

Соотношение неопределенностей для фотонов

И. Бялыницкий-Бирула, С. Бялыницкая-Бирула (Польша)

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

arXiv:1110.2415v1 [quant-ph] 11 Oct 2011

Uncertainty relation for photons

Iwo Bialynicki-Birula (birula@cft.edu.pl)

Center for Theoretical Physics, Polish Academy of Sciences

Al. Lotników 32/46, 02-668 Warsaw, Poland

Zofia Bialynicka-Birula

Institute of Physics, Polish Academy of Sciences

Al. Lotników 32/46, 02-668 Warsaw, Poland

Методами квантовой электродинамики выведено соотношение неопределенностей для одиночного фотона. Чтобы преодолеть трудность, связанную с несуществованием оператора положения фотона, роль плотности вероятности в конфигурационном пространстве играет плотность энергии. Показано, что мера пространственной протяженности, основанная на распределении энергии в пространстве, в сочетании с мерой распространения импульса фотона, дают неравенство, являющееся естественным аналогом стандартного соотношения Гейзенберга. Неожиданным образом оказывается, что уравнение, которое выполняется для волновой функции фотона в пространстве импульсов и удовлетворяет соотношению неопределенностей, имеет вид уравнения Шрёдингера в координатном пространстве в присутствии электрического и магнитного зарядов.

Ссылки

- [1] W. Heisenberg, *Z. Phys.* **43**, 172 (1927).
- [2] L. D. Landau and R. Peierls, *Z. Phys.* **62**, 188 (1930).
- [3] W. Pauli, *General Principles of Quantum Mechanics* (Springer, Berlin, 1980), p. 186. The original German version was published in 1933 as an article in *Handbuch der Physik*.
- [4] A. I. Akhiezer and V. B. Berestetskii, *Quantum Electrodynamics* (Interscience, New York, 1965), Ch. 1.
- [5] E. H. Kennard, *Z. Phys.* **44**, 326 (1927).
- [6] E. Wigner, *Ann. Math.* **40**, 149 (1939).
- [7] I. Bialynicki-Birula and Z. Bialynicka-Birula, *Phys. Rev. A* **79**, 032112 (2009).
- [8] I. Bialynicki-Birula. Photon wave function *Progress in Optics*, edited by E. Wolf (Elsevier, Amsterdam, 1996), Vol. 36; see also ArXiv: quant-ph/0508202).
- [9] I. Bialynicki-Birula and Z. Bialynicka-Birula, *Quantum Electrodynamics* (Pergamon, Oxford, 1975), Ch. 9.
- [10] A. Staruszkiewicz, *Acta Phys. Polon.* **B4**, 57 (1973).

- [11] I. Bialynicki-Birula and Z. Bialynicka-Birula, *Phys. Rev. D* **35**, 2383 (1987).
- [12] R. Y. Chiao and Y.-S. Wu, *Phys. Rev. Lett.* **57**, 933 (1986).
- [13] A. Tomita and R. Y. Chiao, *Phys. Rev. Lett.* **57**, 937 (1986).
- [14] P. A. M. Dirac, *Phys. Rev.* **74**, 817 (1948).
- [15] K. A. Milton, G. R. Kalbfleisch, Wei Luo, and L. Gamberg, *Intl. J. Mod. Phys. A* **17**, 732 (2002).
- [16] K. A. Milton, *Rep. Prog. Phys.* **69**, 1637 (2006).
- [17] E. T. Whittaker, *Proc. Lond. Math. Soc.* **1**, 367 (1904).
- [18] J. L. Synge, *Relativity: The Special Theory* (North-Holland, Amsterdam, 1965), Ch. 9.
- [19] A. Trautman, *Int. J. Theor. Phys.* **16**, 561 (1977).
- [20] A. F. Rañada, *J. Phys. A* **23**, L815 (1990).
- [21] A. F. Rañada and J. L. Trucba, *Phys. Lett. A* **202**, 337 (1995).
- [22] W. T. M. Irvine and D. Bouwmeester, *Nature Physics* **4**, 716 (2008).
- [23] I. Bialynicki-Birula, *J. Opt. A: Pure Appl. Opt.* **6**, S181 (2004).
- [24] A. F. Rañada and J. L. Trucba, *Nature* **383**, 32 (1996).