MỤC LỤC

10 GIỚI THIỆU

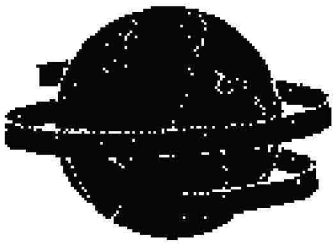
KHOA HỌC KHỞI SINH
600 TCN–1400

20 **Dự báo nhật thực**
Thales xứ Miletus

21 **Nguồn gốc từ hành của vạn vật**
Empedocles

22 **Đo chu vi Trái Đất**
Eratosthenes

23 **Con người "có họ" với các loài bậc thấp hơn**
Al-Tusi



24 **Vật nổi sẽ chiếm chỗ lượng chất lỏng bằng với thể tích của nó**
Archimedes

26 **Mặt Trời như lửa, Mặt Trăng như nước**
Trương Hành

28 **Ánh sáng đi theo đường thẳng đến mắt chúng ta**
Alhazen

CÁCH MẠNG KHOA HỌC
1400–1700

34 **Mặt Trời là trung tâm của vạn vật**
Nicolaus Copernicus

40 **Quỹ đạo của mọi hành tinh là hình elip**
Johannes Kepler

42 **Mọi vật rơi với cùng gia tốc**
Galileo Galilei

44 **Địa cầu là nam châm**
William Gilbert

45 **Đừng tranh luận mà hãy thử làm**
Francis Bacon

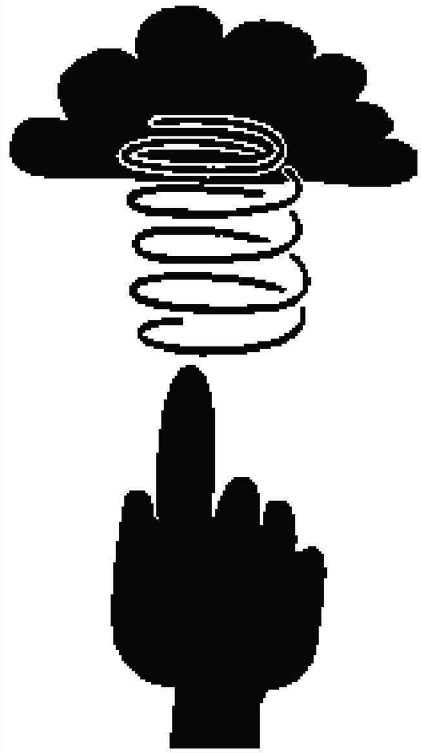
46 **Nhấn lò xo không khí**
Robert Boyle

50 **Ánh sáng là hạt hay sóng?**
Christiaan Huygens

52 **Lần đầu thấy Kim Tinh quá cảnh**
Jeremiah Horrocks

53 **Sinh vật phát triển theo từng giai đoạn**
Jan Swammerdam

54 **Mọi vật sống đều cấu thành từ tế bào**
Robert Hooke



55 **Địa tầng chồng chất lên nhau**
Nicolas Steno

56 **Dùng kính hiển vi quan sát vi sinh vật**
Antonie van Leeuwenhoek

58 **Đo tốc độ ánh sáng**
Ole Rømer

60 **Từ mầm mống loài này, không bao giờ nảy ra loài khác**
John Ray

62 **Lực hấp dẫn tác động mọi thứ trong vũ trụ**
Isaac Newton

MỞ RỘNG CHÂN TRỜI
1700–1800

74 **Thiên nhiên không nhảy vọt mau lẹ**
Carl Linnaeus

76 **Khi nước chuyển hóa thành hơi, ẩn nhiệt hóa hơi không mất**
Joseph Black

78 **Khí dễ cháy**
Henry Cavendish

80 **Càng đến gần xích đạo, gió càng hướng về phía đông**
George Hadley

81 **Dòng hải lưu mạnh từ vịnh Florida**
Benjamin Franklin

82 **Khí thiếu phlogiston**
Joseph Priestley

84 **Trong tự nhiên, vạn vật không sinh ra cũng không mất đi, mà chỉ chuyển hóa**
Antoine Lavoisier

85 **Cây tăng trọng là do không khí**
Jan Ingenhousz

86 **Khám phá những hành tinh mới**
William Herschel

88 **Giảm vận tốc ánh sáng**
John Michell

90 **Kích hoạt chất lỏng điện**
Alessandro Volta

96 **Không vết dấu buổi đầu, chẳng rõ ngày cáo chung**
James Hutton

102 **Lực hấp dẫn của núi**
Nevil Maskelyne

104 **Mẫu nhiệm thiên nhiên: cấu tạo và sự thụ tinh của hoa**
Christian Sprengel

105 **Nguyên tố luôn kết hợp theo cùng một cách**
Joseph Proust

MỘT THẾ KỶ TIẾN BỘ
1800–1900

110 **Đợi Mặt Trời lên sẽ dễ lặp lại thí nghiệm**
Thomas Young

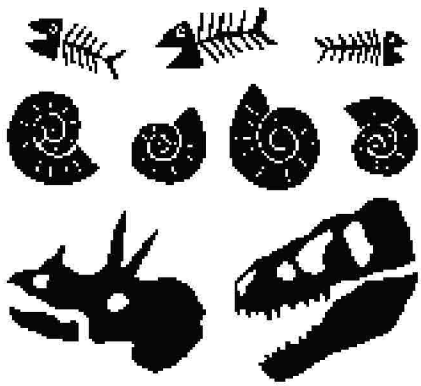
112 **Xác định khối lượng tương đối của các hạt cơ bản**
John Dalton

114 **Tác dụng hóa học của điện**
Humphry Davy

115 **Vẽ bản đồ địa tầng quốc gia**
William Smith

116 **Nhìn xương là biết chủng nào**
Mary Anning

118 **Kế thừa tính tập nhiễm**
Jean-Baptiste Lamarck



119 **Hợp chất hóa học nào cũng gồm hai phần**
Jöns Jakob Berzelius

120 **Xung đột điện không giới hạn ở dây dẫn**
Hans Christian Ørsted

121 **Thua ngài, một ngày nào đó, ngài sẽ đánh thuế được nó**
Michael Faraday

122 **Nhiệt xâm nhập mọi chất trong vũ trụ**
Joseph Fourier

124 **Sản xuất chất hữu cơ từ chất vô cơ**
Friedrich Wöhler

126 **Gió không bao giờ thổi theo đường thẳng**
Gaspard-Gustave de Coriolis

127 **Ánh sáng màu của hệ sao đôi**
Christian Doppler

128 **Băng hà là lưỡi cày to của Chúa**
Louis Agassiz

130 **Thiên nhiên là tổng thể lớn duy nhất**
Alexander von Humboldt

136 **Ánh sáng truyền trong nước chậm hơn trong không khí**
Léon Foucault

138 **Chuyển công thành nhiệt**
James Joule

139 **Phân tích thống kê của chuyển động phân tử**
Ludwig Boltzmann

140 **Tôi khẳng định phát minh ra nhựa**
Leo Baekeland

142 **Tôi gọi nguyên lý này là chọn lọc tự nhiên**
Charles Darwin

150 **Dự báo thời tiết**
Robert FitzRoy

156 ***Omne vivum ex vivo* – sự sống từ sự sống**
Louis Pasteur

160 **Một con rắn tự cắn đuôi mình**
August Kekulé

166 **Tỷ lệ trung bình 3:1 hiển thị rõ ràng**
Gregor Mendel

172 **Mối liên hệ tiến hóa giữa chim và khủng long**
Thomas Henry Huxley

174 **Sự tuần hoàn rõ rệt về tính chất**
Dmitri Mendeleev

180 **Ánh sáng và từ tính cùng chung bản chất**
James Clerk Maxwell

186 **Tia phát từ ống**
Wilhelm Röntgen

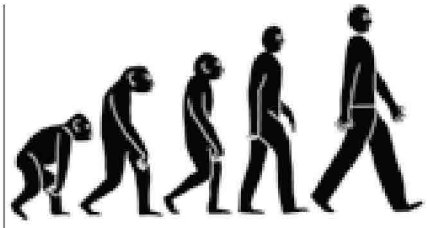
188 **Nhìn sâu vào Trái Đất**
Richard Dixon Oldham

190 **Phóng xạ là một đặc tính nguyên tử của các nguyên tố ấy**
Marie Curie

196 **Dịch sống truyền nhiễm**
Martinus Beijerinck

THAY ĐỔI THẾ GIỚI QUAN
1900–1945

202 **Lượng tử là những gói năng lượng rời rạc**
Max Planck



206 **Giờ tôi đã biết nguyên tử trông ra sao**
Ernest Rutherford

214 **Trọng lực là biến dạng trong chuỗi không-thời gian**
Albert Einstein

222 **Lục địa trôi dạt như mảnh ghép trong bức hình luôn thay đổi**
Alfred Wegener

224 **Vai trò của nhiễm sắc thể trong di truyền**
Thomas Hunt Morgan

226 **Lưỡng tính sóng-hạt**
Erwin Schrödinger

234 **Thực tại vốn bất định**
Werner Heisenberg

236 **Vũ trụ lớn, và ngày càng lớn hơn**
Edwin Hubble

242 **Phạm vi không gian bắt đầu từ số không**
Georges Lemaître

246 **Vật chất nào cũng có phản vật chất tương ứng**
Paul Dirac

248 **Vượt quá một giới hạn nhất định, lõi sao đang suy sập không thể tồn tại ổn định**
Subrahmanyan Chandrasekhar

