

<http://physicsweb.org/article/news/4/5/17>

2000/05/31

آیا ممکن بود مکسول رازِ کوانتم مکانیک را کشف کند؟

به صدمین سال‌گرد کشف کوانتم مکانیک به وسیله‌ی ماکس پلانک [1] در دسامبر 1900 نزدیک می‌شویم و کوانتم مکانیک هنوز هم (مثلی سابق) معماها یی برای فیزیک‌پیشه‌ها طرح می‌کند. آخرین چیزی که به این مجموعه اضافه شده مقاله‌ای در باره‌ی یک فرضیه‌ی غیرعادی در شماره‌ی این هفته‌ی مجله‌ی نیچر [2] است. نویسنده‌ی این مقاله کورت گتفرید [3] از دانش‌گاه کُرِنل [4] در ایالات متحده، و مؤلف یکی از کتاب‌های معروف کوانتم مکانیک است. گتفرید در این مقاله مجسم می‌کند که معادله‌ی شرودینگر [5] را به جیمز کلرک مکسول [6] نشان می‌دهد و معنی تابع موج را از او می‌پرسد.

شک‌ی نیست که نظریه‌ی کوانتمی بسیار موفق بوده و تا کنون از همه‌ی آزمون‌های تجربی سربلند بیرون آمده است. اما تعبیر نظریه‌ی کوانتمی (به ویژه معنی تابع موج، نقش مشاهده‌پذیرها، و این که طی سنجش چه بر سر سیستم می‌آید) هنوز هم مورد بحث فیزیک‌نظری‌پیشه‌ها و فیلسوف‌های علم است.

گتفرید می‌نویسد پیش از کوانتم مکانیک، فیزیک یک مجموعه‌ی منسجم قابل‌گسترش بود، و می‌شد مفهوم‌های جدید (مثلاً ترمودینامیک و الکترودینامیک) را به مفهوم‌های پیش‌از آن موجود (مثلاً فضا و زمان) افزود. حتا نظریه‌های خاص و عام نسبیت را هم می‌شود بر اساس همین مفهوم‌ها درک کرد. البته برای این‌ها نوآوری‌های عمیق‌ی لازم است. اما در مورد کوانتم مکانیک، وضع فرق می‌کند. گتفرید می‌نویسد: "پیش از این، پیش‌رفت‌های فیزیک از طریق مسیر مفهومی روشن‌ی بود که در پرنکیپیا [7] شروع شد. اما در 1925 [که هیزنبرگ [8] مکانیک ماتریسی را کشف کرد] این راه به ناکجا آبادی وارد شد که هنوز هم از آن بیرون نیامده است."

مسئله این است که گرچه معادله‌ی شرودینگر تحول زمانی تابع موج را توصیف می‌کند،

معنی واقعی تابع موج را باید (به عنوان یک اصل اضافی) به نظریه‌ی کوانتمی افزود. در تفسیر آماری ارتدکس کوانتم مکانیک، تابع موج همه‌ی اطلاعات ممکن از حالت سیستم را در بر دارد، و همین تابع موج است که احتمال روی داده‌های مختلف حاصل از سنجش متغیرهای دینامیکی مختلف سیستم را تعیین می‌کند. سرانجام، پیش از سنجش نمی‌شود به این متغیرهای دینامیکی مقدار نسبت داد.

گتفرید یک سؤال طرح می‌کند و خودش هم به آن جواب می‌دهد: "اگر معادله‌ی شرودینگر را به مکسول می‌دادیم، آیا او می‌توانست معنی تابع موج را از آن بفهمد؟ به نظر می‌رسد مکسول می‌بایست به کمک استادکاران کپنهاگ و گتینگن نیاز داشته باشد." گتفرید نظریه‌ی کوانتمی را با نسبیّت عام مقایسه می‌کند: "در مورد نسبیّت عام، نیازی نیست آینشتین [9] در گوش‌تان زمزمه کند."

پس از آن، گتفرید فرض می‌کند خودش مکسول است و تنها چیزها بی که می‌داند معادله‌ی شرودینگر است، این که این معادله پدیده‌های در مقیاس اتمی را (در حالت غیرنسبیتی) درست توصیف می‌کند، و مقدار ثابت پلانک. می‌کوشد توصیف آماری آشنای کوانتم مکانیک را به دست آورد. پیش‌رفت‌ها بی می‌کند و کشف می‌کند معادله‌ی شرودینگر در حد کلاسیک تک‌سیستم‌ها را توصیف نمی‌کند "بل که یک مجموعه از کپی‌های مختلف یک سیستم را توصیف می‌کند، که بر یک مجموعه از مسیرها حرکت می‌کنند." بعد نتایج آزمایش شترن-گرلاخ [10] را به او می‌گویند. یعنی این که دو قطبی مغناطیسی (یا اسپین) اتم‌ها فقط مقدارهای گسسته‌ای می‌پذیرد. از این جا است که مکسول به چیزی بسیار نزدیک به عدم قطعیت می‌رسد.

سرانجام، مکسول توصیف آماری کوانتم مکانیک را برای درجه‌های آزادی گسسته (مثل اسپین) می‌تواند به دست آورد؛ اما برای درجه‌های آزادی پیوسته، مثل مکان یا تکانه، نه. گتفرید می‌نویسد: "اما در این جا این بخش از فرمول بندی کوانتم مکانیک از همان در جلو وارد می‌شود، نه آن قدر اسرارآمیز که حتا خود نویسنده هم نداند چه چیزی را فرض کرده و چه چیزی را به دست آورده. در این جا به کتاب خودش در مورد کوانتم مکانیک ارجاع می‌دهد.

گتفرید ادعا می‌کند واهم‌دوسی نیز به طور طبیعی پیش می‌آید. واهم‌دوسی، به طور ساده فرآیندی است که طی آن یک سیستم کوانتمی (که می‌تواند هم‌زمان در دو یا چند حالت باشد) به یک توزیع آماری کلاسیک تبدیل می‌شود. "نه یک محیط

بیرون از معادله‌ی شرودینگر لازم است، و نه هر م ی از ابزارها، که نمایش تجربی هم‌دوسی را عملاً ناممکن می‌کند.“

گتفرید این مقاله را به عنوان یک جواب دیر هنگام به مقاله‌ی بر ضدسنجش [11] از جان پل [12] فکید نوشت. آن مقاله در 1990 در فیزیکس وُرد [13] چاپ شده بود. گتفرید به فیزیکس وب [14] گفته: ” فکر نمی‌کنم تعمیم این بحث به درجه‌های آزادی پیوسته دشوار باشد، اما هنوز نتوانسته ام این کار را بکنم.“

- [1] Max Planck
- [2] Nature **405** 533
- [3] Kurt Gottfried
- [4] Cornell University
- [5] Schrödinger
- [6] James Clerk Maxwell
- [7] Principia
- [8] Heisenberg
- [9] Einstein
- [10] Stern-Gerlach
- [11] Against measurement
- [12] John Bell
- [13] Physics World
- [14] Physics Web