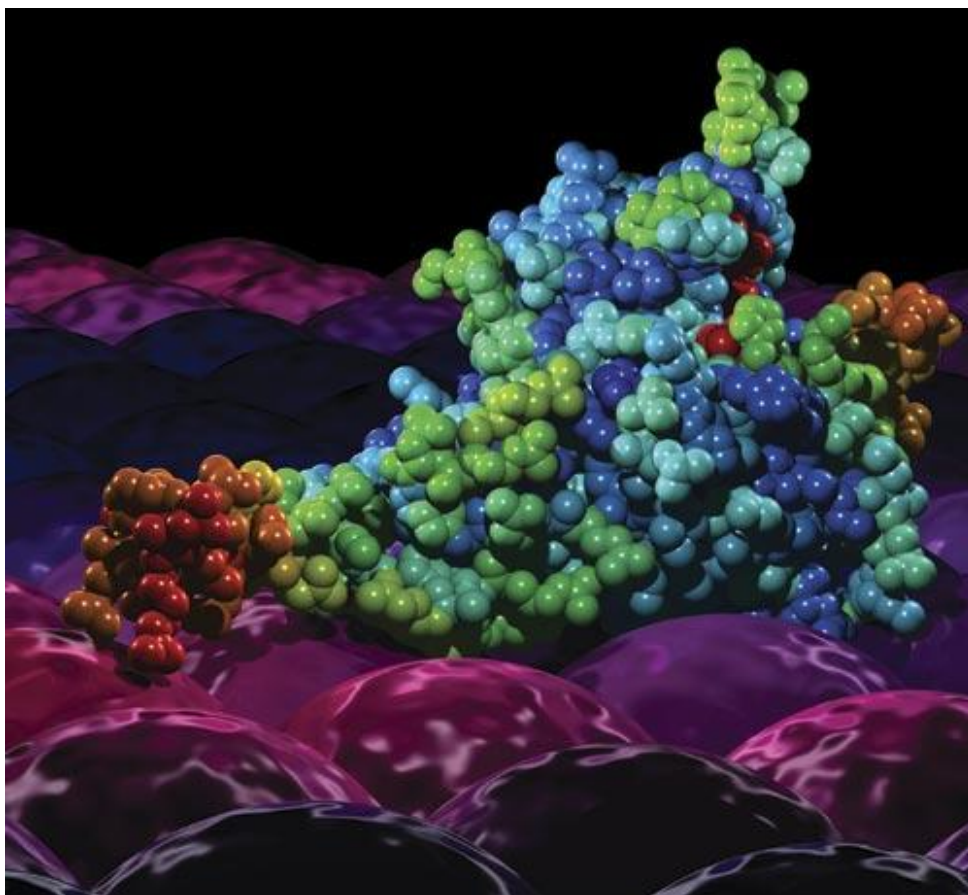
Nguyên bản: **William Thomson: king of Victorian physics**
(*Physics World*, tháng 12/2002)
An Minh, 28/12/2007, 22:38:33

WILLIAM THOMSON VÀ NỀN CÔNG NGHIỆP CỦA SỰ SỐNG

Mark Haw

Một thế kỉ sau khi ông qua đời, công trình tiên phong của Kelvin về nhiệt động lực học – cơ sở của Cách mạng Công nghiệp – được phản ánh bởi các nhà nghiên cứu khám phá các động cơ sinh học cấp nguồn cho bản thân sự sống, như Mark Haw mô tả sau đây.

Đối với đa số các nhà vật lí, cụm từ “lí thuyết của tất cả” ám chỉ một lí thuyết thống nhất các tương tác cơ bản của tự nhiên, cuộc truy tìm cái đã làm cho các nhà nghiên cứu bận rộn trong phần tốt đẹp nhất của thế kỉ vừa qua. Với cách nói của lí thuyết siêu dây, các đa vũ trụ và không-thời gian 11 chiều, lí thuyết của tất cả có thể trông rất giống như chất liệu của thế kỉ 21, của những biên giới hầu như “chẳng đi tới đâu” của toán học dị thường và vật lí lí thuyết.

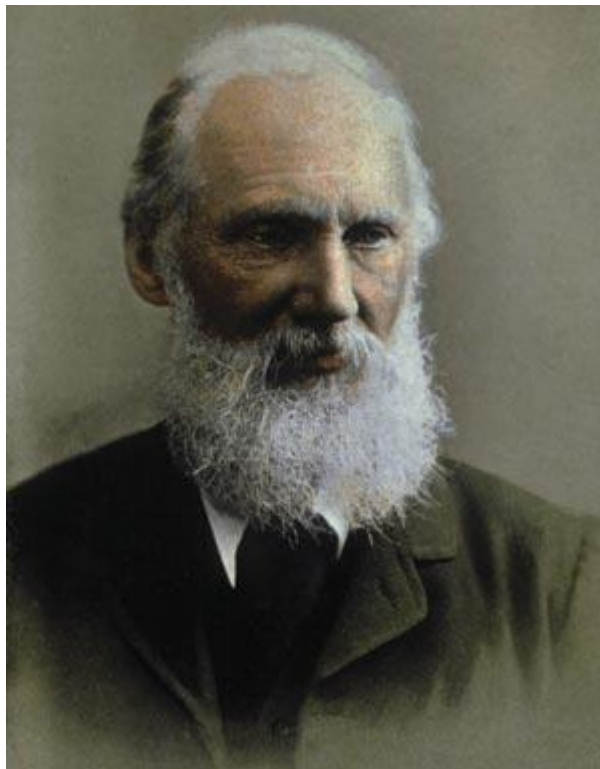


Nền công nghiệp của sự sống

Tính đến nay, có một loại khác thuộc về lí thuyết của tất cả ngược dòng thời gian trở lại giữa thế kỉ 19. Trong khi lí thuyết siêu dây nhắm tới bảo cho chúng ta biết mọi thứ là cái gì, thì lí thuyết thời Victoria này đúng hơn là lí thuyết của cái mà mọi thứ đều *thực hiện*. Và bất chấp tuổi tác của nó, lí thuyết đó hiện đang hứa hẹn một cuộc cách mạng thế kỉ 21 trong phương pháp chúng ta tìm hiểu các chức năng phức tạp của bản thân sự sống.

