

NĂM QUỐC TẾ ÁNH SÁNG 2015

VÀ NGHIÊN CỨU ÁNH SÁNG TRONG LỊCH SỬ LOÀI NGƯỜI

NGÔ ĐỨC THỂ

Đại học Kỹ thuật Đan Mạch

Năm 2015 là một năm có ý nghĩa quan trọng với các nhà khoa học làm việc trong lĩnh vực quang học và các công nghệ liên quan tới ánh sáng. Đây là năm mà Quỹ Văn hóa, Khoa học và Giáo dục của Liên hợp quốc (UNESCO) chọn làm Năm quốc tế ánh sáng và các công nghệ dựa trên ánh sáng (International Year of Light and Ligh-based Technologies). Năm quốc tế ánh sáng được tổ chức nhằm vinh danh những nghiên cứu về ánh sáng, quảng bá và cổ vũ các nghiên cứu - phát triển các kỹ thuật dựa trên ánh sáng. Hoạt động này chính thức được khởi động từ cuối tháng 1.2015 tại nhiều quốc gia, được điều hành bởi các ủy ban và các hiệp hội khoa học (mà nòng cốt là các hội vật lý). Có ba mốc lịch sử lớn nhất được đánh dấu là thành tựu đầu tiên về quang học cách đây 1.000 năm của nền văn minh Ả Rập với các nghiên cứu quang học đầu tiên của nhà bác học Ibn al-Haytham; công trình tổng kết trường điện từ, bản chất sóng của ánh sáng của James Clerk Maxwell cách đây đúng 150 năm; và 110 năm giải thích về hiện tượng quang điện - bản chất hạt của ánh sáng của Albert Einstein.

Bản chất của ánh sáng

Ánh sáng là dạng vật chất có thể coi là quan trọng nhất đối với con người, bên cạnh không khí, nước uống... Theo các nhà thiên văn học, ánh sáng được bắt đầu hình thành sau vụ nổ Big Bang sản sinh ra vũ trụ xảy ra cách đây khoảng 13,8 tỷ năm, khoảng 300 ngàn năm sau khi vũ trụ nguội đi tới nhiệt độ khoảng 4.000 độ [1]. Đối với nhân loại trên Trái đất thì nguồn ánh sáng quan trọng nhất đến từ Mặt trời, ngôi sao được hình thành cách đây khoảng 4,5 tỷ năm. Ánh sáng từ Mặt trời làm ấm Trái đất, tạo nên các hình thái thời tiết, giúp cây cối quang hợp sản sinh ra khí ôxy từ nước và carbon dioxide thông qua các phản ứng quang hợp. Có thể nói rằng, loài người cũng như sự sống trên Trái đất không thể duy trì và phát triển nếu không có ánh sáng.

Từ xa xưa, con người đã cố gắng

tìm hiểu các quy luật của ánh sáng. Nền văn minh Ả Rập là nơi đầu tiên trên thế giới có những nghiên cứu hệ thống nhất về các quy luật của ánh sáng. Ibn al-Haytham, nhà bác học Ả Rập (965-1040) là người đầu tiên xây dựng các quy luật của ánh sáng: lý giải chúng ta nhìn được mọi vật là nhờ ánh sáng phản xạ trên chúng, các tia sáng, sự phản xạ ánh sáng, sự truyền sáng qua các vật trong suốt (khúc xạ), các giả thuyết về màu của ánh sáng... Các nghiên cứu này của ông được đúc kết trong cuốn sách Quang học (tiếng Ả rập: Kitāb al-Manāẓir) gây ảnh hưởng lớn tới các nhà khoa học châu Âu sau này. Ibn al-Haytham là người phát minh ra chiếc máy ảnh đơn giản đầu tiên của loài người (hình 1), hoạt động dựa trên sự truyền sáng qua một lỗ nhỏ, tạo ra ảnh đảo ngược của vật thể trong buồng tối [2]. Dù lúc đó chưa có các công cụ ghi ảnh, nhưng máy ảnh đơn giản này cho



Hình 1: Ibn al-Haytham và nguyên lý máy ảnh qua lỗ thủng nhỏ đầu tiên của loài người do ông phát minh [2]

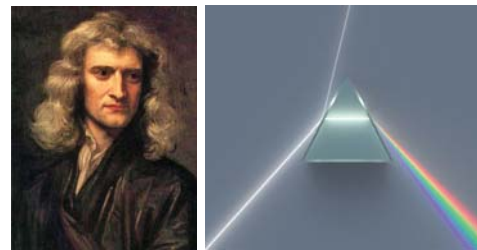
phép người ta tạo ra hình ảnh thu nhỏ trên một màn phẳng, để từ đó có thể dễ dàng họa lại các vật thể lớn. Ngoài ra, Ibn al-Haytham còn viết 25 cuốn sách khác nhau về các nghiên cứu thiên văn, kỹ thuật, toán học, triết học...

