

چند خبر

• جایزه ی نوبل - فیزیک - امسال را سه نفر مشترکاً گرفتند. نصف - جایزه به روی گلاؤیر^(۱) از دانش‌گاه هاروارد^(۲) داده شد، و نصف - دیگر به تساوی بین جان هال^(۳) از دانش‌گاه کُلرادو^(۴) و مرکز ملی - استانداردها و تکنولوژی (آمریکا)^(۵)؛ و تئودود هِنش^(۶) از مؤسسه ی ماکس پلانک برای اپتیک کوانتمی^(۷) و دانش‌گاه لودیوگ ماکسیمیلیان^(۸) (آلمان) تقسیم شد.

در اعلامیه ی کمیته ی نوبل در مورد - گلاؤیر آمده است که «برای - سهم اش در نظریه ی هم‌دوسی ی اپتیکی»، و در مورد - هال و هِنش آمده «برای - سهم - شان در پیش بردن - طیف‌سنجی ی دقیق - متکی بر لیزر، از جمله روش - شانه ی - بسامدی ی اپتیکی».

تا پیش از 1905، تصوّر - عمومی این بود که نور موج است. در 1905 اینشتین پیش‌نهاد کرد که ذره‌ای بودن - نور می‌تواند اثر - فتوالکتریک را توضیح بدهد (و به همین خاطر در 1921 جایزه ی نوبل - فیزیک به او داده شد). به این ترتیب معلوم شد که یک تابه ی - نور متشکل از تعداد ی فوتون است که به نحوی به هم ارتباط دارند. تعداد ی فوتون تنها وقت ی مثل - یک موج - کلاسیک رفتار می‌کنند، که یک جور هم‌آهنگی بین - آن‌ها باشد. این هم‌آهنگی را اصطلاحاً هم‌دوسی می‌گویند. روی گلاؤیر، که اکنون 80 ساله است، در دهه ی 1960 این نکته را روشن کرد که ویژه‌گی‌ها ی - حالت‌ها ی - هم‌دوس چیست، و حالت‌ها ی - هم‌دوس چه برهم‌کنش‌ها یی با آشکارسازها دارند. کار - گلاؤیر پدیده‌ها ی - عجیب ی را توضیح می‌دهد که تنها در آزمایش‌ها یی که ماهیت - کوانتمی ی - نور نقش دارد دیده می‌شوند؛ مثلاً این که چه وقت فوتون‌ها بیش‌تر در یک حالت جمع می‌شوند، و چه وقت در حالت‌ها ی - مختلف.

لیزر تابه ی - نور ی می‌سازد که گستره ی - بسامدی اش کوچک است. اما این گستره ی - بسامدی هرگز صفر نیست. جان هال (71 ساله) و تئودور هِنش (64 ساله)، مستقلاً روش ی یافته‌اند که باعث می‌شود بتوان پهنای - این گستره ی - بسامدی را کم کرد. این روش‌ها منجر به ساختن - «شانه ی - بسامدی» شده. شانه ی - بسامدی، که احتمالاً در آینده جا ی - ساعت‌ها ی - اتمی ی - کنونی را خواهد گرفت، عبارت است از لیزری که تپ‌ها یی گسیل می‌کند. طول - هر تپ حدود 10 fs ، یعنی 10^{-14} s است، و فاصله ی - زمانی ی - تپ‌ها حدود ns است. این فاصله ی - نانو ثانیه‌ای، با دقت 10^{-14} ثابت است.

هِنش حدود - 25 سال پیش ایده ی - این شانه را داشته، و کارها ی - هال باعث شده که این ایده‌ها

عملی بشوند.

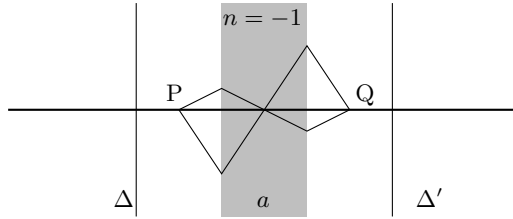
¹⁾Roy J. Glauber, ²⁾Harvard University, ³⁾John L. Hall, ⁴⁾JILA, University of Colorado, ⁵⁾National Institute of Standards and Technology, ⁶⁾Theodor W. Hänsch, ⁷⁾Max Planck Institute for Quantum Optics (Garching, Germany), ⁸⁾Ludwig-Maximilians-University (Munich, Germany)

