

تذکره‌ی در باره‌ی مقاله‌ی ۱۹۲۶ دیراک

احمد شریعتی

در آخرین روزها ی سال ۱۹۲۵ دیراک در مقاله‌ی ای (که ترجمه‌اش در گاما، ش ۱۱ (تابستان ۱۳۸۵)، صص ۶۷ تا ۸۰ آمده است) رابطه‌ی $[\hat{p}, \hat{x}] = i\hbar \{p, q\}$ را معرفی کرده بود. در این رابطه جابه‌جاگر بین عمل‌گرها ی \hat{p} و \hat{x} به کروه‌ی پواشن کلاسیک p و x مربوط می‌شود. تقریباً یک سال پس از آن مقاله، دیراک مقاله‌ی ای دارد که ترجمه‌اش در این شماره (صص ۸ تا ۳۲) آمده است. این مقاله از نوشته‌ها یی است که شناخت ما از مکانیک کوانتومی را، در سال‌ها ی اولیه‌ی تولد این شاخه از فیزیک شکل دادند. اصطلاح‌ها ی q عدد و c عدد هم در همین مقاله معرفی شدند. امروزه از این دو اصطلاح کمتر استفاده می‌شود، به این ترتیب که امروزه به جای c عدد می‌گوییم عدد، و به جای q عدد می‌گوییم عمل‌گر.

مبنا ی کار دیراک مقاله‌ی هاینبرگ است (که ترجمه‌ی آن را می‌توانید در گاما، ش ۲ (بهار ۱۳۸۳) صص ۲۵ تا ۴۰ ببینید). در این موقع پاؤلی طیف اتم هیدروژن را، با استفاده از تقارن اضافه‌ی پتانسیل کولنی به دست آورده بود، ولی هنوز آن را منتشر نکرده بود. دیراک، همان طور که در مقاله گفته، از این کار پاؤلی خبر داشته. اما در این هنگام هنوز مقاله‌ی شرودینگر منتشر نشده بود، و مردم اتم هیدروژن را خوب نمی‌شناختند. دیراک در این مقاله، برا ی اتم هیدروژن، فرض می‌کند که همیلتونی به شکل

$$H = \frac{1}{2m} (p_x^2 + p_y^2) - \frac{e^2}{\sqrt{x^2 + y^2}} \quad (\text{cgs units})$$

است. البته دیراک می‌دانسته که رابطه‌ی درست این است:

$$H = \frac{1}{2m} (p_x^2 + p_y^2 + p_z^2) - \frac{e^2}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}. \quad (\text{cgs units})$$

پس چرا از شکل دوبعدی استفاده کرده؟ علتش این است که در مدل کلاسیک اتم هیدروژن، یعنی مسئله‌ی کیپلر در مکانیک کلاسیک، مدار ذره در یک صفحه است که می‌توان آن را صفحه‌ی xy گرفت. صفحه‌ی عمود بر بردار تکانه‌ی زاویه‌ای، که ثابت است. در مدل کوانتومی اتم هیدروژن هم تکانه‌ی زاویه‌ای ثابت است، اما در آن موقع هنوز مردم نمی‌دانستند که از ثابت بودن تکانه‌ی زاویه‌ای در مکانیک کوانتومی نمی‌توان نتیجه گرفت که «مدار» در یک صفحه است. واقعاً اصلاً «مدار» تعریف خوب ی ندارد، و باید به جای آن از «تابع موج» یا «دامنه‌ی احتمال حضور» ذره نام برد.