

Vida Científica

NOVEDADES CIENTÍFICAS EN 2011

EN FÍSICA

En el año 2011 las dos cuestiones que han tenido mayor resonancia en cuanto a las noticias sobre la Física fueron si se ha encontrado por fin el bosón de Higgs y si los neutrinos viajan más deprisa que la luz. Ambas cuestiones son de gran importancia para la evolución de las teorías físicas pero los experimentos necesitan ser analizados concienzudamente, aunque ya se puede decir que el relativo a los neutrinos más rápidos que la luz ha fracasado.

Según el prestigioso sitio web physicsworld.com, del Institute of Physics, se han realizado otros muchos experimentos interesantes que constituyen auténticas novedades y entre los que su equipo editorial ha seleccionado a los mejores del año. Vamos a comentar brevemente algunos de ellos porque creemos que dan una idea cabal de los avances en esta disciplina.

CAMBIANDO LA FORMA DE MEDIR EN FÍSICA CUÁNTICA

Cuando se hace una medida en un sistema cuántico, éste es perturbado por el aparato de medida verificándose el principio de incertidumbre de Heisenberg entre magnitudes conjugadas. Una consecuencia de este principio es que desaparece el concepto de trayectoria de

una partícula, ya que no se pueden conocer simultáneamente su posición y su momento lineal, magnitudes que la definen. En el caso de la doble rendija de Young, por ejemplo, no podemos conocer la trayectoria que ha seguido un fotón cuando llega a un punto determinado de la pantalla de observación. Un equipo de investigadores de la Universidad de Toronto, liderados por A.M. Steinberg, ha realizado un experimento que permite reconstruir las trayectorias de los fotones utilizando una técnica que interacciona muy débilmente con el fotón durante la medida (*Observing the Average Trajectories*

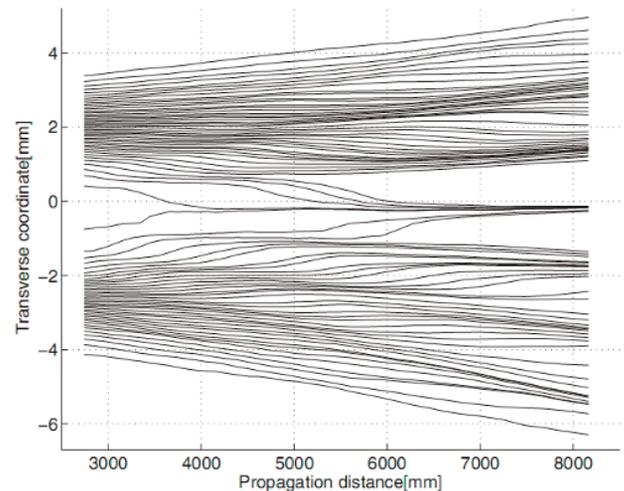


Figura 1. Trayectorias reconstruidas de un conjunto de fotones en el experimento de la doble rendija de Young por el método "weak measurement".

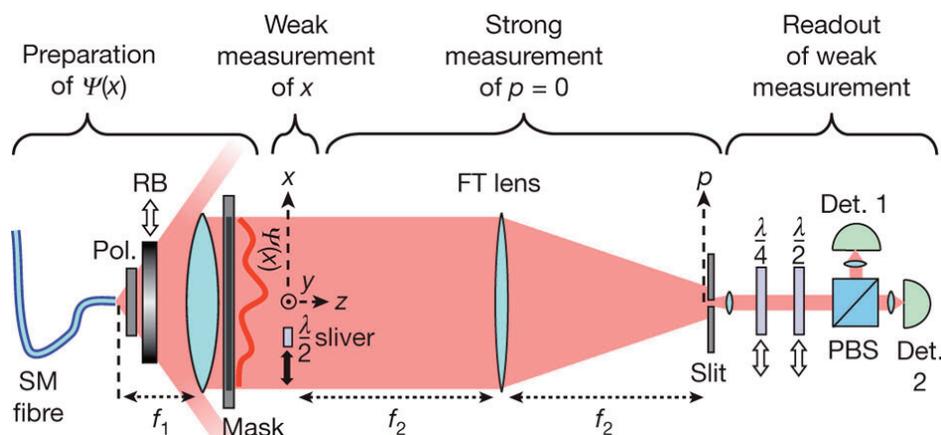


Figura 2. Esquema del dispositivo experimental para la determinación directa de la función de onda de un fotón.

