

Noticias de la Física

Premio Nobel en Física-1996

Por su descubrimiento de la superfluidez del helio-3, la Real Academia Sueca de Ciencias decidió conceder el Premio Nobel en Física correspondiente al año 1996 a los siguientes profesores:

David M. Lee, Cornell University, Ithaca, New York, USA

Douglas D. Osheroff, Stanford University, Stanford, California,

USARobert C. Richardson, Cornell University, Ithaca, New York, USA

Cuando la temperatura baja en un día frío de invierno, el vapor de agua se convierte en agua y el agua se convierte en hielo. Este fenómeno es un ejemplo de las denominadas transiciones de fase y de cambios de estados de la materia, los cuales a grandes rasgos se describen y se entienden con ayuda de la física clásica.

Cuando la temperatura desciende el movimiento térmico aleatorio en gases, líquidos y sólidos se hace menor. Pero la situación cambia de manera significativa cuando la temperatura se aproxima al cero absoluto, $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Este es el caso de la superfluidez del helio líquido, fenómeno que no se puede explicar en términos de la física clásica.

Cuando un líquido se torna superfluido sus átomos pierden súbitamente la aleatoriedad de movimiento y se mueven en forma coordinada y como consecuencia el líquido pierde toda la fricción interna. En estas condiciones el líquido puede desbordarse del recipiente que lo contiene, fluir a través de pequeños poros y presentar toda una serie de efectos no-clásicos. Para el entendimiento de las propiedades de tales líquidos se requiere de la física cuántica, y por ello estos líquidos fríos se denominan líquidos cuánticos.

David M. Lee, Douglas D. Osheroff and Robert C. Richardson descubrieron a principios de 1970, en el laboratorio de bajas temperaturas de la Universidad de Cornell, que el isótopo del helio, helio-3 puede convertirse en superfluido a una temperatura de sólo dos miligrados por encima del cero absoluto. Este líquido cuántico superfluido se diferencia notablemente del otro ya descubierto en los años treinta, el isótopo helio-4, con una temperatura de 2 K. El nuevo líquido cuántico helio-3 tiene características muy especiales. Una de las cuales es mostrar que las leyes cuánticas de la microfísica determinan de manera preponderante su comportamiento macroscópico.

En la naturaleza el gas helio existe en dos formas (isótopos) con propiedades fundamentalmente diferentes. El helio-4 es el más común, mientras que el helio-3 aparece solamente en pequeñas cantidades. El helio-4 tiene un núcleo con dos protones y dos neutrones rodeado por una capa compuesta por dos electrones. Dado que el número de partículas constituyentes del núcleo es par se le denomina bosón. El helio-3 se diferencia del helio-4 en que su núcleo posee dos protones y un sólo neutrón, es decir un número impar de partículas, por lo cual se le denomina fermión. La diferencia en el número de partículas del núcleo produce entonces diferencias dramáticas en su comportamiento cuando son enfriados a temperaturas cercanas al cero absoluto.

Los bosones cumplen la estadística de Bose-Einstein, esto es, reglas que permiten que todos los átomos de una muestra como el helio-4 se condensen en un estado común de mínima energía. Los átomos pierden entonces su individualidad y se comportan esencialmente como una entidad. A escala macroscópica, esta singular identidad se manifiesta en forma de superfluidez.

Años después del descubrimiento de la superfluidez, realizada en 1938 por Pjotr Kapitza (Premio Nobel 1978) para el helio-4, los físicos no creían que lo mismo pudiera ocurrir con el helio-3. Debido a su naturaleza fermiónica obedece la estadística de Fermi-Dirac, que establece que los fermiones no pueden compartir un mismo estado con iguales números cuánticos.

Sin embargo, en 1957 John Bardeen, Leon Cooper and Robert Schrieffer (Premio Nobel 1972) propusieron una forma en que los fermiones podían combinarse a la manera de bosones. Investigaban el fenómeno de la superconductividad, o paso de los electrones por un conductor sin resistencia. Adujeron que dos electrones (que como partículas individuales son fermiones) pueden emparejarse bajo la influencia de los átomos circundantes, convirtiéndose en un solo bosón. De manera análoga pero mediante un proceso más complejo en el cual interviene el magnetismo, dos átomos de helio-3 se pueden emparejar para formar un bosón. Una vez que los físicos se dieron cuenta que el helio-3 podría adquirir carácter bosónico, muchos grupos de investigación, en la década del sesenta, trabajaron infructuosamente en el problema de lograr la superfluidez. Aprovechando nuevas técnicas de enfriamiento, los investigadores David Lee y Robert Richardson y el entonces estudiante doctoral Douglas Osheroff idearon y construyeron su propio refrigerador en la Universidad de Cornell. Hicieron uso de una propiedad insólita del helio-3 : Para enfriarlo se le debe *suministrar* calor, porque la fase sólida no es tan ordenada como la líquida. Los físicos se dieron cuenta que al aplicar presión al helio líquido podían solidificar una parte de este, la cual a su vez extraería calor del líquido enfriándolo. El proceso permite enfriar el líquido por debajo de dos milikelvin (0.002K), antes de que el líquido se solidifique.

Los investigadores de Cornell se ocupaban de las propiedades magnéticas del helio-3 cuando hicieron su descubrimiento. Osheroff observó variaciones anómalas con el tiempo de la presión interna. Estas variaciones corresponden a la transición del helio-3 a la superfluidez.