Những nghiên cứu của Ibn al-Haytham đã có sự ảnh hưởng lớn tới châu Âu thời kỳ đó và các cuốn sách của ông trở thành các sách giáo khoa quan trọng đối với các nhà khoa học

châu Âu về sau. Người ta vẫn nhầm định luật khúc xạ ánh sáng, phát biểu nguyên lý ánh sáng bị bề gãy khi truyền qua hai môi trường trong suốt có tính chiết quang khác nhau (ví dụ từ không khí đi vào nước) là do Ibn al-Haytham hoàn thiện. Nhưng trên thực tế, định luật này là do nhà thiên văn học người Hà Lan Willebrord Snellius (1580-1626) xây dựng và hoàn thiện vào năm 1621, sau Ibn al-Haytham hơn 600 năm. Tuy nhiên, Ibn al-Haytham là người đầu tiên đề cập đến quy luật bề gãy của các tia sáng. Định luật khúc xạ này được phát biểu bằng toán học rất đơn giản và đẹp nhờ các nghiên cứu của Snellius và René Descartes (1596-1650), nhà toán học, triết học người Pháp: $\sin\theta_1 \cdot n_1 = \sin\theta_2 \cdot n_2$, với θ_1, θ_2 lần lượt là góc tới của ánh sáng trong môi trường có chiết suất n_1 , và góc khúc xạ của ánh sáng trong môi trường có chiết suất n_2 . Vì thế, nó được đặt tên là định luật Snell-Descartes trong các sách giáo khoa quang học ngày nay. Nhà toán học người Pháp Pierre de Fermat (1607-1665), người nổi tiếng trong toán học với các bài toán Fermat làm đau đầu các nhà toán học cho đến ngày nay đã giải thích định luật này bằng nguyên lý thời gian tối thiểu, cho rằng ánh sáng truyền đi giữa hai điểm bất kỳ luôn theo con đường sao cho thời gian truyền là tối thiểu. Do đó, trong một môi trường trong suốt và đồng nhất thì đường thẳng là ngắn nhất, còn khi gặp các mặt phẳng phản xạ, thì phản xạ với các góc đối xứng cũng cho thời gian truyền ngắn nhất, và cũng tương tự, bề gãy tại mặt phân cách khi truyền qua hai môi trường trong suốt cũng là con đường cho thời gian ngắn nhất.

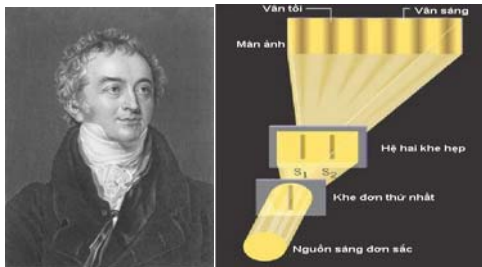
Từ thế kỷ XVII, các nhà khoa học ở châu Âu đã có các nghiên cứu về quang học và khai thác ánh sáng một cách sôi nổi. Dựa trên sự giải thích của Roger Bacon (1214-1292), một nhà triết học người Anh ở Viện Đại học Oxford về các nguyên

