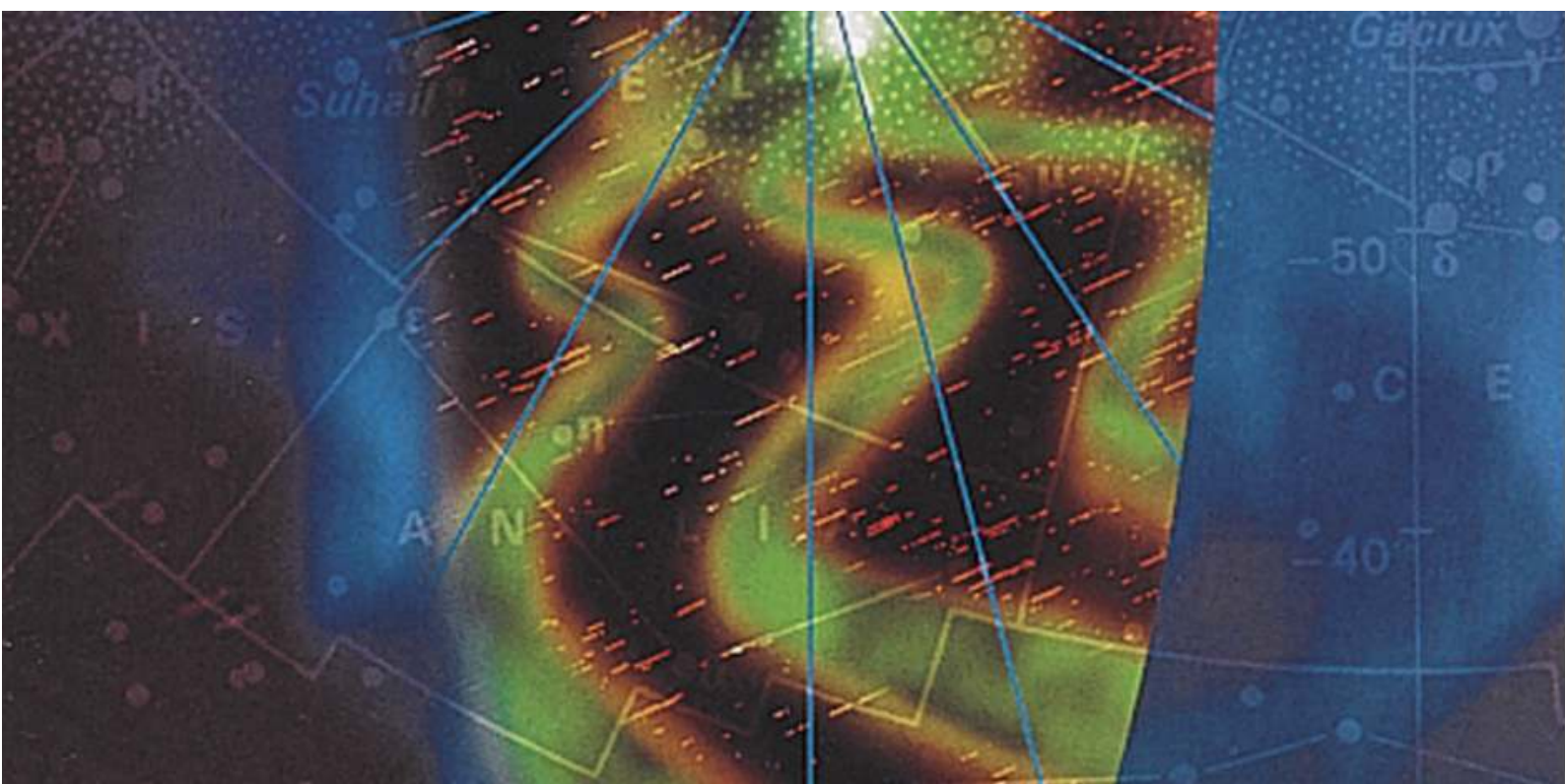


SÓNG

Các nguyên lý của Ánh sáng, Điện và Từ học

Paul Fleisher



SÓNG

Các nguyên lí của Ánh sáng, Điện và Từ học

Paul Fleisher

Trần Nghiêm dịch

Phát hành tại <http://thuvienvatly.com>

tháng 8/2011

Nội dung

Giới thiệu: Thế nào là một định luật tự nhiên?	1
1. Quang học	
Các định luật về ánh sáng	4
2. Các định luật điện từ học	17
3. Dòng điện	
Định luật Ohm và Định luật Joule	24
Định luật nghịch đảo bình phương	30
Theo dòng lịch sử	33
Tiểu sử các nhà khoa học	35
Tài liệu tham khảo	41
Thuật ngữ	43
Về tác giả	44

Giới thiệu

Thế nào là một định luật tự nhiên?

Mọi người đều biết một điều luật là gì. Nó là một quy tắc yêu cầu mọi người phải hoặc không phải làm một cái gì đó. Các điều luật cho chúng ta biết rằng chúng ta không nên lái xe nhanh hơn tốc độ giới hạn được phép, rằng chúng ta không được phép lấy tài sản của người khác, rằng chúng ta phải đóng thuế thu nhập hàng năm.

Những điều luật này từ đâu mà có? Ở nước Mỹ và những nước dân chủ khác, các điều luật được soạn ra bởi những đại biểu được bầu. Những người này đưa ra thảo luận những ý tưởng mà họ nghĩ là hợp lý và có ích. Sau đó, họ bỏ phiếu để quyết định những ý tưởng nào sẽ thật sự trở thành luật.

Nhưng còn có một loại luật khác nữa, đó là định luật khoa học. Thí dụ, bạn sẽ đọc về định luật Coulomb ở cuối quyển sách này. Định luật Coulomb cho chúng ta biết rằng lực điện giữa hai vật bất kì phụ thuộc vào hai yếu tố: lượng điện tích của mỗi vật, và khoảng cách giữa hai vật. Vậy định luật Coulomb từ đâu mà có, và chúng ta có thể làm gì nếu chúng ta muốn thay đổi nó?

Định luật Coulomb rất khác với giới hạn tốc độ hay điều luật quy định bạn phải đóng thuế. Giới hạn tốc độ ở những nơi khác nhau thì khác nhau. Trên nhiều tuyến cao tốc xuyên tỉnh, lái xe có thể chạy đến 105 km/h. Trên những tuyến phố đông đúc, họ phải lái xe chậm lại. Nhưng lực điện thì luôn tác dụng giống như nhau cho dù bạn đang ở đâu – ở đồng quê hay thành thị, ở Pháp, ở Brazil hay ở Mỹ.

Thỉnh thoảng, người ta vi phạm luật. Khi giới hạn tốc độ là 89 km/h, người ta thường lái 97 km/h hoặc thậm chí còn nhanh hơn. Nhưng chuyện gì sẽ xảy ra nếu bạn thử vi phạm định luật Coulomb? Bạn không thể. Nếu bạn kiểm tra một nghìn vật tích điện, bạn sẽ nhận thấy mỗi và mọi vật đều tuân theo quy tắc mô tả trong định luật Coulomb. Mọi vật đều tuân theo định luật này. Và chúng ta biết rằng định luật Coulomb vẫn phát huy tác dụng cho dù người ta có đang theo dõi vật hay không.

Định luật Coulomb là một định luật tự nhiên, hay một quy tắc của tự nhiên. Các nhà khoa học và nhà triết học đã nghiên cứu những sự kiện xảy ra trong thế giới của chúng ta trong một thời gian dài. Họ đã tiến hành những quan sát tỉ mỉ và đã làm nhiều thí nghiệm. Và họ nhận thấy những sự kiện nhất định xảy ra mãi mãi theo một kiểu có quy luật, có thể dự đoán trước. Có lẽ bạn cũng đã từng chú ý tới một số dạng thức này trong thế giới quanh ta.

Một định luật khoa học là một phát biểu giải thích vạn vật hoạt động như thế nào trong vũ trụ. Nó mô tả cách thức vạn vật hoạt động, chứ không phải cách thức chúng ta muốn chúng như thế. Điều đó có nghĩa là một định luật khoa học không phải là cái gì đó có thể thay đổi hễ khi nào chúng ta lựa chọn. Chúng ta có thể thay đổi tốc độ giới hạn hay tỉ suất thuế nếu chúng ta nghĩ chúng quá cao hoặc quá thấp. Nhưng cho dù chúng ta có muốn lực điện tác dụng khác đi như thế nào chẳng nữa, thì định luật Coulomb vẫn phát huy tác dụng. Chúng ta không thể thay đổi nó; chúng ta chỉ có thể mô tả cái xảy ra mà thôi. Công việc của một nhà khoa học là mô tả các định luật của tự nhiên càng đúng và càng chính xác càng tốt.

Những định luật mà bạn đọc trong tập sách này là những định luật vạn vật. Điều đó có nghĩa là chúng không những đúng tại đây, trên Trái đất này, mà còn đúng trong toàn cõi vũ trụ. Vũ trụ bao gồm tất cả những thứ mà chúng ta biết là tồn tại: hành tinh của chúng ta, hệ mặt trời của chúng ta, thiên hà của chúng ta, toàn bộ hàng tỉ ngôi sao và thiên hà khác, và toàn bộ khoảng không gian trống rỗng vô tận ở giữa chúng. Toàn bộ những bằng chứng mà các nhà khoa học thu thập được về những hành tinh và những ngôi sao khác trong vũ trụ của chúng ta cho chúng ta biết rằng những định luật khoa học áp dụng được cho Trái đất này cũng áp dụng được cho mọi nơi khác.

Trong lịch sử khoa học, một số định luật đã được tìm thấy qua những khám phá xuất sắc của một cá nhân nào đó. Nhưng thông thường, các định luật khoa học được khám phá qua sự nỗ lực của nhiều nhà khoa học, mỗi người xây dựng trên nền tảng của những người khác đã đi trước. Khi một nhà khoa học – như Charles Augustin de Coulomb – nhận được vinh dự khám phá ra một định luật, thì điều quan trọng nên nhớ là những người khác cũng có đóng góp cho sự khám phá đó. Hầu như mọi khám phá khoa học đều dựa trên những vấn đề và những câu hỏi mà nhiều nhà khoa học trước đó đã nghiên cứu.

Các định luật khoa học hiếm khi thay đổi. Chúng bất biến vì chúng ta nói vũ trụ hành xử khác đi. Các định luật khoa học chỉ thay đổi khi chúng ta có thêm những thông tin mới hay những quan sát chính xác hơn. Định luật thay đổi khi các nhà khoa học có những khám phá mới cho thấy định luật cũ không còn mô tả vũ trụ tốt như thế nữa. Hễ khi nào các nhà khoa học thống nhất một sự thay đổi trong các định luật tự nhiên, thì định luật mới mô tả các sự kiện một cách hoàn chỉnh hơn, hoặc đơn giản và rõ ràng hơn.

Một thí dụ hay kiểu này là các định luật mô tả điện học và từ học. Các nhà khoa học đã từng nghĩ rằng điện và từ là hai hiện tượng khác nhau và tách rời nhau. Nhưng những khám phá mới và những phép đo cải tiến đã giúp cho một nhà khoa học lớn, James Clerk Maxwell, viết lại các định luật mô tả điện và từ hoạt động như thế nào. Maxwell nhận ra rằng lực điện và lực từ là hai dạng khác nhau của cùng một lực. Bạn có thể đọc về những khám phá của Maxwell ở phần sau tập sách này.

Các định luật tự nhiên thường được viết theo ngôn ngữ toán học. Ngôn ngữ này cho phép các nhà khoa học chính xác hơn trong những mô tả của họ rằng vạn vật hoạt động như thế nào. Thí dụ, định luật Coulomb thật ra được viết như thế này:

$$F = k \times \frac{q(1) \times q(2)}{d^2}$$

Đừng để toán học làm bạn hoa mắt. Nó chính là định luật mô tả các điện tích tương tác như thế nào. Viết định luật đó ra như thế này cho phép các nhà khoa học tính toán chính xác lực điện tương tác trong nhiều tình huống khác nhau ở trên Trái đất này và ở mọi nơi trong vũ trụ.

Ngành khoa học nghiên cứu vật chất và năng lượng và cách thức chúng hành xử được gọi là vật lý học. Trong hàng trăm năm qua, các nhà vật lý đã và đang nghiên cứu vũ trụ của chúng ta, họ đã khám phá ra nhiều định luật tự nhiên. Trong tập sách này, bạn sẽ bắt gặp một vài trong số những khám phá vĩ đại này. Sẽ có một số thí nghiệm đơn giản bạn có thể thực hiện để nghiệm xem các định luật tác dụng như thế nào. Hãy cùng đọc và cùng chia sẻ những câu chuyện thú vị về những định luật tiết lộ những bí ẩn của vũ trụ của chúng ta.

Chương 1

Quang học – Các định luật về ánh sáng

Khi chúng ta ngắm nhìn bầu trời đêm, chúng ta thấy ánh sáng phát ra từ hàng nghìn ngôi sao khác nhau. Chúng ta thấy Mặt trăng và các hành tinh lung linh với ánh sáng mặt trời phản xạ. Toàn bộ vũ trụ ngập trong ánh sáng. Nhưng ánh sáng là gì, và những định luật tự nhiên nào mô tả hành trạng của nó?

Ngành vật lí học nghiên cứu ánh sáng được gọi là quang học. Một số nhà khoa học vĩ đại nhất thế giới, trong đó có Newton, Huygens, Maxwell và Einstein, đã nghiên cứu quang học, nỗ lực tìm hiểu các định luật về ánh sáng.

Một định luật mô tả hành trạng của ánh sáng đã được người ta biết tới hơn hai nghìn năm rồi. Các nhà triết học Hi Lạp không biết ánh sáng là cái gì, nhưng họ thật sự biết nó truyền đi theo đường thẳng. *Định luật phản xạ ánh sáng* phụ thuộc vào thực tế này. Khi ánh sáng bật ra khỏi một cái gương hay một bề mặt khác, đây được gọi là sự phản xạ. Khi bạn nhìn thấy mình ở trong gương là bạn đang nhìn ánh sáng phản xạ từ mặt của bạn đến gương rồi sau đó phản hồi vào mắt của bạn. Định luật phản xạ phát biểu rằng: Góc tới bằng với góc phản xạ.

Góc tới là góc của ánh sáng chiếu lên trên một bề mặt phản chiếu. Góc phản xạ là góc của tia sáng bật ra khỏi bề mặt đó. Định luật phản xạ phát biểu rằng hai góc đó luôn luôn bằng nhau. Nếu ánh sáng chiếu lên một cái gương ở góc 45 độ, thì nó sẽ phản xạ khỏi gương ở góc 45 độ. Điều tương tự luôn đúng cho dù ánh sáng chiếu lên với một góc bằng bao nhiêu cũng vậy.

Bạn có thể dễ dàng trông thấy tác dụng của định luật này bằng cách sử dụng một cái gương nhỏ, một đèn pin dạng flash, vài miếng bìa cứng và băng dính, thêm một ít bụi phấn hoặc bột mì. Vẽ một đường thẳng lên chính giữa miếng bìa vuông. Sau đó gấp miếng bìa làm đôi theo đường vẽ này. Trên miếng bìa thứ hai, đặt đầu thấu kính của đèn flash lên, vẽ theo đường rìa của nó. Cắt dọc theo đường rìa mới vẽ, sau đó khoét một cái lỗ nhỏ ngay chính giữa hình mới cắt. Dùng nó bọc thấu kính của đèn flash lại, dùng keo dính dán cố định luôn. Lỗ nhỏ đó sẽ cho bạn một chùm ánh sáng hẹp khi bạn bật đèn flash lên.



Bạn có thể nhìn thấy đường đi của ánh sáng phản xạ bằng cách rải bột mịn vào trong không khí.

Đặt cái gương lên trên bàn. Dựng đứng miếng bìa đã gấp nếp lên trên bàn phía sau gương, đường gấp nếp cạnh ngay khoảng giữa của gương. Miếng bìa này sẽ cho bạn một đường thẳng đứng dùng để so sánh góc của các chùm tia sáng. Rải một lượng rất nhỏ bụi phấn hoặc bột mì vào trong không khí để làm cho chùm sáng đèn flash có thể nhìn thấy rõ. Đóng cửa phòng và cửa sổ lại, rồi chiếu ánh sáng lên chính giữa của gương.

Lưu ý chùm ánh sáng phản xạ khỏi gương ở góc bằng với góc nó đi tới gương. Cho dù góc bạn chiếu chùm sáng flash là bao nhiêu cũng vậy. Góc của ánh sáng phản xạ khỏi gương sẽ luôn luôn khớp với góc ánh sáng chiếu tới.

Ánh sáng truyền đi theo đường thẳng. Nhưng ánh sáng cũng bẻ cong khi nó truyền từ môi trường trong suốt này sang môi trường trong suốt khác. Nếu bạn dựng một cái bút chì vào trong cốc nước, thì cái bút chì trông như bị bẻ cong khi nó đi vào trong nước.