249 **Bản thân cuộc sống là tiến trình thu thập tri thức**
Konrad Lorenz

250 **Vũ trụ thiếu mất 95%**
Fritz Zwicky

252 **Máy tính vạn năng**
Alan Turing

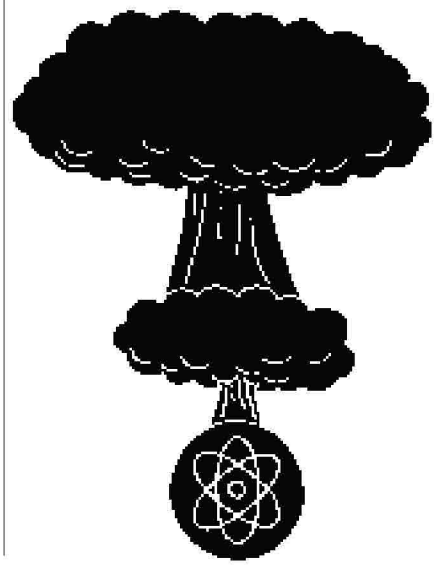
254 **Bản chất của liên kết hóa học**
Linus Pauling

260 **Sức mạnh kinh hoàng giấu trong hạt nhân nguyên tử**
J. Robert Oppenheimer

NỀN TẢNG CƠ BẢN CỦA SỰ SỐNG
1945–HIỆN TẠI

270 **Chúng ta đều là bụi sao**
Fred Hoyle

271 **Gen nhảy**
Barbara McClintock



272 Lý thuyết lạ lùng về ánh sáng và vật chất
Richard Feynman

274 Đời này đâu phải phép màu
Harold Urey và Stanley Miller

276 Chúng tôi xin đề xuất cấu trúc cho chất muối của axit deoxyribose nucleic (ADN)
James Watson và Francis Crick

284 Mọi khả năng có thể xảy ra đều đã xảy ra
Hugh Everett III

286 Một ván caro hoàn hảo
Donald Michie

292 Hợp nhất các lực cơ bản
Sheldon Glashow

294 Chúng ta gây ra hiện tượng Trái Đất nóng lên
Charles Keeling

296 Hiệu ứng cánh bướm
Edward Lorenz

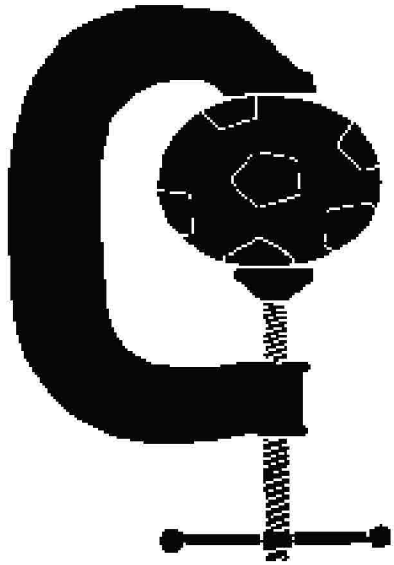
298 Chân không đâu phải không gì
Peter Higgs

300 Cộng sinh ở khắp mọi nơi
Lynn Margulis

302 Quark đi thành bộ ba
Murray Gell-Mann

308 Thuyết vạn vật?
Gabriele Veneziano

314 Lỗ đen bay hơi
Stephen Hawking



315 Trái Đất cùng mọi sinh vật trên nó tạo nên một thể sống duy nhất gọi là Gaia
James Lovelock

316 Mây tạo bởi sóng cuộn lên sóng
Benoit Mandelbrot

317 Mô hình tính toán lượng tử
Yuri Manin

318 Gen chuyển từ loài này sang loài khác
Michael Syvanen

320 Quả bóng chịu được nhiều áp lực
Harry Kroto

322 Cấy gen vào người nhằm mục đích chữa bệnh
William French Anderson

324 Thiết kế dạng sống mới trên màn hình máy tính
Craig Venter

326 Luật mới của tự nhiên
Ian Wilmut

327 Những thế giới bên ngoài Thái Dương Hệ
Geoffrey Marcy

328 PHỤ LỤC

340 THUẬT NGỮ

344 CHỈ MỤC

352 LỜI CẢM ƠN

GIỚI TH

IỆU

Khoa học là cuộc kiếm tìm chân lý không ngừng nghỉ, là cuộc đấu tranh trường cửu từ buổi đầu của nền văn minh nhằm khám phá nguyên lý hoạt động của vạn vật. Được thúc đẩy bởi tính tò mò của con người, khoa học dựa trên lý trí, quan sát và thực nghiệm. Aristotle, triết gia Hy Lạp cổ đại nổi tiếng bậc nhất, đã trú tác rất nhiều về những chủ đề khoa học và đặt nền tảng cho nhiều công trình sau này. Ông giỏi quan sát tự nhiên, song chỉ tư duy và lý luận chứ không làm thực nghiệm. Vì vậy, ông có một số kết luận sai. Chẳng hạn, ông khẳng định vật lớn sẽ rơi nhanh hơn vật bé, và nếu một vật nặng gấp đôi vật khác, nó cũng rơi nhanh gấp đôi. Chưa ai từng đặt nghi vấn về sai sót này cho đến năm 1590, khi nhà thiên văn học người Ý Galileo Galilei bác bỏ nó. Hiện nay, ai cũng biết rằng một nhà khoa học giỏi phải biết dựa vào bằng chứng thực nghiệm, nhưng ngày xưa không phải lúc nào cũng thế.

Phương pháp khoa học

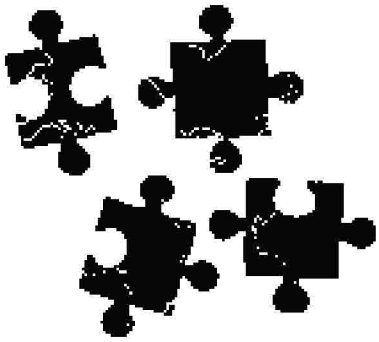
Đầu thế kỷ 17, triết gia người Anh Francis Bacon đề ra một hệ thống logic cho quy trình nghiên cứu khoa học. Dựa trên thành tựu của khoa học gia Ả Rập Alhazen từ 600 năm trước đó và sự củng cố của triết gia Pháp René Descartes ít lâu sau đó, phương pháp khoa học của Bacon đòi hỏi các nhà nghiên cứu phải quan sát, lập giả thuyết và làm thí nghiệm kiểm chứng. Nếu giả thuyết có vẻ đúng thì kết quả sẽ được gửi đi bình duyệt – ở đó, những người làm cùng lĩnh vực, hoặc trong lĩnh vực tương tự, sẽ được mời đến để tìm ra lỗ hổng trong lý luận và phản chứng giả thuyết, hoặc lặp lại thí nghiệm để đảm bảo kết quả là chính xác.

Việc dự báo hay để xướng một giả thuyết có thể kiểm chứng luôn tỏ ra hữu dụng. Năm 1682, khi quan sát sao chổi, nhà thiên văn học người Anh Edmond Halley nhận thấy sao chổi này giống hai sao chổi từng xuất hiện vào năm 1531 và 1607. Ông cho rằng cả ba sao chổi này là một, có quỹ đạo quay quanh Mặt Trời. Halley dự đoán nó sẽ trở lại vào năm 1758, và ông đã đúng. Sao chổi đó quay lại vào ngày 25 tháng 12, 1758, và ngày nay được gọi là sao chổi Halley. Trong thiên văn học, việc thí nghiệm hiếm khi khả thi, nên bằng chứng có được chỉ dựa trên quan trắc.

> Mọi chân lý đều dễ hiểu một khi đã được khám phá. Vấn đề là phải khám phá ra được chúng.
> **Galileo Galilei**

Thí nghiệm có thể kiểm chứng giả thuyết, hoặc chỉ mang tính suy đoán thuần túy. Khi nhà vật lý người New Zealand Ernest Rutherford quan sát học trò bắn hạt alpha vào lá vàng để tìm những tán xạ nhỏ, ông đã đề nghị đặt máy dò bên cạnh nguồn phát. Họ đã vô cùng ngạc nhiên khi thấy một số hạt alpha bị bật ngược lại khi chạm vào lá vàng mỏng như giấy. Rutherford nói rằng hiện tượng ấy giống như đạn pháo bị bật lại khi bắn trúng khăn giấy. Từ đó, ông nghĩ ra ý tưởng mới về cấu trúc nguyên tử.

Thí nghiệm sẽ mang tính thuyết phục cao hơn nếu song song với việc đề xuất một cơ chế hoặc lý thuyết mới, nhà khoa học có thể dự đoán kết quả. Nếu thí nghiệm cho ra kết quả đúng như dự đoán thì lý thuyết đó sẽ có bằng chứng hỗ trợ. Dù vậy, khoa học không bao giờ có thể chứng minh được một lý thuyết là hoàn toàn đúng. Như Karl Popper, triết gia khoa học sống vào



thế kỷ 20, đã chỉ rõ, khoa học chỉ có thể kiểm sai. Mỗi thí nghiệm cho ra kết quả như đã dự đoán thì cũng chỉ là một bằng chứng hỗ trợ, nhưng một thí nghiệm thất bại thì toàn bộ lý thuyết cũng sụp đổ theo.

Qua hàng thế kỷ, nhiều khái niệm lâu đời như vũ trụ địa tâm, tứ thể dịch trong cơ thể người, nguyên tố lửa phlogiston và hậu thiên khí aether đều đã bị bác bỏ và thay thế bởi các lý thuyết mới. Có điều, thuyết mới cũng chỉ là thuyết và có thể bị chứng minh là sai, dù trong nhiều trường hợp, chúng có những bằng chứng hỗ trợ với khả năng sai rất thấp.

Sự phát triển ý tưởng

Khoa học hiếm khi tiến theo những bước đơn giản, logic. Nhiều nhà khoa học nghiên cứu độc lập và cho ra đời những khám phá cùng lúc, song hầu hết mọi tiến bộ, trong một chừng mực nào đó, đều được xây dựng dựa trên những thành quả và lý thuyết của người đi trước. Một trong những lý do thúc đẩy việc chế tạo máy gia tốc hạt lớn (LHC) là để tìm kiếm hạt Higgs, loại hạt mà người ta đã dự đoán sự tồn tại của nó từ năm 1964. Dự đoán ấy lại dựa trên nhiều thập niên nghiên cứu lý thuyết về cấu trúc nguyên tử, từ thời Rutherford và nhà vật lý người Đan Mạch Niels Bohr trong thập niên 1920. Công trình của họ lại phụ thuộc vào việc phát hiện ra electron năm 1897, nối gót sự khám phá tia âm cực năm 1869. Những khám phá này sẽ là bất khả nếu không có máy bơm chân không và pin (ra đời năm 1799) – chuỗi nhân quả này cứ thế kéo dài qua hàng thập kỷ và thế kỷ. Nhà vật lý vĩ đại người Anh Isaac Newton có một câu nói nổi tiếng: "Tôi nhìn được xa hơn bởi tôi đứng trên vai những người khổng lồ." Chủ yếu ông muốn nói tới Galileo, nhưng hẳn ông cũng từng xem qua cuốn *Quang học* của Alhazen.