• تصویربرداری با تفکیک بهتر از طول موج. عدسی‌های معمولی نمی‌توانند با تفکیک کم‌تر از طول موج تصویر تولید کنند. علت آن است که برای تولید تصویر باید تمام مؤلفه‌های فوریه موج الکترومغناطیسی را منتشر و ترکیب کرد، اما عدسی‌های معمولی تنها بخشی از امواج را منتشر می‌کنند (بخش منتشرشونده) و بخشی را منتقل نمی‌کنند (بخش محوشونده). این بخش محوشونده حامل اطلاعاتی است که برای تشکیل تصویر با تفکیک کم‌تر از طول موج لازم است. علت این محوشدن این است که در محیط‌های معمول، با ضریب شکست مثبت، دامنه بخش محوشونده به صورت نمایی کم می‌شود. اما به کمک موادی که ضریب شکست منفی دارند می‌توان عدسی‌هایی ساخت که این بخش محوشونده را هم منتشر کنند، و به این ترتیب حد تفکیک عدسی‌های متداول را شکست.

نخستین بار ویکتور ویسلاگودر 1968 متوجه شد که اگر ماده‌ای هم گذردهی الکتریکی و هم تراوایی مغناطیسی اش منفی باشد، آن وقت ضریب شکست آن را باید منفی تعریف کرد¹⁾، به این معنی که برای چنین موادی قانون اسنل با ضریب شکست منفی معتبر است. ویسلاگو این مواد را چپ‌گرد نامید، زیرا در آن‌ها بردار پُنتینگ S در خلاف جهت $E \times B$ است.

در سال 2000، جان پندری متوجه شد که یک تیغه‌ی متوازی‌السطوح از یک ماده چپ‌گرد مثل یک «ابرعدسی» است که تصویری با تفکیک بهتر از طول موج تولید می‌کند²⁾. در سال بعد چنین ابرعدسی‌هایی، در گستره میکروموج، ساخته شد. به کمک این مواد چپ‌گرد، که عبارت بودند از آرایه‌هایی از خودالقا و خازن، بسیاری از پیش‌بینی‌های نظری تأیید شد. چندی پیش هم، گروهی از پژوهش‌گران با استفاده از نقره، تیغه‌ای ساختند که ضریب شکست آن برای پرتوهای مرئی 1- است³⁾. این تیغه می‌تواند در گستره طول موج‌های مرئی تصویری با قدرت تفکیک بهتر از طول موج تولید کند. نور در برخورد با چنین تیغه‌ای «به طور منفی» می‌شکند و پس از رسیدن به سطح دوم دوباره «به طور منفی» می‌شکند، و تصویر بیرون از عدسی تشکیل می‌شود. این «ابرعدسی» بر خلاف عدسی‌های معمول، محور اصلی ندارد و نمی‌تواند پرتوهای موازی را کانونی کند، و همواره تصویری با بزرگ‌نمایی 1 می‌دهد، یعنی تصویری درست به همان اندازه‌ی جسم (شکل را ببینید). به لحاظ نظری محدودیتی در قدرت تفکیک چنین ابرعدسی‌هایی نیست، اما خصوصیت‌هایی مثل فاصله شیء و تصویر تا سطوح تیغه، صافی و ضخامت تیغه، حد تفکیک را مقید می‌کنند.

نکته مهم این است که در چنین ابرعدسی‌ای باید گذردهی الکتریکی و تراوایی مغناطیسی، هر دو در



شکل ۱: بخش خاکستری یک تیغه ی متوازی السطوح با ضریب شکست -1 و ضخامت a است. صفحه‌ها ی Δ و Δ' به موازات صفحه‌ها ی تیغه و به فاصله ی a از سطوح تیغه اند. چون ضریب شکست تیغه -1 است، مسیر پرتوها چنان است که در شکل کشیده شده، و به این ترتیب تصویر نقطه ی P ، که بین Δ و تیغه است، در نقطه ی Q (بین Δ' و تیغه) تشکیل می‌شود. اگر فاصله ی جسم تا تیغه بیش از a باشد، تصویر مجازی خواهد بود. خط افقی تنها برای شکل کشیدن استفاده شده، این عدسی محور اصلی ندارد، زیرا هر خط دیگری که عمود بر تیغه باشد هم همین کار را می‌کند. به این ترتیب، جسم ی که بین تیغه و Δ باشد، تصویری با بزرگ‌نمایی ی 1 بین Δ' و تیغه خواهد داشت.

گستره ی مرئی منفی باشند. تراوایی منفی در گستره ی مرئی تا کنون دیده نشده. اما اگر ضخامت تیغه بسیار کوچکتر از طول موج باشد، آثار الکتریکی و مغناطیسی از هم جدا می‌شوند و اگر ماده‌ای تنها گذردهی الکتریکی اش منفی باشد، در این ضخامت‌های کم، مثل ماده‌ای با ضریب شکست منفی عمل می‌کند. به این ترتیب نقره، که گذردهی الکتریکی آن در گستره مرئی منفی است، نامزد خوبی برای ساخت تیغه ابرعدسی اپتیکی است. تیغه‌ای که فَنگ و همکارانش ساخته اند از نقره است، 35 nm ضخامت دارد، و با دقت 1 nm صاف است.