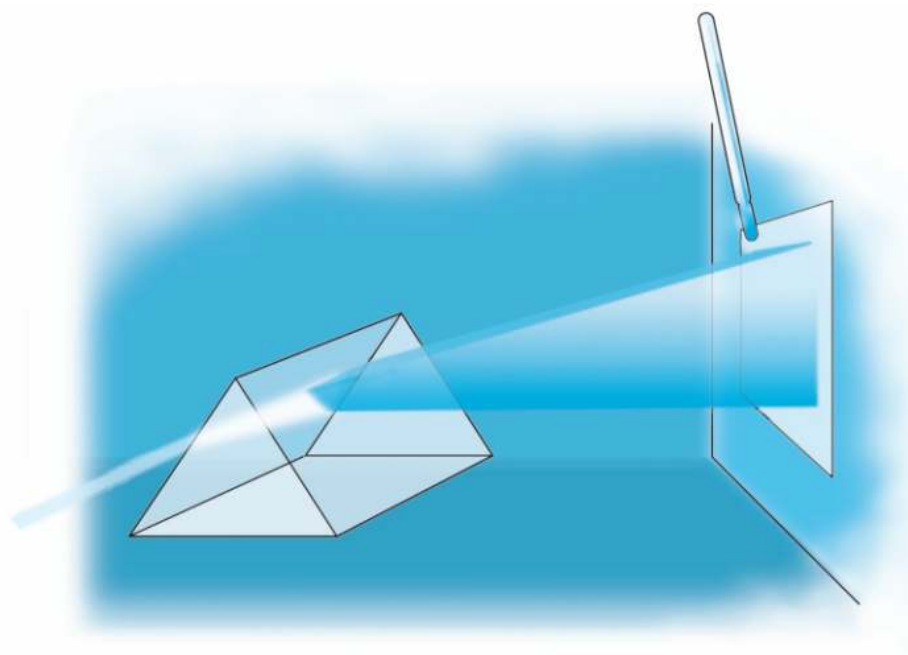
Tất nhiên, cái bút chì thật ra không hề bị cong. Nó trông cong đi vì ánh sáng truyền vào nước bị bẻ cong. Sự bẻ cong ánh sáng như thế này được gọi là sự khúc xạ. Lưu ý rằng cái bút chì chỉ trông như bị cong tại bề mặt của nước, còn ở trong nước và trong không khí vẫn bình thường. Sự khúc xạ chỉ xảy ra tại ranh giới giữa hai môi trường trong suốt.

Mỗi chất trong suốt làm bẻ cong ánh sáng ở những góc nhất định có thể dự đoán trước. Sự khúc xạ xảy ra vì ánh sáng truyền đi ở những tốc độ khác nhau trong những chất khác nhau. Lượng khúc xạ phụ thuộc vào độ chênh lệch tốc độ ánh sáng trong hai môi trường trong suốt đó. Độ chênh lệch tốc độ ánh sáng trong hai chất càng lớn thì ánh sáng sẽ bị bẻ cong càng nhiều khi đi qua giữa chúng.

Ánh sáng truyền trong không khí nhanh hơn truyền trong nước. Khi ánh sáng đi từ không khí vào nước, nó chuyển động chậm lại. Và vì nó chuyển động chậm lại, nên nó còn bị khúc xạ, hay bị bẻ cong. Ánh sáng truyền trong thủy tinh còn chậm hơn nữa. Khi ánh sáng đi từ không khí vào thủy tinh, nó bị cong nhiều hơn nữa. Một cái bút chì đặt một phần ở phía sau một miếng thủy tinh dày sẽ trông bị cong nhiều hơn so với một cái bút chì đặt một phần trong nước.

Một nhà khoa học từng nghiên cứu quang học là Isaac Newton. Newton biết rằng khi ánh sáng mặt trời bị khúc xạ trong một lăng kính thủy tinh, thì ánh sáng trắng bị phân tách thành một cầu vồng ánh sáng, gọi là quang phổ. Newton đã chứng minh rằng ánh sáng mặt trời thật ra gồm toàn bộ các màu sắc của cầu vồng.

Nhiều năm sau này, nhà thiên văn học William Herschel đã phát hiện ra sự tồn tại của một loại ánh sáng khác – ánh sáng không nhìn thấy. Vào năm 1800, Herschel đang tiến hành đo nhiệt độ của những màu sắc khác nhau trong quang phổ. Ông muốn tìm hiểu xem ánh sáng màu đỏ, cam, vàng, lục hay lam tạo ra nhiều nhiệt lượng nhất. Ông sử dụng một lăng kính thủy tinh để phân tách ánh sáng mặt trời thành một quang phổ. Sau đó, ông dùng một nhiệt kế đo từng màu sắc một.



Một sự tăng nhiệt độ bất ngờ đã dẫn Herschel đến chỗ phát hiện ra ánh sáng hồng ngoại không nhìn thấy.

Herschel nhận thấy phần nóng nhất của quang phổ nằm phía ngoài đầu đỏ, ở một nơi mà ông không thể nhìn thấy chút ánh sáng nào cả! Nhưng nhiệt kế chứng tỏ rằng có những tia sáng không nhìn thấy ở đây. Herschel đã khám phá ra sự tồn tại của ánh sáng hồng ngoại.

Một năm sau, ánh sáng ở đầu bên kia của quang phổ được tìm thấy. Ánh sáng này cũng không thể nhìn thấy, nhưng nó thật sự tạo ra ảnh trên các tấm kính ảnh. Ánh sáng này được gọi là ánh sáng tử ngoại. Vào giữa thế kỉ 19, James Clerk Maxwell chứng tỏ rằng quang phổ ánh sáng chứa nhiều hơn cái ánh sáng mà chúng ta có thể nhìn thấy. Ngày nay, chúng ta biết rằng toàn bộ quang phổ không chỉ có ánh sáng nhìn thấy, mà còn có sóng vô tuyến, ánh sáng hồng ngoại, ánh sáng tử ngoại, tia X và tia gamma.

Những nghiên cứu của Newton về ánh sáng vào cuối thế kỉ 17 và đầu thế kỉ 18 đã làm phát sinh một trong những cuộc tranh cãi dai dẳng nhất trong lịch sử khoa học. Cuộc tranh cãi đó, không phân thắng bại trong hơn hai trăm năm trời, là về bản chất ánh sáng là một cơn mưa gồm những hạt nhỏ xíu hay ánh sáng là những loạt sóng.

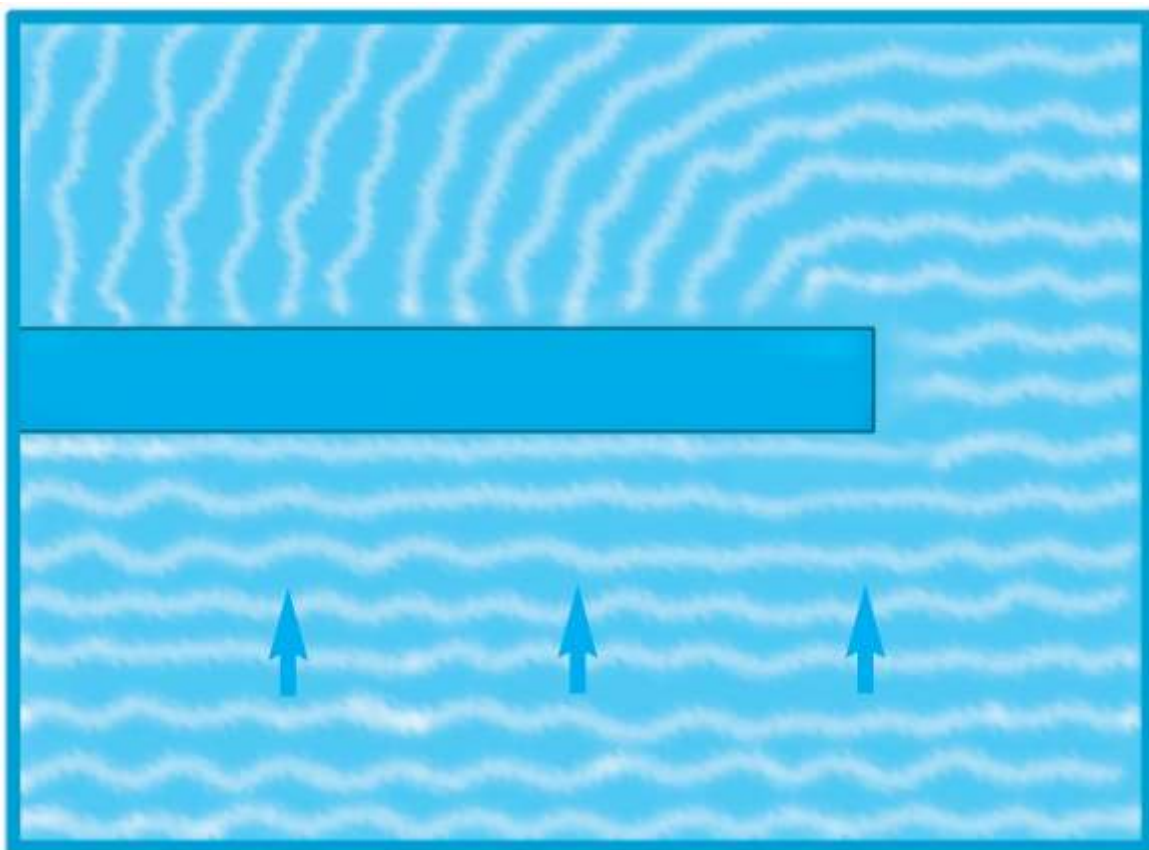
Để tìm hiểu câu hỏi trên, bạn cần phải biết một chút về hành trạng của sóng. Sóng có thể dễ thấy nhất là ở trong một bể sóng. Để tạo ra một bể sóng tại nhà, bạn cần có một cái đĩa to bằng thủy tinh trong, một tấm giấy trắng, và một cái đèn để bàn. Bạn cũng cần có hai cái bút chì và vài miếng gỗ nhỏ để làm vật chắn sóng.

Đổ nước vào ngập hai phần ba cái đĩa to. Đặt nó lên bàn, phía trên một miếng giấy. Đặt cái đèn để bàn sao cho ánh sáng của nó rọi thẳng góc xuống mặt nước. Giở thì dùng cái đầu tẩy của bút chì khều nhẹ nước ở trong đĩa để tạo sóng. Bạn sẽ thấy sóng tạo ra những cái bóng trên tờ giấy phía dưới, khiến chúng dễ thấy hơn. Hãy nhớ rằng sóng mà bạn đang nhìn thấy là sóng nước, nhưng những sóng khác, trong đó có ánh sáng, có những tính chất tương tự.

Đặt một miếng gỗ nhỏ vào trong đĩa làm vật chắn sóng. Ở một bên của miếng gỗ, hãy dùng bút chì tạo ra sóng. Hãy quan sát cái xảy ra khi sóng đi qua vật cản.

Lưu ý rằng sóng cong đi xung quanh vật cản và truyền vào phần bể bị chặn sóng. Sự cong đi như thế này của sóng xung quanh một vật cản được gọi là sự nhiễu xạ. Nhiễu xạ là một đặc trưng của mọi loại sóng.

Đối với các nhà khoa học hồi thế kỉ 17, ánh sáng dường như chẳng nhiễu xạ giống như những sóng khác. Ánh sáng có vẻ truyền đi theo đường thẳng, thay vì cong vòng quanh vật cản. Nếu bạn đặt một vật vào trong ánh sáng mặt trời, nó tạo ra một cái bóng. Nếu ánh sáng mặt trời nhiễu xạ giống như sóng nước, thì bạn nghĩ ánh sáng sẽ đi vòng quanh qua vật và tạo ra một cái bóng mờ mờ. Nhưng ánh sáng mặt trời tạo ra cái bóng có đường bao sắc nét.



Trong bể sóng, sóng nhiễu xạ, hay cong đi, xung quanh một vật đặt trên đường đi của nó.

Vì lí do này, Newton tin rằng ánh sáng phải gồm những hạt nhỏ xíu, chuyển động nhanh theo đường thẳng. Khi một vật chặn dòng hạt lại, thì kết quả là những cái bóng sắc nét.

Sau khi Newton đề xuất rằng ánh sáng gồm những hạt nhỏ xíu, hai nhà khoa học tiếng tăm khác đã không tán thành. Robert Hooke và Christiaan Huygens cho rằng ánh sáng cũng hành xử giống như sóng. Chúng ta hãy trở lại bể sóng để chứng tỏ lập luận này của họ.

Chặn một phần trong cái bể sóng của bạn, chỉ chừa một lỗ nhỏ thông qua phần bể bên kia. Với cái bút chì của mình, bạn hãy tạo ra sóng trong phần bị chặn kín của bể. Lưu ý cái xảy ra khi chúng đi qua lỗ nhỏ.

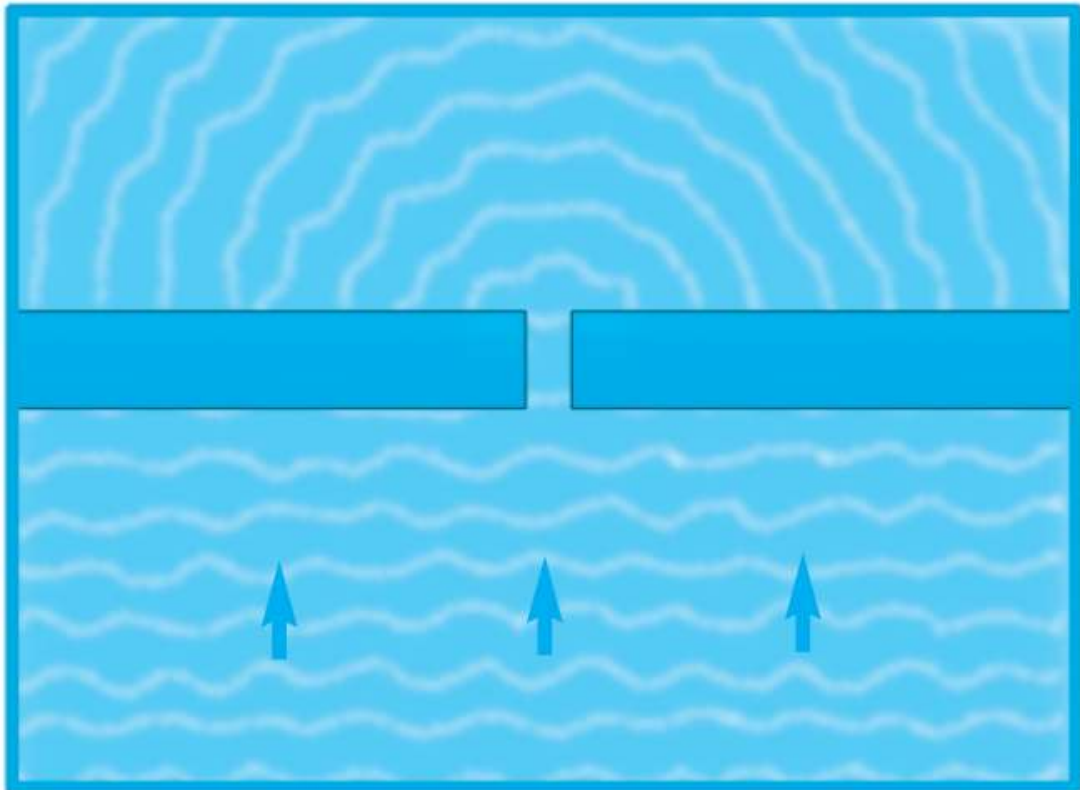
Sóng đi qua cái lỗ nhỏ phân tán ra y hệt như cách chúng lan tỏa ra từ chính nguồn phát sóng. Huygens lưu ý rằng bất kì mọi điểm trên phương truyền sóng có thể tác dụng như một nguồn phát sóng mới. Sóng phát ra từ nguồn mới này sẽ có những đặc trưng giống với sóng ban đầu. Quy tắc này được gọi là *nguyên lí Huygens*.



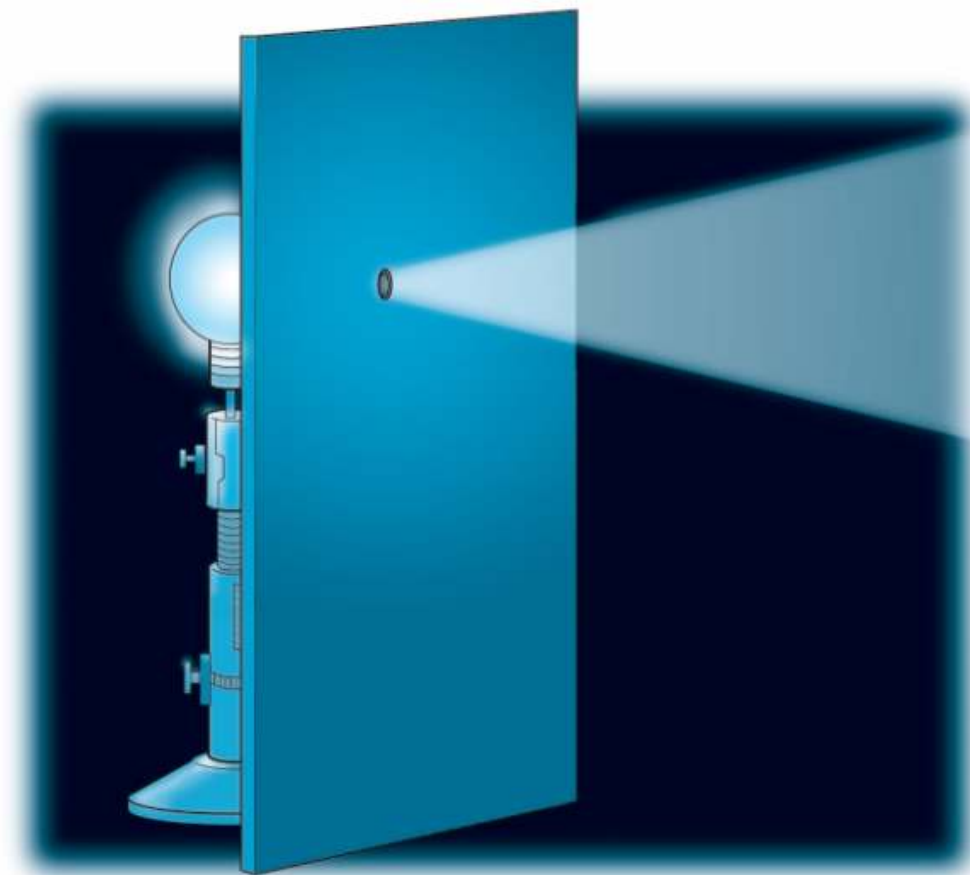
Nếu ánh sáng gồm những hạt nhỏ, bạn sẽ muốn thấy những cái bóng sắc nét (ảnh trên).
Nếu ánh sáng là sóng, bạn sẽ muốn thấy cái bóng kém sắc nét hơn (ảnh dưới).

