

Corrección para: ¿UN EXPERIMENTO CRUCIAL PARA VERIFICAR EL ENTANGLEMENT DE DOS FOTONES?

H.G. Valqui, Facultad de Ciencias/UNI

RESUMEN

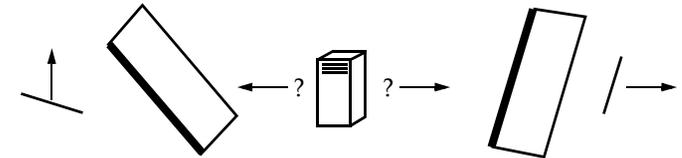
En el experimento propuesto⁽¹⁾ he cometido el error de considerar que los fotones gemelos tendrían el mismo estado, en vez de decir que los estado de dichos fotones resultan ortogonales (para así satisfacer la condición de la conservación del momento angular). Este descuido en el planteamiento del experimento no le quita validez, pero modifica las posiciones angulares del polarizador del lado izquierdo. Entonces, la descripción del experimento debe ser parcialmente corregida.

ABSTRACT

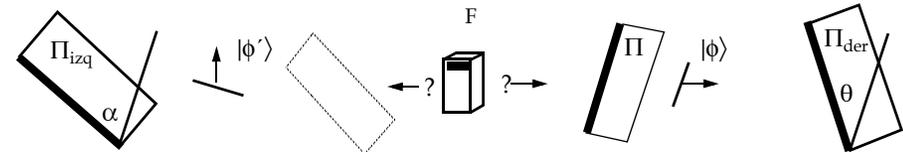
By the proposed experiment⁽¹⁾ I erroneously stated that both twin photons have the same polarization states, instead of orthogonal states, which would comply with the requirement of angular momentum's conservation. This carelessness in describing the experiment does not invalidate it, but changes the orientation of the polarizer at the left side. Consequently, the description of the experiment must be partially modified.

Para detectar que los dos fotones tienen estados ortogonales:

En los experimentos realizados se colocan, a ambos lados de la fuente, dos polarizadores perpendiculares entre sí, cumpliéndose que los fotones gemelos o atraviesan simultáneamente por los correspondientes polarizadores, o ambos son absorbidos por dichos polarizadores. La situación está representada esquemáticamente en el presente dibujo, donde no se ha incluido los detectores por coincidencia (o simultaneidad) que deben situarse después de los polarizadores.



Ahora, el experimento propuesto está esquematizado en el siguiente gráfico:



La descripción del experimento:

- i. Al incidir (solamente) el fotón de la derecha sobre un polarizador Π adquiere un determinado estado de polarización, por ejemplo, $|\phi\rangle$; y

el fotón de la izquierda, por efecto del misterioso enlazamiento, adquiere un estado de polarización ortogonal $|\phi'\rangle$.

- ii. A continuación del polarizador Π colocamos un segundo polarizador Π_{der} , cuya dirección forma un ángulo θ con la dirección de Π , como se muestra en el dibujo. Entonces la probabilidad de que el fotón – en el estado $|\phi\rangle$, porque ya ha sido transmitido por el por el polarizador Π – sea también transmitido por el polarizador Π_{der} será $p_{\text{der}}(\theta) = \cos^2\theta$.
- iii. Por otra parte, después de que el fotón de la izquierda, por efecto del misterioso enlace, haya adquirido el estado $|\phi'\rangle$, lo hacemos incidir sobre un polarizador Π_{izq} , cuya dirección forma un ángulo α con el polarizador Π – que este fotón no ha atravesado –, como se muestra en el dibujo. Entonces, la probabilidad de que el fotón (que avanza hacia la izquierda) sea transmitido por el polarizador Π_{izq} sería $p_{\text{izq}}(\alpha) = \sin^2\alpha$.
- iv. Las probabilidades $p_{\text{der}}(\theta)$ y $p_{\text{izq}}(\alpha)$ no deberían ser difíciles de medir (para quien ya ha realizado los experimentos que evidencian el misterioso enlace); verificándose la validez o invalidez de la controvertida predicción: $p_{\text{izq}}(\alpha) = \sin^2\alpha$. Pero existe una situación que daría resultados más categóricos: elegir los ángulos iguales, $\alpha = \theta$, con lo cual debería cumplirse que $p_{\text{der}}(\theta) + p_{\text{izq}}(\alpha) = 1$.
- v. Las pruebas negativas (según Popper) más contundentes se producirían: A) Eligiendo $\alpha = \theta = 0$, con lo cual el fotón de la derecha debería ser siempre transmitido por el polarizador Π_{der} , mientras que el fotón de la izquierda debería ser siempre absorbido por el polarizador Π_{izq} ; B) O eligiendo $\alpha = \theta = \pi/2$, con lo cual el fotón de la derecha debería ser siempre absorbido por Π_{der} , mientras que el fotón de la izquierda sería siempre transmitido por Π_{izq} .
- vi. ¿Qué pasará si el fotón de la izquierda no fuese afectado por lo que hubiese sucedido con el fotón de la derecha?
En tal caso, mientras que el fotón de la derecha, después de pasar el polarizador Π ha adquirido el estado $|\phi\rangle$, en cambio, el fotón de la

izquierda mantendría un estado de polarización desconocido, lo que causaría que la probabilidad de transmisión por el polarizador Π_{izq} fuese un número uniformemente aleatorio, mientras que para el lado derecho se mantendría que $p_{\text{der}}(\theta) = \cos^2(\theta)$.

Conclusión

El fenómeno de entanglement de dos fotones se mantiene misterioso por dos principales razones: i) Es contraintuitivo, ii) Los experimentos hasta ahora realizados para su verificación suponen una serie de asunciones ‘naturales’ que, en la mayoría de artículos sobre el asunto, no son mencionadas (por ser consideradas obvias).

El experimento aquí propuesto, particularmente en cualquiera de los casos $\alpha = \theta = 0$ ó $\alpha = \theta = \pi/2$, permitirían despejar dudas en un sentido o en el otro.

Bibliografía

1. Holger G. Valqui, ¿Un Experimento crucial para verificar el entanglement de dos fotones?, Revciuni, Vol. 7, N° 2, Setiembre 2003.