¹⁾Victor G. Veselago, *Sov. Phys. Usp.*, vol. 10, p. 509 (1968). ²⁾J. B. Pendry, *Physical Review Letters*, vol. 85, p. 3966 (2000). ³⁾N. Fang, H. Lee, C. Sun, X. Zhang: "Sub-Diffraction-Limited Optical Imaging with a Silver Superlens", *Science*, vol. 308, pp. 534-537, 22 Apr 2005; D. R. Smith, "How to Build a Superlens", *Science*, vol. 308, pp. 502-503, 22 Apr 2005.

• هسته ی درونی ی زمین کم ی تندتر از بقیه ی زمین می‌چرخد. زمین یک هسته ی آهنی دارد که دو بخش است، هسته ی درونی و لایه ی بیرونی ی آن؛ پس از این دو هم جُبه (گوشته) ی زمین است. این مجموعه هر شبانه روز یک بار به دور محور قطبی اش می‌چرخد. اما آیا این چرخش صُلب است؟ یعنی آیا هسته‌ها و گوشته با هم می‌چرخند؟

حدود یک دهه پیش، دو زمین‌فیزیک‌پیشه¹ مدعی شدند که «زمان - گذر - امواج - زمین‌لرزه‌ای که از هسته‌ی - درونی‌ی - زمین می‌گذرند، در چند دهه‌ی - گذشته یک تغییر - سیستماتیک را نشان می‌دهد. بهترین توضیح - این تغییر این است که بگوییم هسته‌ی - درونی‌ی - زمین نسبت به بقیه‌ی - زمین می‌چرخد، طور ی که محور - ناهم‌سان‌گردی‌ی - شناخته‌شده‌ی - آن تغییر می‌کند.» و، این پژوهش‌گران، نتیجه گرفتند که «هسته‌ی - درونی‌ی - زمین هر سال 1° بیش‌تر از جبهه و پوسته می‌چرخد.»

زمین‌فیزیک‌پیشه‌ها با تردید به این ادعا می‌نگریستند، به خصوص که بعضی‌ی شبیه‌سازی‌ها‌ی - کامپیوتری مؤید این بوده است که چرخش - لایه‌ی - بیرونی‌ی - هسته، به علت - میدان - مغناطیسی‌ی - ای که می‌سازند، هسته‌ی - درونی‌ی - را با خود می‌کشد.

اکنون، یک دهه پس از این ادعا، چهار زمین‌فیزیک‌پیشه‌ی - دیگر به علاوه‌ی - همان دو نفر - قبلی مدعی شده‌اند که هسته‌ی - زمین واقعاً تندتر می‌چرخد، اما با تقریباً $1/3$ - سرعت‌ی - که یک دهه پیش ادعا شده بود². به این ترتیب، هسته‌ی - درونی‌ی - زمین هر 900 سال یک بار بیش‌تر از جبهه می‌چرخد.

¹X. D. Song, P. G. Richards, "Seismological evidence for differential rotation of the Earth's inner core", *Nature*, vol. 382, pp. 221-224 (1996). ²J. Zhang, X. Song, Y. Li, P. G. Richards, X. Sun, F. Waldhauser, "Inner Core Differential Motion Confirmed by Earthquake Waveform Doublets", *Science*, vol. 309, pp. 1357-1360 (2005).

تا به حال «موش قطبی» شنیده‌اید؟ در قطب خرس قطبی هست، ولی موش قطبی نیست. چرا؟ با یک تحلیل ابعادی می‌توان استدلال کرد که زندگی در قطب برای موش خیلی سخت‌تر از خرس است. تولید گرما در بدن یک جان‌دار به حجم بدنش بستگی دارد، اما اتلاف گرما از طریق سطح است. بنابراین نسبت اتلاف انرژی به انرژی تولیدشده، با عکس طول متناسب است. موش تقریباً 100 گرم، و خرس قطبی حدود 600 کیلوگرم است. حجم بدن موش حدود 100 cm^3 و حجم خرس تقریباً $600 \times 1000 \text{ cm}^3$ است (زیرا هم موش و هم خرس، چگالی‌ی بدنشان حدود چگالی‌ی آب است).

$$\left(\frac{10^2 \text{ cm}^3}{6 \times 10^5 \text{ cm}^3} \right)^{1/3} \approx \frac{1}{20}$$

پس نسبت اتلاف انرژی به انرژی تولیدشده، در موش 20 برابر خرس است.