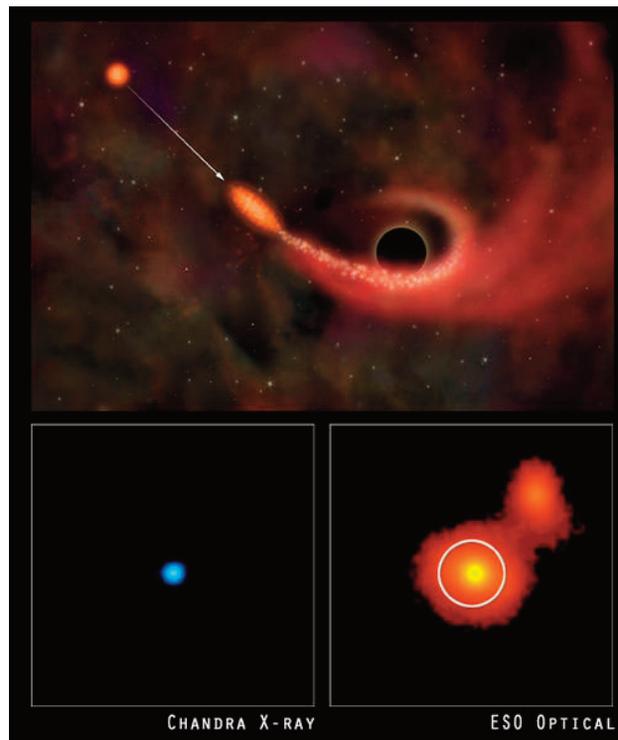


Figura 3. Representación artística de un agujero negro supermasivo absorbiendo materia de una estrella cercana (arriba). Imágenes de un supuesto agujero negro supermasivo devorando una estrella en la galaxia RXJ 1242-11 (abajo): con rayos X (izquierda); con luz visible (derecha).

of Single Photons in a Two-Slit Interferometer. Sacha Kocsis *et al.* SCIENCE, 332, June 2011). Esta técnica, denominada medidas débiles (*weak measurement*), permite conocer al mismo tiempo la posición y el momento de una partícula.

MIDIENDO LA FUNCIÓN DE ONDA

Utilizando la misma técnica de medida que en el caso anterior, otro equipo de investigación canadiense, dirigido por J. Lundeen, antiguo colega de Steinberg, realizó un experimento para medir la función de onda de un fotón sin perder información sobre su estado (*Direct measurement of the quantum wavefunction*. Jeff S. Lundeen *et al.* NATURE, 474, June 2011). Estos dos experimentos influirán en el cambio de la manera de medir en Mecánica Cuántica.

MEDIDA DEL UNIVERSO UTILIZANDO AGUJEROS NEGROS

El conocimiento de las distancias entre los objetos celestes es clave para determinar la edad y la densidad de energía del universo y la naturaleza de la energía

obscura. Un equipo del Dark Cosmology Centre, del Instituto Niels Bohr de la Universidad de Copenhague, dirigido por D. Watson, ha puesto en marcha un nuevo método de medida precisa de distancias cosmológicas utilizando los agujeros negros supermasivos asociados a los núcleos de las galaxias. Estos agujeros negros están rodeados a una determinada distancia por nubes de gas que producen un ensanchamiento de las líneas espectrales emitidas por el núcleo galáctico. Esto permite determinar con mayor precisión las distancias intergalácticas (*A new cosmological distance measure using AGN*. D. Watson *et al.* arXiv: 1109.4632v1 [astro-ph.CO], September 2011).

EFEECTO CASIMIR DINÁMICO

Una de las más sorprendentes predicciones de la teoría cuántica es que el vacío no está realmente vacío. De hecho, la teoría predice que el vacío es un hervidero de partículas virtuales que están continuamente apareciendo y desapareciendo. El estudio de estas fluctuaciones del vacío es fundamental para el entendimiento de la Naturaleza. Hace más de cuarenta años se sugirió que los fotones virtuales del vacío podrían convertirse en