Đó chính là cái xảy ra khi bạn cho phép ánh sáng chiếu qua một cái lỗ nhỏ. Nó lan tỏa ra từ cái lỗ, cứ như là cái lỗ đó là một nguồn phát sáng.

Huygens còn trình bày rằng nếu ánh sáng là sóng, thì điều đó sẽ giải thích tính chất khúc xạ của nó. Sóng ánh sáng truyền trong những chất liệu khác nhau sẽ có tốc độ khác nhau. Sự thay đổi tốc độ sẽ làm cho sóng bị bẻ cong đi. Việc lí giải tại sao các “hạt” ánh sáng bị bẻ cong khi chúng đi vào nước hoặc thủy tinh thì khó khăn hơn.



Trong một bể sóng, sóng truyền qua một cái lỗ nhỏ phân tán ra như thể cái lỗ nhỏ là một nguồn phát sóng thật sự.

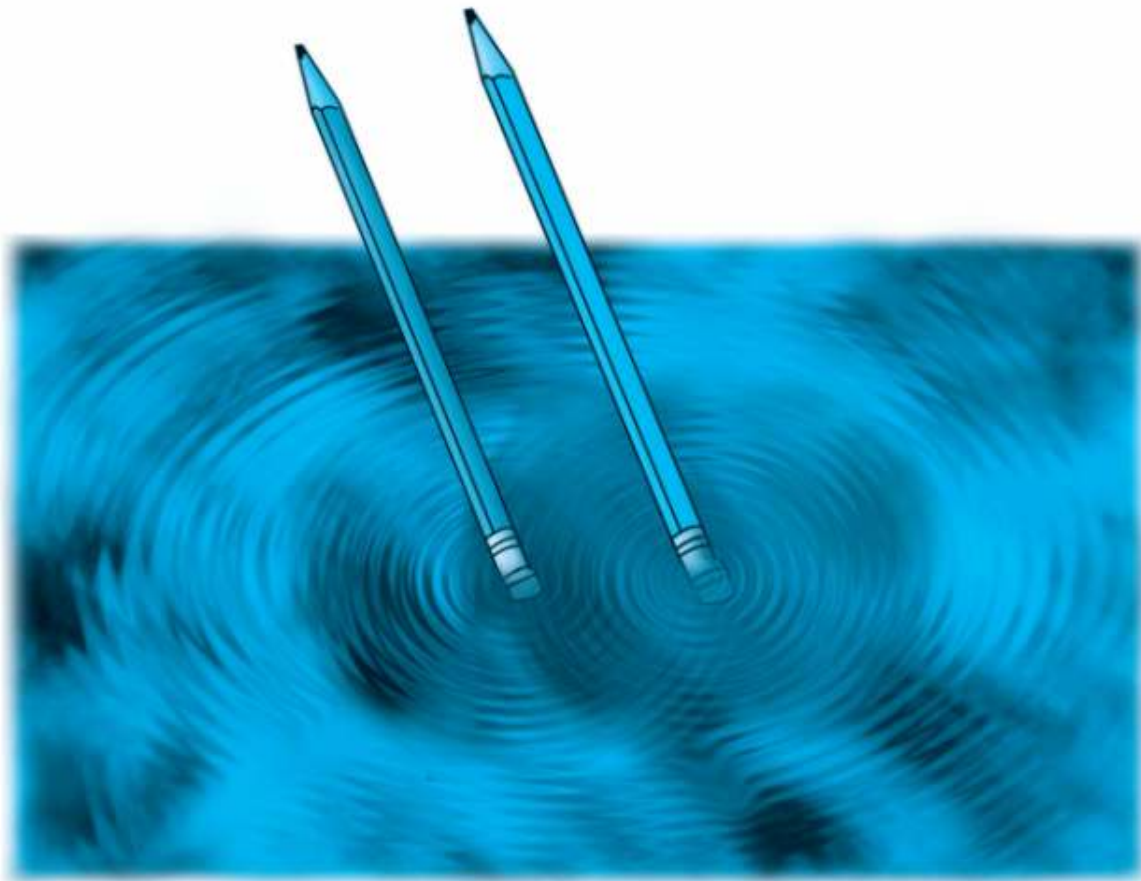


Ánh sáng đi qua một cái lỗ nhỏ hành xử như thể bản thân cái lỗ là một nguồn sáng.

Sóng còn có một hành trạng thú vị khác gọi là sự giao thoa. Để nhìn thấy sự giao thoa trong bể sóng của mình, bạn sẽ cần tạo sóng với hai cái bút chì. Giữ hai cái bút chì cách nhau vài cm. Sau đó, khều mặt nước với cả hai bút chì cùng lúc, theo kiểu đều đặn, tạo ra hai tập hợp sóng.

Để ý khi hai tập hợp sóng chồng lẫn lên nhau và đi qua nhau, chúng tương tác với nhau. Ở một số chỗ, chúng triệt tiêu lẫn nhau, còn ở một số chỗ khác thì chúng cộng gộp tác dụng của chúng với nhau. Hiện tượng này gọi là giao thoa sóng. Nếu bạn giữ kiểu sóng đều với chuyển động đều của hai cái bút chì, thì bạn sẽ có hệ vân giao thoa đều đặn.

Một đặc trưng của sóng là chúng tạo ra hệ vân giao thoa khi chúng chồng lẫn nhau. Khi những dòng hạt giao nhau, cái người ta muốn thấy là chúng va chạm nhau. Không ai từng quan sát thấy sự va chạm khi hai chùm ánh sáng chiếu xuyên qua nhau. Nhưng ánh sáng có tạo ra giao thoa hay không?



Hai nguồn sóng tạo ra một hệ vân giao thoa.

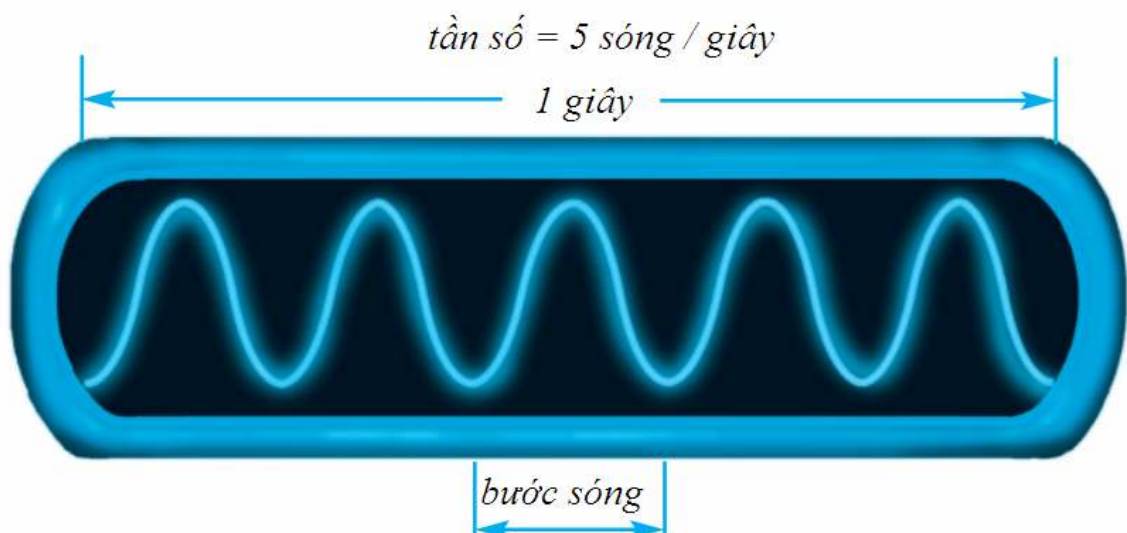
Năm 1801, nhà vật lí người Anh Thomas Young đã chứng minh rằng ánh sáng thật sự nhiễu xạ và thật sự tạo ra hệ vân giao thoa, giống hệt như những sóng khác. Có vẻ như câu hỏi ánh sáng là hạt hay là sóng cuối cùng đã có câu trả lời.

Bạn có thể dễ dàng thấy hệ vân giao thoa của ánh sáng với hai cái bút chì và đèn để bàn. Giữ hai cái bút chì ở phía trước mắt bạn khi bạn nhìn về phía ngọn đèn. Di chuyển hai cái bút chì đến gần nhau hơn, cho đến khi chúng gần như chạm vào nhau. Bạn sẽ nhìn thấy một hệ gồm những vạch sáng và tối rất mịn. Đó là hệ vân giao thoa tạo ra khi ánh sáng phát ra từ ngọn đèn đi qua khe hẹp chia tách giữa hai cái bút chì. Những vạch tối là những nơi tại đó sóng ánh sáng triệt tiêu nhau. Vì ánh sáng tạo ra hệ vân giao thoa giống như những sóng khác, nên nó cũng phải là sóng.

Young còn tính được kích cỡ thật sự của sóng ánh sáng. Bước sóng của sóng ánh sáng là rất nhỏ, nhưng Young đã đo được chúng. Những màu sắc ánh sáng khác nhau hóa ra là có bước sóng khác nhau. Young tìm thấy bước sóng của ánh sáng màu đỏ vào khoảng 76 phần triệu của một cm. Bước sóng của ánh sáng màu lam còn nhỏ hơn nữa, khoảng 38 phần triệu của một cm.

Những phép đo của Young lí giải tại sao sự nhiễu xạ ánh sáng lại khó nhìn thấy như thế. Sự nhiễu xạ xảy ra khi sóng bẻ cong vòng quanh một vật cản. Nhưng sóng ánh sáng quá nhỏ nên chúng chỉ có thể bẻ cong quanh những vật cản rất nhỏ - những vật cản không lớn hơn kích cỡ nguyên tử bao nhiêu.

Vào giữa thế kỉ 19, người ta dường như chắc chắn rằng ánh sáng có bản chất sóng. Nhưng ngay cả khi đó vấn đề vẫn chưa được giải quyết xong. Khoảng năm 1900, những khám phá mới của Max Planck và Albert Einstein đã làm hồi sinh lí thuyết hạt. Kết quả cuối cùng hóa ra là cả hai phe tranh cãi đều đúng! Ánh sáng thường hành xử giống như sóng, nhưng nó cũng tác dụng giống như hạt.



Sóng có thể được đo bằng bước sóng hoặc tần số của chúng.

Có một định luật mô tả độ sáng của ánh sáng hay không? Có chứ. Những ngôi sao mờ nhạt mà chúng ta thấy trên bầu trời đêm thật ra là những mặt trời đang bùng cháy. Ánh sáng của chúng mờ đi nhiều sau hành trình đường dài của chúng đến hành tinh của chúng ta. Bạn càng ở xa một nguồn

phát sáng, thì độ rực rỡ của ánh sáng càng kém đi. Thật vậy, cường độ của ánh sáng phát ra từ mọi nguồn sáng giảm rất nhanh khi khoảng cách đến nguồn tăng lên. Độ giảm đó tỉ lệ với bình phương của khoảng cách. Bình phương của khoảng cách có nghĩa nhân khoảng cách với chính nó.

Mối liên hệ đặc biệt này giữa độ sáng và khoảng cách đến nguồn sáng được gọi là quan hệ tỉ lệ nghịch bình phương. Nhiều lực khác trong tự nhiên giảm đi theo khoảng cách với quy luật tương tự. Một lời giải thích cặn kẽ hơn nguyên do vì sao xảy ra như vậy, mời bạn tham khảo ở phần sau tập sách này. Trong khi chờ đợi, hãy thử nghĩ xem Mặt trời của chúng ta cần tạo ra bao nhiêu ánh sáng. Nó cực kì rực rỡ, mặc dù chúng ta ở cách xa nó đến 150 triệu kilomet!

Chúng ta cần xét đến một thực tế nữa về ánh sáng – tốc độ của nó. Galileo Galilei là nhà khoa học đầu tiên nỗ lực đo tốc độ của ánh sáng. Ông đứng trên một ngọn đồi, tay cầm một cái đèn lồng đầy kín, và để một người trợ lí đứng ở một ngọn đồi đằng xa, tay cầm một cái đèn lồng giống như vậy. Ông mở đèn của mình lên. Ngay khi người trợ lí của ông nhìn thấy ánh sáng, anh ta lập tức mở đèn của mình lên. Galileo muốn đo thời gian cần thiết để ông nhận lại tín hiệu sáng.

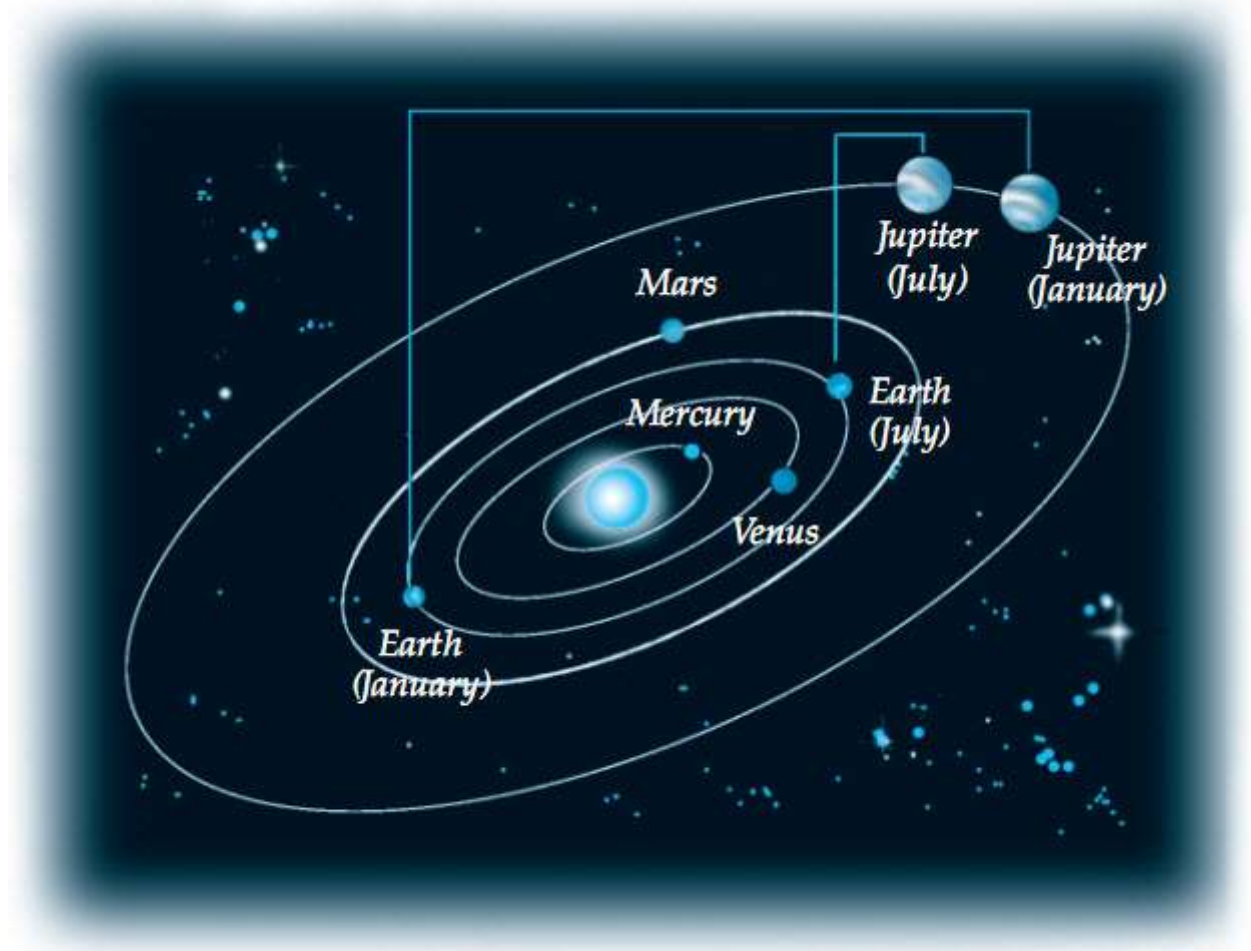
Thật không may, thí nghiệm không thành công. Ánh sáng có vẻ truyền đi giữa hai ngọn đồi gần như tức thời. Ánh sáng chuyển động nhanh đến mức việc đo tốc độ của nó là vô cùng khó khăn.

Nỗ lực đầu tiên thành công trong việc đo tốc độ ánh sáng là sử dụng quỹ đạo của Trái đất làm thước đo. Nhà thiên văn học người Đan Mạch Olaus Rømer đã biết sự che khuất của các vệ tinh của Mộc tinh xảy ra theo lịch định hồi cuối thế kỉ 17. Ông để ý thấy thời gian che khuất biến thiên, tùy thuộc vào Mộc tinh và Trái đất ở nơi nào trong quỹ đạo của chúng. Nếu hai hành tinh ở về hai phía của Mặt trời, thì sự che khuất sẽ muộn vài ba phút. Nếu hai hành tinh ở cùng một phía của Mặt trời, thì sự che khuất sẽ sớm vài ba phút.

Rømer nhận thấy độ chênh lệch thời gian có nguyên nhân là sự chênh lệch khoảng cách mà ánh sáng từ vệ tinh của Mộc tinh phải truyền đi trước khi nó được nhìn thấy trên Trái đất. Rømer đã biết đường kính gần đúng của quỹ đạo Trái đất. Ông biết ánh sáng phải đi thêm bao xa để băng qua quỹ đạo đó. Cho nên, ông có thể ước tính ánh sáng truyền đi bao nhanh để băng qua khoảng cách đó. Rømer tính được ánh sáng truyền đi ở tốc độ khoảng 226.000 km mỗi giây.