lý truyền sáng qua các thấu kính, kính hiển vi đầu tiên được phát minh tại Hà Lan vào năm 1590 bởi cha con Hans Jansen thông qua việc sử dụng các thấu kính, cho phép phóng đại các vật thể nhỏ. Và đây chính là thành tựu lớn đầu tiên của các quy luật khúc xạ ánh sáng. Ở Ý, Galileo Galilei (1564-1642), cha đẻ của vật lý thực nghiệm đã dựa trên nguyên lý của kính hiển vi để chế tạo kính thiên văn cho phép quan sát các hành tinh trong hệ Mặt trời, qua đó khẳng định sự quay của Trái đất và sự đúng đắn của Thuyết nhật tâm của Copernicus. Ở Anh, nhà vật lý học Isaac Newton (1642-1726) cũng phát triển kính thiên văn phản xạ dựa trên các thấu kính và gương cầu, đồng thời thực hiện thí nghiệm lịch sử biểu diễn sự tán sắc của ánh sáng khi truyền qua một lăng kính thủy tinh [3] (tương tự như hiện tượng cầu vồng sau mỗi cơn mưa mà ta vẫn thấy ngoài tự nhiên - hình 2). Issac Newton đã từ thí nghiệm này xây dựng nên lý thuyết về màu của ánh sáng bằng việc giả thuyết ánh sáng như một chùm hạt. Ngày nay, nhân loại vẫn có thể đọc trực tiếp công trình của Newton [3] được in trên tạp chí khoa học đầu tiên của loài người, tạp chí Philosophical Transactions of the Royal Society do Hiệp hội Hoàng gia London (Royal Society) xuất bản lần đầu tiên năm 1665. Mặc dù lý thuyết này chưa thuyết phục, nhưng thí nghiệm tán sắc ánh sáng của ông là công trình đầu tiên thay đổi cách nhân loại nhìn vào ánh sáng: tìm hiểu bản chất và các hiện tượng bên trong của ánh sáng. Trước thời kỳ Newton, người ta mới chỉ biết đến các nghiên cứu về các cơ chế truyền ánh sáng theo các diễn giải hình học, và người ta gọi đó là bộ môn quang hình học. Kể từ thời đại Newton, các nhà vật lý học đã giả thiết ánh sáng là một chùm sóng, như Christiaan Huygens ở Hà Lan, Augustin-Jean Fresnel ở Pháp,...



Hình 2: Issac Newton và sự tán sắc ánh sáng qua một lăng kính (ảnh: wikipedia.org)

Một thời kỳ mới trong nghiên cứu ánh sáng được mở đầu bằng thí nghiệm lịch sử được thực hiện vào năm 1801 bởi nhà vật lý học người Anh, Thomas Young (1773-1829). Young đã cho ánh sáng truyền qua hai khe hẹp rất gần nhau trên một màn chắn, và ông thu được trên màn ảnh phía sau một hệ thống các vân sáng, tối liên tiếp thay vì hai bóng sáng của hai khe (hình 3). Thí nghiệm này được ông giải thích bằng hiện tượng chồng chập của hai sóng ánh sáng mà hai khe hẹp là hai nguồn sáng thứ cấp [4]. Vân sáng trên màn ảnh là do sự tăng cường của hai sóng, còn vân tối là do hai sóng bị khử lẫn nhau. Thí nghiệm này là một minh chứng rõ ràng khẳng định tính chất sóng của ánh sáng, và hiện tượng này được gọi là giao thoa ánh sáng. Cũng ở Anh, Michael Faraday (1791-1867) và John Kerr (1824-1907) phát hiện ra tương tác của ánh sáng với từ trường vào những năm 1845 và 1877. Bản chất sóng của ánh sáng cuối cùng được giải thích tường tận rằng nó là sự lan truyền của các dao động điện từ (bao gồm điện trường và từ trường) nhờ công trình lý thuyết của nhà vật lý học vĩ đại người Anh (sinh ra ở Scotland), James Clerk Maxwell (1831-1879), với bài báo nổi tiếng về mô hình trường điện từ cách đây đúng 150 năm đăng trên tạp chí Philosophical Transactions of the Royal Society [5]. Có thể nói rằng tạp chí này là nơi xuất bản rất nhiều công trình khoa học vĩ đại của nhân loại và còn tồn tại đến ngày



Hình 3: Thomas Young và mô hình thí nghiệm giao thoa ánh sáng qua hệ hai khe hẹp (ảnh: wikipedia.org)