Những nhà khoa học đầu tiên

Những triết gia đầu tiên có góc nhìn khoa học sống ở Hy Lạp cổ đại, khoảng thế kỷ 6 và 5 TCN. Năm 585 TCN, Thales xứ Miletus dự báo nhật thực; 50 năm sau, tại nơi hiện là miền nam nước Ý, Pythagoras mở trường dạy toán; còn Xenophanes, sau khi tìm thấy vỏ sò trên núi, đã suy luận rằng xưa kia toàn bộ Trái Đất bị biển cả bao phủ.

Tại Sicily, thế kỷ 4 TCN, Empedocles khẳng định rằng đất, khí, lửa, nước là bốn cội nguồn của vạn vật. Ông còn dẫn môn đồ lên miệng núi lửa Etna và nhảy xuống, như để chứng minh mình là bất tử. Kết quả là đến ngày nay, người ta vẫn nhớ tới ông.

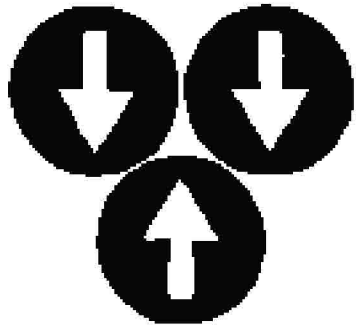
Chiêm tinh

Trong khi đó, người Ấn Độ, Trung Hoa và Địa Trung Hải nỗ lực tìm hiểu sự chuyển động của các thiên thể. Họ lập bản đồ sao – một phần nhằm mục đích điều hướng hàng hải – đặt tên các vì sao và chòm sao. Họ cũng nhận thấy có vài sao di chuyển bất thường so với "định tinh". Người Hy Lạp gọi những sao lang thang này là "hành tinh". Người Trung Hoa ghi nhận sao chổi Halley vào năm 240 TCN, và một siêu tân tinh, nay gọi là Tinh vân Cua, vào năm 1054.

Tuệ Quán

Cuối thế kỷ 8, triều đại Abbas xây dựng một thư viện đồ sộ tên Tuệ Quán tại tân kinh đô Baghdad, tạo cảm hứng cho những tiến bộ

> Nếu muốn làm người tìm kiếm chân lý chân chính, thì ít nhất một lần trong đời, anh phải biết hoài nghi mọi thứ, hết mức có thể.
> **René Descartes**



mau chóng trong khoa học và công nghệ Hồi giáo. Nhiều thiết bị cơ khí tài tình đã được phát minh, cùng với trắc tinh kế, dụng cụ điều hướng dựa trên vị trí của các vì sao. Thuật giả kim phát triển, và những kỹ thuật như chưng cất bắt đầu xuất hiện. Các học giả tại thư viện thu thập tất cả những cuốn sách quan trọng nhất từ Hy Lạp và Ấn Độ rồi phiên dịch sang tiếng Ả Rập. Người phương Tây sau này học lại kiến thức của cha ông từ người Ả Rập, và bộ số "Ả Rập", trong đó có số 0, cũng xuất xứ từ Ấn Độ.

Khoa học hiện đại ra đời

Khi sự độc quyền của Giáo hội lên các chân lý khoa học bắt đầu suy yếu tại phương Tây, hai cuốn sách đột phá được xuất bản vào năm 1543. Nhà giải phẫu học người Bỉ Andreas Vesalius xuất bản bộ *Về cấu trúc cơ thể người*, mô tả quá trình mổ xẻ thi thể của ông, cùng nhiều minh họa sắc sảo. Cùng năm, thầy thuốc người Ba Lan Nicolaus Copernicus xuất bản cuốn *Về chuyển động quay của các thiên thể*, khẳng định chắc chắn Mặt Trời là trung tâm vũ trụ, đánh đổ mô hình địa tâm do Ptolemy thành Alexandria thiết lập một thiên niên kỷ trước.

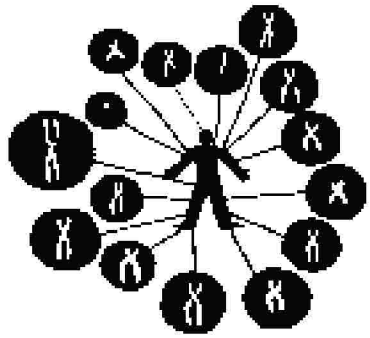
Năm 1600, bác sỹ người Anh William Gilbert ra mắt cuốn *Về nam châm*, lý giải rằng kim la bàn chỉ về hướng bắc vì bản thân Trái Đất là một nam châm. Ông còn cho rằng lõi Trái Đất làm từ sắt. Năm 1623, một bác sỹ người Anh khác là William Harvey đã lần đầu tiên mô tả cách mà quả tim hoạt động như một cái bơm để đưa máu đi khắp cơ thể, qua đó đập tan vĩnh viễn những lý thuyết cổ xưa đã tồn tại 1.400 năm từ thời danh y La Mã gốc Hy Lạp Galen. Thập niên 1660, nhà hóa học người Ireland gốc Anh Robert Boyle trình làng một loạt sách, trong đó có *Nhà hóa học hoài nghi*, nêu định nghĩa về nguyên tố hóa học. Điều này đánh dấu sự thoát thai của hóa học khỏi thuật giả kim thần bí để trở thành một ngành khoa học.

Năm 1665, Robert Hooke, một thời là phụ tá của Boyle, xuất bản cuốn sách khoa học bán chạy đầu tiên, *Hiển vi học*. Những đối tượng như bọ chét hay mắt ruồi được ông minh họa đẹp đẽ trong những trang sách gấp, mở ra một thế giới hiển vi mà chưa ai từng thấy. Năm 1687, *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Những nguyên lý toán học của triết học tự nhiên) của Isaac Newton, thường gọi là *Principia* – cuốn sách khoa học được nhiều người đánh giá là quan trọng nhất mọi thời đại – ra đời. Các định luật về chuyển động và định luật vạn vật hấp dẫn của ông đã xây dựng nền tảng cho vật lý học cổ điển.

Nguyên tố, nguyên tử, tiến hóa

Thế kỷ 18, nhà hóa học người Pháp Antoine Lavoisier khám phá vai trò của khí oxy trong sự cháy, phá vỡ thuyết phlogiston lỗi thời. Giới khoa học nhanh chóng đổ xô nghiên cứu các loại khí mới cùng những đặc tính của chúng. Khi suy nghĩ về các chất khí trong khí quyển, nhà khí tượng học người Anh John Dalton cho rằng mỗi nguyên tố đều bao gồm các

> Dường như tôi chỉ là một đứa bé chơi đùa trên bờ biển, đôi lúc trong vui vẻ tìm thấy một hòn sỏi tròn nhẵn… trong khi đại dương sự thật còn chưa được khám phá trải bao la phía trước.
>
> **Isaac Newton**



nguyên tử đặc thù, và nêu khái niệm về nguyên tử khối. Sau đó, nhà hóa học Đức August Kekulé phát triển cơ sở về cấu trúc phân tử, trong khi nhà phát minh Nga Dmitri Mendeleev lập nên bảng tuần hoàn nguyên tố đầu tiên được chấp nhận rộng rãi.

Pin điện, do Alessandro Volta sáng chế tại Ý vào năm 1799, đã mở ra những lĩnh vực khoa học mới, thúc đẩy nhà vật lý Đan Mạch Hans Christian Ørsted và đồng nghiệp người Anh Michael Faraday khám phá ra các nguyên tố mới và điện từ, dẫn đến phát minh động cơ điện. Đồng thời, kiến thức vật lý cổ điển được áp dụng để nghiên cứu khí quyển, các vì sao, tốc độ ánh sáng và bản chất của nhiệt, đưa đến sự phát triển của nhiệt động lực học.

Giới địa chất học nghiên cứu địa tầng bắt đầu tái dựng quá khứ của Trái Đất. Cổ sinh vật học trở nên thời thượng khi hóa thạch của các sinh vật tuyệt chủng được khai quật. Mary Anning, một cô gái Anh ít học, đã trở thành người tìm kiếm hóa thạch nổi tiếng toàn cầu. Cùng với loài khủng long, ý niệm về tiến hóa phát sinh, nổi tiếng nhất là của nhà tự nhiên học người Anh Charles Darwin, cùng những lý thuyết mới về nguồn gốc và hệ sinh thái của sự sống.

Bất định và vô cực

Đầu thế kỷ 20, chàng trai người Đức Albert Einstein công bố thuyết tương đối, làm rung chuyển vật lý học cổ điển, kết thúc khái niệm không gian và thời gian tuyệt đối. Nhiều mô hình nguyên tử mới ra đời; ánh sáng được chứng minh là có tính chất sóng lẫn hạt; một người Đức khác, Werner Heisenberg, chứng minh rằng vũ trụ ở cấp vi mô là bất định.

Tuy nhiên, điều ấn tượng nhất của thế kỷ 20 là việc tốc độ phát triển của công nghệ đã giúp khoa học tiến nhanh hơn bao giờ hết, với những ý tưởng nhảy vọt và độ chính xác cao dần. Những máy gia tốc hạt mạnh hé lộ những đơn vị vật chất cơ bản mới. Kính viễn vọng mạnh hơn cho thấy vũ trụ đang giãn nở, khởi đầu bằng Big Bang. Ý tưởng về lỗ đen bắt đầu nhen nhóm. Vật chất tối và năng lượng tối dường như đầy rẫy khắp vũ trụ; các nhà thiên văn tìm ra những thế giới mới – các hành tinh quay quanh những ngôi sao ở xa, vài trong số đó có thể nuôi dưỡng sự sống. Nhà toán học Anh Alan Turing từng nghĩ về máy tính vạn năng, và trong vòng 50 năm, chúng ta đã có máy tính cá nhân, mạng Internet và điện thoại thông minh.

