

PROYECTO UNAM

Texto: **Fernando Guzmán Aguilar**
alazul10@hotmail.com



A la caza de la materia oscura

El Instituto de Ciencia Nucleares de la UNAM invita al coloquio "A la caza de la materia oscura con cámaras digitales. El experimento DAMIC en SNOLAB", que impartirá el doctor Alexis Aguilar Arévalo, hoy viernes 21 de agosto, a las 13:00 horas, en el Auditorio Marcos Moshinsky del citado instituto, en Ciudad Universitaria. Entrada gratuita.

Implante líquido para almacenar y liberar dopamina

Científicos del Instituto de Física, encabezados por Jorge García Macedo, desarrollaron un implante líquido de dióxido de titanio, capaz de almacenar y liberar dopamina —neurotransmisor que controla los movimientos del cuerpo, entre otras funciones—, para tratar el mal de Parkinson, enfermedad neurodegenerativa que en sus etapas intermedias se caracteriza por un decremento en la disponibilidad de dopamina en el sistema nigroestriatal del cerebro. Es viscoso como el aceite de oliva y posee una estructura atómica semicristalina, visible sólo a nivel nanométrico.



Descubren un cenote bajo la pirámide de Kukulcán

Mediante una tomografía eléctrica tridimensional, un equipo de investigadores del Instituto de Geofísica y de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, así como del Instituto Nacional de Antropología e Historia, descubrió que la pirámide de Kukulcán (llamada también El Castillo), en Chichén Itzá, está construida sobre un cenote que de norte a sur mide unos 25 metros de longitud y en su parte más alargada 30 ó 35, con una profundidad estimada en poco más de 20 metros. La técnica empleada es no invasiva, por lo que de ningún modo daña el patrimonio histórico.

Materia ultrafría: el objeto más frío del universo

La crearán en un laboratorio del Instituto de Física. Un área que se está desarrollando con ella es la de la simulación cuántica

Investigadores del Instituto de Física (IF) de la Universidad Nacional, encabezados por Rocío Jáuregui y Jorge Seman, crearán y estudiarán el objeto más frío del universo: la llamada materia ultrafría. Ésta sólo puede ser producida en un laboratorio porque en la naturaleza no existe ningún proceso que permita alcanzar tan bajas temperaturas.

Mientras que la escala Celsius sitúa su cero en la temperatura de congelamiento del agua, la escala Kelvin coloca su cero en la más baja temperatura permitida por las leyes de la física, que corresponde a -273.15 grados Celsius o centígrados. Esta temperatura es conocida como cero absoluto y corresponde a la ausencia total de energía. Así que entre más cerca esté del cero absoluto un objeto, más frío se hallará. La materia ultrafría que los investigadores universitarios estudiarán se encuentra a una fracción de grado arriba del cero absoluto.

"El lugar más frío del universo que se conoce hasta ahora es la nebulosa Boomerang; está a una temperatura de 1 Kelvin (-272 grados Celsius). La materia ultrafría es mucho más fría: está a mil millonésimas de grado arriba del cero absoluto, esto es, una pequeñísima fracción de grado encima de la temperatura más baja imaginable", dice Seman, responsable del Laboratorio de Materia Ultrafría del IF.

A partir de un vapor muy diluido de litio, los investigadores producirán una muestra muy pequeña de materia ultrafría: tendrá una extensión de más o menos 100 micras (0.1 milímetros) y una temperatura de 100 nanoKelvin, es decir, 0.0000001 grados arriba del cero absoluto. Aunque milimétrica, esta muestra constituirá un objeto mucho más grande que un átomo individual, por lo cual podrá ser observada con un microscopio simple.

A esta temperatura, la materia experimenta una transición de fase muy similar a aquella que sufre un gas cuando se licúa o un líquido cuando se congela. A este nuevo estado de la materia se le conoce como condensación de Bose-Einstein en honor a los científicos Nath Bose y Albert Einstein, que predijeron su existencia en 1925. La condensación de Bose-Einstein ocurre cuando un vapor muy diluido se enfría a esas temperaturas tan bajas, como es el caso del vapor de litio que los investigadores de la UNAM estudiarán.