nay. Bài báo này, cùng với các bài báo tiếp theo đã đưa Maxwell trở thành một trong những nhà vật lý học vĩ đại nhất trong thế kỷ XIX, và công trình của ông được gọi là Lý thuyết điện từ Maxwell. Lý thuyết này cho đến nay vẫn là một trong những trụ cột của vật lý học hiện đại, và ảnh hưởng của Maxwell đối với vật lý có thể sánh với Albert Einstein, Isaac Newton, nhưng đối với công chúng ông không được biết đến nhiều như Newton, Einstein. Ngay sau khi Maxwell công bố lý thuyết sóng điện từ, nó được kiểm nghiệm bởi nhà vật lý học trẻ người Đức, Heinrich Hertz (1857-1894) với việc thực hiện sản sinh và ghi nhận sóng điện từ. Ngày nay, chúng ta được xem truyền hình thì cần biết ơn những nghiên cứu của Hertz, Maxwell về sóng điện từ. Cả Maxwell và Hertz đều là những nhà vật lý thiên tài nhưng đoản mệnh (Maxwell mất khi 48 tuổi do ung thư dạ dày di truyền từ mẹ ông, còn Hertz mất khi mới 37 tuổi do nhiễm trùng máu). Bức thư cuối cùng Hertz viết cho cha mẹ trước khi mất 1 năm khi biết mình không thể thắng nổi bệnh tật có thể khiến nhiều người đọc rơi nước mắt nhưng cũng thật xúc động vì nghị lực của ông "...Xin bố mẹ đừng đau buồn vì con mà hãy tự hào về con trai mình và xem như con sống như thế là quá đủ. Con không thể lựa chọn số mệnh này, vì đã quá muộn, và con phải thuận theo nó. Nhưng nếu còn có một sự lựa chọn, con sẽ vẫn chọn là chính

minh" [6]. Sau Young, Maxwell... các nhà vật lý tiếp tục phát hiện ra các loại bức xạ điện từ khác có cùng bản chất như ánh sáng nhưng ở dải đặc trưng khác: tia hồng ngoại, tia tử ngoại, tia Rơnghen (tia X)... cũng cố vững chắc bản chất sóng điện từ của ánh sáng. Vận tốc cực nhanh của ánh sáng (299.792.458 m/s) được đo một cách chính xác vào năm 1880 bởi nhà vật lý học người Mỹ Albert A. Michelson (1852-1931) [7].

Tuy nhiên, đến đầu thế kỷ XX, hàng loạt các phát hiện mới khiến cho lý thuyết sóng ánh sáng bị chao đảo dữ dội: hiện tượng quang điện - sự phát xạ của các điện tử tại bề mặt các kim loại khi chiếu sáng, quang phổ phát xạ... mà các hiện tượng này hoàn toàn mâu thuẫn với lý thuyết sóng ánh sáng. Albert Einstein (1879-1955) đã đưa vật lý học trở lại trạng thái ổn định với việc giải thích lại tính chất của ánh sáng: ánh sáng là một chùm các hạt (gọi là *photon* hay *quang tử*), và giả thuyết này giúp ông giải thích một cách tường tận hiệu ứng quang điện trong một bài báo công bố cách đây đúng 110 năm trên tạp chí Annalen der Physik [8]. Và từ công trình của Einstein, người ta đi đến chấp nhận quan niệm rằng sóng và hạt là hai thuộc tính của ánh sáng, và chúng sẽ biểu hiện tùy theo từng đặc trưng của ánh sáng: ánh sáng có bước sóng dài (hồng ngoại, màu đỏ...) thì tính chất sóng sẽ dễ dàng biểu hiện hơn, trong khi các ánh sáng có bước sóng ngắn (tia tử ngoại, tia X...) thì tính chất hạt sẽ dễ biểu hiện hơn. Và cũng chính Einstein, trong lý thuyết tương đối vĩ đại của ông, đã khẳng định vận tốc ánh sáng là một hằng số, không thay đổi dù nguồn sáng hay người quan sát có chuyển động như thế nào. Cũng trong thuyết tương đối của Einstein, người ta biết được các hạt photon cũng mang khối lượng, và tia sáng có thể bị bẻ cong do lực hấp dẫn lớn. Đến đây, có lẽ con người đã hiểu được hầu như toàn bộ bản chất ánh sáng.