Lí thuyết của mọi thứ này còn có tên gọi là nhiệt động lực học: lí thuyết về năng lượng. Mọi thứ xảy ra trong vũ trụ - từ việc luộc quả trứng đến chuyển động quay của các thiên hà – đều liên quan tới sự chuyển hóa năng lượng. Vì vậy, một lí thuyết cách thức chuyển hóa năng lượng nhằm làm thay đổi trạng thái, sự sắp xếp hay thành phần của vật chất là một lí thuyết của mọi thứ xảy ra.

Sự ra đời của khoa học về năng lượng có niên đại từ chiều cao của thời đại Victoria cách đây 150 năm, và nhất là với William Thomson (thường gọi là huân tước Kelvin). Kelvin, người mất cách đây tròn 100 năm vào ngày 17/12/1907, trở thành giáo sư triết học tự nhiên tại trường đại học Glasgow lúc ở tuổi 22 và tiếp tục trở thành một nhân vật tinh hoa của nền khoa học Victoria, được phong quý tộc và giữ trong tay một nắm bằng phát minh sáng chế. Trong khi ông có những đóng góp lớn cho một phạm vi rộng lĩnh vực đến mức kinh ngạc, thì vai trò quan trọng nhất của Kelvin là, sát cánh cùng các nhân vật Rudolf Clausius, Sadi Carnot và James Joule, phát triển nhiệt động lực học.



Mặc dù được biết tới nhiều hơn bởi tên tuổi mà sau này ông có được trong cuộc sống, nhưng ngài Kelvin sinh ra trong gia đình William Thomson chất phác ở Belfast, vào ngày 26/6/1824. Không bao lâu sau đó, gia đình ông chuyển đến Scotland, nơi đó cha ông trở thành giáo sư toán học ở trường đại học Glasgow. Thomson tham dự các buổi thuyết giảng của cha ông từ khi lên 7 tuổi, được nhận vào làm sinh viên chính khóa khi lên 10, và ở tuổi 15 đã công bố một bài báo về chuỗi Fourier. Chàng trai trẻ Thomson được kết nạp vào đại học Cambridge năm 1841, cha ông khuyên can ông nên tránh xa sự ảnh hưởng phung phí của thể thao và giải trí. Mặc dù bơi thuyền nhiều trên dòng sông Cam và chơi kèn concert trong hội âm nhạc, nhưng Thomson dễ dàng được công nhận là trí tuệ uyên bác nhất vào thời của ông.

Khi người giữ ghế giáo sư triết học tự nhiên của Glasgow qua đời năm 1846, cha của Thomson đã thực hiện vận động chính trị tích cực để nâng đỡ người con trai của ông vào giữ chức vụ còn trống đó. Thomson đảm nhận trọng trách ở Glasgow ở tuổi mới 22, và rồi ông bắt đầu một sự nghiệp thành công đến mức đáng kinh ngạc kéo dài hơn nửa thế kỉ trời.

Sau này, người em trai James thăng tiến đến chức giáo sư công nghệ: gia đình Thomson trở thành một triều đại khoa học và hàn lâm.

Người em trai James, người ban đầu được đào tạo làm kỹ sư hàng hải học việc, giữ một vai trò quan trọng trong phương pháp tiếp cận khoa học của Thomson. Trong một bức thư, James nhớ lại một buổi chiều năm 1842 khi ông và William đứng bên cạnh một con sông đào quan sát nước chảy vào một cửa cống làm đầy con thuyền đi. Đó là một minh chứng hay của năng lượng đang chuyển hóa thành công, vào lúc mà ý tưởng của người anh trai về năng lượng và công chỉ vừa mới hình thành. Tuy nhiên, cái làm mê hoặc họ là năng lượng bị mất đi khi nước bắn tóe vô ích trên các mặt của cửa cống thay vì giúp nâng con thuyền lên. Không biết có nguyên lý cơ bản nào xác định mức độ hiệu quả mà năng lượng có thể đưa vào sử dụng hay không? Câu hỏi này choán trong đầu Thomson suốt hàng thập kỷ sau đó.

Được dẫn dắt bởi các thí nghiệm của James Joule và nghiên cứu của Sadi Carnot, Thomson dần dần đi đến hiểu thấu bản chất của năng lượng, nhiệt và nhiệt độ. Ông tỏ ra có một sức chịu đựng vô hạn trong cuộc vật lộn với những câu hỏi hóc búa của tự nhiên và công nghệ, tuyên bố thẳng thừng rằng không có vấn đề gì nằm ngoài tầm với của khoa học. Ông được nữ hoàng Victoria phong tước hiệp sĩ vào năm 1866 cho phần đóng góp của ông trong việc thiết kế những thiết bị nhạy dùng cho hệ thống truyền thông xuyên đại dương đầu tiên. Được thăng tiến vào hàng ngũ quý tộc năm 1892, ông lấy tên là huân tước Kelvin theo tên con sông chảy qua phía tây ở sát sau trường đại học Glasgow.

Sự hiếu kỳ của Thomson chưa bao giờ giảm sút. Khi nghỉ hưu ở Glasgow năm 1899, ông lập tức tự đăng ký trở lại làm sinh viên nghiên cứu. Ngay cả trong năm ông qua đời, tám năm sau đó, ông đã công bố 6 bài báo nghiên cứu. Kelvin mất tại nhà ông ở Largs, Ayrshire, vào ngày 17/12/1907 sau một cơn bệnh ngắn ngày. Carnot, Joule, và Clausius đã ra đi trước đó: sự qua đời của William Thomson đánh dấu hoạt động cuối cùng của trong thời kỳ lớn thứ nhất của khoa học về năng lượng: nhiệt động lực học.

Mặc dù trước đó Newton đã mang lại sự tiến bộ lớn trong việc hiểu khái niệm lực và hấp dẫn, nhưng năng lượng gần như hoàn toàn là một bí ẩn vào đầu thế kỷ thứ 19. Các định luật của nhiệt động lực học, do Kelvin và Clausius phát triển để tìm hiểu bản chất của nhiệt và ý nghĩa của nhiệt độ, mang lại định nghĩa chắc chắn cho năng lượng và các quy luật mà nó có thể chuyển hóa. Thật vậy, nhiệt động lực học đã khơi dậy một cuộc cách mạng khoa học quan trọng không kém các định luật Newton hay vật lý lượng tử vào nửa đầu thế kỷ 20.

Nhưng cuộc cách mạng nhiệt động lực học của Kelvin chỉ đang mới bắt đầu. Ngày nay, nghiên cứu mới về các hệ sự sống và công nghệ nano đang thách thức các giới hạn của lý thuyết thế kỷ 19 đó. Một thế kỷ sau khi Kelvin qua đời, các nhà nghiên cứu đang làm phát sinh cuộc cách mạng lần thứ hai trong cách thức chúng ta hiểu về bản chất của năng lượng.