> “Thực tại chỉ là ảo mộng, dù ảo mộng ấy rất dai dẳng.”
> **Albert Einstein**

Bí mật của sự sống

Sinh học đã chứng minh được nhiễm sắc thể là cơ sở di truyền, và cấu trúc hóa học của ADN đã được giải mã. Chỉ 40 năm sau, công trình này đưa đến dự án bản đồ gen người, được dự báo sẽ rất khó, song hiện đang tiến nhanh nhờ sự giúp sức của máy tính. Giải trình tự ADN nay gần như là chuyện thường ngày ở phòng thí nghiệm, liệu pháp gen từ hy vọng đã trở thành hiện thực, và động vật hữu nhũ đầu tiên đã được nhân bản vô tính.

Dựa trên những thành tựu này, các nhà khoa học vẫn đang tiến lên trên con đường bất tận đi tìm sự thật. Tuy nhiều khả năng số câu trả lời sẽ luôn ít hơn số câu hỏi đặt ra, nhưng những khám phá trong tương lai chắc chắn sẽ tiếp tục làm con người kinh ngạc. ■

KHỌA HỌ
KHỞI SIN
600 TCN – 1400

Thales xứ Miletus dự báo chính xác **nhật thực**, qua đó chấm dứt Trận Halys.

585 TCN

Xenophanes tìm thấy vỏ sò trên núi, đoán rằng **toàn bộ Trái Đất ngày xưa từng bị nước bao phủ**.

KH.500 TCN

Aristotle trứ tác hàng loạt tác phẩm về nhiều chủ đề, trong đó có **vật lý, sinh học và động vật học**.

KH.325 TCN

Aristarchus xứ Samos cho rằng không phải Trái Đất mà **Mặt Trời mới là trung tâm của vũ trụ**.

KH.250 TCN

KH.530 TCN

Pythagoras mở **trường dạy toán** ở Croton, miền nam nước Ý ngày nay.

KH.450 TCN

Empedocles cho rằng vạn vật trên Trái Đất đều do **đất, khí, lửa, nước** kết hợp mà thành.

KH.300 TCN

Theophrastus viết *Khảo sát thực vật* và *Bàn về nguồn gốc thực vật*, sáng lập ngành **thực vật học**.

KH.240 TCN

Archimedes xác định vuong miện của nhà vua không phải làm bằng vàng ròng bằng cách **đo lượng nước bị chiếm chỗ**.

Nghiên cứu khoa học bắt nguồn từ Lưỡng Hà. Sau khi phát minh ra nông nghiệp và chữ viết, con người đã có thời gian để nghiên cứu, cũng như có phương tiện để lưu truyền những kết quả nghiên cứu cho thế hệ sau. Bầu trời đêm kỳ diệu chính là nguồn cảm hứng cho khoa học sơ kỳ. Từ thiên niên kỷ 4 TCN, các tu tế người Sumer đã nghiên cứu sao trời và ghi lại kết quả trên những bảng đất sét. Tuy họ không ghi lại phương pháp, nhưng một bảng có niên đại 1800 TCN cho thấy họ đã biết về các tính chất của tam giác vuông.

Hy Lạp cổ đại

Người Hy Lạp cổ đại không xem khoa học là một ngành riêng biệt với triết học, nhưng người đầu tiên có công trình mang tính khoa học được ghi nhận là Thales xứ Miletus. Theo lời Plato, Thales suốt ngày mơ mộng và thích ngắm sao trời, đến nỗi có lần bị rơi xuống giếng. Có lẽ dựa vào những dữ liệu trước đó của người Babylon, năm 585 TCN, Thales đã dự báo chính xác nhật thực, chứng minh sức mạnh của phương pháp khoa học.

Hy Lạp cổ đại không phải một quốc gia duy nhất, mà là tập hợp lỏng lẻo của nhiều thành bang. Miletus (nay thuộc Thổ Nhĩ Kỳ) là nơi sinh trưởng của một số triết gia nổi tiếng. Nhiều triết gia Hy Lạp thời sơ kỳ đã học tập tại Athens. Tại đây có Aristotle, một nhà quan sát tinh tế, song không làm thực nghiệm. Ông tin rằng nếu có thể tập hợp đủ các hiền tài thì sẽ khám phá ra chân lý. Nhà kỹ thuật Archimedes, sống ở Syracuse trên đảo Sicily, thì nghiên cứu đặc tính của chất lưu. Năm 331 TCN, Alexander Đại đế lập một trung tâm học thuật mới ở Alexandria, nằm tại cửa sông Nile. Tại đây, Eratosthenes đã đo chu vi của Trái Đất, Ctesibius chế tạo đồng hồ chính xác, và Hero phát minh động cơ hơi nước. Cùng thời điểm ấy, các thủ thư ở Alexandria nỗ lực thu thập những cuốn sách hay nhất để dựng nên thư viện vĩ đại nhất hoàn cầu. Thư viện đã bị đốt khi người La Mã và Kitô hữu chiếm đóng Alexandria.

Khoa học châu Á

Khoa học phát triển độc lập tại Trung Hoa. Người Trung Hoa phát minh ra thuốc súng (cùng với pháo bông, tên lửa, súng), và chế tạo ống bễ để rèn kim loại. Họ cũng phát minh địa chấn kế và la bàn đầu tiên trên thế giới.

Eratosthenes, bạn của Archimedes, đã tính được **chu vi Trái Đất** dựa trên bóng Mặt Trời lúc chính ngọ vào ngày hạ chí.

KH.240 TCN

Hipparchus khám phá **tuế sai của quỹ đạo Trái Đất**, soạn danh mục sao trời đầu tiên ở phương Tây.

KH.130 TCN

Almagest (Toán học toát yếu) của Claudius Ptolemy, dù sai sót nhiều chỗ, vẫn trở thành **sách giáo khoa chuẩn mực về thiên văn** tại phương Tây.

KH.150

Nhà thiên văn Ba Tư Abd al-Rahman al-Sufi cập nhật *Almagest*, **đặt cho nhiều ngôi sao những cái tên tiếng Ả Rập** mà đến nay vẫn được sử dụng.

964

KH.230 TCN

Ctesibius chế tạo **đồng hồ nước** – dụng cụ chỉ thời gian chính xác nhất thế giới trong hàng thế kỷ.

KH.120

Ở Trung Hoa, Trương Hành bàn về bản chất của thiên thực, lập **danh mục 2.500 vì sao**.

628

Nhà toán học Ấn Độ Brahmagupta vạch ra những quy tắc đầu tiên khi sử dụng **số không**.

1021

Alhazen, một trong những nhà khoa học thực nghiệm đầu tiên, tiến hành những nghiên cứu khai phá về **thị giác và quang học**.

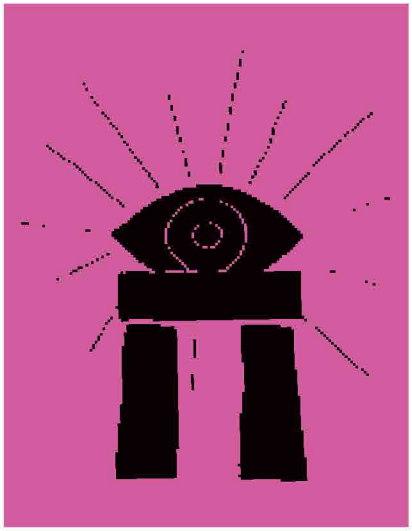
Năm 1054, các nhà thiên văn Trung Hoa quan sát một siêu tân tinh, sau này được xác định là Tinh vân Cua vào năm 1731.

Một vài công nghệ tân tiến nhất của thiên niên kỷ 1, trong đó có xa quay tơ, ra đời ở Ấn Độ. Trung Hoa từng cử người sang Ấn Độ để học kỹ thuật canh tác. Giới toán học Ấn Độ phát triển ra cái mà ngày nay gọi là hệ thống chữ số "Ả Rập", gồm số 0 và số âm. Họ còn định nghĩa các hàm sin và cosin của lượng giác.

Thời đại hoàng kim Hồi giáo

Giữa thế kỷ 8, triều đại Abbas Hồi giáo dời đô từ Damascus đến Baghdad. Nêu cao khẩu hiệu "Dấu mực của một vị học giả còn thánh thiện hơn máu của người tuẫn đạo" trong kinh Qur'an, Hồi vương Harun al-Rashid đã xây dựng Tuệ Quán tại kinh đô mới, dự định biến nơi đây thành thư viện và trung tâm học thuật. Các học giả thu thập sách vở từ các thành bang Hy Lạp cổ và Ấn Độ, dịch sang tiếng Ả Rập. Sang thời Trung Cổ, người phương Tây hầu như không biết đến những tài liệu cổ này, và chỉ đọc về chúng qua các sách Ả Rập. Giữa thế kỷ 9, thư viện tại Baghdad đã phát triển, kế thừa địa vị của thư viện Alexandria.