Năm 1849, nhà vật lí người Pháp Armand Fizeau là khoa học đầu tiên chế tạo ra một dụng cụ để đo tốc độ ánh sáng trong một thí nghiệm trong phòng lab. Kể từ đó, nhiều nhà nghiên cứu khác đã tiến hành những phép đo ngày một chính xác hơn của tốc độ ánh sáng. Nổi tiếng nhất trong số học là nhà vật lí người Mỹ Albert Michelson. Ông đã dành phần lớn cuộc đời của mình để xác định chính xác tốc độ của ánh sáng, Michelson giành giải thưởng

Nobel năm 1907, giải thưởng tôn vinh nhiều thí nghiệm tài tình mà ông đã dùng để đo tốc độ ánh sáng càng chính xác càng tốt.



Rømer đã sử dụng những vị trí khác nhau của quỹ đạo Trái đất để đo tốc độ của ánh sáng mặt trời phản xạ khỏi Mộc tinh.

Ngày nay, các nhà khoa học đặt tốc độ ánh sáng là 299.792,5 km/s, hay 186.281,7 dặm/s. Tốc độ đó thường được làm tròn là 300.000 km/s hay 186.000 dặm/s. Đây là một số đo rất quan trọng. Tốc độ của ánh sáng có thể xem là “giới hạn tốc độ” của vũ trụ. Như chúng ta biết, không có cái gì có thể truyền đi nhanh hơn tốc độ ánh sáng.

Tốc độ của ánh sáng là 300.000 km/s trong chân không (không gian hoàn toàn trống rỗng). Ánh sáng truyền đi trong không khí nhanh gần như thế. Trong những chất liệu khác, như nước hoặc thủy tinh, tốc độ ánh sáng chậm hơn nhiều. Thí dụ, ánh sáng truyền đi khoảng 225.000 km/s (140.000 dặm/s) ở trong nước và khoảng 200.000 km/s (124.000 dặm/s) ở trong thủy tinh. Chính sự khác biệt tốc độ này là nguyên nhân khiến ánh sáng bị khúc xạ, hay bị bẻ cong, khi nó đi từ chất này sang chất khác.

Ánh sáng là một bộ phận quen thuộc trong thế giới hàng ngày của chúng ta nên người ta thường dễ quên nó đặc biệt và quan trọng như thế nào. Chúng ta có thể nhìn thấy thế giới của mình chỉ vì nó chìm ngập trong một

dòng ánh sáng liên tục, chúng phản xạ khỏi những vật xung quanh chúng ta và đi vào mắt của chúng ta. Vũ trụ ngập tràn ánh sáng truyền đi ở tốc độ hết sức lớn từ những ngôi sao và thiên hà xa xôi. Chính ánh sáng này cho chúng ta biết cái gì “ở ngoài kia”, bên ngoài thế giới của riêng chúng ta. Ánh sáng là kết nối quan trọng nhất của chúng ta với mọi thứ trong vũ trụ nằm bên ngoài hành tinh của chúng ta. Không có kiến thức về ánh sáng, thì có lẽ khoa học không thể hiểu được phần còn lại của vũ trụ.

Chương 2

Các định luật điện từ học

Vào cuối thế kỉ 18, điện học đã là một thú tiêu khiển phổ biến. Khách khứa sẽ thu gom điện tích bằng thanh thủy tinh và mảnh lụa. Sau đó, họ sẽ làm sốc người khác với những tia lửa điện, làm cho tóc của họ dựng đứng lên, và làm những trò ảo thuật điện khác nữa. Điện là một món đồ chơi hấp dẫn. Nhưng nó cũng là một câu đố đối với những nhà khoa học cố gắng nghiên cứu nó.

Lí thuyết phổ biến nhất của điện học lúc ấy nói rằng điện gồm hai loại chất lỏng. Một chất lỏng có điện tích dương, và một chất lỏng có điện tích âm. Có nhiều cách để thu gom những chất lỏng này. Thí dụ, cọ xát một thanh thủy tinh với lông thú làm truyền ra một phần chất lỏng đó, tạo ra một vật tích điện. Chất lỏng kia sẽ hút lấy chất lỏng này. Nhưng không ai từng nhìn thấy chất lỏng điện hay tìm thấy bất kì bằng chứng nào khác rằng chúng thật sự tồn tại.

Không có cá nhân nhà khoa học nào chịu trách nhiệm phá ra mọi nguyên lí mô tả lực điện. James Clerk Maxwell là nhà khoa học cuối cùng đã viết ra hệ phát triển đầy đủ cho sự hoạt động của điện và từ. Nhưng các quy luật toán học mà Maxwell công bố vào năm 1864 là kết quả của nhiều năm nghiên cứu của nhiều nhà khoa học khác.

Hãy bắt đầu câu chuyện với Benjamin Franklin. Có lẽ bạn đã biết Franklin là một chính khách, nhà văn và nhà phát minh vĩ đại người Mỹ. Nhưng ông còn là một người nghiên cứu điện học từ rất sớm. Franklin nhận ra rằng hiện tượng điện có thể giải thích dễ dàng một loại chất lỏng, thay vì hai loại. Điện tích dương có thể xem là sự dư thừa lượng chất lỏng đó. Điện tích âm khi đó sẽ là sự thiếu hụt cũng chất lỏng đó. Lí thuyết chất lỏng không tồn tại, nhưng quan điểm của Franklin về điện tích dương và điện tích âm là hai mặt của một lực thì tồn tại.

Franklin còn nhận ra một định luật rất quan trọng của điện học: *định luật bảo toàn điện tích*. Định luật bảo toàn điện tích phát biểu rằng với mỗi điện tích âm được tạo ra, phải có một lượng điện tích dương bằng như vậy. Điều đó có nghĩa là tổng điện tích dương và điện tích âm trong vũ trụ phải cân bằng hoàn toàn với nhau.

Định luật bảo toàn điện tích không có nghĩa là chúng ta không thể có bất kì dòng điện nào. Nhưng hễ khi nào chúng ta làm mất cân bằng lực điện, chúng ta phải tạo ra các điện tích dương và điện tích âm với lượng ngang bằng nhau. Thí dụ, bạn có thể tạo ra điện tích bằng cách cọ xát một quả bóng

đã bơm căng lên trên áo len. Quả bóng sẽ nhận một ít điện tích âm từ áo len. Nhưng cái áo len cũng sẽ nhận một lượng điện tích dương ngang bằng như vậy. Sau đó, quả bóng sẽ dính vào tường do sự chênh lệch điện tích giữa tường và quả bóng.

Điều tương tự xảy ra khi chúng ta lê chân trên thảm trải nhà vào một ngày khô hanh. Khi chúng ta đi trên thảm, cơ thể chúng ta nhận một lượng điện tích nhỏ. Một lượng điện tích bằng như vậy nhưng trái dấu tạo nên bên trong tấm thảm. Khi bạn chạm tay vào nệm cửa hay vật kim loại nào khác, các điện tích triệt tiêu với một tia lửa điện nhỏ. Nếu bạn làm như thế trong phòng tối, bạn sẽ có thể thấy tia lửa điện một cách rõ ràng.

Điều quan trọng nên nhớ là hề khi nào chúng ta cấp cho một vật một điện tích âm, thì đồng thời chúng ta cũng cho một vật khác một điện tích dương. Cái áo len nhận điện tích dương ngang bằng với quả bóng nhận điện tích âm. Mỗi vật nhận một điện tích, và các điện tích cân bằng với nhau. Đó là định luật bảo toàn điện tích.

Khám phá điện học tiếp theo do nhà khoa học người Pháp Charles-Augustin de Coulomb thực hiện vào năm 1789. Coulomb biết rằng các điện tích trái dấu thì hút nhau và các điện tích cùng dấu thì đẩy nhau. Ông muốn đo độ lớn của lực hút đó.

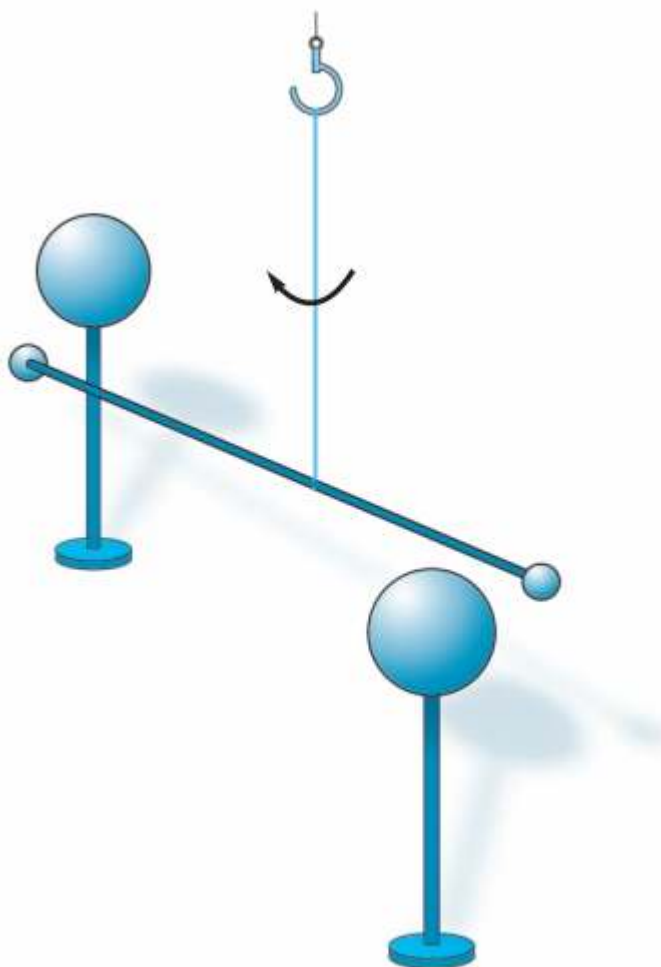
Để đo lực điện, Coulomb treo một thanh ngang bên dưới một sợi dây mỏng (Xem hình bên dưới). Tại mỗi đầu thanh là một quả cầu tích điện làm bằng kim loại. Sau đó, ông tích điện trái dấu cho hai quả cầu khác đặt gần đó. Ông biết chính xác mỗi quả cầu có bao nhiêu điện tích. Bằng cách đo lượng xoắn trên sợi dây, ông có thể tính ra lực hút giữa những quả cầu.

Các kết quả của Coulomb thật bất ngờ và thú vị. Ông khám phá ra lực điện tỉ lệ thuận với lượng điện tích ở hai vật và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách của chúng.

Trước khi chúng ta tiếp tục, điều quan trọng là nên hiểu tỉ lệ thuận và tỉ lệ nghịch nghĩa là gì. Chúng không khó hiểu như tên gọi của chúng gợi lên.

Nếu hai số đo là tỉ lệ thuận, thì khi một số tăng lên, số kia cũng tăng theo. Thí dụ, nếu bạn lái xe với tốc độ 80 km/h, quãng đường bạn đi tỉ lệ thuận với thời gian bạn lái xe. Khi thời gian tăng lên, quãng đường đó cũng tăng lên. Bạn lái xe càng lâu thì quãng đường bạn đi càng xa.

Nếu hai số đo là tỉ lệ nghịch, thì khi một số tăng lên, số kia giảm đi. Thí dụ, nếu bạn đi một hành trình dài 160km, thì thời gian của chuyến đi sẽ tỉ lệ nghịch với tốc độ bạn lái xe. Bạn lái xe càng nhanh, thì thời gian của chuyến đi càng ngắn. Khi tốc độ tăng lên, thời gian giảm đi.



Để đo lực điện, Coulomb sử dụng những quả cầu tích điện treo bên dưới một sợi dây mảnh.

Định luật Coulomb cho chúng ta biết rằng lực điện giữa hai điện tích phụ thuộc vào độ lớn của hai điện tích đó. Độ chênh lệch điện tích giữa hai vật càng lớn, thì lực hút giữa chúng càng mạnh. Nó cũng có nghĩa là khi hai vật cách xa nhau ra, thì lực hút đó giảm đi nhanh. Nếu hai vật chuyển ra xa gấp đôi, thì lực hút chỉ bằng một phần tư lúc đầu. Nếu chúng chuyển ra xa gấp ba lần, thì lực hút giảm đi chín lần.

Về mặt toán học, định luật Coulomb được viết như sau:

$$F = K \times \frac{q(1) \times q(2)}{d^2}$$

Trong phương trình này, F kí hiệu cho lực hút, $q(1)$ và $q(2)$ là điện tích của hai vật, và d là khoảng cách giữa hai vật. K là một hằng số, một con số nhỏ cho phép tính ra chính xác lực hút điện.

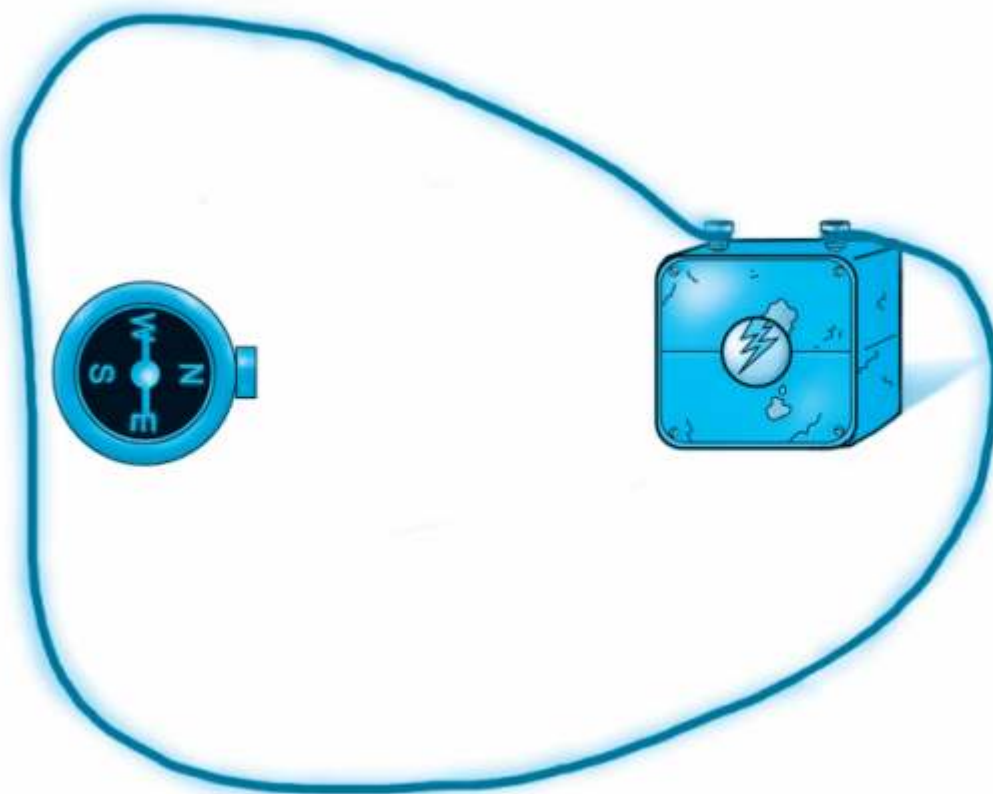
Coulomb còn làm thí nghiệm với lực từ theo kiểu tương tự. Hóa ra định luật hút từ cũng là một định luật nghịch đảo bình phương. Thật là hào hứng khi khám phá những lực khác nhau này tuân theo những định luật giống nhau.

Nó cho thấy các định luật của vũ trụ phải khớp vào một khuôn mẫu đơn giản và có trật tự.

Khám phá quan trọng tiếp theo về điện học do Hans Christian Ørsted thực hiện vào năm 1820. Ørsted thực hiện khám phá của ông một cách tình cờ. Ông nối một sợi dây với nguồn cấp điện để tạo ra một dòng điện. Một cái la bàn đặt trên bàn thí nghiệm gần đó. Ørsted để ý thấy khi dòng điện chạy qua dây thì kim la bàn bị hút về phía nó.

Sau nhiều thí nghiệm, Ørsted chắc chắn về khám phá của ông: Một điện tích đang chuyển động tạo ra một từ trường. Hễ khi nào có dòng điện chạy trong dây thì nó tạo ra từ trường xung quanh dây.

Bạn có thể tự mình làm thí nghiệm Ørsted. Tất cả những gì bạn cần là một sợi dây dài bọc cách điện, một cái la bàn nhỏ và một nguồn cấp điện. Sử dụng pin khô 1,5V hoặc pin đèn flash 6V.



Dòng điện chạy qua dây dẫn tạo ra từ trường, như thí nghiệm đơn giản này cho thấy.

Bóc một phần nhỏ chất cách điện ra khỏi mỗi đầu dây. Gắn một đầu dây với một cực của cục pin. Bố trí dây dẫn thành vòng và đặt cái la bàn ở gần vòng dây. Sắp xếp dây sao cho kim la bàn không hướng thẳng về phía dây. Giờ thì chạm đầu dây còn lại với cực kia của pin. Quan sát xem kim la bàn phản ứng như thế nào. Thử làm thí nghiệm với kim la bàn và vòng dây ở vài vị trí khác nhau. Mỗi lần không nên để dây nối với cả hai cực của pin lâu

hơn vài ba giây. Nếu bạn làm thế, dòng điện sẽ nhanh chóng lấy hết năng lượng ra khỏi pin và sợi dây có thể trở nên nóng đến mức nguy hiểm.

Sau năm 1820, nghiên cứu điện học và từ học diễn ra với tốc độ rất nhanh. Ørsted nhận thấy dòng điện có thể tác dụng lực đủ làm cho kim la bàn quay. Những dòng điện mạnh hơn và những nam châm mạnh hơn có thể kết hợp để làm quay một động cơ. Khai thác khám phá của Ørsted, nam châm điện đầu tiên và động cơ điện đầu tiên đã được chế tạo ra vào năm 1823.