Năng lượng và nền công nghiệp

Cơ học Newton làm thay đổi cách thức chúng ta nhìn nhận thế giới bằng cách chuyển khái niệm lực sang một khuôn khổ toán học chính xác. Nhưng điều này để lại nghi vấn chưa được giải quyết của năng lượng: dung lượng của lực thật sự thực hiện một việc gì đó, ví dụ như chuyển động, sắp xếp lại, hay chuyển hóa vật chất. Trong những năm đầu thập niên 1880, có ít cách hiểu thấu đáo về các quy luật của năng lượng, hay về bản chất của nhiệt và nhiệt độ.

Cuộc cách mạng công nghiệp đã mang lại động cơ thúc đẩy cho khoa học bắt kịp với công nghệ. Nền công nghiệp dựa trên các động cơ: những dụng cụ chuyển hóa năng lượng để thu nhận công, nó có thể là một bánh xe nước làm quay chiếc cối

xay hay một động cơ hơi nước điều khiển cái bơm trong mỏ. Vào những năm 1820, nhà kĩ sư quân sự người Pháp Sadi Carnot nhận ra rằng trong khi nước Pháp hậu Napoleon khó mà sánh nổi với nước Anh về phương diện công nghệ, thì các quy luật cơ bản của động cơ, ví dụ như các quy luật chi phối hiệu suất của nó, vẫn không được chế ngự.

Carnot nhận ra rằng mọi động cơ đều chuyển hóa năng lượng từ dạng này sang dạng khác, và trong quyển sách năm 1824 của ông, *Sur la puissance motrice du feu*, ông chỉ ra thật sự có những quy luật chung xác định hiệu suất cực đại mà một động cơ có thể thu được. Các quy luật đó không phụ thuộc vào công nghệ, cho dù là sử dụng sức hơi nước, sức nước hay bất kì nguồn nào khác, mà phụ thuộc vào những đại lượng cơ sở như nhiệt và nhiệt độ.

Một phần do ông mất sớm vì bệnh dịch tả năm 1832, nghiên cứu của Carnot đã rơi vào quên lãng. Tuy nhiên, một thập niên sau, đề tài của ông lại được khơi dậy bởi Kelvin, khi đó là một vị giáo sư trẻ ở Glasgow, và bởi nhà khoa học người Đức Rudolf Clausius. Suốt thập niên sau đó, Kelvin và Clausius, được định hướng đúng bởi các thí nghiệm của James Joule ở Manchester, đã hoàn thiện định nghĩa không dứt khoát của Carnot về nhiệt và nhiệt độ, và do đó đã hình thành nên cơ sở của nhiệt động lực học.

Kelvin và Clausius nêu ra hai định luật, hay “quy luật của động cơ”. Định luật thứ nhất phát biểu rằng năng lượng không thể bị mất đi hay tạo ra mà chỉ chuyển hóa, còn định luật thứ hai biểu diễn giới hạn cơ bản của cái mà sự chuyển hóa năng lượng có thể thu được dưới dạng thuật ngữ thực hành. Tức là định luật thứ nhất dựa trên khái niệm năng lượng, còn định luật thứ hai xây dựng trên cơ sở một khái niệm mới gọi là entropy. Đại khái đó là số đo sự mất trật tự, Clausius đặt tên đại lượng đó như thế là ghép nó với “en-ergy” [năng lượng] (“trope” tiếng Hi Lạp có nghĩa là “biến đổi”). Khi biểu diễn bằng những thuật ngữ như thế, định luật thứ hai phát biểu rằng entropy không thể giảm trong bất kì quá trình tự phát hay tự nhiên nào.

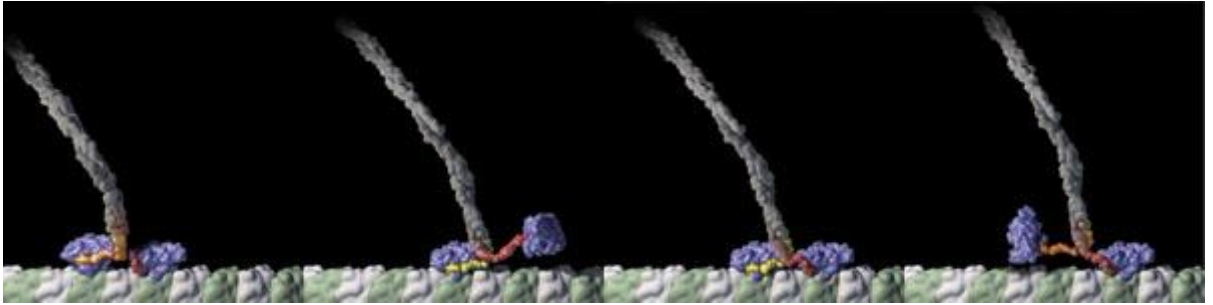
Có được các định luật của nhiệt động lực học mô tả cách thức chuyển hóa năng lượng ảnh hưởng đến sự biến đổi trạng thái của mọi vật chất, Kelvin và Clausius đã tiến xa khỏi các động cơ công nghiệp của Carnot. Điều này chứng minh đẹp mắt làm thế nào sự nghiên cứu mang lại cho bạn nhiều hơn bạn mặc cả: một nghi vấn về hiệu suất của động cơ hơi nước đã mở ra gốc rễ của một lí thuyết của mọi thứ.

Các động cơ của sự sống

Tuy nhiên, nhiệt động lực học kiểu Kelvin và Clausius vẫn chưa là một lí thuyết nở rộ của mọi thứ. Vâng, sự chuyển hóa năng lượng là chìa khóa để mọi thứ xảy ra trong vũ trụ. Nhưng đối mặt trước sự hầu như hoàn toàn mù tịt về bản chất của bản thân năng lượng, Kelvin và Clausius đã phải bắt đầu với một lí thuyết chỉ áp dụng được dưới một tập hợp điều kiện hoàn toàn hạn chế - gọi là những quá trình gần cân bằng trong những hệ cỡ lớn cô lập với môi trường xung quanh của chúng.