Trong những nhân vật được Tuệ Quán truyền cảm hứng có một số nhà thiên văn học, nổi bật là al-Sufi, người tiếp nối công việc của Hipparchus và Ptolemy. Thiên văn học đã được người du mục Ả Rập sử dụng để định hướng khi lùa lạc đà băng qua sa mạc trong đêm. Alhazen, sinh ra tại Basra và học ở Baghdad, là một trong những nhà khoa học thực nghiệm đầu tiên trên thế giới. Các sách quang học của ông được đánh giá là quan trọng không kém các công trình của Isaac Newton. Những nhà giả kim Ả Rập đã nghĩ ra phương pháp chưng cất và nhiều kỹ thuật mới khác, đặt ra những thuật ngữ như kiềm, aldehyde và ancol. Danh y al-Razi phát minh ra xà phòng, lần đầu tiên phân biệt rõ ràng bệnh đậu mùa và bệnh sởi. Trong sách của ông có câu: "Mục đích của lang y là làm điều thiện, thậm chí cho cả kẻ thù." Al-Khwarizmi và các nhà toán học khác đã lập ra đại số và giải thuật. Nhà kỹ thuật al-Jazari phát minh ra cơ cấu tay quay thanh truyền mà ngày nay vẫn được ứng dụng trong xe đạp và xe hơi. Phải vài thế kỷ sau, các nhà khoa học châu Âu mới bắt kịp những tiến bộ trên. ■



DỰ BÁO NHẬT THỰC

THALES XỨ MILETUS (624–546 TCN)

BỐI CẢNH

NGÀNH
Thiên văn học

TRƯỚC ĐÓ
Kh.2000 TCN Những công trình ở châu Âu như Stonehenge có thể được dùng để dự báo thiên thực.

Kh.1800 TCN Tại Babylon cổ đại, các nhà thiên văn để lại những mô tả toán học xưa nhất về sự chuyển động của các thiên thể.

Thiên niên kỷ 2 TCN Giới thiên văn Babylon phát triển những phương pháp dự báo thiên thực, nhưng dựa trên sự quan sát Mặt Trăng chứ không dùng chu kỳ toán học.

SAU ĐÓ
Kh.140 TCN Nhà thiên văn học người Hy Lạp Hipparchus nghĩ ra một hệ thống để dự báo thiên thực, sử dụng chu kỳ chuyển động Saros của Mặt Trời và Mặt Trăng.

Sinh ra tại một thuộc địa của Hy Lạp ở Tiểu Á, Thales xứ Miletus thường được xem như ông tổ của triết học phương Tây, đồng thời là nhân vật chính yếu trong thời kỳ phát triển sơ khai của khoa học. Sinh thời, ông nổi tiếng với những tư tưởng về toán học, vật lý và thiên văn.

Thành tựu nổi bật nhất của Thales có lẽ cũng gây nhiều tranh cãi nhất. Theo ghi chép của sử gia Hy Lạp Herodotus hơn một thế kỷ sau, Thales đã dự báo chính xác nhật thực diễn ra vào ngày 28 tháng 5, 585 TCN, khiến người Lydia và Media phải ngừng chiến.

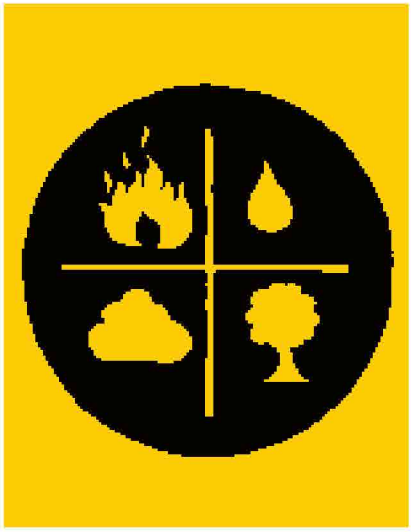
> …ngày biến thành đêm, và sự thay đổi này đã được Thales xứ Miletus tiên đoán…
> **Herodotus**

Lịch sử gây tranh cãi

Vài thế kỷ sau, không ai lặp lại được thành tích của Thales. Các sử gia khoa học từ lâu đã tranh luận liệu Thales có thật sự dự báo được nhật thực, và nếu có thì bằng cách nào. Có người cho rằng lời kể của Herodotus mơ hồ và thiếu chính xác, nhưng thành công của Thales dường như đã gây tiếng vang rộng rãi, và ngay cả những tác giả đời sau, vốn rất thận trọng với văn liệu của Herodotus, cũng chấp nhận nó là sự thật. Giả sử là thật, thì nhiều khả năng Thales đã khám phá ra chu kỳ 18 năm trong chuyển động của Mặt Trời và Mặt Trăng, tức chu kỳ Saros. Những nhà thiên văn Hy Lạp đời sau đã dùng chu kỳ này để dự báo thiên thực.

Bất kể Thales dùng phương pháp nào, dự báo của ông cũng đã tác động mạnh mẽ lên trận đánh xảy ra tại sông Halys (nay thuộc Thổ Nhĩ Kỳ). Nhật thực không chỉ chấm dứt trận đánh mà còn chấm dứt cuộc chiến kéo dài 15 năm giữa người Media và người Lydia. ■

Xem thêm: Trương Hành 26–27 ▪ Nicolaus Copernicus 34–39 ▪ Johannes Kepler 40–41 ▪ Jeremiah Horrocks 52



NGUỒN GỐC TỨ HÀNH CỦA VẠN VẬT

EMPEDOCLES (490–430 TCN)

BỐI CẢNH

NGÀNH
Hóa học

TRƯỚC ĐÓ
Kh.585 TCN Thales cho rằng thế giới tạo thành từ nước.

Kh.535 TCN Anaximenes cho rằng vạn vật tạo thành từ khí. Nước và đất đá đều từ khí ra.

SAU ĐÓ
Kh.400 TCN Triết gia Hy Lạp Democritus đề xướng rằng vật chất đều cấu tạo từ những hạt rất nhỏ, không thể phân chia – gọi là nguyên tử.

1661 Robert Boyle định nghĩa các nguyên tố trong cuốn *Nhà hóa học hoài nghi.*

1808 Theo thuyết nguyên tử của John Dalton, mỗi nguyên tố có nguyên tử riêng với khối lượng khác nhau.

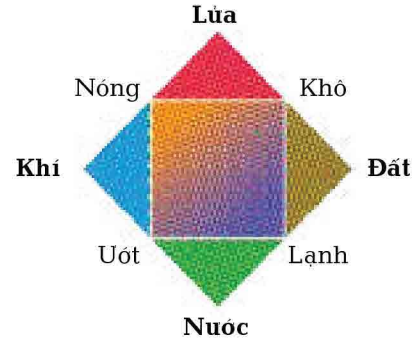
1869 Dmitri Mendeleev lập bảng tuần hoàn, xếp các nguyên tố thành nhóm theo những đặc tính chung.

Nhiều nhà tư tưởng Hy Lạp cổ đại quan tâm đến bản chất của vật chất. Sau khi quan sát nước ở dạng lỏng, băng ở dạng rắn và sương ở dạng khí, Thales xứ Miletus tin rằng vạn vật đều tạo thành từ nước. Aristotle cho rằng "sự ẩm nuôi dưỡng vạn vật, ngay cả cái nóng cũng sinh ra từ cái ướt và sống nhờ đó". Sống sau Thales hai thế hệ, Anaximenes cho rằng thế giới tạo thành từ khí. Theo ông, khí ngưng tụ lại thành sương, thành mưa, và cuối cùng là đất đá.

Sinh ra tại Agrigentum trên đảo Sicily, thầy thuốc kiêm thi sĩ Empedocles đã lập ra một lý thuyết phức tạp hơn: vạn vật đều phát sinh từ tứ hành (ông không dùng từ "nguyên tố") là đất, khí, lửa, nước. Tứ hành kết hợp sẽ sinh ra những tính chất như nóng và ẩm, từ đó hình thành đất, đá và tất cả các loài động thực vật. Ban đầu, tứ hành tạo nên một khối cầu hoàn hảo, được một lực hướng tâm là tình yêu gắn kết lại với nhau. Nhưng dần dần, sự xung đột – tức lực ly tâm – bắt đầu gây cảnh phân ly. Theo Empedocles, tình yêu và xung đột là hai lực tạo nên vũ trụ. Trong thế giới này, sở dĩ đời sống khó khăn là bởi sự xung đột chiếm ưu thế.

Lý thuyết tương đối đơn giản này đã thống trị tư tưởng châu Âu, dẫn đến quan niệm về "tứ thể dịch" đã tồn tại gần như nguyên dạng, không được bổ túc gì thêm, cho đến khi hóa học hiện đại ra đời vào thế kỷ 17. ■

Empedocles chia tứ hành thành hai cặp tương khắc: nước/lửa và đất/khí. Chúng kết hợp lại để tạo thành vạn vật quanh ta.



Xem thêm: Robert Boyle 46–49 ▪ John Dalton 112–113 ▪ Dmitri Mendeleev 174–179

ĐO CHU VI TRÁI ĐẤT

ERATOSTHENES (276–194 TCN)

BỐI CẢNH

NGÀNH
Địa lý

TRƯỚC ĐÓ
Thế kỷ 6 TCN Nhà toán học người Hy Lạp Pythagoras đưa ra giả thuyết Trái Đất có thể là hình cầu chứ không phải mặt phẳng.

Thế kỷ 3 TCN Aristarchus xứ Samos là người đầu tiên đặt Mặt Trời vào vị trí trung tâm của phần vũ trụ đã được biết đến. Ông dùng phương pháp lượng giác để ước lượng kích cỡ tương đối của Mặt Trời và Mặt Trăng, cũng như khoảng cách giữa chúng với Trái Đất.

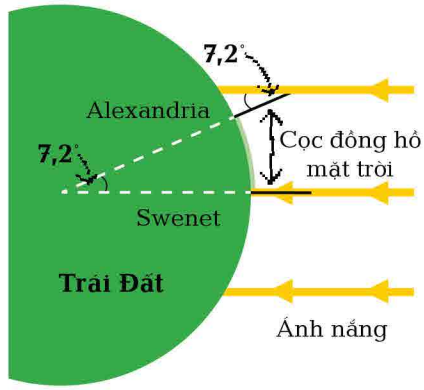
Cuối thế kỷ 3 TCN Eratosthenes đề xuất khái niệm đường song song và vuông góc cho bản đồ (tương ứng với vĩ tuyến và kinh tuyến hiện đại).

SAU ĐÓ
Thế kỷ 18 Các nhà khoa học Pháp và Tây Ban Nha tốn rất nhiều công sức mới xác định được chu vi chính xác và hình dạng của Trái Đất.

