

Измерение запутывания с помощью ограниченных систем отсчета

Ф.Коста и др. (Австрия, Великобритания)

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

arXiv:0902.0935v1 [quant-ph] 5 Feb 2009

Entanglement detection with bounded reference frames

Fabio Costa,^{1,2} Nicholas Harrigan,³ Terry Rudolph,^{3,4} and Časlav Brukner^{1,2}

¹*Institute for Quantum Optics and Quantum Information,*

Austrian Academy of Sciences, Boltzmanngasse 3, A-1090 Vienna, Austria

²*Faculty of Physics, University of Vienna, Boltzmanngasse 5, A-1090 Vienna, Austria*

³*Department of Physics, Imperial College London, Prince Consort Rd, London SW7 2BW*

⁴*Institute for Mathematical Sciences, 53 Princes Gate, Exhibition Rd, London SW7 2PG*

(Dated: February 6, 2009)

Квантовые эксперименты основаны на предположении о существовании идеальных классических систем отсчета, которые позволяют определить настройки при измерении (например, ориентацию магнита Штерна – Герлаха при измерении спина) с произвольной точностью. Если системы отсчета “ограничены” (т.е. сами по себе являются квантовыми системами), то эта задача может быть решена лишь с ограниченной точностью. Используя когерентные спиновые состояния в качестве ограниченных систем отсчета, мы установили минимальный размер, необходимый для нарушения локального реализма в системах с запутанным спином. Для составных систем из частиц со спином $\frac{1}{2}$ для нарушения достаточны системы отсчета очень малого размера; однако для наблюдения такого нарушения в случае запутанных спинов макроскопической величины размер системы отсчета должен быть как минимум квадратичным по отношению к величине самого спина. Это может служить возможным объяснением ненаблюдаемости запутывания в макроскопических масштабах, т.е. возникновения классичности, поскольку макроскопические системы очень сильно запутаны с окружением.

Подобное ограничение может оказаться значимым в ситуации, когда при внедрении задач квантовой информатики могут использоваться только реляционные степени свободы (например, когда квантовый канал является причиной глобального шума). Наш результат приводит к выводу, что фундаментальным ограничением в проявлении квантового поведения на макроскопическом уровне может быть конечность ресурсов, которые могут быть использованы для их измерения. Например, маленький железный магнит может создавать магнитное поле около 100 Гс. Согласно нашему анализу, даже если было бы доступно запутанное

состояние со спином $j_S \simeq \frac{\hbar 100 \text{ G}}{\mu_B} \simeq 10^{21}$ (μ_B - магнетон Бора), нарушение локального реализма невозможно, если используемая система отсчета не соответствует магнитному полю порядка как минимум 104 Гс.

Ссылки

- [1] S. Kochen and E. Specker, J. Math. and Mech. **17**, 59-87 (1967).
- [2] J. Bell, Physics **1**, 195 (1964).
- [3] S. D. Bartlett, T. Rudolph, R. W. Spekkens, P. S. Turner, New J. Phys. **8**, 58 (2006).
- [4] D. Poulin, Int. J. Theor. Phys. **45**, 1189 (2006).
- [5] R. Gambini, R. A. Porto and J. Pullin, Phys. Rev. Lett. **93**, 240401 (2004)
- [6] J. Kofler and Č. Brukner, Phys. Rev. Lett. **99**, 180403 (2007).
- [7] S. D. Bartlett, T. Rudolph and R. W. Spekkens, Rev. Mod. Phys. **79**, (2007) 555.
- [8] S. J. van Enk Phys. Rev. A **71**, 032339 (2005)
- [9] J. Barrett, L. Hardy, and A. Kent, Phys. Rev. Lett. **95**, 010503 (2005); A. Acin, N. Gisin, and L. Masanes, Phys. Rev. Lett. **97**, 120405 (2006).
- [10] G. Brassard, Found. Phys. **33**, 1593 (2003); Č. Brukner, M. Żukowski, J.-W. Pan, and A. Zeilinger, Phys. Rev. Lett. **92**, 127901 (2004).
- [11] S. D. Bartlett, T. Rudolph and R. W. Spekkens, Phys. Rev. A **70**, (2004) 032321.
- [12] N. D. Mermin, Phys. Rev. Lett. **65**, (1990) 1838.
- [13] M. Żukowski and Č. Brukner, Phys. Rev. Lett. **88**, 210401 (2002).
- [14] Hubert de Guise and David J. Rowe, J. Math. Phys. **39**, (1998) 1087
- [15] J. F. Clauser, M.A. Horne, A. Shimony and R. A. Holt, Phys. Rev. Lett. **23**, 880-884 (1969).
- [16] A. Peres, *Quantum Theory: Concepts and methods* (Kluwer Academic Publisher, 1993).
- [17] A. Garg, N. D. Mermin, Phys. Rev. Lett. **49**, (1982) 901
- [18] A possible realization is as follows: Alice (as well as Bob) receives from Charlie the entangled particle and two coherent states, prepared in the directions of the desired settings. Alice has no information about the directions used for the preparation, but she can choose the setting by deciding which coherent state to use for the measurement.