Tuy nhiên, trong 20 năm vừa qua hay gần đây năm, tiến bộ trong ngành hiển vi học và điều khiển học ở kích thước micron đã cho phép các nhà vật lí và nhà khoa học khác đào sâu vào sự hoạt động của chức năng phức tạp nhất của vật chất:

đó là sự sống. Giống như mọi quá trình trong vũ trụ, sự sống bị chi phối bởi sự chuyển hóa năng lượng thu được bởi các động cơ thuộc dạng này hay dạng khác. Khám phá của Crick và Watson về cấu trúc của DNA vào năm 1953 có thể là một bước tiến chủ yếu hướng tới việc định nghĩa các vật liệu cơ bản của sự sống, nhưng câu hỏi thật sự là làm thế nào các động cơ của sự sống thật sự hoạt động được ? Trong việc cố gắng trả lời câu hỏi này, các nhà nghiên cứu hiện nay đang phải mở rộng nhiệt động lực học ra khỏi các hạn chế thế kỉ 19 của nó



Chuyển động giống như bước của các phức tạp kinesin trong cơ thể người là đối tượng cho các dao động ngẫu nhiên và không thể mô tả bằng nhiệt động lực học trạng thái cân bằng.

Một ví dụ của động cơ sống là protein kinesin, protein cần thiết cho sự vận chuyển các chất bên trong tế bào. Kinesin chuyển hóa năng lượng thành chuyển động bằng liên kết adenine triphosphate (ATP) – kho hóa chất vô song của sinh vật học – theo kiểu protein thay đổi hình dạng, nhờ đó cho phép nó “đi bộ” theo giàn khung hay cytoskeleton của tế bào. Nhưng các tế bào hoạt động cũng nhờ nhiều protein khác, từ màng bơm điều khiển dòng chất dinh dưỡng đi vào tế bào cho đến các chất trùng hợp cấu trúc nên chuỗi RNA và DNA. Tất cả các phân tử này chuyển hóa năng lượng làm chuyển dời vật chất – nói cách khác, chúng đều là động cơ.

Nhờ những thành công trong kĩ thuật bẫy laser, ngày nay các nhà khoa học có thể quan sát những động cơ vi mô này lúc đang hoạt động. Chẳng hạn, năm 2000, một nhóm nghiên cứu đứng đầu là Toshio Yanagida ở trường đại học Osaka, Nhật Bản, đã nghiên cứu chuyển động của từng phân tử kinesin theo chiều dài của cytoskeleton liên kết với các hạt bột có thể giữ trong bẫy laser. Bằng cách gắn các chất đánh dấu huỳnh quang lên các kinesin để làm cho chúng khả kiến, các nhà nghiên cứu đã quan sát được từng protein thả bộ dọc theo các rãnh cytoskeleton. Nghiên cứu này xây dựng trên công trình thực hiện bởi Steven Block, hiện nay ở trường đại học Stanford, Mỹ, người cùng với các cộng sự hồi năm 1994 đã đo được các lực piconewton nhỏ xíu do một phân tử kinesin gây ra.

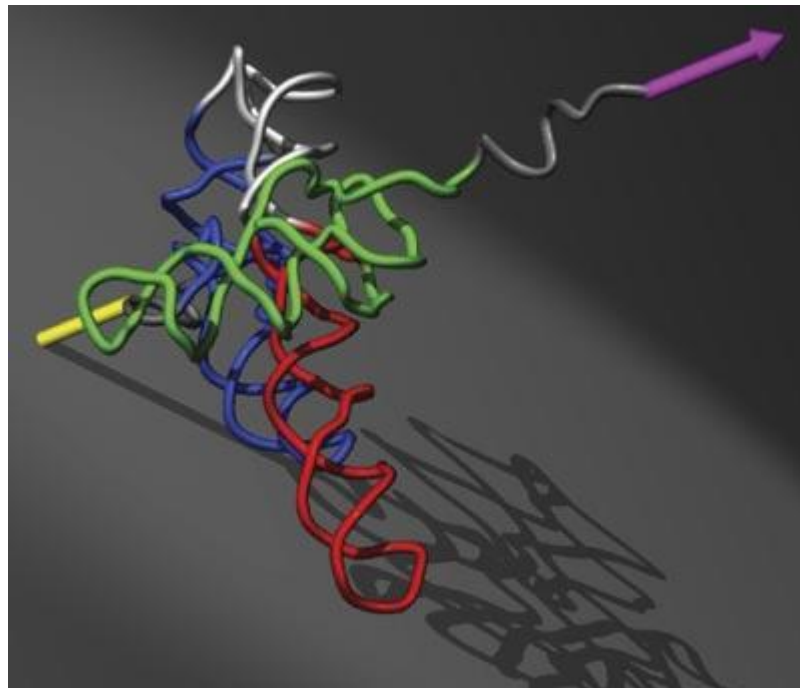
Bằng cách nghiên cứu cách thức những động cơ phân tử này chuyển hóa năng lượng thành chuyển động, các nhà nghiên cứu như Yanagida và Block đang lần theo bước chân của các nhà khoa học thế kỉ 19 như Kelvin và Clausius. Nhưng bây giờ các động cơ là những phân tử vi mô, chứ không phải những cỗ máy góm ghiếc của nền công nghiệp thời Victoria, và đang thách thức nền nhiệt động lực học đã thiết lập.

Giảm kích thước động cơ

Các nhà tiên phong của nhiệt động lực học đã phát triển các định luật của họ dựa trên các hệ vĩ mô mà họ có thể mô tả dưới dạng những đại lượng “trung bình”, ví dụ như áp suất và nhiệt độ. Điều này chính xác cho một động cơ hơi nước tiêu

biểu, chứa hàng trăm lít hơi nước và cấu thành từ một số lượng rất lớn phân tử. Chẳng hạn, 22 lít hơi nước chứa nhiều hơn 10^{23} phân tử, khiến cho các đại lượng trung bình hoàn toàn có thể chấp nhận được vì sự bất thường của một hay hai phân tử riêng lẻ là không đáng kể.

Tuy nhiên, một protein tiêu biểu có kích thước chỉ vài ba nano mét và chứa chỉ vài chục ngàn nguyên tử. Vì thế các quy luật vĩ mô thất bại trong việc mô tả chức năng của động cơ protein, chúng quá nhỏ nên sự lệch và thăng giáng của chuyển động và năng lượng của chúng phải được tính đến. Những thăng giáng này là do chuyển động Brown – kết quả do sự bắn phá liên tục bởi các phân tử ở xung quanh – làm cho năng lượng của bất kì mẫu vật chất nào cũng dao động theo đơn vị $k_B T$, trong đó k_B là hằng số Boltzmann và T là nhiệt độ. Tuy nhiên, vào thời Kelvin, tầm quan trọng của chuyển động Brown đối với khoa học về năng lượng vẫn là một bí ẩn và không được đánh giá đúng mãi cho đến khi có công trình lớn của Einstein trong lĩnh vực này 50 năm sau đó.