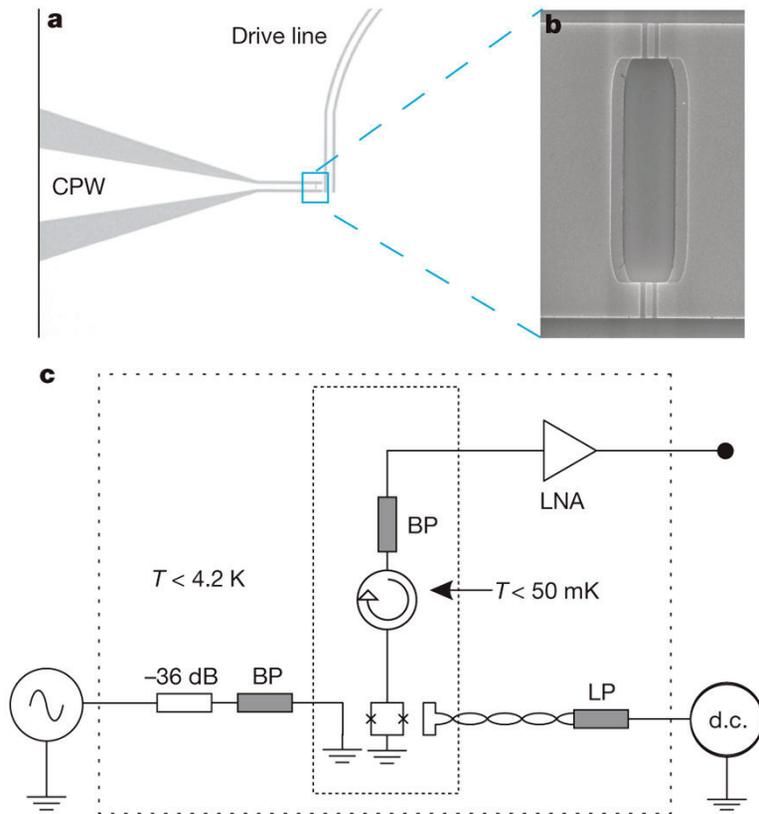


Figura 4. Esquema del montaje experimental para la observación del efecto Casimir dinámico de Wilson y colaboradores.

reales y ser observados. A este efecto se le denominó efecto Casimir (ver 100cias@uned, 2008). Un grupo de investigadores suecos, japoneses, australianos y norteamericanos, capitaneados por C. Wilson, han observado este efecto en un dispositivo superconductor de interferencia cuántica, lo que pone en evidencia las fluctuaciones del vacío (*Observation of the dynamical Casimir effect in superconducting circuit*. C.M. Wilson et al. NATURE, 479, November 2011).

LÁSERES VIVOS

Hace ya más de cincuenta años que aparecieron los láseres y revolucionaron gran parte de la Ciencia y la Tecnología. Estos dispositivos luminosos han sido hasta ahora dispositivos artificiales fabricados con materia inerte (gases, sólidos y líquidos), pero en julio del 2011 Malte C. Gather y Seok Hyun Yun han presentado un láser realizado a partir de células con proteínas fluorescentes (*Single-cell biological lasers*. Malte C. Gather & Seok Hyun Yun. NATURE PHOTONICS, 5, July 2011).

Como medio láser se utilizan las proteínas que son fluorescentes en la región verde del espectro visible. Las

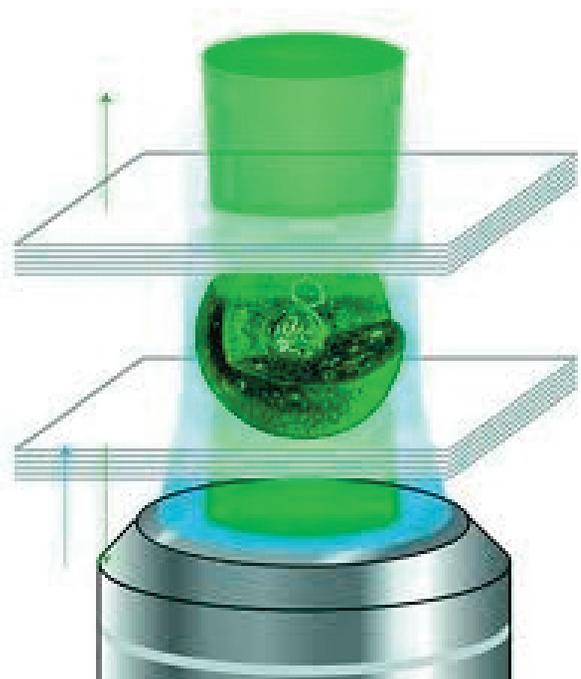


Figura 5. Esquema del láser formado por células eucariotas en suspensión líquida, colocadas entre dos espejos de Bragg de alta reflectividad, separados 20 μm . Las células son excitadas individualmente enfocando un objetivo de microscopio sobre ellas con pulsos de luz de 465 nm.

