

Устранимым ли является конфликт квантовой нелокальности со специальной теорией относительности?

Ж.-К. Жирарди (Италия)

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

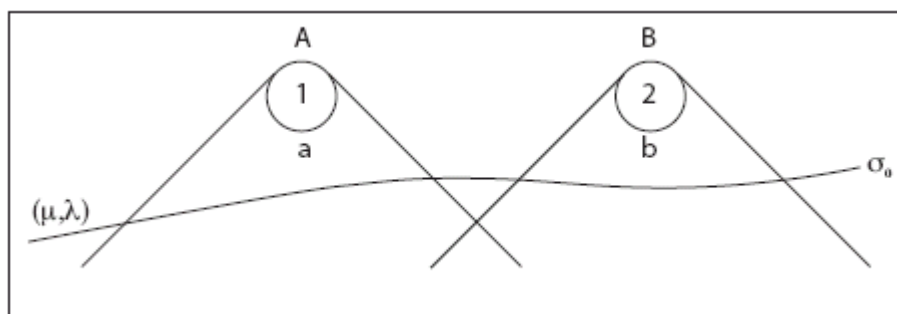
arXiv:0912.0177v1 [quant-ph] 1 Dec 2009

Does quantum nonlocality irremediably conflict with Special Relativity?

GianCarlo Ghirardi (ghirardi@ts.infn.it)

Department of Theoretical Physics of the University of Trieste, the Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste, and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Trieste, Italy.

Основной анализ базируется в работе на следующей схеме, в которой две взаимно удаленные системы используются для получения результатов измерения некоторой физической наблюдаемой величины. Настройки детекторов в двух пространственно-подобных областях обозначены цифрами 1 и 2, соответствующие экспериментальные тесты - символами a и b , результаты соответствующих экспериментальных тестов – символами A и B .



Для анализа вводится фундаментальное допущение: сопоставление переменных μ и λ , т.е. уточнение состояния системы на “начальной” пространственно-подобной поверхности и динамика теории, с которой имеют дело, определяет все одиночные и совместные, условные и безусловные вероятности результатов экспериментальных тестов, которые могут быть выполнены в областях 1 и 2.

Можно, следовательно, рассмотреть совместную вероятность $P(AB|a, b; \mu, \lambda)$ и выразить ее через условную вероятность $P(A|a, b; B; \mu, \lambda)$ следующим образом:

$$P(AB|a, b; \mu, \lambda) = P(A|a, b; B; \mu, \lambda)P(B|a, b; \mu, \lambda) \quad (1)$$

Далее, вводится условие Полноты (Jarrett), или Независимости Результатов {НР} (Shimony):

$$\begin{aligned} P(A|a, b; B; \mu, \lambda) &= P(A|a, b; \mu, \lambda), \\ P(B|a, b; A; \mu, \lambda) &= P(B|a, b; \mu, \lambda), \end{aligned} \quad (2)$$

а также условие Локальности (Jarrett), или Независимости Параметров {НП}, (Shimony):

$$\begin{aligned}P(A|a, b; \mu, \lambda) &= P(A|a; \mu, \lambda) \\P(B|a, b; \mu, \lambda) &= P(B|b; \mu, \lambda).\end{aligned}\tag{3}$$

Соотношение (1) и условия (2,3) приводят к условию факторизуемости:

$$P(AB|a, b; \mu, \lambda) = P(A|a; \mu, \lambda) \cdot P(B|b; \mu, \lambda).\tag{4}$$

Действительно решающее предположение соответствует условию (4).

Для проверки “подлинной” или [всего лишь] “инструментальной” совместимости некоторой нелокальной теории со специальной теорией относительности чрезвычайно важно выяснить, выводится ли ее нелокальный характер из нарушения {НП} либо {НР},

Теории, в которых нарушается {НП}, в большинстве своем допускают релятивистские обобщения, которые требуют принятия (скрытой) *выделенной* системы отсчета. Соответственно, они обладают только *инструментальной* релятивистской инвариантностью, хотя могут быть вполне удовлетворительны с физической точки зрения. Оказывается, что возможно построить *подлинно* релятивистские нелокальные теории, в которые нарушается только {НР}, но не {НП}.