Khi bị kéo căng bởi ngoại lực, các phân tử RNA bị nới lỏng lộn xộn, không giống như, ví dụ, một dải đàn hồi.

Nếu một động cơ vĩ mô, ví dụ như động cơ xe hơi, chịu sự thăng giáng năng lượng như thế, piston của nó sẽ nhảy lên xuống ngẫu nhiên bên trong xilanh và làm giảm hiệu suất động cơ. Nhưng vì năng lượng đi kèm một chu trình piston của động cơ đốt trong là khoảng 100 J (bằng với xấp xỉ $10^{22} k_B T$), nên sự tăng hay giảm tự nhiên của một hoặc hai $k_B T$ là hoàn toàn không đáng kể. Hãy so sánh giá trị này với lượng năng lượng sử dụng bởi một động cơ protein: một phân tử kinesin sử dụng khoảng $12 k_B T$ / “bước”, có nghĩa là thăng giáng vào bậc $k_B T$ tương ứng với gần 10% năng lượng chuyển động. Kết quả là phân tử thường không tiến lên được do sự thăng giáng năng lượng.

Hệ quả của sự thăng giáng năng lượng này của động ở động cơ protein có thể nhìn thấy trực tiếp trong những thí nghiệm, chẳng hạn như thí nghiệm do Yanagida thực hiện, cho thấy kinesin leo theo rãnh cytoskeleton theo một chuyển động rung

lắc tạo nên những bước nhảy, sự ngập ngừng và cả giật lùi ngẫu nhiên. Kết quả tương tự có thể thấy ở vật chủ của động cơ protein. Vì vậy, câu hỏi chính trong nhiệt động lực học hiện đại là các thăng giáng năng lượng đẩy các hệ vi mô đi bao xa ra khỏi địa hạt của lý thuyết thế kỉ 19 ?

Mở rộng nhiệt động lực học đến giới hạn

Giống như nhiệt động lực học của Kelvin đã có cơ sở vững chắc trong những thí nghiệm cẩn thận cho phép ông nghiên cứu các quy luật của năng lượng ở cấp độ vĩ mô, các nhà nghiên cứu hiện đại đã phát triển những “phòng thí nghiệm” vi mô để khai thác nhiệt động lực học ở kích thước nhỏ. Đa số có liên quan tới việc đưa một hệ vi mô đơn giản hóa – tức là một hệ kém phức tạp hơn nhiều so với một protein thật sự - ra khỏi trạng thái cân bằng năng lượng của nó và sau đó quan sát cái xảy ra khi nó quay trở lại trạng thái cân bằng. Vì năng lượng điều chỉnh thường cùng bậc độ lớn với năng lượng thăng giáng, nên hành trình quay trở lại trạng thái cân bằng là đối tượng cho sự chệch khỏi mức thăng giáng điều chỉnh.

Năm 2002, Carlos Bustamante ở trường đại học California và các cộng sự đã kéo căng một phân tử RNA bằng cách sử dụng bẫy laser giật mạnh một hạt plastic nhỏ buộc ở một đầu. Khi phân tử bị kéo căng, năng lượng của nó tăng lên, cho nên bằng cách để cho hạt bột chuyển động, các nhà nghiên cứu có thể nghiên cứu ảnh hưởng của các thăng giáng năng lượng ngẫu nhiên khi phân tử co trở lại. Trong trường hợp phân tử RNA dài và linh động, những thăng giáng này bị chi phối bởi sự bắn phá Brown đều đặn của hàng tỉ phân tử nước ở xung quanh, làm cho nó ngộ ngậy. Đội của Bustamante đã kéo căng phân tử RNA nhiều lần với năng lượng như nhau, và nhận thấy “đường nói lỏng” của nó mỗi lần mỗi khác nhau. Ở cấp độ vĩ mô, nó sẽ giống như một cái lò xo bị kéo căng, sau khi nó được đưa vào chuyển động, đồng thời tự kéo căng ra một chút nữa trong một chu kì ngắn bằng cách hấp thụ và phát ra các xung năng lượng ngẫu nhiên.

Một hệ vi mô còn đơn giản hơn nữa trong đó các thăng giáng lần ắt được khảo sát tỉ mỉ bởi Denis Evans và các đồng sự tại trường đại học quốc gia Australia ở Caberra vào năm 2002. Các nhà nghiên cứu giữ một hạt bột plastic kích thước micron trong một bẫy laser, và nghiên cứu vai trò của các thăng giáng năng lượng từ các phân tử nước xung quanh đơn giản bằng cách đổi hướng bẫy laser ra khỏi hạt bột và quan sát hiện tượng xảy ra khi sự không cân bằng của áp suất ánh sáng kéo giật hạt bột trở lại vị trí ban đầu của nó (thời gian mất khoảng chừng 2s). Thật ngạc nhiên, kết quả của họ thoát trông hình như đã đánh đổ nền tảng rất vững chắc của nhiệt động lực học: đó là nguyên lí thứ hai.