Nhà khoa học người Anh Michael Faraday đã thực hiện đóng góp quan trọng tiếp theo cho sự tìm hiểu dòng điện và nam châm. Faraday là một nhà thực nghiệm cừ khôi. Ông đã biết từ thí nghiệm của Ørsted rằng một dòng điện đang chạy có thể tạo ra từ trường. Ông tự hỏi liệu cái ngược lại có đúng không? Một nam châm có thể gây ra một dòng điện chạy trong dây dẫn hay không?

Câu trả lời của Faraday hóa ra là một trong những khám phá có ích nhất trong lịch sử khoa học. Năm 1831, Faraday đã chế tạo ra một mạch điện với một cuộn dây. Trong mạch điện đó là một điện kế, thiết bị dùng để đo những dòng điện nhỏ. Sau đó, Faraday đặt một cái nam châm bên trong cuộn dây. Ông phát hiện thấy một dòng điện sinh ra hễ khi nào cái nam châm di chuyển vào hoặc ra khỏi cuộn dây. Khi cái nam châm nằm yên, không có dòng điện nào sinh ra hết. Từ thí nghiệm này dẫn đến cái gọi là *định luật Faraday*: Một từ trường đang chuyển động tạo ra một dòng điện chạy trong dây.

Tại sao khám phá của Faraday lại có ích như thế? Faraday nhanh chóng nhận ra rằng việc di chuyển một sợi dây trong một từ trường mạnh có thể tạo ra một dòng điện. Cùng năm đó, ông đã chế tạo ra máy phát điện từ đầu tiên. Máy phát của Faraday có thể sản sinh ra một dòng điện đều đặn khi cần đến nó. Phát minh của Faraday không phụ thuộc vào những nguồn cung hóa chất đắt tiền, lộn xộn như trường hợp dùng pin. Và nó không bao giờ cạn kiệt năng lượng. Những hậu duệ khổng lồ ngày nay của máy phát điện đầu tiên của Faraday sản xuất điện năng dùng cho ti vi, tủ lạnh, bóng đèn điện, và nhiều thiết bị điện khác của chúng ta.

Năm 1864, James Clerk Maxwell đã ghép những mảnh hình điện học và từ học lại với nhau. Các định luật điện từ học của ông được gọi là *hệ phương trình Maxwell*. Phát biểu toán học của những định luật đó quá phức tạp để trình bày ở đây, nhưng những định luật của ông cho chúng ta biết những điều sau đây:

- Lực điện và lực từ là hai mặt khác nhau của cùng một lực.
- Mỗi điện tích có một điện trường xung quanh nó. Điện trường này hút điện tích trái dấu và đẩy điện tích cùng dấu.
- Một điện tích đang chuyển động hay một điện trường đang biến thiên sinh ra một từ trường.

- Một từ trường biến thiên sinh ra một điện trường.

Kể từ năm 1864, hết lần này tới lần khác, các thí nghiệm đã chứng tỏ các định luật Maxwell là đúng. Do điện và từ chỉ là hai mặt khác nhau của cùng một lực, nên các nhà khoa học thường gọi lực đó là lực điện từ. Cùng với lực hấp dẫn và lực hạt nhân trong nguyên tử, nó là một trong những lực cơ bản của vũ trụ.

Khi Maxwell xem xét khám phá của ông, ông nhận ra một cái gì đó khác rất thú vị. Một sự biến thiên ở điện trường tạo ra một sự biến thiên ở từ trường. Nhưng sự biến thiên ở từ trường sau đó lại tạo ra sự biến thiên ở điện trường. Quá trình này có thể tiếp diễn mãi mãi. Nên một sự biến thiên của từ trường hoặc điện trường phân tán ra rất nhanh, tạo ra một hiệu ứng sóng điện từ.

Maxwell đã tính ra sóng điện từ này sẽ chuyển động trong không gian nhanh bao nhiêu. Kết quả của ông cho biết nó truyền đi ở tốc độ chừng 300.000 km/s. Nhưng đó là một tốc độ đã biết. Đó là tốc độ của ánh sáng. Vậy ánh sáng có thể là một dạng năng lượng điện từ hay không?

Vâng. Maxwell phát hiện thấy ánh sáng là một sóng điện từ. Những khám phá trong thời gian gần đó cho biết bức xạ ánh sáng thật sự được phát ra bởi sự dao động nhanh của các electron trong nguyên tử.

Maxwell còn dự đoán rằng các nhà nghiên cứu sẽ tìm thấy những loại bức xạ điện từ khác nằm ngoài vùng ánh sáng nhìn thấy. Các phương trình Maxwell cho biết phải có những sóng điện từ có năng lượng thấp hơn ánh sáng nhìn thấy, và những sóng có năng lượng cao hơn.

Hai trong số những loại sóng ánh sáng này đã được biết đến. Ánh sáng hồng ngoại và ánh sáng tử ngoại đều được phát hiện vào khoảng năm 1800. Những tính toán của Maxwell cho thấy những sóng ánh sáng này là những dạng bức xạ điện từ giống như sóng ánh sáng vậy. Và không bao lâu sau khi các phương trình Maxwell được thiết lập, những dạng bức xạ điện từ mới đã được khám phá ra.

Năm 1889, Heinrich Hertz phát hiện ra sự tồn tại của sóng vô tuyến. Đây là những sóng điện từ có bước sóng dài hơn nhiều so với ánh sáng nhìn thấy. Năm 1895, Wilhelm Roentgen phát hiện ra tia X. Đây là những sóng điện từ có bước sóng rất ngắn. Ngưỡng rộng bức xạ trên – từ sóng vô tuyến, qua sóng hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy, ánh sáng tử ngoại, và tia X và tia gamma – được gọi là phổ điện từ. Tất cả những tia khác nhau này truyền đi ở tốc độ 300.000 km/s. Chúng đều hành xử giống như sóng ánh sáng. Các tiên đoán của Maxwell về năng lượng điện từ đã được chứng minh là đúng!

Năm 1897, J. J. Thomson phát hiện ra sự tồn tại của một hạt tích điện âm nhỏ hơn nguyên tử. Hạt này được gọi là electron. Các nhà khoa học nhận thấy chuyển động của các electron là cái mang năng lượng điện.

Khi cọ xát một quả bóng trên vải len, một số electron truyền từ những sợi len sang quả bóng cao su. Sự truyền electron đó đã tạo ra điện tích. Khi chúng ta nối một sợi dây với hai cực của pin, chính dòng chảy của các electron mang dòng điện. Và khi chúng ta bật công tắc bóng đèn, chính chuyển động của các electron trong dây tóc của bóng đèn tạo ra sóng điện từ mà chúng ta gọi là ánh sáng.

Thật khó tưởng tượng cuộc sống hiện đại sẽ trông ra sao nếu không có điện năng. Việc tìm hiểu lực điện từ đã mang đến nhiều dụng cụ hấp dẫn. Chúng ta sử dụng năng lượng này để chạy các thiết bị trong nhà, đun sủi và thắp sáng nhà cửa, và tính toán các khoản ngân quỹ gia đình. Máy vi tính, ti vi, máy hát đĩa, radar, và cả nghìn dụng cụ tuyệt diệu khác đều phụ thuộc vào kiến thức của chúng ta về điện từ học.

Chương 3

Dòng điện – Định luật Ohm và Định luật Joule

Điện năng đã trở thành dạng năng lượng được sử dụng rộng rãi nhất trong thế giới hiện đại của chúng ta. Nhưng để khai thác điện năng, chúng ta phải biết nó hoạt động như thế nào trong một mạch điện. Với kiến thức đó, các thiết bị và đồ dùng bằng điện có thể được thiết kế để làm việc an toàn và hiệu quả.

Vào thế kỉ 19, người ta nghĩ dòng điện là một dòng chảy của những điện tích qua bất kì chất dẫn nào, thí dụ như một sợi dây. Ngày nay, chúng ta biết những điện tích đó là những hạt nhỏ xíu gọi là electron. Năng lượng điện thật ra là sự chuyển động của các electron trong mạch điện.

Mạch điện là đường dẫn qua đó dòng điện có thể chạy. Nó thường là một loạt dây dẫn và các dụng cụ điện nối với một nguồn cấp điện.

Năng lượng điện trong mạch điện do nguồn điện cung cấp. Nguồn này có thể là pin, thiết bị tạo ra năng lượng điện bằng phản ứng hóa học. Hoặc nó có thể là máy phát điện tạo ra dòng điện bằng cách cho các dây dẫn chuyển động trong từ trường. Các công ti điện thương mại sản xuất điện bằng những máy phát khổng lồ hoạt động bằng sức nước, lò than hoặc dầu, hoặc lò phản ứng hạt nhân.

Nguồn điện, hoặc là máy phát hoặc là pin, tạo ra một suất điện động. Bạn có thể nghĩ suất điện động là lượng “áp suất” điện gửi dòng điện đi trong mạch. Suất điện động trong mạch được đo bằng đơn vị volt (đặt theo tên Alessandro Volta, người phát minh ra pin).

Suất điện động thường được gọi là hiệu điện thế, hay đơn giản là thế. Nó chỉ tạo ra dòng điện khi nào mạch điện nối với cực dương và cực âm của nguồn điện là khép kín. Nếu không, nó chỉ có thế, hoặc khả năng, tạo ra dòng điện. Một cực pin 6 volt có 6 volt điện thế cho dù nó có nối hay không nối với một mạch điện.

Lượng điện tích chạy qua mạch điện được gọi là dòng điện. Nó được đo bằng ampere (theo tên André-Marie Ampère, một nhà khoa học khác đã nghiên cứu dòng điện). Ampere đo số electron chạy qua mạch điện trong mỗi giây.

Hãy nhớ rằng dòng điện và điện áp là hai thứ khác nhau. Có thể có một dòng điện lớn chạy trong mạch ở mức điện áp thấp, hoặc một dòng điện nhỏ

chạy ở điện áp rất cao. Điện áp thì đo lực điện, còn ampere thì đo tổng điện lượng chạy trong mạch điện.

Khi dòng điện chạy trong mạch điện, nó gặp phải sự cản trở. Điện trở là bất kì cái gì đó ngăn cản hoặc cản trở dòng chảy của điện trong mạch. Điện trở trong mạch biến một phần năng lượng điện thành nhiệt lượng. Điện trở được đo theo ohm (theo tên George Ohm, người chúng ta sẽ nói tới ngay ở phần sau).

Mọi thứ trong mạch điện, kể cả dây dẫn, đều phát sinh điện trở. Lượng điện trở trong một mạch điện phụ thuộc vào bốn yếu tố: chiều dài của mạch, bề dày của dây dẫn và những chất dẫn khác trong mạch, loại chất liệu cấu tạo nên dây, và nhiệt độ của mạch.

Một số dây dẫn, như dây đồng hoặc dây bạc, có điện trở rất nhỏ. Chúng dẫn điện khá tốt. Rất ít năng lượng điện đi qua dây đồng bị chuyển hóa thành nhiệt do điện trở. Đó là nguyên do đồng thường được dùng trong mạch điện. Những chất khác có điện trở lớn hơn. Thí dụ, dây Nichrome, cấu tạo từ hợp chất của nickel và chromium, có điện trở rất lớn. Nó trở nên rất nóng khi dòng điện đi qua nó. Vì lí do này, Nichrome thường được dùng làm bộ phận nung nóng trong lò nướng hoặc máy sấy tóc.

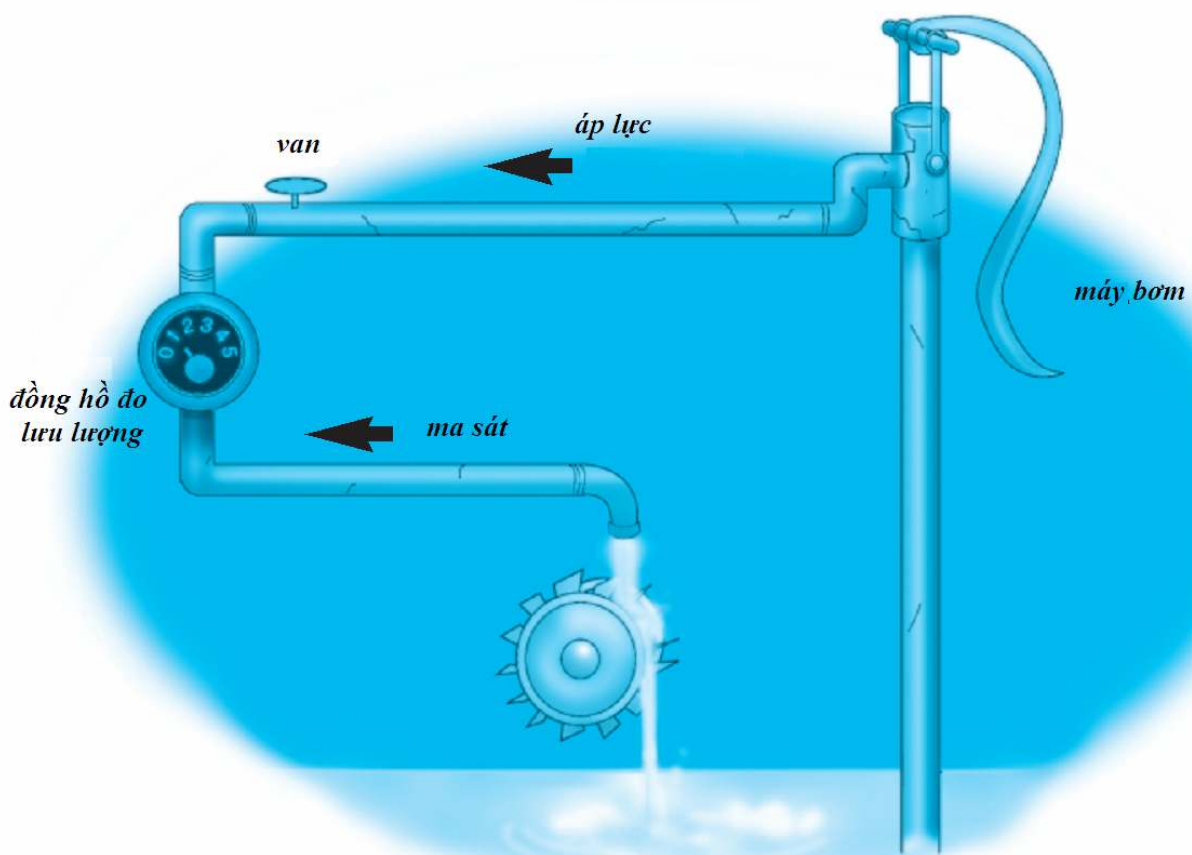
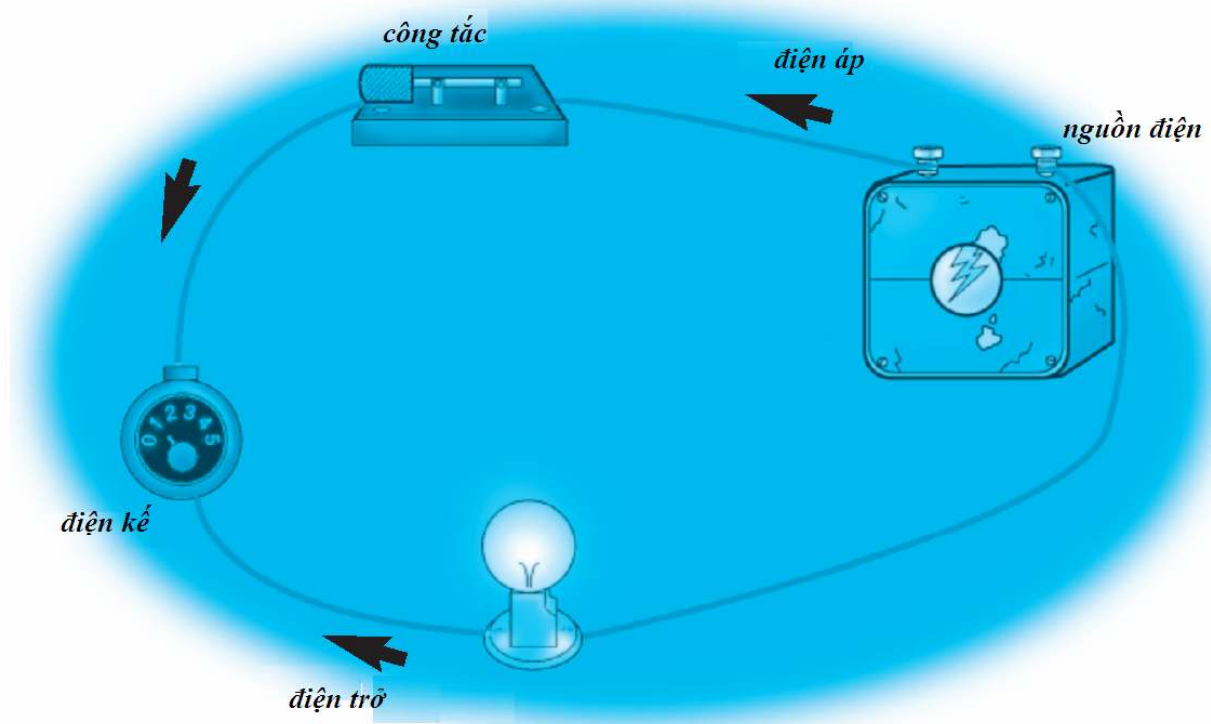
Một số chất liệu, như thủy tinh và cao su, có điện trở quá lớn nên dòng điện chẳng thể chạy qua chúng. Những chất liệu như thế này được gọi là chất cách điện.

Sợi dây càng dài thì điện trở của nó càng lớn. Và dây càng dày thì điện trở của nó càng nhỏ. Giống như nước chảy qua một cái ống lớn, dòng điện chạy qua vật dẫn dày thuận lợi hơn.

