

<http://physicsweb.org/article/news/4/2/1>

2000/02/02

نظریه‌ی کوانتمی از آزمون سه فتون سربلند بیرون آمد

یکی از غیرعادی‌ترین پیش‌بینی‌های نظریه‌ی کوانتمی این است که در حالت‌های خاص، تک‌ذره‌ها خواص واقعی تنها وابسته به خودشان ندارند. به این پدیده‌ی ظاهراً عجیب نبود عینیت موضعی می‌گویند. این پدیده بارها در آزمایش‌های دوفتونی تأیید شده است. حالا، برای اولین بار، آزمایش‌های سه‌فتونی هم آن را تأیید کرده‌اند [1].

نزاع بین نظریه‌ی کوانتمی و عینیت موضعی را می‌توان تا کار شُرْدینگر [2] و آینشتین [3]، پُدلسکی [4]، رُزن [5] در 1935 تعقیب کرد. این نزاع یک مشکل فلسفی ماند، تا در دهه‌ی 1960 جان پل [6] آزمایش‌هایی پیش نهاد که بین نظریه‌ی کوانتمی و نظریه‌های واجد عینیت موضعی فرق می‌گذاشتند. در این آزمایش‌ها نوعاً یک زوج فتون تولید می‌شود و همبسته‌گی بین قطبش دو فتون در فاصله‌های دورازهم را می‌سنجند.

اولین آزمایش‌ها در 1982 انجام شدند و پیش‌بینی‌های نظریه‌ی کوانتمی را تأیید کردند. به بیان دیگر، فتون‌های آزمایش خواص موضعی یا فردی بی‌ازنوع مثلاً قطبش خودشان نداشتند مگر این که این خاصیت سنجیده شود. این با آن که ذرات خواصی داشته باشند که آزمایش‌گران نتوانند بسنجند فرق دارد: در این جا ذرات پیش از آزمایش اصولاً خاصیت مورد نظر را ندارند. نظریه‌های واجد عینیت موضعی بی‌ی که در آن‌ها فرض می‌شد هر فتون در لحظه‌ی تولید قطبش معین‌ی دارد با نتایج آزمایش ناسازگار بودند.

اما بعضی از فیزیک‌پیشه‌ها کاستی‌هایی در این آزمایش‌ها نشان دادند. طی سال‌ها این کاستی‌ها را برطرف کرده‌اند (مثلاً قطبش فتون‌ها را در حالتی سنجیده‌اند که فاصله‌های دو فتون از هم هر چه بیشتر باشد)، و نظریه‌ی کوانتمی پیروز مانده است. یکی از این کاستی‌ها آن است که در آزمایش‌های دوفتونی از متوسط آماری تعداد زیاد‌ی سنجش استفاده می‌شود: پس باید فرض کرد فتون‌های مورد سنجش نمونه‌ی سالم‌ی

تشکیل می‌دهند.

در 1989، دانیل گرین پرگر [7]، مایکل هرن [8]، و آنتن تسیلینگر [9] (جی‌اچ‌تست) [10] آزمایشی با یک حالت سه‌فتونی پیش نهادند، که در آن پیش‌بینی‌های کوانتم‌مکانیک و نظریه‌های با عینیت‌موضعی، برای فقط یک سنجش کاملاً با هم فرق دارند. تسیلینگر و هم‌کارانش از دانش‌گاه‌های وین، آکسفورد [11]، و مونیخ آزمایشی از این نوع انجام داده‌اند و یک بار دیگر پیش‌بینی‌های نظریه‌ی کوانتمی را تأیید کرده‌اند.

در این آزمایش از برهم‌کنش یک تب کوتاه فرابنفش با یک بلور (که خواص اپتیکی غیرخطی دارد) دو زوج فتون فرسوخ تولید می‌شود. فتون‌ها از آرایه‌ای شامل باریکه‌شکن، پالایه، قطبی‌گر، و اجزای اپتیکی دیگر می‌گذرند و به چهار آشکارگر می‌رسند. طراحی آزمایش چنان است که وقت‌ی هر چهار آشکارگر هم‌زمان یک فتون ثبت می‌کنند، سه‌تا از این فتون‌ها در یک حالت جی‌اچ‌تست‌اند.

چون نتیجه‌ی سنجش قطبش هر فتون دو حالت دارد، در سنجش قطبش سه‌فتون هشت نتیجه ممکن است. نظریه‌ی کوانتمی پیش‌بینی می‌کند در سنجش خاص‌ی روی یک حالت جی‌اچ‌تست فقط چهارتا از این نتایج ممکن‌اند، اما نظریه‌های واجد عینیت‌موضعی پیش‌بینی می‌کنند نتیجه‌ی همین سنجش یک‌ی از چهار حالت دیگر است. تسیلینگر و هم‌کارانش دریافتند (در حد خطای آزمایش) نظریه‌ی کوانتمی درست است.

- [1] Nature **403** 515
- [2] Schrödinger
- [3] Einstein
- [4] Podolsky
- [5] Rosen
- [6] John Bell
- [7] Daniel Greenberger
- [8] Michael Horne
- [9] Anton Zeilinger
- [10] GHZ
- [11] Oxford