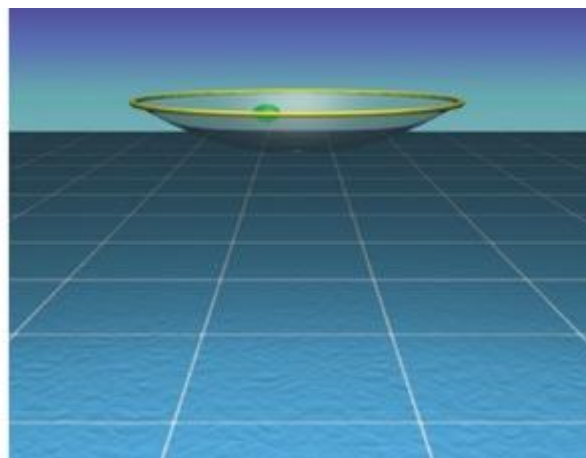
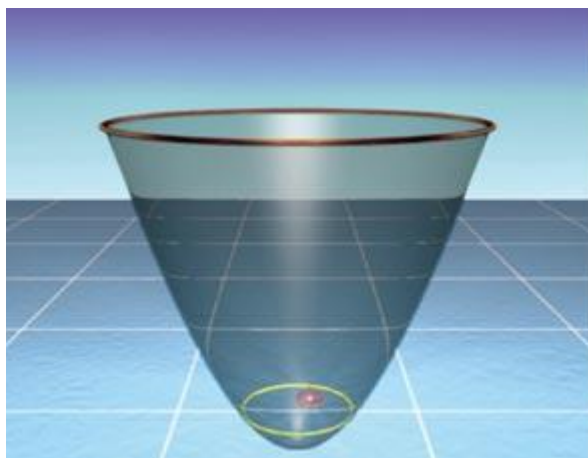
Vì nguyên lí hai của nhiệt động lực học không cho phép bất cứ sự chuyển hóa năng lượng tự phát nào làm cho entropy của hệ giảm, nên nó đặt một giới hạn vững chắc lên khả năng của hệ đó chuyển hóa năng lượng thành công có ích. Tuy nhiên, một số quỹ đạo hạt bột trong thí nghiệm của Evans không liên quan tới sự giảm entropy, cho dù là hạt bột tự phát ngã trở lại vào bẫy laser (tức là trong một hệ vĩ mô sẽ không dẫn tới sự tăng entropy toàn phần). Thực ra, hạt bột đang thu hút năng lượng có ích từ sự bắn phá Brown ngẫu nhiên của các phân tử nước và chuyển hóa nó thành chuyển động.

Tuy nhiên, hiện tượng này chỉ xuất hiện làm phá vỡ nguyên lí thứ hai nếu như giả sử nhiệt động lực học vĩ mô của Kelvin và Clausius áp dụng được một cách

trực tiếp cho các hệ vi mô. Do đó, kết quả của Evans chứng minh rõ ràng rằng cách hiểu nguyên lý thứ hai cần phải xem xét lại khi bạn vượt ra khỏi giới hạn của lý thuyết thể kỷ 19 đó. Thật vậy, bằng cách theo dõi hạt bột và lấy trung bình theo các quỹ đạo ngày càng dài hơn – nghĩa là tiến tới một trạng thái vĩ mô – Evans và các cộng sự có thể tìm lại được nguyên lý thứ hai quen thuộc. Trong một chu kỳ thời gian vĩ mô, sự nới lỏng hạt bột thật sự chưa bao giờ làm tăng entropy toàn phần của hệ. Do đó, nguyên lý thứ hai không bị phá vỡ, nó chỉ trở nên vài phần huyền ảo hơn và phản ánh sự tương tác phức tạp giữa năng lượng và vật chất trong các động cơ vi mô.

Cân bằng hay không cân bằng

Nói đại khái, nhiệt động lực học thế kỷ 19 chỉ áp dụng được cho các hệ ở gần trạng thái cân bằng, nói cách khác, đó là những hệ không có sự biến thiên chủ yếu nào về nhiệt độ, áp suất hay thành phần hóa học, và do đó không có dòng chuyển dời chủ yếu hay lực nào tác dụng. Đây là do mọi thứ xảy ra một cách êm đềm và chậm chạp ở gần trạng thái cân bằng, và do đó tuân theo một lý thuyết tương đối đơn giản. Nhưng vì các thí nghiệm như RNA bị kéo căng của Bustamante hay hạt bột vi mô bị giật mạnh của Evans chắc chắn bắt nguồn từ thế giới thiếu sót do thăng giáng gây ra, nó hầu như gây thêm cảm giác phải loại bỏ nhiệt động lực học trạng thái cân bằng của Kelvin và bắt đầu trở lại từ sự hỗn tạp. Tính đến nay, bằng cách phân tích những thí nghiệm như thế chặt chẽ hơn, một số sự tương đồng thật bất ngờ giữa thế giới vĩ mô và vi mô đã được hé mở.



Trạng thái cân bằng của một hệ vi mô, ví dụ một tập hợp những hạt bột nhỏ, có thể điều khiển được bằng cách điều chỉnh cường độ của bức xạ laser cảm ứng từ mạnh (trái) đến yếu (phải), nhờ đó cho phép các nhà nghiên cứu khảo sát các giới hạn của nhiệt động lực học truyền thống.

Các hệ cân bằng vĩ mô có thể mô tả dễ dàng bằng cách xét sự biến đổi năng lượng toàn phần, yếu tố chi phối các tính chất ví dụ như tốc độ của phản ứng hóa học. Tuy nhiên, một quá trình vi mô, không cân bằng là đối tượng cho sự thăng giáng năng lượng sẽ không chia sẻ nhiều với số đo năng lượng cân bằng. Vì thế, việc tiên đoán hành vi của một động cơ vi mô thì phức tạp hơn nhiều, vì người ta không thể chỉ đo năng lượng biến đổi cùng với một phân tử và sau đó giả sử rằng kết quả này áp dụng được cho mọi động cơ tương tự. Tuy nhiên, một thập niên trước, Christopher Jarzynski ở trường đại học Maryland, Mỹ, đã tiên đoán rằng ngay cả những thí nghiệm hết sức không cân bằng về từng phân tử cũng ẩn chứa những dấu hiệu bí ẩn của sự cân bằng

Tưởng tượng một quá trình phân tử riêng lẻ vi mô, Jarzynski tính được không chỉ trị trung bình đơn giản của năng lượng của hệ khi nó bị kéo khỏi trạng thái cân bằng, mà còn tính được trị trung bình của *số mũ* của năng lượng đó. Thật đáng chú ý, ông chỉ ra rằng trị trung bình số mũ này có cùng giá trị như năng lượng cân bằng thích hợp với mô hình tương đương chậm và êm đềm của quá trình đó. Đối với Jarzynski, điều này thật bất ngờ, vì nó có nghĩa là thông tin về sự cân bằng vĩ mô vì lí do gì đó chôn vùi bên trong từng hệ vi mô thăng giáng ngẫu nhiên nằm xa trạng thái cân bằng.

Các thí nghiệm của Bustamante xác nhận kết quả của Jarzynski. Phân tử RNA trong cơ cấu ban đầu của Bustamante bị kéo căng rất nhanh, nghĩa là hệ ra khỏi trạng thái cân bằng vì không có thời gian cho năng lượng và lực căng đều ra ở từng giai đoạn của quá trình. Nhưng đội của Bustamante cũng nghiên cứu hiện tượng xảy ra khi phân tử bị kéo căng rất chậm, theo đó những biến đổi chậm chạp có thể được phân tích bằng nhiệt động lực học cân bằng chuẩn. So sánh kết quả này với trị trung bình số mũ của Jarzynski của quá trình kéo căng phi cân bằng của mình họ tìm thấy sự phù hợp trong vòng nửa đơn vị $k_B T$.