Nhắc đến nhà thiên văn học và toán học Hy Lạp Eratosthenes, ta thường nhớ đó là người đầu tiên đo kích thước Trái Đất, nhưng ông cũng là cha đẻ của ngành địa lý. Không chỉ đặt ra thuật ngữ "địa lý", ông còn thiết lập nhiều nguyên tắc cơ bản để đo lường các vị trí trên địa cầu. Sinh ra ở Cyrene (nay thuộc Lybia), ông chu du khắp thế giới Hy Lạp, theo học tại Athens và Alexandria, và cuối cùng trở thành thủ thư tại đại thư viện Alexandria.

Khi ở Alexandria, Eratosthenes nghe rằng tại thành phố Swenet ở phía nam Alexandria, Mặt Trời đi qua thiên đỉnh vào ngày hạ chí (ngày dài nhất trong năm, khi Mặt Trời lên cao nhất trên bầu trời). Giả định rằng Mặt Trời nằm xa đến nỗi các tia nắng gần như song song nhau khi tới Trái Đất, ông sử dụng một cây cọc thẳng đứng, còn gọi là "cọc đồng hồ mặt trời", để đo bóng nắng khi Mặt Trời đi qua thiên đỉnh ở Alexandria. Tại đây, ông xác định rằng Mặt Trời nằm ở vị trí 7,2° về phía nam so với thiên đỉnh, tức 1/50 chu vi đường tròn. Như vậy, khoảng cách giữa Swenet và Alexandria dọc theo kinh tuyến bắc–nam hẳn phải bằng 1/50 chu vi Trái Đất. Từ suy luận này, ông tính ra chu vi Trái Đất là 230.000 stadion (39.690km) – sai số chưa đầy 2%. ■

Ánh nắng chiếu thẳng góc ở Swenet nhưng đổ bóng tại Alexandria. Nhờ góc của bóng tạo bởi cọc đồng hồ mặt trời, Eratosthenes đã tính được chu vi Trái Đất.



Xem thêm: Nicolaus Copernicus 34–39 ▪ Johannes Kepler 40–41

CON NGƯỜI "CÓ HỌ" VỚI CÁC LOÀI BẬC THẤP HƠN

AL-TUSI (1201–1274)

BỐI CẢNH

NGÀNH
Sinh học

TRƯỚC ĐÓ
Kh.550 TCN Anaximander xứ Miletus cho rằng sự sống bắt đầu từ dưới nước, và tiến hóa từ đây lên.

Kh.340 TCN Theo học thuyết về các Mô thức của Plato, các loài không biến đổi.

Kh.300 TCN Epicurus nói trong quá khứ từng tồn tại nhiều loài khác, nhưng chỉ những loài thành công nhất mới sống sót và lưu truyền hậu duệ.

SAU ĐÓ
1377 Ibn Khaldun viết trong cuốn *Muqaddimah* (Dẫn nhập) rằng con người tiến hóa từ khỉ.

1809 Jean-Baptiste Lamarck đề xuất thuyết tiến hóa của các loài.

1858 Alfred Russel Wallace và Charles Darwin đề xuất thuyết tiến hóa theo cơ chế chọn lọc tự nhiên.

Sinh năm 1201 tại Baghdad, giữa thời đại hoàng kim của Hồi giáo, học giả Ba Tư Nazir al-Din al-Tusi là một nhà thơ, triết gia, nhà toán học, nhà thiên văn học, và là một trong những người đầu tiên đề xướng cơ chế tiến hóa. Ông cho rằng vũ trụ trước kia gồm những nguyên tố tương đồng đã dần dần phân ly, một số trở thành khoáng vật, số khác biến đổi nhanh hơn thành thực vật và động vật.

Trong *Akhlaq-i-Nasri*, một tác phẩm viết về luân lý học của al-Tusi, ông đã xếp hạng các dạng sống, đặt động vật cao hơn thực vật, và con người cao hơn các động vật khác. Ông xem ý chí hữu thức của động vật là bước tiến tới ý thức ở loài người. Động vật biết tự đi tìm thức ăn và học những điều mới. Trong khả năng học hỏi này, al-Tusi thấy ẩn tàng khả năng suy luận: "Ở thế giới động vật, ngựa được huấn luyện và chim ưng săn mồi nằm ở mức phát triển cao hơn," và "Những bước đầu tiên trong quá trình hoàn thiện của con người đều bắt đầu từ đây."

> Sinh vật nào phát triển đặc tính mới nhanh hơn thì dễ biến đổi hơn. Do đó, chúng có lợi thế hơn so với những loài khác.
> **al-Tusi**

Al-Tusi tin rằng sinh vật biến đổi theo thời gian, và càng biến đổi thì càng hoàn thiện. Theo ông, con người đang ở "giữa cầu thang tiến hóa", nghĩa là hãy còn khả năng phát triển cao hơn nhờ vào phương tiện ý chí. Ông là người đầu tiên cho rằng không chỉ các sinh vật biến đổi theo thời gian, mà toàn bộ sinh vật đều tiến hóa từ một thời điểm trong quá khứ khi không hề có sự sống. ■

Xem thêm: Carl Linnaeus 74–75 ▪ Jean-Baptiste Lamarck 118 ▪ Charles Darwin 142–149 ▪ Barbara McClintock 271

VẬT NỔI SẼ CHIẾM CHỖ LƯỢNG CHẤT LỎNG BẰNG VỚI THỂ TÍCH CỦA NÓ

ARCHIMEDES (287–212 TCN)

BỐI CẢNH

NGÀNH
Vật lý

TRƯỚC ĐÓ
Thiên niên kỷ 3 TCN Các thợ rèn nhận thấy nếu nấu chảy kim loại và trộn chúng với nhau thì sẽ tạo ra một hợp kim cứng hơn bất kỳ kim loại ban đầu nào.

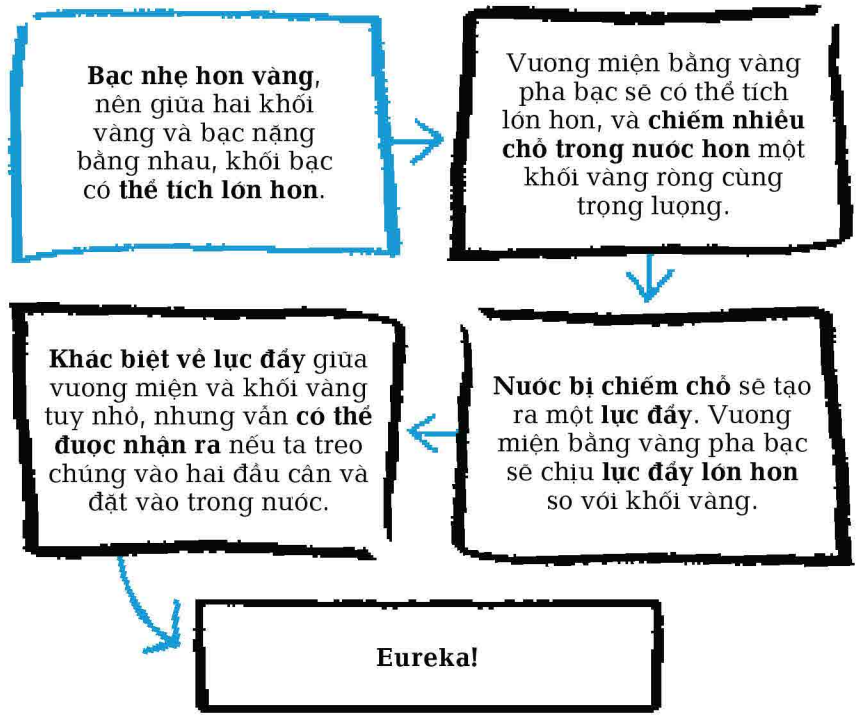
600 TCN Người Hy Lạp cổ đại đúc tiền bằng một hợp kim của vàng và bạc, gọi là electrum.

SAU ĐÓ
1687 Trong cuốn *Principia*, Isaac Newton đề xuất thuyết vạn vật hấp dẫn, giải thích rằng có một lực hút kéo vạn vật về tâm Trái Đất và ngược lại.

1738 Nhà toán học người Thụy Sỹ Daniel Bernoulli lập thuyết về thủy động lực học, giải thích cách chất lỏng tạo áp lực lên vật thể bởi chuyển động ngẫu nhiên của các phân tử trong chất lỏng ấy.

Trong một tác phẩm vào thế kỷ 1 TCN, tác giả La Mã Vitruvius đã thuật lại một câu chuyện (chưa chắc có thật) xảy ra hai thế kỷ trước đó. Vua Hieron II của Sicily ra lệnh chế tác một vương miện mới bằng vàng. Khi thành phẩm được dâng lên, Hieron ngờ rằng người thợ đã ăn bớt vàng, trộn bạc vào và nấu chảy cùng số vàng còn lại, nên màu của chiếc vương miện vẫn giống hệt vàng ròng. Ngài bèn nhờ vị khoa học gia đầu triều là Archimedes điều tra.

Archimedes đau đầu vì bài toán. Chiếc vương miện mới rất quý giá, và ông không được phép



Xem thêm: Nicolaus Copernicus 34–39 ▪ Isaac Newton 62–69

làm hư hại nó. Ông ra nhà tắm công cộng ở Syracuse, vừa tắm vừa suy nghĩ vấn đề. Khi bước vào bồn tắm đầy nước, ông nhận thấy hai điều: mực nước dâng lên khiến một ít nước tràn ra ngoài, và cơ thể ông nhẹ bổng. Ông reo vang "Eureka!" (Tìm ra rồi!) và trần truồng chạy về nhà.

Đo thể tích

Archimedes nhận thấy rằng nếu đặt vuong miện vào trong một cái xô đầy nước, nó sẽ chiếm chỗ một lượng nước đúng bằng thể tích của nó. Nếu đo lượng nước tràn ra, ông sẽ tính được thể tích vuong miện. Vì bạc nhẹ hơn vàng nên giữa hai vuong miện bạc và vàng nặng bằng nhau, vuong miện bạc sẽ lớn hơn, chiếm nhiều chỗ trong nước hơn. Vì thế, vuong miện bằng vàng pha bạc sẽ chiếm chỗ nước nhiều hơn so với vuong miện vàng ròng, hoặc một khối vàng ròng có cùng trọng lượng. Trên thực tế, sự khác biệt rất nhỏ và khó mà đo được. Song Archimedes còn phát hiện rằng: vật nào bị nhúng vào chất lỏng cũng sẽ chịu một lực đẩy lên ngang bằng với trọng lượng chất lỏng bị chiếm chỗ.