Propiedades extraordinarias

Un condensado de Bose-Einstein tiene propiedades extraordinarias. Si bien está compuesto por millones de átomos, cada uno de estos átomos comienza a comportarse como una pequeña onda que se suma y se superpone a todas las demás. El resultado es una gran onda de materia en la que la individualidad de cada átomo se pierde.

Los fenómenos físicos que emergen a temperaturas tan bajas son muy interesantes. En los condensados de Bose-Einstein se da el fenómeno de la superfluidez, que consiste en la pérdida total de la viscosidad del fluido. Una consecuencia de la superfluidez es que al agitar un superfluido se generan remolinos o vórtices que giran sin disiparse, pues la viscosidad que normalmente frena a los vórtices ya no existe. Otro fenómeno relacionado con la superfluidez es la superconductividad, que se presenta en metales a bajas temperaturas. En un superconductor, la resistencia eléctrica desaparece y las corrientes eléctricas pueden fluir en el metal sin disiparse.

El primer superfluido se produjo en la década de los años 30 del siglo XX, utilizando helio líquido. Desde entonces, la superfluidez ha sido un fenómeno ampliamente estudiado en este sistema. Sin embargo, una de las desventajas de utilizar helio líquido es que éste es muy denso, lo que provoca que los vórtices sean tan pequeños que



La nebulosa Boomerang, el lugar más frío del universo, a unos 5 mil años luz de distancia de la Tierra

no pueden ser observados directamente, ni siquiera con un microscopio. Por este motivo, los investigadores utilizarán un vapor diluido de litio para producir condensados de Bose-Einstein y estudiar la superfluidez. Por tratarse de un vapor muy diluido, los vórtices formados serán fácilmente observables. El grupo de científicos del IF está particularmente interesado en un fenómeno todavía poco explorado en superfluidos: la turbulencia cuántica.

Flujo caótico

"¿Qué ocurre cuando se agita de manera muy desordenada un fluido? Se forman numerosas corrientes y vórtices con orientaciones desordenadas, lo cual da origen a un flujo caótico. Es lo que conocemos como turbulencia. Todos los fluidos la presentan y es la responsable de que los aviones a veces se zarandéen en el aire. Este fenómeno ocurre también en los superfluidos y se manifiesta mediante la presencia de muchos remolinos o vórtices enredados, enmarañados", comenta Seman.

En el experimento del IF se utilizará litio porque este elemento tiene una propiedad muy interesante y poco común en sistemas conformados por muchos átomos. A diferencia de lo que ocurre con el helio líquido y los otros superfluidos en los que se ha estudiado la turbulencia cuántica, en el litio ultrafrío se puede controlar externamente, con el uso de campos magnéticos, la intensidad con que los átomos chocan entre sí. De esta manera es posible producir colisiones muy violentas o muy suaves entre los átomos, o la casi ausencia de ellas. Como nadie ha explorado la turbulencia cuántica con este nivel de control, Seman espera arrojar un poco de luz y generar conocimiento nuevo sobre este fenómeno.

Dos líneas de investigación

Las dos líneas de investigación con que se echó a andar en 2014 el Laboratorio de Materia Ultrafría

del IF son la turbulencia cuántica en un superfluido y las propiedades termodinámicas de sistemas ultrafríos.

Con esta última se trata de probar una teoría alternativa para describir la termodinámica de gases atrapados en campos magnéticos, la cual fue formulada por Víctor Romero, también del IF. Por tratarse de los objetos más fríos del universo, estos gases no pueden ser almacenados en recipientes hechos de materia, como el vidrio o el metal, sino en "botellas" producidas con campos magnéticos en el interior de una cámara al ultra-alto vacío.