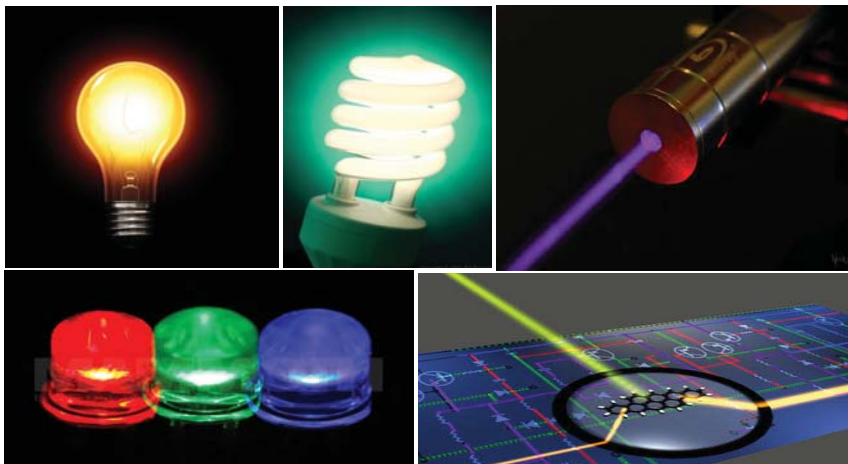
Các nguồn sáng nhân tạo

Trước thế kỷ XIX, bên cạnh Mặt trăng, Mặt trời là những nguồn sáng thiên nhiên, con người chỉ biết đến các nguồn cung cấp ánh sáng là những ngọn đèn sử dụng lửa để phát sáng. Cho đến đầu thế kỷ XIX, cùng với sự phát triển của điện, các nhà khoa học ở Anh (Humphry Davy, James Bowman Lindsay, Frederick de Moleyns...) đã phát minh ra bóng đèn điện nhưng chúng quá đắt và phát sáng quá yếu. Joseph Swan (1828-1914), nhà vật lý người Anh là người đã phát triển bóng đèn sợi đốt rẻ tiền sử dụng sợi carbon dùng bóng chân không và lần đầu tiên thương mại hóa chúng vào năm 1878. Ở Mỹ, Thomas Edison cũng đồng thời có một loạt phát minh cải tiến bóng đèn sợi đốt cho phép sản xuất các bóng đèn rẻ hơn, có tuổi thọ tốt hơn và sáng hơn. Edison và Swan đã hợp tác và thương mại hóa các bóng đèn sợi đốt bằng việc sáp nhập các công ty của họ thành Edison & Swan United Light. Vào năm 1906, Irving Langmuir, một nhà lý hóa học người Mỹ đã tìm ra bóng đèn sợi đốt tối ưu như ngày nay: sử dụng dây tóc bằng kim loại tungsten trong bóng chứa các khí trơ. Vào năm 1901, bóng đèn huỳnh quang lần đầu tiên được hoàn thiện bởi Peter Cooper Hewitt, một kỹ sư điện người Mỹ, sau hàng loạt các nghiên cứu mà không thể thương mại hóa của Thomas Edison, Nicolas Tesla... Peter Hewitt được cấp bằng sáng chế năm 1901 và bóng đèn của ông được thương mại hóa vào năm 1903. Đến nay, đèn huỳnh quang đang là sản phẩm tiếp tục được phát triển và sử dụng phổ biến nhờ khả năng phát sáng hiệu suất cao, tiêu tốn ít năng lượng và nhiều nước trên thế giới đang tiến hành việc thay thế toàn bộ các bóng đèn sợi đốt bằng các bóng đèn huỳnh quang tiết kiệm điện năng. Vào năm 1960, Theodore H. Maiman (1927-2007), một nhà vật lý học Mỹ ở Hughes Research Laboratories lần

đầu tiên đã phát minh ra laser phát ra ánh sáng màu đỏ. Laser là chữ viết tắt của **Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation** (Khuếch đại ánh sáng bằng phát xạ cưỡng bức), là một nguồn sáng đặc biệt, phát ra ánh sáng có độ đơn sắc rất cao, cường độ cực lớn và song song. Cơ chế của nó được dự đoán từ năm 1917 bởi Albert Einstein [9], và ngày nay nó đã trở thành một nguồn sáng quan trọng được sử dụng trong công nghiệp, từ thông tin, truyền hình, đến cắt gọt, gia công... Vào nửa cuối thế kỷ XX, các nhà vật lý còn phát minh ra các diode phát quang LED (Light Emitting Diode) là các linh kiện phát quang bán dẫn, tạo ra những nguồn phát sáng với hiệu suất cao, tiêu tốn rất ít năng lượng. Giải Nobel Vật lý năm 2014 được trao cho các nhà vật lý người Nhật Bản (Isamu Akasaki, Hiroshi Amano và Shuji Nakamura) chính là cho những đóng góp của họ trong việc phát minh ra LED phát quang. LED được coi là nguồn sáng tiết kiệm năng lượng cho tương lai. Laser và LED là những nền tảng cơ bản cho phép con người kết hợp ánh sáng trong các công nghệ điện tử, viễn thông, xử lý, lưu trữ thông tin... được gọi là công nghệ quang tử (photonics), và công nghệ của tương lai xa - máy tính lượng tử (quantum computer) [10].