Có lẽ Archimedes đã giải quyết vấn đề bằng cách buộc vuong miện và một khối vàng ròng cùng trọng lượng vào hai đầu cán cân, sau đó treo ở giữa cho hai bên cân bằng. Sau đó, ông nhúng tất cả vào bồn nước. Nếu vuong miện làm từ vàng ròng, nó và khối vàng sẽ chịu lực đẩy bằng nhau, và cán cân sẽ giữ nguyên ở vị trí nằm ngang. Nếu vuong miện có chứa bạc, thể tích của nó lớn hơn thể tích khối vàng nên nó sẽ chiếm chỗ nước nhiều hơn, và cân sẽ bị nghiêng thấy rõ.

Phát kiến trên ngày nay mang tên định lý Archimedes. Theo đó, lực đẩy tác động vào một vật trong chất lỏng bằng với trọng lượng chất lỏng mà vật ấy chiếm chỗ. Định lý này giải thích vì sao những vật làm từ vật liệu nặng vẫn có thể nổi trên nước. Ví dụ, một con tàu thép nặng một tấn chỉ chìm đến khi nó chiếm chỗ đúng một tấn nước, sau đó sẽ không chìm thêm nữa. Không gian bên trong vỏ tàu sâu và rỗng có thể tích lớn hơn, và chiếm chỗ nước nhiều hơn so với một khối thép cùng trọng lượng, do đó cũng được nâng lên bởi một lực đẩy mạnh hơn.

> Nếu đặt vật rắn nặng hơn chất lỏng vào chất lỏng ấy, nó sẽ chìm xuống đáy. Nếu cân trong chất lỏng, vật rắn sẽ nhẹ hơn trọng lượng thật của nó một khoảng đúng bằng trọng lượng chất lỏng mà nó đã chiếm chỗ.
>
> **Archimedes**

Theo lời kể của Vitrivius, vuong miện của Hieron quả nhiên có chứa bạc, và người thợ kim hoàn đã bị trừng phạt thích đáng. ■

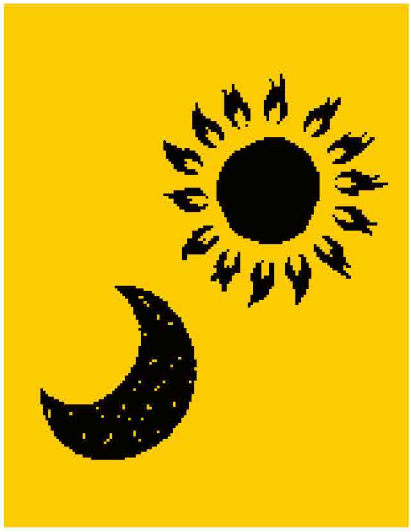
Archimedes

Archimedes có lẽ là nhà toán học vĩ đại nhất của thế giới cổ đại. Sinh khoảng năm 287 TCN, ông bị một người lính sát hại khi quê hương Syracuse của ông bị quân La Mã xâm chiếm vào năm 212 TCN. Trước đó, ông đã chế tạo một số vũ khí đáng sợ để cầm chân chiến thuyền La Mã đang tấn công Syracuse – cụ thể là một máy bắn đá, một loại cần cẩu có thể nhấc mũi tàu khỏi nước và một dàn gương hội tụ ánh sáng mặt trời để thiêu cháy tàu địch. Trong một chuyến đi Ai Cập, có lẽ ông còn sáng chế vít Archimedes mà ngày nay vẫn được dùng trong tưới tiêu.

Archimedes còn ước tính được giá trị số pi (tỷ số giữa chu vi đường tròn với đường kính của đường tròn ấy), và giải thích nguyên lý hoạt động của đòn bẩy và ròng rọc. Thành tựu khiến ông tự hào nhất là việc chứng minh được bằng toán học rằng hình trụ nhỏ nhất mà bất kỳ hình cầu đã cho nào có thể chui vừa có thể tích đúng bằng 1,5 lần thể tích hình cầu. Hình cầu và hình trụ đã được khắc trên bia mộ của Archimedes.

Tác phẩm chính

Kh.250 TCN *Về các vật nổi*



MẶT TRỜI NHƯ LỬA, MẶT TRĂNG NHƯ NƯỚC

TRƯƠNG HÀNH (78–139)

BỐI CẢNH

NGÀNH
Vật lý

TRƯỚC ĐÓ
140 TCN Hipparchus nghĩ ra cách dự báo thiên thực.

150 Ptolemy cải tiến công trình của Hipparchus, soạn các bảng thiên văn tiện dụng, cho phép tính toán vị trí tương lai của thiên thể.

SAU ĐÓ
Thế kỷ 11 Thẩm Quát viết cuốn *Mộng khê bút đàm*, dùng sự tròn và khuyết của Mặt Trăng để chứng minh rằng mọi thiên thể (trừ Trái Đất) đều có hình cầu.

1543 Nicolaus Copernicus xuất bản *Về chuyển động quay của các thiên thể*, miêu tả hệ thống nhật tâm.

1609 Johannes Kepler giải thích chuyển động của các hành tinh cũng giống như các thiên thể trôi nổi theo quỹ đạo hình elip.

Do đó, Mặt Trời như lửa, Mặt Trăng như nước.

Khoảng năm 140 TCN, Hipparchus người Hy Lạp, có lẽ là nhà thiên văn học xuất sắc nhất thời cổ đại, đã soạn ra một danh mục khoảng 850 vì sao. Ông cũng giải thích cách dự báo chuyển động của Mặt Trời, Mặt Trăng và những ngày có thiên thực. Trong cuốn *Almagest* viết khoảng năm 150, Ptolemy thành Alexandria đã liệt kê 1.000 vì sao và 48 chòm sao. Phần lớn tác phẩm này thực chất là phiên bản cập nhật của những gì Hipparchus đã viết, nhưng dưới hình thức hữu dụng hơn. Ở phương Tây, *Almagest* đã trở thành cuốn sách giáo khoa chuẩn mực về thiên văn học suốt thời Trung Cổ. Những bảng thiên văn trong đó chứa đựng tất cả thông tin cần thiết để tính vị trí tương lai của Mặt Trời, Mặt Trăng, hành tinh, các ngôi sao chính yếu, cũng như dự báo nhật thực và nguyệt thực.

Năm 120, nhà bác học Trung Hoa Trương Hành cho ra mắt tác phẩm *Linh hiến* (Cấu tạo linh thiêng của vũ trụ). Ông viết: "Trời giống trứng gà, tròn như đạn nỏ; Đất như lòng đỏ, một mình nằm giữa trung tâm. Trời lớn còn Đất nhỏ." Như vậy, giống Hipparchus và Ptolemy, Trương

Xem thêm: Nicolaus Copernicus 34–39 ▪ Johannes Kepler 40–41 ▪ Isaac Newton 62–69

> Mặt Trăng và các hành tinh là Âm, có hình dạng mà không có ánh sáng.
> **Kinh Phòng**

Hành cũng xem Trái Đất là tâm vũ trụ. Ông lập danh sách 2.500 ngôi sao "sáng rõ" cùng 124 chòm sao, và nói thêm rằng "có 11.520 ngôi sao rất bé".

Nguyệt thực và thiên thực của các hành tinh

Trương Hành mê mẩn thiên thực. Ông viết: "Mặt Trời như lửa, Mặt Trăng như nước. Lửa tạo ánh sáng và nước phản chiếu nó. Như vậy, ánh sáng Mặt Trăng là do Mặt Trời soi rọi; bóng tối Mặt Trăng là do ánh sáng Mặt Trời bị che khuất. Phía Mặt Trăng quay về Mặt Trời thì luôn sáng đầy, còn phía kia thì tối." Ông cũng miêu tả nguyệt thực là khi Trái Đất nằm giữa, khiến ánh sáng Mặt Trời không thể chiếu tới Mặt Trăng. Ông nhận xét các hành tinh cũng "như nước", tức phản chiếu ánh sáng, và cũng có thể bị che khuất: "Khi [hiện tượng tương tự] xảy ra với một hành tinh, ta gọi đó là sự che khuất. Khi Mặt Trăng nằm giữa Trái Đất và Mặt Trời thì xảy ra nhật thực."

Vào thế kỷ 11, Thẩm Quát, một nhà thiên văn học Trung Hoa khác, đã phát triển một phương diện quan trọng trong công trình của Trương Hành. Ông quan sát sự tròn và khuyết của Mặt Trăng, và chứng minh rằng các thiên thể đều có hình cầu. ■

Vành lưỡi liềm của Kim Tinh sắp bị Mặt Trăng che khuất. Trương Hành đã quan sát và kết luận rằng cũng như Mặt Trăng, các hành tinh không tự phát sáng.

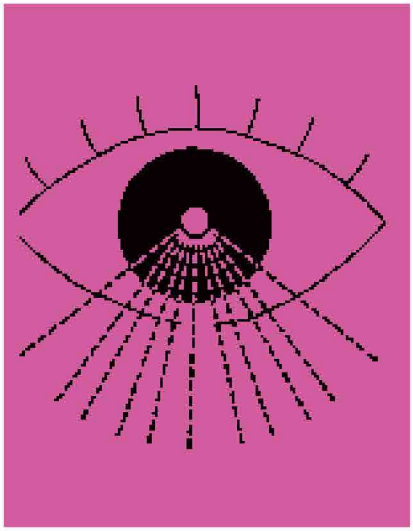
Trương Hành

Trương Hành sinh năm 78, vào đời nhà Hán, ở Tây Ngạc, nay thuộc tỉnh Hà Nam, Trung Quốc. Năm 17 tuổi, ông rời quê hương để lên kinh theo nghiệp bút nghiên. Gần 30 tuổi, ông trở thành nhà toán học tài danh, được vời vào triều làm quan. Năm 115, Hán An Đế phong ông làm thái sử lệnh, phụ trách quan sát thiên văn.