Về nguyên tắc, điều này có nghĩa là các nhà nghiên cứu có thể tìm hiểu và sắp đặt cơ chế hóa học của các động cơ vi mô chỉ bằng cách tiến hành những thí nghiệm phi cân bằng “tạm tạm” lên từng phân tử. Nhưng có lẽ quan trọng hơn là câu hỏi tại sao một quá trình vi mô, rõ ràng không cân bằng, ví dụ như sự kéo căng nhanh chóng một phân tử RNA phải chôn vùi trong nó hạt giống của sự cân bằng? Trả lời câu hỏi này có thể buộc chúng ta phải trau chuốt lại khái niệm rất cơ bản về sự cân bằng.

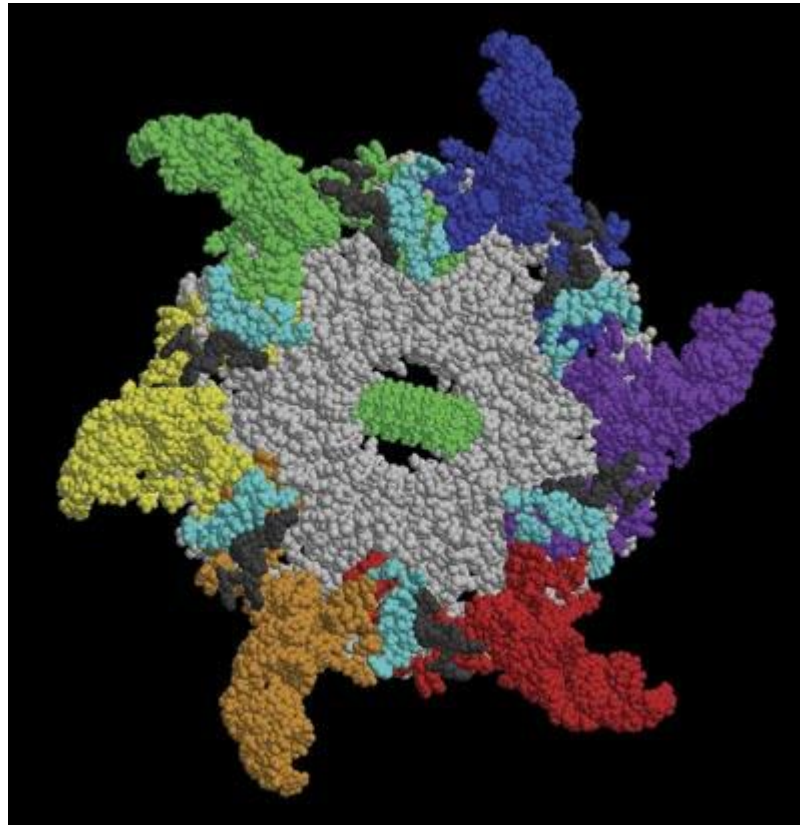
Năm 2006, Dean Astumian ở trường đại học Maine, Mỹ, đề xuất rằng trong trường hợp các động cơ vi mô, sự cân bằng nghĩa là một thứ gì đó hơi huyền ảo hơn so với cái hình thành trong đầu của Kelvin và Clausius. Đúng hơn, Astumian biện hộ, có nhiều vị của trạng thái cân bằng. Chẳng hạn, theo ý nghĩa cơ học, RNA bị kéo căng của Bustamante là ở trạng thái cân bằng, vì trong bất kì chốc lát nào trong suốt quá trình chuyển động của phân tử, lực của chất lưu kéo theo và chuyển động Brown ngẫu nhiên cân bằng tốt với nhau (nếu chúng không cân bằng, phân tử sẽ gia tốc, đó không phải là trạng thái khi bị kéo căng nhanh). Cho nên, nhìn một phía thì những thí nghiệm này vẫn đang nghiên cứu nhiệt động lực học cân bằng, và do đó có thể mang lại các số đo cân bằng.

Tuy nhiên, theo thuật ngữ năng lượng, chứ không phải cơ học, thì những hệ vi mô này không nằm ở trạng thái cân bằng. Phân tử RNA bị kéo căng của Bustamante liên tục nhận và phát ra các xung năng lượng nhiệt do sự bắn phá đều đều của các phân tử nước xung quanh. Kết quả là mỗi quá trình kéo căng có một lộ trình độc nhất từ trạng thái năng lượng này sang trạng thái năng lượng khác.

Sự hòa hợp tương tự của sự cân bằng cơ và thăng giáng năng lượng áp dụng được cho bất kì động cơ vi mô nào – trong đó có kinesin và các động cơ sinh học khác. Những động cơ này có một chân nằm trong phía cân bằng, và chân kia trong thế giới thăng giáng và phi cân bằng. Có lẽ bài học ở đây là nền nhiệt động lực học mới không chỉ là một sự bổ sung cho nền khoa học thời Victoria: việc tìm hiểu các hệ vi mô kêu gọi một sự xét lại triệt để cả những khái niệm cơ bản nhất của chúng ta.

Lí thuyết thật sự của mọi thứ

Nhiệt động lực học vĩ mô đã làm biến chuyển một thời kì hàn nôi với các động cơ hơi nước sang những thiết kế khoa học tiên tiến mà chúng ta sử dụng ngày nay. Việc tìm hiểu hiệu suất của động cơ đã đưa nền công nghiệp từ các động cơ hơi nước (với hiệu suất cao nhất cỡ 5%) đến các động cơ diesel hiện đại có thể đạt tới hiệu suất 60% (mặc dù hiệu suất của một động cơ xe hơi tiêu biểu chỉ hơn 20%).



Giống như các bản sao sinh vật của chúng, các động cơ nano – ví dụ như vòng phân tử RNA này – tuân theo một dạng mới của nhiệt động lực học vượt xa ra khỏi giới hạn lí thuyết của Kelvin.

Việc tìm hiểu nhiệt động lực học của các động cơ vi mô có thể đưa đến những tiến bộ tương tự ở cấp độ vi mô. Chẳng hạn, bằng cách làm sáng tỏ nhiệt động lực học của các động cơ sinh học như kinesin, có thể một ngày nào đó nền y khoa sẽ chuyển biến từ cách xử lí vấn đề tương đối bừa bãi thành một môn học mang tính công nghệ trong đó các động cơ sinh học như protein được sửa lại và thậm chí được điều chế để đảm nhận chức năng một cách xác thực và hiệu quả hơn. Thật vậy, có lẽ vấn đề khoa học lớn nhất là làm thế nào mà sự sống dựa trên những động cơ vi mô này, với sự nhạy cảm của chúng với các thăng giáng năng lượng, lại khởi động được ở vị trí đầu tiên.