Nhiệt độ của một chất cũng ảnh hưởng đến điện trở của nó. Trong đa số trường hợp, điện trở tăng khi nhiệt độ tăng. Nhưng quy luật này có ngoại lệ.

Để hiểu rõ chuyển động của dòng điện trong một mạch điện, hãy hình dung sự tương đồng giữa một mạch điện và hệ thống ống dẫn nước. Trong hệ thống nước, nước bị buộc chảy qua các ống do máy bơm. Máy bơm đó tương ứng với máy phát điện hoặc pin trong mạch điện. Máy bơm tạo ra áp lực buộc nước chuyển động trong hệ. Áp lực này tương đương với suất điện động, hay điện áp. Lượng nước chảy trong các ống tương ứng với lượng điện chạy trong mạch điện.

Điện trở tương đương với ma sát (sự cọ xát) trong các ống dẫn nước. Máy bơm phải kháng ma sát này để cho nước chuyển động. Khi hai chất cọ xát lên nhau, sự ma sát sinh ra nhiệt. Giống như ma sát, điện trở trong mạch điện tạo ra nhiệt. Ống dẫn càng lớn cho phép nước chảy càng dễ, trong khi ống nhỏ có ma sát cản trở dòng nước lớn hơn. Dây dày có điện trở nhỏ hơn dây mỏng.



Một mạch điện có nhiều cái giống với một hệ thống dẫn nước khép kín.

Vào đầu thế kỉ 19, nhà vật lí người Đức Georg Ohm đã nghiên cứu sự hoạt động của mạch điện. Ông muốn biết điện trở và điện áp ảnh hưởng như thế nào đến dòng điện chạy trong dây. Ohm nhận thấy khi ông tăng điện áp trong mạch lên, thì dòng điện cũng tăng theo, miễn là những thứ khác trong mạch giữ nguyên không đổi. Giả sử chúng ta có một mạch điện 10 volt với dòng điện 1 ampere chạy qua nó. Nếu chúng ta tăng gấp đôi điện áp của mạch lên 20 volt, thì chúng ta sẽ có dòng điện tăng gấp đôi lên 2 ampere.

Ohm còn phát hiện thấy dòng điện trong mạch giảm đi khi ông tăng điện trở trong mạch. Kết quả là chỉ có một nửa ampere dòng điện chạy qua mạch.

Năm 1827, Ohm cho công bố những kết quả của ông. Những khám phá này ngày nay gọi là *định luật Ohm*. Định luật Ohm được phát biểu như sau: Dòng điện trong một mạch điện tỉ lệ thuận với suất điện động (điện áp) và tỉ lệ nghịch với điện trở.

Hãy nghĩ tới sự so sánh của chúng ta giữa dòng điện và dòng nước chảy một lần nữa. Lượng nước chảy qua một cái ống phụ thuộc vào áp suất của nước và kích cỡ của ống. Nếu máy bơm tăng áp suất (áp suất cao giống với điện áp cao), thì nước sẽ chảy qua ống nhiều hơn. Nếu cái ống có tiết diện mỏng hơn (ống mỏng hơn tương đương với điện trở lớn hơn), thì nước chảy qua nó ít hơn. Định luật Ohm cho chúng ta biết cái rất giống như vậy xảy ra với dòng điện. Lượng điện chạy trong một mạch phụ thuộc vào điện áp (“áp suất” điện) và điện trở của mạch.

Về mặt toán học, định luật Ohm được viết như sau:

$$\text{dòng điện} = \text{điện áp} / \text{điện trở hay } I = E / R$$

Trong phương trình này, I kí hiệu cho cường độ dòng điện, đo theo ampere. E kí hiệu cho suất điện động, hay điện áp, của mạch. R kí hiệu cho điện trở.

Chú ý rằng cường độ dòng điện (I) được biểu diễn theo phân số. Nếu chúng ta tăng điện áp (E) thì tử số của phân số lớn hơn. Cho nên giá trị của cả phân số lớn hơn. Điện áp lớn hơn trong mạch mang lại dòng điện lớn hơn.

Nhưng khi chúng ta tăng điện trở (R), thì mẫu số của phân số trở nên lớn hơn. Điều đó làm cho giá trị của phân số nhỏ đi. Điện trở lớn hơn trong mạch mang lại dòng điện nhỏ hơn.

Định luật Ohm cho chúng ta biết rằng khi có rất nhiều điện trở thì dòng điện sẽ chạy rất ít. Nếu có điện trở nhỏ, thì dòng điện sẽ chạy nhiều hơn. Điều đó giải thích tại sao người ta cảm nhận những cú sốc điện nguy hiểm nhất khi da của họ bị ướt.

Da khô là vật dẫn điện không tốt. Nó có điện trở lớn. Cho nên khi một người có da khô bất ngờ chạm tay vào dây dẫn và khép kín mạch điện, thì dòng điện chạy qua cơ thể không lớn lắm. Lượng điện đó có ít nguy hiểm.

Nhưng nếu một người đang bị uớt, đặc biệt khi người đó đang tiếp xúc với một vật dẫn tốt như nước hoặc kim loại, thì điện trở nhỏ hơn nhiều lần. Người đó trở thành một vật dẫn tốt hơn nhiều, cho nên dòng điện chạy qua cơ thể lớn hơn, gây ra một cú sốc nguy hiểm.

Một vài năm sau khi Georg Ohm thực hiện khám phá của ông, nhà vật lý người Anh James Joule đã tự tiến hành nghiên cứu xem điện năng hoạt động như thế nào. Joule quan tâm đến việc làm thế nào một dạng năng lượng này có thể chuyển hóa thành một dạng năng lượng khác. Một trong những sự biến đổi mà ông nghiên cứu là sự chuyển hóa điện năng thành nhiệt.

Công suất là lượng năng lượng phân phối trong mỗi đơn vị thời gian. Công suất điện đo bằng watt (theo tên James Watt, nhà phát minh ra động cơ hơi nước). Joule đã đo công suất do mạch điện phân phối bằng cách khảo sát lượng nhiệt mà chúng sinh ra trong một lượng thời gian nhất định. Phần lớn công suất điện trong nhà của chúng ta được sử dụng theo kiểu tương tự - sinh nhiệt để sưởi ấm hoặc để nấu chín thức ăn.

Joule nhận thấy công suất trong một mạch điện phụ thuộc vào hai yếu tố: điện áp của mạch và dòng điện chạy trong nó. Dòng điện chạy trong mạch càng lớn thì công suất mà nó phân phối càng nhiều. Và mạch có điện áp càng lớn thì công suất mà nó phân phối càng lớn. Công suất do một mạch điện sinh ra có thể tính bằng cách nhân điện áp với cường độ dòng điện:

$$\text{công suất} = \text{điện áp} \times \text{cường độ dòng điện} \quad \text{hay } H = E \times I$$

Quy tắc này được gọi là *định luật Joule*. Định luật Joule cho chúng ta biết rằng nếu tăng điện áp hoặc cường độ dòng điện trong mạch, thì công suất do mạch phân phối sẽ tăng lên.

Toàn bộ những thiết bị điện chúng ta cắm vào mạch điện gia dụng đều sử dụng điện năng để thực hiện công. Chúng biến đổi năng lượng điện thành nhiệt, ánh sáng hoặc chuyển động. Các thiết bị đều đưa thêm điện trở vào trong mạch. Chính điện trở của dây quấn của lò điện sinh ra điện để nướng bánh mì của chúng ta hoặc rán thịt gà cho buổi tối. Điện trở có chủ tâm này trong mạch được gọi là tải.

Các động cơ điện trong máy cạo râu, máy giặt quần áo, và máy hút bụi đều có điện trở. Chúng đặt một tải tăng dần lên mạch điện khi chúng đang hoạt động. Nếu bạn đặt tay bạn ở gần động cơ điện của bất kì thiết bị nào, bạn sẽ có thể cảm nhận nhiệt do điện trở của nó sinh ra.

Trong mạch điện gia dụng thông thường, điện áp luôn luôn giữ ổn định – 110 hoặc 220 volt. Nhưng công ti điện sẽ cung cấp cho hộ tiêu thụ lượng dòng điện đủ cho hộ sử dụng. Cho nên khi chúng ta cần công suất lớn hơn để chạy các thiết bị của mình, thì dòng điện trong mạch tăng lên. Trong nhà của chúng ta, khi chúng ta sử dụng điện công suất lớn hơn, thì chúng ta có nhiều ampere dòng điện hơn chạy trong mạch điện của mình.

Định luật Joule giải thích tại sao một lò sưởi điện lại tốn kém hơn một lò nướng bánh. Lò sưởi điện cần tạo ra nhiệt lượng lớn hơn so với lò nướng bánh. Cho nên lò sưởi sử dụng dòng điện lớn hơn lò nướng bánh. Dòng điện lớn hơn chạy qua thiết bị cho công suất lớn hơn, hay nhiệt sinh ra nhiều hơn. Nhưng chúng ta phải trả tiền năng lượng cho công ti điện. Công suất chúng ta dùng càng lớn thì chúng ta phải trả tiền càng nhiều.

Định luật Joule cũng giải thích tại sao chúng ta lắp cầu chì hoặc cầu dao tự động vào mạch điện trong nhà mình. Khi chúng ta làm mạch điện quá tải với quá nhiều thiết bị, thì các dây dẫn phải mang dòng điện rất lớn. Dây dẫn có một phần điện trở đối với dòng điện, và điện trở thì sinh ra nhiệt. Dòng điện lớn chạy trong dây thì nhiệt sinh ra càng nhiều. Nếu các dây dẫn quá nóng, chúng có thể dễ dàng bắt lửa.

“Sự ngắn mạch” xảy ra khi hai dây dẫn trong mạch chạm nhau mà không có thiết bị tiêu thụ nào trong mạch. Hiện tượng đó có thể xảy ra nếu như lớp cách điện bên ngoài dây bị nóng chảy hoặc tróc vỏ. Không có điện trở của thiết bị tiêu thụ trong mạch, một dòng điện lớn sẽ dễ dàng chạy qua dây. Toàn bộ dòng điện đó còn có thể sinh đủ nhiệt trong các dây để bắt đầu cháy.

May thay, mỗi mạch điện gia dụng còn có lắp cầu chì hoặc cầu dao tự động. Cầu chì hoạt động giống như bất kì mẩu dây dẫn nào khác trong mạch điện. Chúng dẫn điện là một phần của mạch điện, và chúng có một phần điện trở. Chúng càng nóng lên khi dòng điện chạy qua chúng càng lớn. Nhưng cầu chì được thiết kế để tan chảy khi có dòng điện quá lớn chạy qua chúng. Khi cầu chì tan chảy, nó ngắt mạch điện. Không còn dòng điện nào chạy nữa. Sự ngắt mạch như thế làm kết thúc tình trạng quá tải điện, nếu không thì nhiệt sinh ra đủ nóng để gây cháy nổ. Cầu dao tự động có vai trò bảo vệ mạch tương tự như vậy, nhưng không cần phải thay chúng sau mỗi lần “bật”.

Mỗi khi bạn bật bóng đèn lên, hoặc nướng bánh mì, hoặc là cái áo sơ mi, thì những khám phá của Georg Ohm, James Joule và những đồng nghiệp của họ lại đang phát huy tác dụng trước bạn. Việc hiểu rõ định luật Ohm, định luật Joule và những định luật khác của mạch điện cho phép các kĩ thuật viên và kĩ sư điện xây dựng thế giới điện khí hóa của chúng ta an toàn và hiệu quả.

Ngày nay, các nhà khoa học hiểu rất rõ sự hoạt động của dòng điện. Nhưng vẫn có nhiều thứ cần tìm hiểu thêm về vũ trụ. Chúng ta vẫn phải học hỏi nhiều về các ngôi sao và hành tinh, về nguyên tử, và sự kì diệu của sự sống. Vẫn còn những định luật cần khám phá và những bí ẩn cần giải thích. Có lẽ một ngày nào đó bạn sẽ có thể ghi thêm tên của mình vào danh sách những nhà khoa học đã giúp khám phá ra những bí ẩn của vũ trụ.

Định luật nghịch đảo bình phương

Một số định luật tự nhiên quan trọng đều tuân theo một khuôn mẫu chung. Khuôn mẫu này được gọi là định luật nghịch đảo bình phương. Lực hấp dẫn hành xử theo kiểu này. Lực điện và lực từ cũng thế. Cường độ ánh sáng cũng vậy. Chẳng phải ngẫu nhiên mà những định luật này lại giống nhau. Sau đây là lời giải thích tại sao định luật nghịch đảo bình phương lại áp dụng được cho quá nhiều loại lực khác nhau như thế.

Trong tất cả những định luật nghịch đảo bình phương, độ lớn của lực mà định luật đó mô tả tỉ lệ nghịch với khoảng cách đến nguồn sinh ra lực. Khi hai đại lượng là tỉ lệ nghịch, nếu số đo này giảm thì số đo kia sẽ tăng. Độ lớn của lực giảm khi khoảng cách tăng lên. Tuy nhiên, trong tất cả các định luật nghịch đảo bình phương, độ lớn của lực giảm tỉ lệ với bình phương khoảng cách đến tâm của lực.

Cường độ ánh sáng tuân theo một định luật nghịch đảo bình phương. Cường độ của ánh sáng tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách đến nguồn sáng. Khi bạn đi ra một nguồn sáng, độ sáng của ánh sáng phát ra từ nguồn đó giảm đi. Hãy sử dụng ánh sáng làm thí dụ để xem tại sao có quá nhiều lực khác nhau lại tuân theo một khuôn mẫu này.

Hãy tưởng tượng một nguồn sáng như một bóng đèn điện nhỏ xíu ở giữa một không gian lớn, tối đen. Ánh sáng từ nguồn tỏa ra mọi hướng, giống như một cái bong bóng đang dần nở. Cường độ ánh sáng được đo theo đơn vị lumen. Giả sử nguồn sáng của chúng ta đang sản sinh ra tổng cộng 1.000 lumen ánh sáng.

Hãy hình dung một mặt cầu với bán kính 1 mét bao xung quanh nguồn sáng trên. Ánh sáng từ nguồn phát ra rọi sáng phần bên trong của mặt cầu. Hỏi ánh sáng đó phải rọi sáng diện tích bằng bao nhiêu? Diện tích bề mặt của một khối cầu được tính bằng cách nhân 4 với π (pi, hay 3,14) nhân với bình phương bán kính của khối cầu.

$$A = 4 \times \pi \times r^2$$

Vì thế, khối cầu của chúng ta có diện tích bề mặt là 12,6 mét vuông. 1.000 lumen ánh sáng do bóng đèn tạo ra sẽ phân bố đều trên 12,6 mét vuông bề mặt đó.

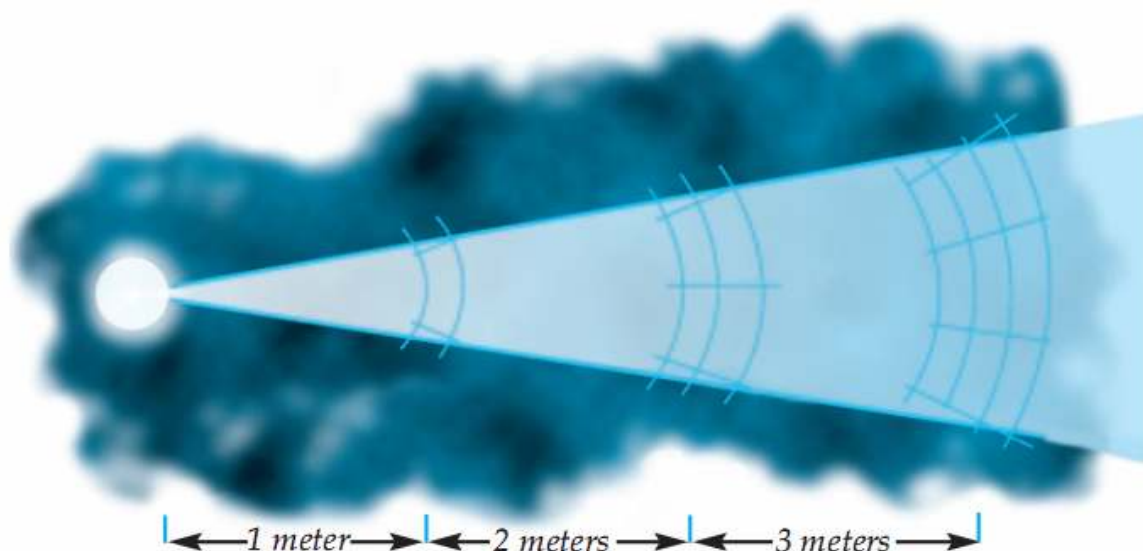
Phép chia tổng lượng ánh sáng cho số lượng mét vuông trên khối cầu sẽ cho chúng ta biết có bao nhiêu ánh sáng rọi lên mỗi mét vuông. Khi chúng ta chia 1.000 lumen cho 12,6 mét vuông, ta tìm được mỗi mét vuông được rọi khoảng 80 lumen ánh sáng.

Giả sử chúng ta tăng gấp đôi bán kính của mặt cầu bao xung quanh nguồn sáng của chúng ta. Bạn sẽ thấy rằng 1.000 lumen ánh sáng sẽ phân bố trên một diện tích lớn hơn nhiều. Mặt cầu mới có bán kính 2 mét. Để tính tổng diện tích bề mặt, một lần nữa chúng ta nhân $4 \times \pi \times r^2$. Mặt cầu mới của

chúng ta có diện tích 50,2 mét vuông. Bán kính của mặt cầu mới chỉ gấp đôi bán kính của mặt cầu thứ nhất. Nhưng diện tích của mặt cầu thứ hai gấp bốn lần diện tích của mặt cầu thứ nhất. Đó là vì diện tích của mặt cầu được tính trên bình phương của bán kính.