Mediciones ulteriores revelaron que a diferencia del helio-4, el isótopo 3 tiene tres fases superfluidas, que se deben a diferencias en los espines elementales de los átomos. En la fase A, que se produce a 2.7 mK, los dos átomos de helio-3 en un par bosónico presentan espines aproximadamente paralelos. En la fase B, que se da a 1.8 mK, los átomos tienen espines antiparalelos. En la tercera fase A1, que se presenta al aplicar un campo magnético a la fase A, los átomos emparejados poseen espines paralelos y todos apuntan en la misma dirección.

Posteriormente se hizo más clara la diferencia entre el helio-3 y el helio-4. Ambos superfluidos, cuando se hacen girar producen vórtices microscópicos cuya circulación toma valores cuantificados. Pero la variedad de vórtices es mucho más rica y con apariencias más complejas para el helio-3.

Las aplicaciones del helio-3 están todavía restringidas al dominio de la física fundamental, donde sirven de pruebas para otras teorías. Por ejemplo, se han usado los vórtices en el helio-3 superfluido para simular cuerdas cósmicas, entidades que hipotéticamente se formaron cuando el universo se enfrió fracciones de segundo después de la "Gran Explosión", que probablemente sirvieron de semilla para la formación de las galaxias. Los estudios del helio-3 pueden conducir al entendimiento del fenómeno de la superconductividad a alta temperatura.

Lecturas complementarias.

- D D Osheroff, R C Richardson and D M Lee 1972 *Physical Review Letters* 28 885
- N D Mermin and D M Lee Dec. 1976 "Superfluid helium 3" *Scientific American* 56.
- R C Richardson Aug. 1981 "Low temperature science - ¿What remains for the physicist?" *Physics Today* 46.
- Feb. 1987 "Special Issue: He3 and He4" *Physics Today*
- O V Lounasmaa and G R Pickett June 1990 "The ^3He Superfluids" *Scientific American*.

Elaborado por los profesores Hernán Sánchez M y Alvaro Mariño C. Versión adapta de *Investigación y Ciencia* enero de 1997, No 244.

Curso Internacional sobre Estructura y Función de Proteínas

La Universidad Nacional de Colombia-Departamento de Física, el Centro Internacional de Física-CIF y la International Union for Pure and Applied Biophysics-IUPAB, están invitando al curso internacional sobre Estructura y Función de Proteínas a celebrarse en Cartagena, Colombia, del 26 al 31 de mayo de 1997

Uno de los objetivos del curso es ofrecer a los participantes colombianos y latinoamericanos, especialmente a aquellos jóvenes vinculados a grupos de investigación en Biofísica, Bioquímica y Biología Molecular, un evento que les permita actualizar sus conocimientos sobre estructuras de proteínas y sus aplicaciones.

Temas a Tratar:

- Historia y perspectiva de la biología estructural.
- Impacto de la biología molecular en la ciencia actual
- Métodos de cristalización de macromoléculas
- Determinación de la estructura tridimensional de macromoléculas biológicas
- La resonancia magnética en la biología estructural
- La dinámica molecular en el refinamiento de una estructura
- Principios del reconocimiento de ácidos nucleicos por proteínas
- Moléculas del sistema inmune
- Función, propiedades y estructura de los factores transcripcionales
- Interacción proteína-ligando; estructura, cinética y termodinámica
- Estructura y función del represor MET, un swich genético

Para mayor información dirigirse al profesor Carlos Rojas, Fax: 2225716, A:A: 49-490 Santafé de Bogotá, Colombia.

Correo Electrónico: crojas@ciencias.unal.edu.co

V Congreso internacional sobre investigación en la Didáctica de las Ciencias

El Institut de Ciències de l'Educació- Universidad Autónoma de Barcelona y el Departamento de Didáctica de la Ciencias Experimentales, Facultad de educación de la Universidad de Murcia, invitan al V Congreso de Enseñanza de la Ciencia se realizará en la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia, situada en el Campus Espinardo, los días 10, 11, 12 y 13 de septiembre de 1997.

Temas de Trabajo:

Como viene sucediendo desde su primera edición, el Congreso está abierto a todas aquellas contribuciones que aporten resultados de interés sobre

cualquiera de las líneas de investigación o innovación relacionadas con la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, en un intento de hacer compatible su limitada duración con la necesidad de abordar los problemas con cierto detenimiento, y desde diferentes perspectivas, el desarrollo científico del Congreso se articulará en torno a tres temas-ejes, que serán tratados con continuidad a lo largo de los distintos días de celebración del Congreso:

1. Formación y desarrollo profesional de los profesores de ciencias:
Programas de formación de profesores de ciencias: Formación inicial y permanente.
Investigación e innovación en las aulas.
Concepciones de los profesores, estrategias de planificación y práctica educativa.
2. Estrategias para la enseñanza de las ciencias:
El discurso del profesor y las explicaciones en ciencias.
Construcción de conocimientos científicos. Interrelación entre los aprendizajes realizados en el contexto cotidiano y en el contexto escolar.
Trabajos prácticos y resolución de problemas.
3. Modelos de desarrollo curricular:
Modelos de ciencia y su transposición didáctica
Selección y secuenciación del contenido de enseñanza.
Ciencia-técnica-sociedad.
Temas transversales: educación ambiental, educación para la salud, educación del consumidor...
Género y Ciencia.

La propuesta para presentar comunicaciones y pósters deberá realizarse antes del día 15 de febrero de 1997, enviando el boletín correspondiente.

Mayor información: Enrique Banet Hernández (coordinador del Congreso). Departamento de Didáctica de la Ciencias Experimentales, Facultad de educación de la Universidad de Murcia. Campus Espinardo 30100 Murcia. Tel.: (34-68) 30 71 00. Extensiones: 2730, 2721, 2725. Fax: (34-68) 36 41 46. E mail: ebahe@fcu.um.es