

Одно очень распространенное заблуждение в квантовой механике: суперпозиция, отложенный выбор, квантовые ластики, ретропричинность и все такое

Д. Эллерман (США)

Реферат подготовил М.Х. Шульман (shulman@dol.ru)

arXiv:1112.4522v1 [quant-ph] 16 Dec 2011

A Very Common Fallacy in Quantum Mechanics: Superposition, Delayed Choice, Quantum Erasers, Retrocausality, and All That

David Ellerman

University of California at Riverside

December 21, 2011

Существует одно очень распространенное заблуждение относительно делимости (separation fallacy): оно связано с интерпретацией состояний в рамках квантовой механики, когда речь идет о конкретных типах деления, в частности:

- эксперименты с двумя щелями,
- эксперименты с интерферометром, позволяющие определить выбор пути частицей (“which-way” experiments),
- эксперименты с анализаторами поляризации,
- эксперименты Штерна-Герлаха,
- эксперименты с квантовыми ластиками.

В каждом из этих случаев речь идет о частице, попадающей в разделяющее устройство, при этом создается (запутанная) суперпозиция определенных собственных состояний. В некоторых точках могут находиться детекторы, так что когда указанное состояние суперпозиции в конечном счете проецируется или коллапсирует благодаря детекторам, то только одно из этих состояний может быть зарегистрировано каждым детектором. Заблуждение относительно делимости ошибочно трактует появление запутанной суперпозиции при измерении. Иными словами, частица интерпретируется таким образом, как если бы она уже была спроецирована или сколлапсирована в одно из собственных состояний в разделяющем устройстве, а не в последующих детекторах. Но если детекторы внезапно удалить в то время, когда частица находится в этом устройстве, то суперпозиция якобы продолжала бы сохраняться и обусловила бы характерные эффекты (например, интерференцию при двухщелевом эксперименте).

Следовательно, заблуждение относительно делимости создает видимость того, что благодаря отложенному выбору при подходящем размещении или удалении детекторов возникает или не возникает ретропричинность или коллапс к одному из собственных значений при вхождении частицы в разделяющий прибор.

Заблуждение относительно делимости преодолевается благодаря:

- серьезному учету суперпозиции, т.е. пониманию того, что разделяющее устройство создает запутанное состояние суперпозиции из нескольких альтернатив (несмотря на то, что происходит затем), которое существует вплоть до момента измерения, и
- учету роли местоположения детектора ("контекстуальности"), т.е. пониманию того, что если подходящим образом расположенный детектор может детектировать только коллапсированное состояние, то это не значит, что частица уже находилась в этом состоянии до измерения (например, это не значит, что частица "прошла через одну щель" или "одно плечо интерферометра" или уже имела определенное значение поляризации или спина).

Далее в статье в свете сформулированного тезиса проводится подробное рассмотрение вышеуказанных характерных экспериментов квантовой механики.

Ссылки:

- [1] Dicke, Robert H. and James P. Wittke 1960. *Introduction to Quantum Mechanics*. Reading MA: Addison-Wesley.
- [2] Feynman, Richard P., Robert B. Leighton and Matthew Sands 1965. *The Feynman Lectures on Physics: Quantum Mechanics (Vol. III)*. Reading MA: Addison-Wesley.
- [3] French, A.P. and Edwin F. Taylor 1978. *An Introduction to Quantum Physics*. New York: Norton.
- [4] Greene, Brian 2004. *The Fabric of the Cosmos*. New York: Alfred A. Knopf.
- [5] Hilmer, Rachel and Paul G. Kwiat 2007. A Do-It-Yourself Quantum Eraser. *Scientific American*. 296 (5 May): 90-95.
- [6] Kim, Yoon-Ho, R. Yu, S. P. Kulik, Y. H. Shih and Marlan O. Scully 2000. Delayed choice quantum eraser. *Physical Review Letters*. 84 (1).
- [7] Kwiat, Paul G., Aephraim M. Steinberg and Raymond Y. Chiao 1992. Observation of a "quantum eraser": A revival of coherence in a two-photon interference experiment. *Physical Review A*. 45 (11 (1 June)): 7729-7736.
- [8] Kwiat, P. G. , P. D. D. Schwindt and B.-G. Englert 1999. What Does a Quantum Eraser Really Erase? In *Mysteries, Puzzles, and Paradoxes in Quantum Mechanics*. Rodolfo Bonifacio ed., Woodbury NY: American Institute of Physics: 69-80.
- [9] Walborn, S. P., M. O. Terra Cunha, S. Padua and C. H. Monken 2002. Double-slit quantum eraser. *Physical Review A*. 65 (3).
- [10] Wheeler, John A. 1978. The "Past" and the "Delayed-Choice" Double-Slit Experiment. In *Mathematical Foundations of Quantum Theory*. A. R. Marlow ed., New York: Academic Press: 9-48.