Nguồn sáng của chúng ta vẫn đang tạo ra lượng ánh sáng như cũ: 1.000 lumen. Nhưng ở khoảng cách này, lượng ánh sáng như cũ đó đang rơi lên một mặt cầu diện tích 50,2 mét vuông. Cho nên mỗi mét vuông chỉ nhận khoảng 20 lumen ánh sáng. Giá trị này chỉ bằng một phần tư lượng ánh sáng mà mỗi mét vuông nhận được ở mặt cầu thứ nhất. Khoảng cách từ nguồn sáng đến mặt cầu đã tăng lên hai lần, nhưng cường độ ánh sáng chỉ còn bằng một phần tư. Đây là mối liên hệ nghịch đảo bình phương.

Điều tương tự vẫn đúng nếu bán kính tăng lên 3 mét. Một lần nữa chúng ta nhân $4 \times \pi \times r^2$. Mặt cầu thứ ba của chúng ta có diện tích bề mặt 113 mét vuông. Bán kính của mặt cầu này bằng ba lần bán kính của mặt cầu ban đầu, nhưng diện tích của mặt cầu thứ ba lớn gấp chín lần. 1.000 lumen ánh sáng của chúng ta phân tán trên 113 mét vuông bề mặt. Mỗi mét vuông thuộc mặt cầu thứ ba của chúng ta nhận khoảng 9 lumen ánh sáng. Giá trị này bằng một phần chín lượng ánh sáng mà mỗi mét vuông nhận được ở mặt cầu thứ nhất. Khoảng cách từ tâm đến mặt cầu giờ tăng lên ba lần, nhưng cường độ ánh sáng chỉ bằng một phần chín.



Lượng ánh sáng như nhau, khi nó tỏa ra từ một nguồn, rơi lên một diện tích mỗi lúc một tăng dần.

Tất nhiên, những mặt cầu đó không thật sự tồn tại. Những mặt cầu tưởng tượng đó cho chúng ta một cách hình dung tại sao cường độ ánh sáng giảm nhanh hơn nhiều khi khoảng cách tăng lên. Đó là vì tổng năng lượng phải phân tán trên một diện tích tăng lên nhanh chóng.

Thậm chí, bạn có thể thấy định luật nghịch đảo bình phương này xảy ra với đôi mắt của bạn. Hãy đánh dấu những khoảng cách 10, 20 và 30 mét từ một điểm 0 trong sân nhà bạn hoặc trên vỉa hè gần nhà bạn. Khi trời tối, hãy đứng trên điểm 0 của bạn. Nhờ một ai đó đứng với một đèn flash tại vạch 10 mét. Hãy nhìn cường độ ánh sáng. Yêu cầu người đó di chuyển đến vạch 20 mét, rồi vạch 30 mét, và so sánh cái bạn nhìn thấy. Mặc dù bạn không có khả năng đo cường độ ánh sáng nếu như trong tay bạn không có một máy đo ánh sáng rất nhạy, nhưng bạn sẽ có thể nói cường độ ánh sáng giảm đi nhanh khi người hỗ trợ bạn di chuyển ra xa.

Bạn có thể hình dung lực hấp dẫn phân tán từ tâm của Trái đất (hay bất kì khối lượng nào khác) theo kiểu giống như ánh sáng tỏa ra từ một nguồn sáng. Bạn có thể hình dung trường điện từ tỏa ra từ một nguồn theo kiểu giống như vậy. Hãy hình dung mỗi lực tỏa ra từ nguồn của nó giống như một cái bọt dãn nở mãi mãi. Mỗi liên hệ nghịch đảo bình phương đúng đối với tất cả những lực này bởi vì chúng đều phân tán đều theo mọi hướng từ tâm điểm nơi chúng sinh ra. Khi bạn càng tiến xa tâm điểm đó, thì tác dụng của những lực này phân tán trên một diện tích lớn hơn nhiều.

Theo dòng lịch sử

- 1620 Tàu Mayflower cập cảng Massachusetts
- 1633 Galileo bị Tòa dị giáo kết án và buộc quản thúc tại nhà
- 1668 Issac Newton chế tạo kính thiên văn phản xạ đầu tiên
- 1678 Christiaan Huygens đề xuất lí thuyết sóng ánh sáng**
- 1687 Isaac Newton cho xuất bản tác phẩm *Principia*
- 1692 Những thử nghiệm ma thuật diễn ra ở Salem, Massachusetts
- 1704 Isaac Newton xuất bản cuốn *Opticks*, trong đó ông nêu ra lí thuyết hạt ánh sáng**
- 1732 Benjamin Franklin bắt đầu xuất bản cuốn *Poor Richard's Almanack*
- 1752 Benjamin Franklin khám phá bản chất điện của tia sét qua thí nghiệm cái điều bay
- 1775-1783 Chiến tranh giành độc lập của nước Mỹ
- 1776 Tuyên ngôn độc lập của nước Mỹ ra đời
- 1789 George Washington trở thành vị tổng thống đầu tiên của Hoa Kỳ
- 1800 William Herschel khám phá ra bức xạ hồng ngoại; Alessandro Volta nêu ra tế bào điện (pin)**
- 1801 Johann Ritter khám phá ra bức xạ tử ngoại
- 1801-1804 Thomas Young nghiên cứu ánh sáng và phát hiện thấy nó tạo ra hệ vân giao thoa**
- 1820 Hans Christian Ørsted phát hiện thấy dòng điện sinh ra từ trường**
- 1827 Georg Ohm công bố định luật về mối liên hệ giữa cường độ dòng điện, điện áp và điện trở**
- 1829 Hệ thống chữ nổi của Louis Braille dành cho người mù lần đầu tiên được công bố (hiệu chỉnh vào năm 1837)
- 1831 Michael Faraday phát hiện thấy một từ trường đang biến thiên sinh ra một dòng điện**
- 1834 Charles Wheatstone đo tốc độ của dòng điện trong dây dẫn
- 1849 Armand Fizeau đo tốc độ của ánh sáng**
- 1859 Charles Darwin công bố cuốn *Về nguồn gốc của các loài qua phương tiện chọn lọc tự nhiên*

1861- 1865	Cuộc nội chiến ở Mỹ
1864	Hệ phương trình Maxwell về điện và từ học được công bố
1865	Tổng thống Abraham Lincoln bị ám sát
1876	Alexander Graham Bell đăng kí bằng sáng chế điện thoại
1882	Trạm phát điện của Thomas Edison ở New York bắt đầu cung cấp điện năng cho khách hàng công nghiệp
1886- 1889	Heinrich Hertz khám phá ra sóng vô tuyến
1895	Wilhelm Roentgen khám phá ra tia X
1897	J. J. Thomson phát hiện ra electron
1905	Albert Einstein công bố lí thuyết tương đối đặc biệt, trong đó có công thức $E = mc^2$
1914- 1918	Thế chiến thứ nhất
1922	Công ti phát thanh Anh quốc (BBC) thực hiện buổi phát thanh vô tuyến công cộng đầu tiên
1939- 1945	Thế chiến thứ hai

Tiểu sử các nhà khoa học

André-Marie Ampère (1775–1836) là nhà vật lý người Pháp có năng khiếu toán học biểu hiện từ hồi còn rất trẻ. Trí nhớ tốt, kết hợp niềm đam mê đọc sách, đã cho phép ông tự nghiên cứu nhiều đề tài. Ampère đã sáng lập lĩnh vực điện từ học và là nhà khoa học đầu tiên phát triển một phương pháp đo dòng điện. Mặc dù sự nghiệp khoa học thành công xuất chúng, nhưng cuộc sống riêng tư của ông có nhiều phiền muộn. Cha của ông bị xử chém khi ông mới 18 tuổi, người vợ thứ nhất của ông chết lúc còn rất trẻ, là cuộc hôn nhân lần thứ hai của ông đã không thành công.

Charles-Augustin de Coulomb (1736–1806) là nhà khoa học người Pháp làm việc với tư cách kỹ sư quân sự trong phần lớn cuộc đời của ông. Trong khi tại ngũ, ông đã có chín năm trên đảo Martinique thuộc Tây Ấn Độ nhiệt đới giúp xây dựng lại những pháo đài bị phá hủy. Khi trở về Pháp, ông tiếp tục nghiên cứu trong ngành vật lý nhưng đồng thời cũng bắt đầu nghiên cứu vật lý. Ông được biết tới nhiều nhất với những đóng góp cho sự nghiên cứu lực điện và lực từ.

Albert Einstein (1879–1955) sinh ra ở Đức. Ông là cậu sinh viên thích đọc sách nhưng không thích nghe giảng và làm bài kiểm tra, vì thế ông chưa bao giờ được thầy dạy của mình yêu thích. Mặc bằng tốt nghiệp đại học không có gì xuất sắc đã đưa ông đến công việc thư ký của Sở cấp bằng sáng chế Thụy Sĩ. Từ những sự khởi đầu khiêm tốn này, ông đi tới sáng lập ra thuyết tương đối, cái làm thay đổi thế giới vật lý học mãi mãi. Einstein bị đảng Quốc xã ở Đức xem là kẻ thù. Ông là cố vấn không chính thức cho tổng thống Mỹ Franklin D. Roosevelt về mối đe dọa của bom nguyên tử. Ông còn được mời làm tổng thống Israel. Tuy nhiên, trong cuộc sống riêng tư của mình, ông khá trầm tính và giản dị. Trong số những sở thích của ông là âm nhạc và đi thuyền.

Michael Faraday (1791–1867) là nhà hóa học và nhà vật lý người Anh đã khám phá ra tình yêu khoa học của ông một cách tình cờ. Là một người thợ đóng sách để đỡ đần người cha thợ rèn nghèo khó của mình, Faraday thường đọc những quyển sách mà ông đóng tập. Ông dần dần say mê sách vật lý và hóa học. Những tiếp xúc này đã đưa đến sự khởi đầu của một sự nghiệp vĩ đại, trong đó ông đã khám phá ra định luật điện phân, phát minh ra động cơ điện và máy phát điện, và thiết lập định luật mang tên ông về trường điện từ.

Armand Fizeau (1819–1896) là nhà vật lý người Pháp có niềm đam mê đặc biệt đối với lĩnh vực quang học. Ông nghiên cứu ngành khoa học nhiếp ảnh mới ra đời và vào năm 1845 đã tham gia tích cực vào việc chụp những bức ảnh chi tiết đầu tiên của Mặt trời. Ông còn nghiên cứu cách ánh

sáng truyền qua nước, cả nước tĩnh lặng nước đang chảy. Một trong những thành tựu nổi bật nhất của ông là việc đo tốc độ ánh sáng.

Benjamin Franklin (1706–1790) là một chính khách và tác gia người Mỹ. Ông không bắt đầu nghiên cứu khoa học cho đến năm ông 40 tuổi, nhưng ông đã thực hiện một số tiến bộ to lớn nhất vào thời đại của ông trong nghiên cứu điện học. Hiện tượng điện đang rất thịnh hành vào giữa thế kỉ thứ 18, nhưng Franklin đã làm cho vấn đề nghiêm túc hơn và đã tiến hành nhiều thí nghiệm. Lí thuyết của ông về điện tích dương và điện tích âm và định luật bảo toàn điện tích của ông là những đóng góp quan trọng.

Galileo Galilei (1564–1642) chào đời ở Pisa, Italy. Ông là một trong những nhà khoa học đầu tiên xem thực nghiệm và toán học là bạn đồng hành thiết yếu đối với quan sát. Sử dụng những công cụ này, ông đã thực hiện một số khám phá vĩ đại, thường mâu thuẫn với những đức tin được chấp nhận lâu nay và đưa ông đến chỗ mâu thuẫn với những nhà khoa học khác và với Giáo hội Thiên chúa giáo. Ông đã có những bước tiến bộ quan trọng nhưng gây tranh cãi với những thí nghiệm mặt phẳng nghiêng, bác bỏ lí thuyết của Aristotle rằng vật nặng rơi nhanh hơn vật nhẹ. Một mâu thuẫn gay gắt hơn xảy ra khi ông ủng hộ mô hình nhật tâm của Copernicus về hệ mặt trời. Vì lí do này, Galileo bị Tòa dị giáo kết án vào năm 1633 và bị Giáo hội quản thúc tại nhà.

William Herschel (1738–1822) sinh ra ở Đức nhưng định cư ở Anh khi ông lên 9 tuổi. Mặc dù ông nổi danh là một nhà thiên văn học, nhưng nghề nghiệp đầu tiên của ông là một nhạc sĩ. Trong khi làm người đánh đàn ống ở Bath, nước Anh, sở thích của ông là chế tạo và sử dụng kính thiên văn. Ông đã phát hiện ra hành tinh Thiên Vương tinh vào năm 1781, sau đó ông được bổ nhiệm làm nhà thiên văn học cung đình cho nhà vua George III. Herschel đã phân loại hàng trăm ngôi sao, nhận ra Dải Ngân hà là một thiên hà, và khám phá ra ánh sáng hồng ngoại.

Heinrich Hertz (1857–1894) là nhà vật lí người Đức. Ông là một sinh viên xuất sắc có nhiều sở trường như khả năng nói lưu loát một số ngôn ngữ. Ở trường đại học, lúc đầu ông học kĩ thuật, nhưng niềm đam mê đích thực của ông là vật lí học. Ông trở thành học trò của Hermann von Helmholtz ở Berlin. Dưới sự thôi thúc của Helmholtz, ông tập trung sự chú ý vào bức xạ điện từ. Một trong những kết quả quan trọng nhất của nghiên cứu của ông là sự khám phá ra sóng vô tuyến.

Robert Hooke (1635–1703) là nhà khoa học người Anh lúc đầu dự định vào nhà thờ làm giáo sư nhưng sức khỏe của ông bị đánh giá là quá kém đối với công việc đó. Mặc dù thường được nhớ tới là nhà vật lí với những nghiên cứu như định luật đàn hồi và những nghiên cứu của ông về sự hấp dẫn và ánh sáng, nhưng Hooke còn trải nghiệm thành công trong nhiều lĩnh vực khoa học khác. Là một thợ chế tạo tài năng, ông đã phát triển hoặc cải tiến

kính hiển vi ghép, phong vũ biểu và một hệ thống điện báo. Ông còn nghiên cứu hóa học, đặc biệt là sự cháy, và còn lấn sân sang sinh học – Hooke là người đầu tiên sử dụng thuật ngữ “tế bào” trong một văn bản sinh vật học.

Christiaan Huygens (1629–1695) ra đời trong một gia đình Hà Lan giàu có ở Hague. Được đào tạo khoa học và toán học, ông là một trong nhiều nhà vật lý bị thách đố và truyền cảm hứng bởi bản chất của ánh sáng. Vào năm 1678, Huygens đã đề xuất lý thuyết sóng ánh sáng của ông, trái với lý thuyết hạt được Newton ủng hộ; mãi đến sau khi cả hai người họ qua đời thì bản chất lưỡng tính của ánh sáng mới được người ta khám phá ra. Một trong những đóng góp to lớn khác của ông cho vật lý học là nghiên cứu của ông về con lắc và ứng dụng của nó để xác định thời gian và làm đồng hồ. Huygens còn đam mê thiên văn học; ông đã phát hiện ra các vành và vệ tinh lớn nhất của sao Thổ, và ông đã có nhiều lý thuyết về sự sống ngoài địa cầu.

James Prescott Joule (1818–1889) là nhà vật lý người Anh. Ông là con trai của một nhà sản xuất rượu bia ở Manchester, nước Anh. Lúc còn nhỏ, ông hay mắc cỡ và khá ốm yếu nên ông được gia sư dạy kèm tại nhà. Thầy dạy khoa học và toán học của ông là nhà vật lý lỗi lạc John Dalton. Joule đặc biệt yêu thích nghiên cứu điện học và nhiệt, và ông tiến hành nhiều thí nghiệm tưởng tượng và thí nghiệm tỉ mỉ. Nghiên cứu của ông đưa đến sự thiết lập định luật Joule về dòng điện và điện trở. Ông còn người có công đối với định luật bảo toàn năng lượng.

James Clerk Maxwell (1831–1879) là nhà vật lý người Scotland, được đào tạo ở Edinburgh, Scotland, và Cambridge, nước Anh. Mặc dù lúc nhỏ hay bị trêu chọc và khá bẽn lẽn và lập dị khi trưởng thành, nhưng ông đã trở thành một trong những tên tuổi lỗi lạc nhất trong khoa học. Ông được đông đảo biết tới với những kết quả của ông về trường điện từ (hệ phương trình Maxwell) và sự đóng góp của ông cho thuyết động học chất khí. Maxwell còn nghiên cứu nhiều lĩnh vực đa dạng như sự mù màu, nhiếp ảnh, và các vành sao Thổ.

Albert Michelson (1852–1931) chào đời ở nước Phổ (miền bắc nước Đức và miền bắc Ba Lan ngày nay) nhưng gia đình của ông đã di cư sang Mỹ lúc Michelson lên 4 tuổi. Ông vào Viện hàn lâm Hải quân ở Annapolis, Maryland. Là một sĩ quan, ông giảng dạy vật lý và hóa học. Khi nhiệm vụ của ông đòi hỏi ông phải dạy sinh viên cách đo tốc độ ánh sáng, ông đã tự mình đi tìm những phương pháp chính xác hơn để tiến hành. Sau khi rời hải quân, ông trở thành một giáo sư vật lý. Nhiều thí nghiệm quang học của ông, một số tiến hành chung với Edward Morley, đã giúp đưa tới sự phát triển thuyết tương đối của Einstein. Năm 1907, Michelson trở thành người Mỹ đầu tiên nhận Giải Nobel vật lý.