Vào thời của Trương Hành, khoa học phát triển nhanh chóng. Bên cạnh công việc thiên văn, ông còn sáng chế hỗn thiên nghi (mô hình các thiên thể) thủy năng và chiếc địa chấn kế đầu tiên trên thế giới. Chiếc máy này ban đầu bị chế nhạo, cho đến khi nó ghi nhận thành công một con động đất cách đó 400km vào năm 138. Trương Hành còn phát minh ra hành trình kế (máy đo quãng đường di chuyển của phương tiện) và chỉ nam xa (một cỗ xe ngựa, bên trên có một la bàn phi từ tính luôn chỉ về phía nam). Ông cũng là một nhà thơ lỗi lạc với những tác phẩm sống động, giúp ta hiểu rõ đời sống văn hóa đương thời.

Tác phẩm chính

Kh.120 *Linh hiến*
Kh.120 *Linh hiến đồ*



ÁNH SÁNG ĐI THEO ĐƯỜNG THẲNG ĐẾN MẮT CHÚNG TA

ALHAZEN (kh.965–1040)

BỐI CẢNH

NGÀNH
Vật lý

TRƯỚC ĐÓ
350 TCN Aristotle lập luận rằng sở dĩ con người nhìn thấy vật thể là do hình ảnh vật ấy tách khỏi nó và đi vào mắt người.

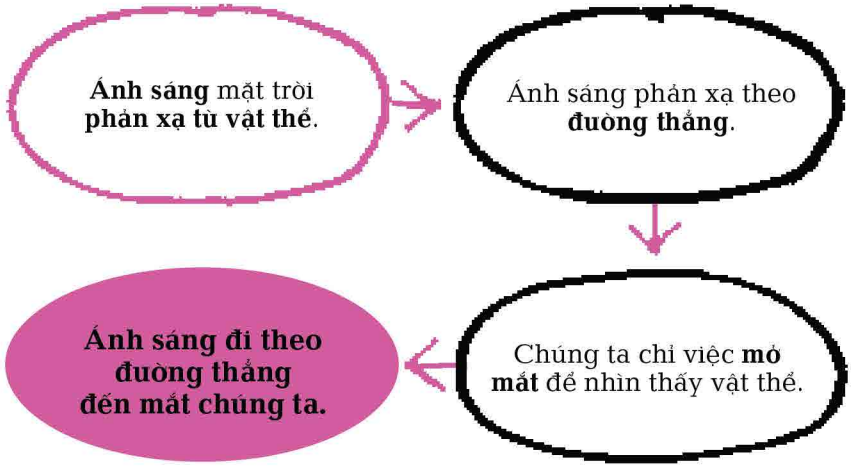
300 TCN Euclid cho rằng mắt người phóng ra tia, mà các tia ấy lại phản hồi về mắt.

Thập niên 980 Ibn Sahl nghiên cứu sự khúc xạ ánh sáng và suy ra các định luật khúc xạ.

SAU ĐÓ
1240 Giám mục người Anh Robert Grosseteste áp dụng hình học vào những thí nghiệm quang học, miêu tả chính xác bản chất màu sắc.

1604 Dựa trên công trình của Alhazen, Johannes Kepler xây dựng lý thuyết hình ảnh võng mạc.

Thập niên 1620 Chịu ảnh hưởng từ tư tưởng của Alhazen, Francis Bacon đề cao phương pháp nghiên cứu khoa học dựa trên thực nghiệm.

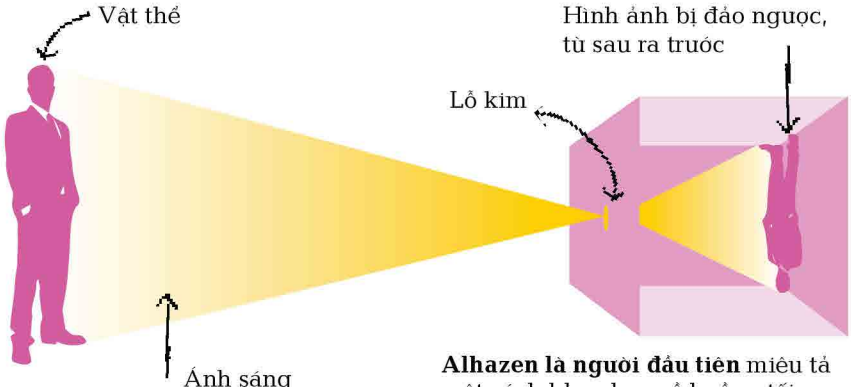


Có thể gọi nhà toán học và thiên văn Ả Rập Alhazen, người sống ở Baghdad (nay thuộc Iraq) giữa thời hoàng kim của nền văn minh Hồi giáo, là nhà khoa học thực nghiệm đầu tiên trên thế giới. Tuy nhiều nhà tư tưởng Hy Lạp và Ba Tư trước đó đã giải thích thế giới tự nhiên theo nhiều cách khác nhau, song họ chỉ kết luận dựa trên lý luận trừu tượng chứ không làm thí nghiệm thật sự. Sống giữa nền văn hóa Hồi giáo đề cao sự ham học hỏi và tìm tòi, Alhazen đã đi tiên phong trong việc áp dụng cái mà ngày nay chúng ta gọi là phương pháp khoa học: lập giả thuyết và thí nghiệm bài bản để kiểm chứng. Ông nhận xét: "Kẻ đi tìm chân lý chẳng phải người đọc sách của cổ nhân và… cứ thế tin theo, mà là người nghi ngờ niềm tin đặt nơi cổ nhân, đặt nghi vấn trước những gì thu thập được, và chỉ phục tùng lý lẽ và sự chứng minh."

Hiểu về thị giác

Ngày nay, Alhazen được xem như ông tổ ngành quang học. Công trình nghiên cứu quan trọng nhất của ông là về cấu tạo mắt và cơ chế hoạt động của thị

Xem thêm: Johannes Kepler 40–41 ▪ Francis Bacon 45 ▪ Christiaan Huygens 50–51 ▪ Isaac Newton 62–69



Alhazen là người đầu tiên miêu tả một cách khoa học về buồng tối – dụng cụ quang học chiếu hình ảnh đảo ngược lên màn.

giác. Trong khi các học giả Hy Lạp Euclid và Ptolemy tin rằng con người thấy được là do mắt phát ra các tia đến vật thể rồi dội lại, thì Alhazen, qua việc quan sát các bóng và sự phản xạ, đã chứng minh rằng ánh sáng dội lại từ vật thể rồi đi theo đường thẳng đến mắt. Như vậy, nhìn là hiện tượng bị động chứ không chủ động, ít nhất cho tới khi ánh sáng đến võng mạc. Ông ghi nhận: "Từ mỗi điểm của mỗi vật có màu sắc, được bất kỳ ánh sáng nào soi rọi, cũng phát ra ánh sáng và màu, dọc theo bất kỳ đường thẳng nào có thể vẽ từ điểm đó." Để nhìn thấy mọi vật, chúng ta chỉ việc mở mắt cho ánh sáng vào mà thôi. Chẳng cần mắt phải phóng ra tia gì cả, cho dù nó có làm được vậy chăng nữa.

Qua những thí nghiệm với mắt bò, Alhazen còn thấy rằng ánh sáng đi vào một lỗ nhỏ (đồng tử), rồi được thấu kính tụ lại lên một mặt phẳng nhạy cảm (võng mạc) ở sau mắt. Tuy nhiên, dù nhận ra mắt là thấu kính, ông đã không lý giải cách mà mắt hay não bộ tạo nên hình ảnh.

Thí nghiệm với ánh sáng

Trong tác phẩm vĩ đại *Quang học* gồm bảy tập, Alhazen đã trình bày lý thuyết về ánh sáng và thị giác. Bộ sách này là tài liệu chính yếu về quang học cho đến khi *Principia* của Newton được xuất bản vào 650 năm sau. *Quang học* khảo sát sự tương tác của ánh sáng với thấu kính, và mô tả hiện tượng khúc xạ (ánh sáng đổi hướng) – 700 năm trước khi định luật khúc xạ của nhà khoa học người Hà Lan Willebrord van Roijen Snell ra đời. Sách cũng nghiên cứu sự khúc xạ bởi khí quyển, đồng thời giải thích về bóng, cầu vồng và thiên thực. *Quang học* đã có ảnh hưởng lớn đến các khoa học gia phương Tây sau này, chẳng hạn như Francis Bacon, một trong những người có công khơi dậy phương pháp khoa học của Alhazen suốt thời kỳ Phục hưng tại châu Âu. ■

> Bổn phận của người nghiên cứu sách vở khoa học, nếu anh ta đặt mục tiêu học hỏi chân lý, là phải biến mình thành kẻ thù của tất cả những gì mình đọc được.
> **Alhazen**

Alhazen

Abu Ali al-Hassan ibn al-Haytham (phương Tây gọi là Alhazen) sinh ra ở Basra (nay thuộc Iraq) và học tại Baghdad. Thời trẻ, ông giữ một chức quan ở Basra, nhưng chẳng bao lâu thì chán. Theo một câu chuyện truyền tụng, khi nghe việc nước sông Nile dâng cao gây lũ lụt hằng năm ở Ai Cập, ông đã dâng biểu lên Hồi vương al-Hakim để đề nghị xây đập trị thủy. Đặt chân đến Cairo, ông được tiếp đón trọng thể. Tuy nhiên, khi đi xuống phía nam thành phố và thấy sông quá bao la (rộng gần 1,6km tại Aswan), ông biết chẳng thể nào xây đập với kỹ thuật đương thời. Để khỏi bị Hồi vương trị tội, ông giả điên và bị quản thúc tại gia suốt 12 năm. Trong thời gian này, ông hoàn thành những tác phẩm quan trọng nhất của mình.

Tác phẩm chính

1011–21 *Quang học*
Kh.1030 *Luận về ánh sáng*
Kh.1030 *Về ánh sáng Mặt Trăng*