

Bienvenidos a Píldoras de Física, el podcast de física para los que no tenemos tiempo para la física

Soy Max Álvarez, es 23 de Junio de 2021 y hoy hablaremos de... la física del entrelazamiento cuántico

Mi amigo Charlie colecciona monedas de euros. Cuando vamos a su casa, siempre nos maravilla con su truco: toma dos monedas, las lanza a la vez sobre la mesa y... la primera sale cara y la segunda sale... cara: Toma otras dos monedas, las lanza y la primera sale cara y la segunda sale cara también. Vuelve a tomar otras dos monedas y esta vez salen las dos cruz. Siempre que Charlie tira dos monedas, las dos salen cara o las dos salen cruz. Y siempre que le preguntamos por el truco, sonríe y nos responde lo mismo: "es fácil, preparo las monedas entrelazadas".

Naturalmente, las monedas de mi amigo Charlie son monedas cuánticas. ¿Cómo sabe la segunda moneda de qué lado ha caído la primera para caer del mismo lado? Sorprendente. El entrelazamiento de partículas es un fenómeno puramente cuántico, que no se produce en el mundo que nuestros sentidos perciben y por tanto que desafía nuestra lógica. Erwin Schrödinger, el famoso físico inventor de la ecuación de onda que lleva su nombre, decía que el entrelazamiento "es la característica principal de la física cuántica"

Experimentalmente, se ha comprobado el entrelazamiento sobre la polarización de fotones, el spin de electrones o incluso sobre partículas más pesadas.

¿Cómo se crean partículas entrelazadas? En el caso de los fotones, se envía un haz de luz láser sobre un material birrefringente, por ejemplo espato de islandia. Estos materiales tienen la propiedad de desdoblar un rayo de luz en en dos, polarizados perpendicularmente entre sí. Como si el material tuviera dos índices de refracción a la vez. Un fotón entrante, produce dos fotones saliente, de menor energía. Uno de ellos, polarizado verticalmente, sale del cristal en la superficie de un cono de luz, cuyo eje tiene una dirección dada. El otro, polarizado horizontalmente sale, sobre un cono cuyo eje tiene una dirección diferente al anterior. Pero ¿qué sucede con los fotones que pertenecen a ambos conos, es decir, están en la intersección?

Este par de fotones no están polarizados horizontal ni verticalmente, sino que están en un estado que es combinación lineal de ambos estados. Son un par de fotones entrelazados. Hasta el momento en que se mide, el fotón no tiene un estado definido de polarización.

Demos un paso más. Dejemos nuestros fotones entrelazados volar en direcciones opuestas por el universo durante un año. En un extremo de la trayectoria de un fotón tenemos a nuestro amigo Alberto. En el extremo contrario, tenemos a nuestra amiga Beatriz. Cuando llega su fotón, Beatriz realiza una medida y obtiene una polarización, pongamos que vertical. A partir de ese instante, cuando Alberto mida la polarización de su fotón, será la misma que el de Beatriz: vertical.

¿Cómo es posible que instantáneamente un fotón le diga a su entrelazado a dos años-luz cuál es la polarización que debe presentar? ¿Cómo una moneda de mi amigo Charlie que ha caído de cruz puede decirle en ese preciso momento de forma instantánea a la otra moneda que también tiene que caer de cruz?

Esta es una propiedad cuántica que se denomina no localidad: no depende de la posición espacial y por lo tanto, de la distancia entre las partículas

Hasta aquí la Píldora de hoy... y recuerden, el entrelazamiento es un fenómeno puramente cuántico que permite, en palabras de Einstein, "una espeluznante acción a distancia"

Gracias por escuchar Píldoras de Física, el podcast de física de los que no tenemos tiempo para la física...