"El lugar más frío del universo que se conoce hasta ahora es la nebulosa Boomerang; está a una temperatura de 1 Kelvin (-272 grados Celsius). La materia ultrafría es mucho más fría: está a mil millonésimas de grado arriba del cero absoluto, esto es, una pequeñísima fracción de grado encima de la temperatura más baja imaginable"

JORGE SEMAN

Investigador del Instituto de Física de la UNAM

Para explicar en qué consiste la teoría de Romero, Seman recurre a una analogía comparativa: dentro de un cuarto o de una caja a temperatura ambiente, el gas (por ejemplo, el aire que respiramos) es homogéneo, o sea, su densidad y presión son las mismas en cualquier parte. En cambio, dentro de una "botella magnética", la densidad no es igual en todas partes.

"En ella, un barómetro mediría presiones diferentes en cada posición, porque la intensidad del campo magnético varía en el espacio y el gas siente una 'pared distinta' en cada posición. Así, resulta difícil hacer termodinámica, porque la densidad y la presión ya no son cantidades físicas globales que describen a todo el gas", indica Jorge Seman.

Romero definió una nueva presión (que ya no depende de la posición, por lo que es la misma para todo el gas), así como otras cantidades termodinámicas globales.

"Con estas nuevas variables se puede reconstruir la termodinámica del gas y estudiar de manera más simple lo que le sucede al ser enfriado, calentado o comprimido", apunta Seman.

Este realizará un experimento para corroborar si la teoría alternativa de Romero describe apropiadamente la termodinámica en los gases ultrafríos. De ser correcta, simplificaría mucho el estudio termodinámico de los sistemas ultrafríos.

Romero ha publicado diversos artículos sobre su teoría alternativa, los cuales serán fundamentales para interpretar las observaciones experimentales que se obtengan en el mencionado laboratorio.

Aplicaciones

Los gases cuánticos, que es una manera de llamar a los vapores diluidos ultrafríos estudiados en el Laboratorio de Materia Ultrafría del IF, aún no tienen aplicaciones tecnológicas bien desarrolladas.

"Un área que se está desarrollando con materia ultrafría es la de la simulación cuántica. ¿Qué es un simulador en física? Un ejemplo muy simple de simulador es un reloj astronómico, como los que se encuentran en las viejas catedrales: simula el movimiento de los planetas en el sistema solar. En otras palabras, con un reloj astronómico, que está hecho de engranes y resortes, se puede emular el comportamiento de algo tan complicado como el sistema solar y saber de manera simple dónde van a estar los planetas en un determinado momento o cuándo va a ocurrir el próximo eclipse. Así, un simulador es un aparato que construimos y sobre el cual tenemos control, que nos permite entender ciertos aspectos de sistemas análogos mucho más complejos. Con los átomos ultrafríos se puede hacer algo parecido, es decir, que se comporten como los electrones en un sólido, para estudiar ciertas propiedades de los sólidos, por ejemplo, la semiconducción o la superconductividad", señala Seman.

En el Laboratorio de Materia Ultrafría del IF se cuenta con el equipo necesario para obtener el primer condensado de Bose-Einstein de México y el primer gas cuántico de litio de América Latina. El experimento está diseñado para ser flexible y versátil, por lo que en el futuro, además de emprender las dos líneas de investigación descritas anteriormente, se podría implementar un simulador cuántico para tratar de simular algún sistema de estado sólido.

"Por lo que se refiere a la materia fría (está a una temperatura de 100 millonésimas de grado arriba del cero absoluto; la materia ultrafría es mil veces más fría), si tiene aplicaciones en el área de la metrología, específicamente en los relojes atómicos. En el corazón de estos relojes se encuentra una muestra de materia fría, normalmente un gas diluido de cesio, que posee uno de los tic-tac más periódicos y precisos que se conocen: se atrasa algo así como un segundo cada millón de años. ¿Para qué podría servir? En nuestro día a día nos basta un reloj de pulsera con un cristal de cuarzo, pues se atrasa unos minutos en un período de algunos meses. Pero para las telecomunicaciones, campo en el que se deben coordinar millones de señales, es imprescindible un reloj atómico", finaliza Seman. ●