Isaac Newton (1642–1727) chào đời ở Lincolnshire, nước Anh. Là một sinh viên khác người không quan tâm đến diện mạo bên ngoài, Newton là

nhà toán học và nhà khoa học lỗi lạc. Chỉ một vài trong số nhiều đóng góp quan trọng của Newton cho khoa học kể ra gồm định luật vạn vật hấp dẫn, ba định luật của chuyển động, những thành phần cơ bản của giải tích, và lý thuyết hạt ánh sáng. Newton còn là thanh tra và sau này là giám đốc Sở đúc tiền. Năm 1705, ông được tấn phong hiệp sĩ, một phần vì sự cải cách của ông đối với nền tiền tệ của nước Anh. Về cuối đời mình, Newton ít quan tâm đến các vấn đề khoa học và toán học, mà chuyển sang nghiên cứu thuật giả kim, thần học và lịch sử.

Georg Ohm (1789–1854) ra đời ở Erlangen, Bavaria (nước Đức ngày nay) và đã học khoa học và toán học tại trường Đại học Erlangen. Ohm đã mơ trở thành một giáo sư lỗi lạc tại một trường đại học Đức danh giá, nhưng ông đã có nhiều năm làm trợ giảng bị đánh giá tương đối thấp ở nhiều trường. Khám phá nổi tiếng nhất của ông, định luật Ohm, phát biểu rằng cường độ dòng điện tỉ lệ thuận với điện áp và tỉ lệ nghịch với điện trở. Vì thu nhập của Ohm không nhiều, nên khám phá quan trọng này đã được thực hiện với những thiết bị khá đơn giản và những dây dẫn kim loại tự tạo! Ohm còn nghiên cứu cách tai người xử lý sóng âm. Năm 1849, cuối cùng ông đã trở thành giáo sư vật lý ở Munich.

Hans Christian Ørsted (1777–1851) là nhà vật lý người Đan Mạch. Sau khi học được học và khoa học vật chất tại trường Đại học Copenhagen, ông không đi vào sự nghiệp nghiên cứu ngay. Trước tiên, ông bỏ ra vài năm đi du lịch, đồng thời viết lách và thuyết giảng. Khám phá nổi tiếng nhất của Ørsted, rằng dòng điện tạo ra từ trường, đã đặt nền tảng cho nghiên cứu điện từ học.

Max Planck (1858–1947) là nhà vật lý người Đức. Là một sinh viên xuất sắc trong nhiều lĩnh vực, kể cả âm nhạc, Planck trở nên đặc biệt hứng thú với nghiên cứu ánh sáng. Những nghiên cứu của ông về sóng ánh sáng đã dẫn tới khám phá của ông về lượng tử ánh sáng, những gói năng lượng rời rạc tạo nên ánh sáng. Khám phá này là một cuộc cách mạng, đã mang lại cho ông giải thưởng Nobel và đã vạch ra ranh giới giữa vật lý cổ điển và vật lý lượng tử. Trái với sự nghiệp khoa học thành công to lớn của ông, cuộc đời Planck có nhiều bi kịch. Vợ của ông mất sau 22 năm chung sống, một con trai bị giết trong Thế chiến thứ nhất, hai đứa con gái song sinh chết lúc mới sinh, và một người con trai khác bị hành hình trong Thế chiến thứ hai.

Wilhelm Roentgen (1845–1923) là nhà vật lý người Đức ban đầu dự định trở thành một kỹ sư. Trong khi học tập ở Zurich, Thụy Sĩ, ông trở nên đam mê hơn đối với vật lý học và đã chuyển sang tốt nghiệp lĩnh vực đó. Năm 1895, Roentgen đã tiến hành những thí nghiệm với dòng điện cuối cùng đưa ông đến khám phá ra những tia bí ẩn không nhìn thấy mà ông đặt tên là tia X. Roentgen nhận thấy những tia X này dễ dàng đi qua một số chất như gỗ và giấy. Những chất khác, như xương và kim loại, thì chặn tia X lại. Năm 1901, ông được trao Giải Nobel vật lý đầu tiên cho khám phá này.

Olaus Rømer (1644–1710) là nhà thiên văn học người Đan Mạch. Ông đã khẳng định tên tuổi của mình với việc xác định rằng ánh sáng có một tốc độ hữu hạn. Nhiều nhà khoa học đương thời đã bắt đầu tin rằng ánh sáng không thể có một tốc độ vô hạn, như trước đó người ta nghĩ. Trong lúc làm việc tại Đài thiên văn Paris ở Pháp, Rømer đã trở thành người đầu tiên chứng minh lý thuyết trên qua những quan sát của ông về sự che khuất của những vệ tinh của Mộc tinh. Ông đo tốc độ ánh sáng là khoảng 150.000 dặm trên giây, chính xác đáng kể so với thời kì ấy. Sau này, ông trở về Đan Mạch và vào năm 1705 trở thành thị trưởng Copenhagen.

Joseph John (J. J.) Thomson (1856–1940) là nhà vật lý người Anh ban đầu dự tính trở thành một kỹ sư. Khi cha của ông qua đời vào năm 1872, Thomson không đủ khả năng đóng học phí để trở thành thực tập viên và ông chuyển sang học toán và vật lý. Sau khi tốt nghiệp trường Trinity College ở Cambridge, ông trở thành giáo sư ở đó. Ông đã tiến hành nghiên cứu rộng về điện từ học, đưa tới khám phá mang tính cách mạng của ông về những hạt electron. Nghiên cứu của Thomson hóa ra đã dẫn tới khám phá của Rutherford về hạt proton và sự ra đời của ngành vật lý hạt nhân. Thomson có nhiều thú tiêu khiển. Ông là một fan trung thành của môn cricket và bóng bầu dục, và ông đặc biệt thích cây xanh và làm vườn.

Alessandro Volta (1745–1827) là nhà vật lý người Italy, lúc còn trẻ ông yêu thích nghệ thuật hơn là khoa học. Ông đã viết những bài thơ sonnet bằng tiếng Italy và tiếng Pháp, và viết thơ ca ngợi bằng tiếng Latin. Năm 19 tuổi, Volta trở nên yêu thích khoa học, đặc biệt là điện học. Ông đã tiến hành nhiều thí nghiệm sử dụng điện và đã phát minh ra một số dụng cụ sản xuất và đo điện tích tĩnh điện. Tuy nhiên, phát minh nổi tiếng nhất của ông là pin, dụng cụ sản xuất dòng điện liên tục đầu tiên của thế giới. Ngay cả Napoleon cũng thấy ấn tượng. Năm 1801, ông đã lấy tên Volta đặt cho một bá tước xứ Lombardy (Italy ngày nay).

James Watt (1736–1819) là một kỹ sư người Scotland. Ông là một đứa trẻ ốm yếu có việc học nhiều lần bị gián đoạn do bệnh tật. Tuy nhiên, ông đã vượt qua để trở thành một nhà chế tạo thiết bị. Lúc làm việc ở Glasgow, ông được yêu cầu sửa chữa một động cơ hơi nước Newcomen, mô hình tiên tiến nhất vào thời ấy. Sau khi nghiên cứu cỗ máy, Watt bị thuyết phục rằng ông có thể tìm ra một thiết kế hiệu quả hơn. Ông làm đối tác với một nhà sản xuất, và vài năm sau họ đã tung ra một động cơ hơi nước cải tiến giữ một phần vai trò quan trọng trong cuộc cách mạng công nghiệp. Sự sử dụng rộng rãi của nó trong nhà xưởng sản xuất đã cho phép ông nghỉ hưu làm một người giàu có vào năm 1800.

Thomas Young (1773–1829) là nhà khoa học người Anh có tài năng hết sức đa dạng. Ông thể hiện sự xuất sắc từ rất sớm, lúc hai tuổi đã biết đọc. Lên 14 tuổi, ông đã học 13 thứ tiếng và viết một quyển tự truyện bằng tiếng Latin. Gia đình của Young khuyến khích ông trở thành bác sĩ. Là một

sinh viên y khoa, ông nghiên cứu mắt và cơ chế của sự nhìn. Những đam mê này đã đưa ông đến nghiên cứu quang học. Ông chứng minh rằng ánh sáng vừa nhiễu xạ vừa tạo ra hệ vân giao thoa. Những kết quả này đã góp phần vào cuộc tranh cãi sóng/hạt xung quanh bản chất của ánh sáng. Năm 1814, khi tảng đá Rosetta được mang từ Ai Cập về London, Young đã nghiên cứu tảng đá ấy cùng với những học giả khác. Ông giữ một vai trò quan trọng trong việc giải mã chữ tượng hình cổ.

Tài liệu tham khảo

- Asimov, Isaac. *Asimov's Chronology of Science and Discovery*. New York: HarperCollins, 1994.
- Cobb, Vicki, và Josh Cobb. *Light Action! Amazing Experiments with Optics*. New York: HarperCollins, 1993.
- Friedhoffer, Robert. *Physics Lab in the Home*. New York: Franklin Watts, 1997.
- Gardner, Robert. *Optics*. New York: Twenty-First Century Books, 1994.
- . *Science Projects about Electricity and Magnets*. Springfield, NJ: Enslow Publishers, 1994.
- Henderson, Harry, và Lisa Yount. *The Scientific Revolution*. San Diego: Lucent Books, 1996.
- Lloyd, Gill, và David Jefferis. *The History of Optics*. New York: Thomson Learning, 1995.
- Meadows, Jack. *The Great Scientists*. New York: Oxford University Press, 1997.
- Parker, Steve. *Electricity*. New York: Dorling Kindersley, 1992.
- Skurzynski, Gloria. *Waves: The Electromagnetic Universe*. Washington, D.C.: The National Geographic Society, 1996.
- Spangenburg, Ray. *The History of Science from the Ancient Greeks to the Scientific Revolution*. New York: Facts on File, 1993.
- Wilkinson, Philip, và Michael Pollard. *Scientists Who Changed the World*. New York: Chelsea House Publishers, 1994.
- Wood, Robert W. *Who?: Famous Experiments for the Young Scientist*. Philadelphia: Chelsea House Publishers, 1999.

Websites

BBC Online

<<http://www.bbc.co.uk/science>>

Boston Museum of Science online exhibits

<http://www.mos.org/exhibits/online_exhibits.html>

Center for History of Physics, American Institute of Physics

<<http://www.aip.org/history/index.html>>

Cool Science, U.S. Department of Energy

<<http://www.fetc.doe.gov/coolscience/index.html>>

Kid's Castle, Smithsonian Institution

<<http://www.kidscastle.si.edu/>>

NPR's Sounds Like Science

<<http://www.npr.org/programs/science>>

PBS's A Science Odyssey

<<http://www.pbs.org/wgbh/aso>>

San Francisco's Exploratorium

<<http://www.exploratorium.edu/>>

Science Museum of Minnesota

<<http://www.smm.org>>

Thuật ngữ

công suất: tốc độ phân phối năng lượng, đo theo watt

cường độ dòng điện: tốc độ chảy của dòng điện, đo theo ampere

điện trở: cái cản trở hay kháng lại dòng điện trong một mạch điện, đo theo ohm

định luật bảo toàn điện tích: với mỗi điện tích âm được tạo ra, phải có một lượng điện tích dương bằng như vậy

định luật Coulomb: lực điện giữa hai vật tỉ lệ thuận với lượng điện tích ở hai vật và tỉ lệ nghịch với bình phương khoảng cách của chúng

định luật Faraday: một từ trường đang biến thiên tạo ra một dòng điện trong dây dẫn

định luật Joule: tăng dòng điện hoặc điện áp trong một mạch điện làm tăng công suất mà mạch tạo ra

định luật Ohm: cường độ dòng điện trong một mạch điện tỉ lệ thuận với suất điện động và tỉ lệ nghịch với điện trở

định luật phản xạ: góc hợp bởi một sóng với một bề mặt bằng với góc nó phản xạ khỏi bề mặt đó

hệ phương trình Maxwell: tập hợp những định luật toán học mô tả lực điện và lực từ

nguyên lý Huygens: mỗi điểm trên phương truyền sóng tác dụng như một nguồn phát sóng mới có đặc điểm giống như sóng ban đầu

nhiều xạ: sự cong của một sóng xung quanh một vật cản

phổ điện từ: toàn bộ ngưỡng bức xạ điện từ, bao gồm sóng vô tuyến, sóng hồng ngoại, ánh sáng nhìn thấy, ánh sáng tử ngoại, tia X và tia gamma

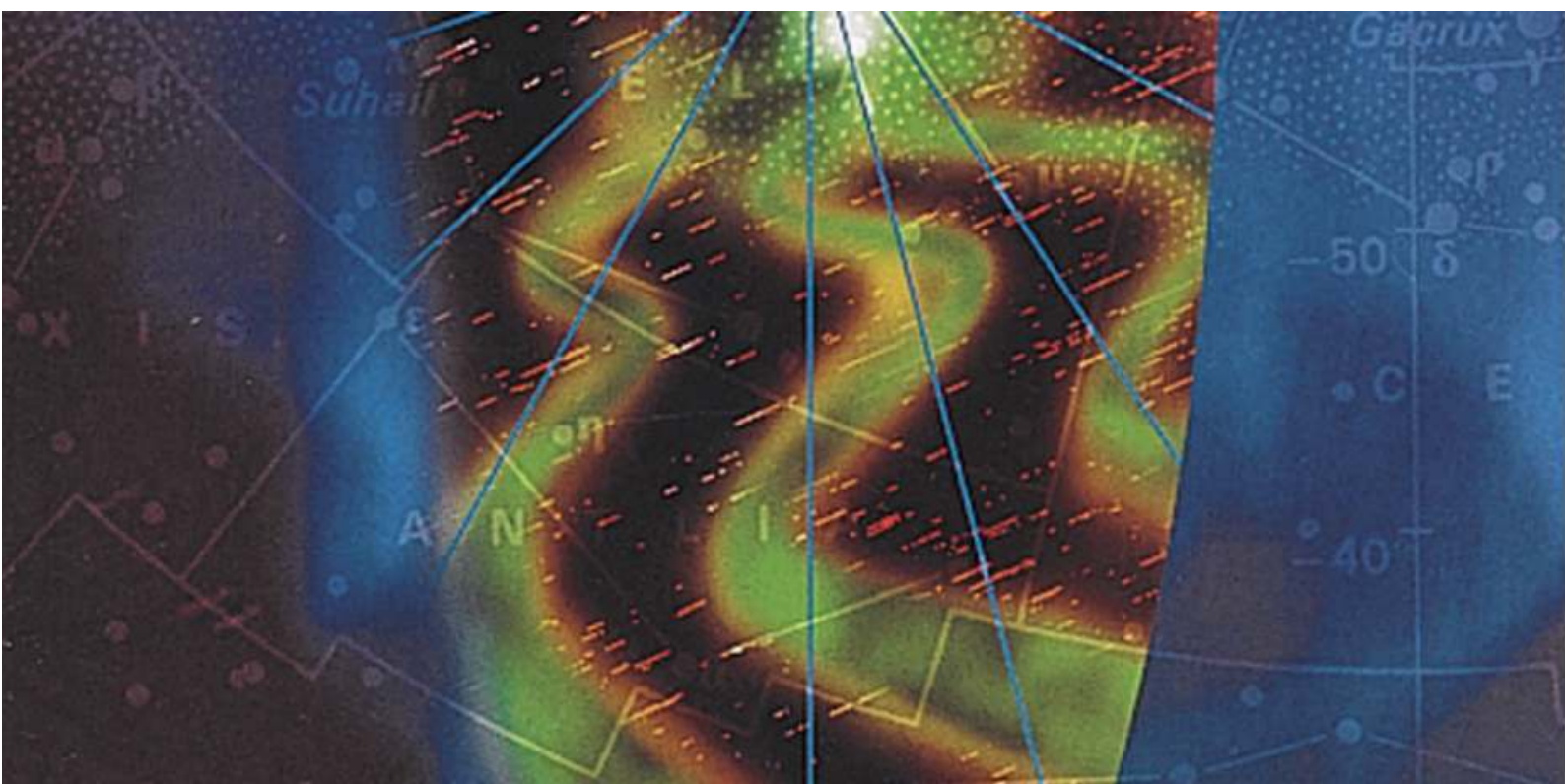
suất điện động: lực điện gửi một dòng điện đi vòng quanh mạch điện, đo theo volt. Còn gọi là hiệu điện thế

sự khúc xạ: sự bẻ cong của một sóng tại ranh giới giữa hai chất liệu

Về tác giả

Paul Fleisher đã viết hơn 20 tập sách cho giới trẻ và nhà giáo dục, như *Chu kì sống của sinh vật biến hóa*, bộ sách *Mạng lưới của sự sống*, và *Thực phẩm bộ não*. Những tập sách xuất bản gần đây nhất của ông gồm *Gorilla* và *Những điều thú vị về kem: Cái bên trong thìá xúc*. Paul là cộng tác viên thường xuyên của tạp chí *Công nghệ và Học tập*. Ông còn viết một số phần mềm giáo dục, trong đó có phần mềm từng đạt giải thưởng *Perplexing Puzzles (Những câu đố hóc búa)*.

Paul dạy học trong Chương trình Năng khiếu ở Richmond, Virginia, từ năm 1978. Ông còn tham gia những tổ chức công dân hoạt động vì hòa bình và công bằng xã hội. Năm 1988, ông đã nhận Giải thưởng vì Hòa bình và Quan hệ quốc tế của Hiệp hội Giáo dục Virginia, và năm 1999 ông được trao Huy chương Thomas Jefferson vì những đóng góp xuất sắc cho Giáo dục Khoa học Tự nhiên. Lúc rảnh rỗi, mọi người có thể bắt gặp Paul đang thả bộ trong vườn cây, đang làm vườn, hoặc câu cá ở Vịnh Chesapeake. Paul và vợ của ông, bà Debra Sims Fleisher, sống ở Richmond, Virginia.



SÓNG

Các nguyên lí của Ánh sáng, Điện và Từ học

Paul Fleisher

Trần Nghiêm dịch

Phát hành tại <http://thuvienvatly.com>

tháng 8/2011