Năm quốc tế ánh sáng 2015

Năm 2015 được chọn là “Năm quốc tế ánh sáng và các công nghệ dựa trên ánh sáng” tại phiên họp Đại hội đồng Liên hợp quốc, ngày 20.12.2013 [11]. Đây là sáng kiến được đưa ra bởi nhiều hiệp hội khoa học và UNESCO, nhằm ghi nhận tầm quan trọng của ánh sáng cũng như các công nghệ ánh sáng trong đời sống con người. Nó được tổ chức với mục đích quảng bá các nghiên cứu về ánh sáng và các công nghệ liên quan, tôn vinh các thành tựu khoa học, và khuyến khích các nghiên cứu về các công nghệ dựa trên ánh



Hình 4: từ bóng đèn sợi đốt, bóng đèn huỳnh quang, laser, LED tới công nghệ quang tử

sáng cho những mục tiêu phát triển năng lượng, giáo dục, nông nghiệp, sức khỏe... “**Năm quốc tế ánh sáng là một cơ hội lớn để đảm bảo rằng các nhà hoạch định chính sách và các nhà đầu tư có được những nhận thức về ưu thế giải quyết vấn đề của các công nghệ ánh sáng. Chúng ta đang có một cơ hội có một không hai để nâng cao nhận thức toàn cầu về vấn đề này**” - GS. John Michael Dudley, Chủ tịch Hội Vật lý học châu Âu, Chủ tịch Ban Tổ chức Năm quốc tế ánh sáng 2015 phát biểu. Rất nhiều các hoạt động khoa học sẽ được tổ chức tại nhiều quốc gia trên thế giới bởi các hiệp hội khoa học mà nòng cốt là các hội vật lý, bao gồm các hội thảo khoa học, các bài giảng phổ biến khoa học rộng rãi tới công chúng... được khởi động ngay từ tháng 1.2015. Đây cũng sẽ là một cơ hội lớn để các nhà khoa học ở Việt Nam trong lĩnh vực vật lý và quang học có những hoạt động quảng bá khoa học, nâng cao nhận thức của mọi người về lĩnh vực khoa học đầy thực tế và cũng rất sâu sắc: khoa học về ánh sáng ✍

Tài liệu tham khảo

- [1] Big Bang, Wikipedia.org, http://en.wikipedia.org/wiki/Big_Bang
- [2] A.H. Zewail, “Micrographia of the twenty-first century: from camera obscura to 4D

microscopy”, *Phil. Trans. R. Soc. A* 368, 1191, (2010), [<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/368/1914/1191>].

- [3] I. Newton, “New Theory about Light and Colors”, *Phil. Trans. R. Soc.* 6, 3075-3087 (1671), [<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/6/69-80/3075>].

- [4] T. Young, “The Bakerian Lecture: On the Theory of Light and Colours”, *Phil. Trans. R. Soc.* 92, 12 (1802), [<http://dx.doi.org/10.1098%2Frstl.1802.0004>].

- [5] J.C. Maxwell, “A dynamical theory of the electromagnetic field”, *Phil. Trans. R. Soc.* 155, 459-512, (1865), [<http://dx.doi.org/10.1098%2Frstl.1865.0008>].

- [6] W.H. Cropper, “Great Physicists: The Life and Times of Leading Physicists from Galileo to Hawking”, Nhà xuất bản Viện Đại học Oxford (2004), ISBN-10: 0195173244.

- [7] A.A. Michelson, “Experimental determination of the velocity of light”, *Astronomical Papers* 1, 562, (1880), [http://www.astro.puc.cl/~rparra/tools/PAPERS/michelson_1878.pdf].

- [8] A. Einstein, “Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt”, *Annalen der Physik* 17 (6), 132-148, (1905).

- [9] A. Einstein, “Zur Quantentheorie der Strahlung (On the Quantum Mechanics of Radiation)”, *Physikalische Zeitschrift*, 18, 121-128, (1917), [<http://adsabs.harvard.edu/abs/1917PhyZ...18..121E>].

- [10] I. Shomroni et al., “All-optical routing of single photons by a one-atom switch controlled by a single photon”, *Science* 345, 903, (2014), [<http://dx.doi.org/10.1126/science.1254699>].

- [11] Trang chủ của IYL, (2015): <http://www.light2015.org/Home.html>.