Nền nhiệt động lực học mới cũng cần thiết cho công nghệ nano. Phần nhiều trích dẫn nguồn gốc về lĩnh vực này trong thập niên 1990 đã bỏ qua thực tế là các động cơ nano, như protein, được cấp nguồn bởi năng lượng thuộc cấp độ vi mô. Vì thế, nền khoa học của các động cơ nano không thể tách rời khỏi nền nhiệt động lực học của các động cơ vi mô. Cho đến nay, thậm chí bỏ qua trong tích tắc những khác biệt huyền ảo giữa cấp độ vĩ mô và vi mô, và giữa sự định nghĩa cân bằng và không cân bằng, thì vẫn có một giới hạn sau cùng của nhiệt động lực học thế kỉ 19 có khả năng còn đáng kể hơn nữa.

Nhiệt động lực học của Kelvin xây dựng trên sự đơn giản hóa triệt để của nhà vật lý: đó là hệ cô lập. Do đó, các nguyên lý của nhiệt động lực học vĩ mô chỉ áp dụng cho các hệ tách rời khỏi môi trường của chúng, ví dụ như xilanh bên trong động cơ hơi nước cách li với sự biến thiên nhiệt độ và áp suất của thế giới bên ngoài.

Các động cơ protein tuyệt đối không hoàn toàn cô lập. Các thí nghiệm thực hiện từ trước đến nay đã nghiên cứu các protein đơn lẻ bị kéo ra khỏi tế bào và cung cấp phân tử ATP “bằng tay” để cho chúng năng lượng. Tuy nhiên, trong cơ cấu tự nhiên của chúng, các động cơ của sự sống chỉ là những bộ phận của một mạng chức năng phức tạp giữ tế bào ở thể sống. Thách thức lớn tiếp theo, do đó, là đưa sự hiểu biết của chúng ta về các động cơ sống cô lập trở lại thế giới thực tại của các tế bào, nó sẽ yêu cầu một bước chuyển khác của nền khoa học về năng lượng.

Nhiệt động lực học của Kelvin là một cuộc cách mạng vì nó nhận ra tầm quan trọng phổ biến của sự chuyển hóa năng lượng. Các nguyên lý của nó về năng lượng và entropy mang lại cho các nhà vật lý một phương pháp mô tả sự tương tác của năng lượng và vật chất. Nhưng thực tế nó chỉ mới xử lý các trạng thái gần cân bằng và các hệ vĩ mô, cô lập có nghĩa là nhiệt động lực học của Kelvin đơn thuần là một cú đánh vào một thuyết thật sự của mọi thứ. Ngày nay, một thế kỉ sau khi Kelvin qua đời, biên giới của nhiệt động lực học đặt ngay trong địa hạt của các hệ vĩ mô, không cân bằng.

Các nhà khoa học vẫn chỉ mới cảm thấy con đường đi của họ trong thế giới mới của động cơ vĩ mô. Nhưng việc tìm hiểu làm thế nào những động cơ như thế hoạt động, và chúng tương tác như thế nào để cấp nguồn cho nền công nghiệp nano và sinh học, sẽ đẩy nhiệt động lực học thời Victoria tiến gần hơn đáng kể tới một lý thuyết hoàn chỉnh của năng lượng và vật chất. Và khi chúng ta hiểu cách thức năng lượng chuyển hóa trong mọi quá trình – từ cấp nguồn cho đầu máy hơi nước tới cấp nguồn cho tế bào – thì có lẽ chúng ta sẽ tiến gần hơn tới một lý thuyết thật sự của mọi thứ và là một lý thuyết có lẽ còn thâm thúy hơn cả không-thời gian 11 chiều.

Kelvin và nền nhiệt động lực học mới

- William Thomson (sau này là hân tước Kelvin), người mất cách đây 100 năm vào ngày 17/12/1907, là một trong những nhà tiên phong của nền khoa học về năng lượng: nhiệt động lực học.
- Bằng cách mô tả cách thức năng lượng chuyển hóa thành các dạng khác trong những hệ vĩ mô, các nguyên lý nhiệt động lực học chính là chìa khóa dẫn tới thành công của cuộc cách mạng công nghiệp.
- Các nhà vật lý hiện đang vật lộn với nền nhiệt động lực học không cân bằng ở cấp độ vĩ mô, trong đó các thăng giáng ngẫu nhiên do chuyển động Brown thống trị.
- Những động cơ vĩ mô phức tạp nhất là protein và những phân tử sinh học khác cấp nguồn cho chính bản thân sự sống.
- Những tiến bộ trong ngành hiển vi học và bẫy laser đang cho phép các nhà nghiên cứu tiến tới một cuộc cách mạng nhiệt động lực học lần thứ hai diễn đạt theo ngôn ngữ của công nghệ sinh học và công nghệ nano chứ không phải than đá và hơi nước.

Đọc thêm về Kelvin và nền nhiệt động lực học mới

- P Atkins 2007 *Four Laws That Power the Universe* (Oxford University Press)
V Balzani *et al.* 2004 Molecular devices and machines *Physics World* November pp39–42
P Coveney and R Highfield 1992 *The Arrow of Time* (Flamingo, London)
M Kurzynski 2005 *The Thermodynamic Machinery of Life* (Springer, Berlin)
D Lindley 2004 *Degrees Kelvin* (Henry Joseph, Washington, DC)
J F Marko and S Cocco 2003 The micromechanics of DNA *Physics World* March pp37–41
M McCartney 2002 William Thomson: king of Victorian physics *Physics World* December pp25–29

Tác giả **Mark Haw** hiện làm việc tại Khoa Hóa học và Công nghệ Môi trường, đại học Nottingham, Anh. Ông là tác giả của quyển sách *Middle World: The Restless Heart of Matter and Life* (2007, Macmillan).

hiepkhachquay dịch

Nguyên bản: **The industry of life**
(tạp chí *Physics World*, số tháng 11/2007)
An Minh, ngày 06/11/2007, 9:56:47 PM

Tài liệu download tại <http://www.thuvienvatly.com>
hoặc <http://www.scribd.com/people/view/2613389-hiepkhachquay>