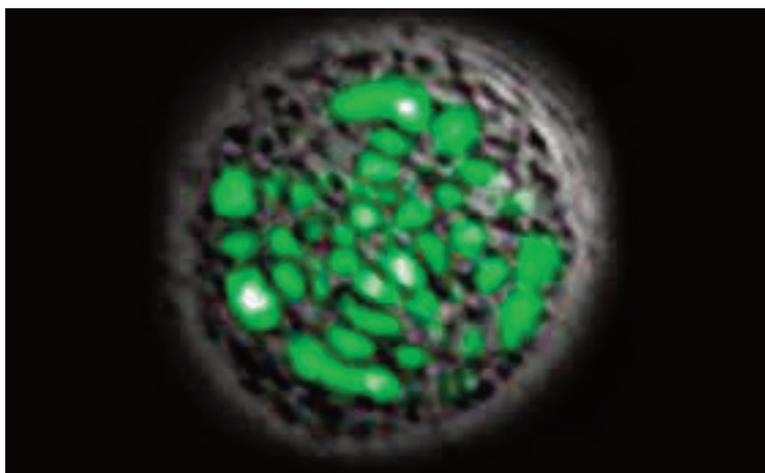


Figura 6. Luz láser emitida por las células excitadas dentro de la cavidad.

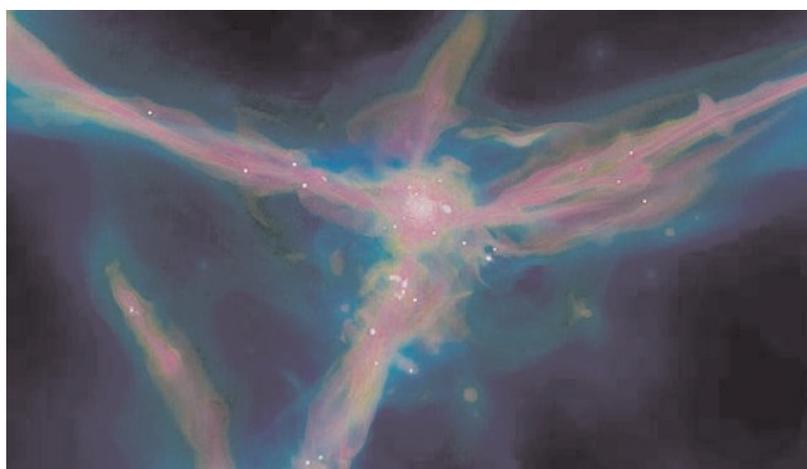
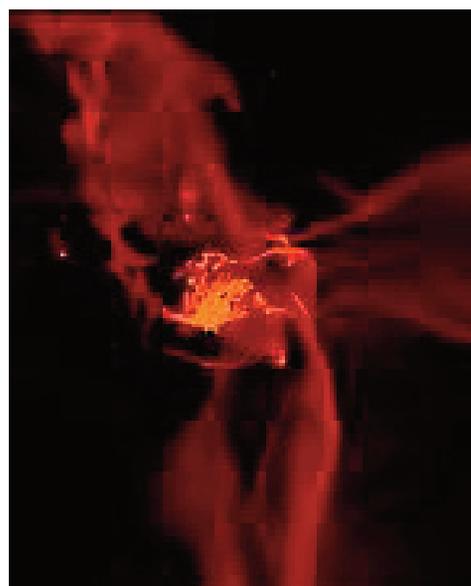


Figura 7. Simulación computacional de nubes de gas prístino (izquierda); el gas, libre de metales pesados (derecha).

células están contenidas en una microcavidad láser de espejos cóncavos de alta reflectividad y de dimensiones milimétricas. Cuando las células son excitadas ópticamente con pulsos de un nanosegundo de duración y un nanojulio de energía el dispositivo se convierte en un láser a cuatro niveles que amplifica la luz y se observa un brillo intenso con varios picos estrechos de emisión láser entre 513 nm y 515 nm.

La amplificación de la luz en células puede servir para sensores intracelulares, para citometría y para captar imágenes.

OBSERVANDO RELIQUIAS DEL BIG BANG

Según la teoría cosmológica actual, durante los primeros minutos después del Big Bang solo se crearon tres

elementos ligeros: el hidrógeno, el helio y el litio. Los demás elementos se crearon después durante la evolución estelar. Por esta razón, en las nubes de gas que rodean las estrellas se observan siempre elementos más pesados. Los investigadores Michel Fumagalli y J. Xavier Prochaska, de la Universidad de California, y John M. Ohara, del Saint Michael's College de Vermont, han detectado unas nubes de gas en las que no se encontraron elementos más pesados que el hidrógeno. Estas nubes pueden considerarse como las reliquias del Universo primitivo (*Detection of Pristine Gas Two Billion Years After the Big Bang*. Michele Fumagalli, John M. O'Meara, J. Xavier Prochaska. SCIENCE, 334, December 2011).

Manuel Yuste Llandres
Dpto. de Física de los Materiales