

<http://physicsweb.org/article/news/11/3/9>

2007/03/14

فیزیک‌پیشه‌ها تولد، حیات، و مرگ - یک فتون را تماشا کردند

یک گروه فیزیک‌پیشه در فرانسه برای اولین بار تک‌فتون‌ها بی‌ی را تماشا کرده‌اند که خودبه‌خود ظاهر می‌شوند، مدت کوتاهی هستند، و بعد نابود می‌شوند. این آزمایش به‌ترین تحقق سنجش‌های نامخرب کوانتمی (کیولندی) [1] بر تک‌فتون‌ها تا کنون است. در این سنجش‌ها وجود فتون بدون خراب کردن آن تعیین می‌شود. این آزمایش نمایش خوبی از کوانتم مکانیک است. ضمناً این پژوهش‌گران معتقدند روش به‌کاررفته هم در سیستم‌های اطلاعات کوانتمی کاربرد خواهد داشت [2].

برای آشکارکردن یک فتون، معمولاً آن را در فتوآشکارگر جذب (و سرانجام نابود) می‌کنند. اما گاهی می‌شود سنجش را به شکل بسیار ملایم‌تر انجام داد، چنان‌که حالت سیستم کم‌ویش همان‌ی بماند که سنجیده شده. چنین سنجش‌های کیولندی، برای سیستم‌های بزرگ مثل اتم‌ها رایج شده‌اند. (این‌ها را می‌شود به ملایمت با فتون کاوید.) اما فتون‌ها خیلی ظریف‌تر از اتم‌ها یند و به همین خاطر سنجش‌های کیولندی برای آن‌ها بسیار دشوار است.

میشیل برون [3] و هم‌کارانش از دانش‌سرای عالی [4] در پاریس، وضع را معکوس کرده‌اند و با استفاده از اتم‌های یک سنجش کیولندی بر سیستم انجام داده‌اند که یک فتون دارد. سیستم برون یک کاواک میکروموج است که تا 0.8 K سرد شده. در این دما، کاواک با احتمال حدوداً 5% هیچ فتون میکروموجی ندارد و با احتمال 50% فقط یک فتون دارد. این فتون خودبه‌خود از خلئی می‌آید و کم‌تراز یک دقیقه بعد هم نابود می‌شود.

وجود فتون را با گذراندن یک جریان اتم‌های رویدیم از درون کاواک آشکار می‌کنند. این اتم‌ها از نوع اتم‌های ری‌دپری [5] اند، اتم‌هایی که یک الکترون دریک حالت بسیار برانگیخته دارند و به اختلال‌های بیرونی (مثل میدان‌های الکتریکی) بسیار

حساس اند. این اتم‌ها چنان اند که هر یک می‌توانند در یک ی از دو حالت g کوانتمی g یا e باشند: اگر کاواک میکروموج g خالی باشد بیش‌تر g اتم‌ها در حالت g ظاهر می‌شوند، در حال ی که اگر فتون ی در کاواک باشد بیش‌تر e اتم‌ها به حالت e می‌روند.

این اتم‌ها از طریق g یک برهم‌کنش غیرتشدید ی با میدان g کاواک بین g حالت‌ها ی و e جابه‌جا می‌شوند. فتون جذب نمی‌شود، چون این فرآیند پایسته‌گی ی انرژی را نقض می‌کند، اما با جابه‌جا کردن g ترازهای انرژی ی اتم اثر g معلوم می‌شود. حالت g اتم‌ها در خروج از کاواک را با یک g روش g طیف‌سنجی ی پرتفکیک تعیین می‌کنند. به این ترتیب g برون و هم‌کاران g توانستند صدها سنجش از این نوع را بر یک فتون انجام دهند، بی آن که فتون نابود شود.

g برون و هم‌کاران g ، با سنجش g حالت g اتم‌ها ی خروجی توانستند تک‌فتون ی را تماشا کنند که از خلئ ظاهر شد، مدت ی کم‌تر از یک ثانیه بود، و بعد نابود شد. این پدیده حدوداً صد سال قبل پیش‌بینی شده بود، اما این نخستین بار است که مستقیماً دیده شده. g برون به فیزیکس وب [6] گفت: این پژوهش‌گران بنا دارند این آزمایش را با چندده فتون در کاواک تکرار کنند. به این ترتیب بینش ی به دست می‌آید از رژیم g شبه‌کلاسیک، بین g توصیف g کوانتمی ی نور به شکل g تک‌ذره و توصیف g کلاسیکی ی نور به شکل g یک موج g الکترومغناطیسی ی پی‌وسته.

g برون معتقد است این روش g تنها نمایش ی از بنیادها ی کوانتم مکانیک است، بل که در سیستم‌ها ی اطلاعات g کوانتمی هم کاربرد خواهد داشت. در این سیستم‌ها ماهیت g غریب g سیستم‌ها ی کوانتمی را برای g پردازش g اطلاعات به کار می‌برند. مثلاً کاواک را می‌شود یک دریچه ی منطقی گرفت که بر اساس g بود یا نبود g یک تک‌فتون حالت g کوانتمی ی اتم‌ها را تعیین می‌کند.

[1] quantum non-demolition (QND)

[2] Nature 446 297

[3] Michel Brune

[4] École Normal Supérieure

[5] Rydberg

[6] PhysicsWeb