

Contextualidad cuántica independiente del estado macroscópica

A. Cabello

Departamento de Física Aplicada II, Universidad de Sevilla.

Se llama contextualidad cuántica a la imposibilidad de reproducir la Mecánica Cuántica mediante modelos en los que los resultados de las medidas sobre un sistema físico individual posean valores bien definidos independientes de qué otras medidas compatibles se realicen sobre ese sistema. Se llama no-localidad cuántica a la imposibilidad de reproducir la Mecánica Cuántica mediante modelos en los que los resultados de las medidas sobre una parte de un sistema compuesto posean valores bien definidos independientes de qué otras medidas se realicen sobre otras partes, suficientemente alejadas, de ese sistema.

Una diferencia fundamental entre la contextualidad cuántica y la no-localidad cuántica es que mientras que para observar experimentalmente la no-localidad cuántica, el sistema tiene que estar preparado en unos estados cuánticos específicos, para observar la contextualidad cuántica el sistema puede estar en cualquier estado cuántico.

Recientemente [1], se ha demostrado que es posible realizar un experimento en el cual cualquier estado cuántico de dos qubits viole de la misma manera una desigualdad válida para cualquier teoría no-contextual:

$$\langle ABC \rangle + \langle abc \rangle + \langle a'b'c' \rangle + \langle Aaa' \rangle + \langle Bbb' \rangle - \langle Ccc' \rangle = \langle 4 \rangle,$$

donde cada letra representa un observable con dos posibles resultados, -1 y 1, $\langle ABC \rangle$ representa el promedio del producto de los resultados de la medida conjunta de los 3 observables compatibles A , B y C , y $\langle \rangle = \langle \text{quiere decir "menor o igual"} \rangle$. Este experimento de contextualidad cuántica independiente del estado se ha realizado con iones [2] y fotones [3]. Por otro lado, se ha demostrado que la contextualidad cuántica independiente del estado se trata de un fenómeno universal: para cualquier sistema cuántico en el que la noción de contextualidad no resulte trivial, existen desigualdades que son violadas de la misma manera por cualquier estado cuántico de ese sistema [4].

Hasta ahora, todas las demostraciones conocidas sugieren que la contextualidad independiente del estado decrece con la complejidad del sistema. De ser eso cierto, el fenómeno sería inobservable en sistemas "grandes". En este trabajo mostramos que, en realidad, puede suceder lo contrario: la contextualidad independiente del estado puede crecer exponencialmente con el número de qubits del sistema. Ello sugiere que el fenómeno sería observable en sistemas con muchos qubits, incluso teniendo en cuenta la menor visibilidad esperable en tales experimentos.

El autor agradece la ayuda del Ministerio de Ciencia en Innovación (FIS2008-05596) y de la Junta de Andalucía (P06-FQM-02243).

Referencias

- [1] A. Cabello, Phys. Rev. Lett. 101, 210401 (2008).
- [2] G. Kirchmair et al., arXiv:0904.1655 [quant-ph].
- [3] E. Amselem et al., no publicado.
- [4] P. Badziąg, I. Bengtsson, A. Cabello e I. Pitowsky, arXiv:0809.0430 [quant-ph].