Существующая ситуация неожиданно приводит к выбору между двумя следующими альтернативами: механика Бома показывает, что можно точно и полно объяснить квантовую механику, если за это заплатить использованием *выделенного* расслоения пространства – времени; устранить же *выделенное* расслоение можно, если пойти на определенное отклонение от квантовой механики.

References

- [1] J.S. Bell, Physics 1, 195 (1964).
- [2] J.S. Bell, Speakable and unspeakable in quantum mechanics, Introductory remarks at Naples-Amalfi meeting, May 7, 1984.
- [3] T. Norsen, Found. Phys. 39, 273 (2009).
- [4] J. Jarrett, Nous 18, 569 (1984).
- [5] J.S. Bell, La nouvelle cuisine in: Between Science and Technology, A. Sarlemijn and P Kroes (Eds.), Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland), 1990.
- [6] J.S. Bell, Against Measurement, in: Sixty-two years of Uncertainty, A.I. Miller (Ed.), Plenum Publishing Co., 1989.
- [7] Simon Gröblacher, Tomasz Paterek, Rainer Kaltenbaek, ˇCaslav Brukner, Marek Zukowski, Markus Aspelmeyer and Anton Zeilinger, Nature 446, 871 (2007)
- [8] A. Aspect, Nature 446, 866 (2007)
- [9] D. Bohm, Phys. Rev. 85 166, 1952, ibid 85 180 (1952).
- [10] G.C. Ghirardi, A. Rimini and T. Weber, Phys. Rev., 34D, 470 (1986).
- [11] J.S. Bell, Are there Quantum Jumps? in: Schrödinger–Centenary Celebration of a Polymath, C. W. Kilmister (Ed.), Cambridge University Press, 1987.
- [12] B. d’Espagnat, Veiled reality: an analysis of present-day quantum mechanical concepts, Addison-Wesley Pub, Co., 1955.
- [13] T. Maudlin, Quantum Non-Locality and Relativity, Blackwell, Malden, 2002.

- [14] V. Allori, S. Goldstein, R. Tumulka and N. Zangh'ı, *British J. Philos. Sci.* 59 353 (2008)
- [15] J.S. Bell, *Beables for Quantum Field Theory*. CERN-TH.4035/84, in: *Quantum Implications*, B. Hiley (Ed.), Routledge and Kegan Paul, 1987, p.227.
- [16] A. Shimony, *Int. Philos. Q.*, 18, 3 (1978)
- [17] J.F. Clauser, M.H. Horne, A. Shimony and R.A. Holt, *Phys. Rev. Lett.*, 26, 880 (1969).
- [18] P.H. Eberhard, *Nuovo Cimento*, B46, 392 (1978)
- [19] G.C. Ghirardi, A. Rimini and T. Weber, *Lettere al Nuovo Cimento*, 27, 293 (1980).
- [20] J.S. Bell, *Towards an Exact Quantum Mechanics in: Themes in Contemporary Physics II*, S. Deser and R.J. Finkelstein (Eds.), World Scientific, Singapore, 1989, p.1.
- [21] G.C. Ghirardi and R. Grassi, *Bohm's Theory versus Dynamical Reduction*, in: *Bohmian Mechanics and Quantum Theory: an Appraisal*, J. Cushing, A. Fine and S. Goldstein (Eds.), Kluwer Academic Publishers, 1996, pp.353 .
- [22] P. Pearle, *Phys. Rev.*A39, 2277 (1989).
- [23] G.C. Ghirardi, P. Pearle and A. Rimini, *Phys. Rev.* 42A, 1057 (1990).
- [24] G.C. Ghirardi, R. Grassi and P. Pearle, *Found. Phys.*, 20, 1271 (1990).
- [25] G.C. Ghirardi, *Found. Phys.*, 30, 1337 (2000)
- [26] G.C. Ghirardi, R. Grassi, J. Butterfield and G.N. Fleming, *Found. Phys*, 23, 341 (1993).
- [27] J. Butterfield, G.N. Fleming, G.C. Ghirardi and R. Grassi, *Int. J. Theor. Phys.*, 32, 2287 (1993).
- [28] R. Tumulka, *AIP Conference Proceedings 844* A. Bassi et al (Eds.), (Melville, New York: AIP) 2006, p. 340.
- [29] D. Bedingham, *Dynamical state reduction in an EPR experiment*, preprint, June 8, 2009.