

Descripción mecánico-cuántica de la radiación de la materia biológica con haces de iones

- Roberto D. Rivarola,¹ M. A. Quinto,¹ J. M. Monti,¹ C. A. Tachino,¹ O. A. Fojón,¹ P. N. Terekhin,² P. F. Weck,³ M. E. Alcócer-Ávila,⁴ C. Champion⁴

¹Instituto de Física de Rosario, CONICET-UNR

²Technische Universität Kaiserslautern, Alemania

³Sandia National Laboratories, Albuquerque, EEUU

⁴CELIA, Université de Bordeaux, France

La comprensión de los mecanismos físicos que producen deposición de energía sobre la materia biológica resulta de interés principal en radioterapia, en particular en hadronterapia. La modelización de los daños radiobiológicos inducidos por las partículas ionizantes que atraviesan la materia viva requiere de un conocimiento preciso de la historia completa de la radiación. Reacciones electrónicas diferentes, como ionización electrónica, intercambio de carga y excitación, son candidatos principales para dar una descripción adecuada del proceso. Usando modelos mecánico-cuánticos, se investigan las reacciones de los blancos moleculares impactados con velocidades de colisión suficientemente altas. Entre ellos, debemos mencionar el agua, las cuatro nucleobases (adenina, citosina, timina y guanina) y el esqueleto azúcar-fosfato del ADN, como así también el uracilo del ARN. Las secciones eficaces diferenciales múltiples, simples y totales de emisión electrónica describen adecuadamente los resultados experimentales recientes. Las mediciones para captura electrónica son más escasas y es posible contrastar solamente unos pocos valores de secciones eficaces con las predicciones teóricas. Se evalúa también el rol de la emisión Auger en las reacciones de ionización y captura electrónicas. Con el objeto de obtener una mejor representación de la cartografía del depósito energético inducido por el impacto de iones sobre el medio biológico, se compara el depósito medio de energía en agua con el de un homólogo de ADN "realista". A tal efecto, se considera un blanco biológico compuesto por ADN hidratado, simulado con la incorporación de 18 moléculas de agua por nucleótido y se contrastan los resultados con el caso de ADN "seco" [1]. Una descripción detallada de transferencia de energía inducida por impacto de protones, para las reacciones de ionización y captura electrónicas, pone en evidencia discrepancias importantes entre agua y ADN, revelando también el rol crucial que juega el esqueleto azúcar-fosfato. Los resultados son incorporados en un código Monte Carlo [2,3] de transporte de partículas, para determinar los patrones de depósito de energía a escala nanométrica en el núcleo celular.

Referencias:

- [1] C. Champion *et al.*, Phys. Med. Biol. **60**, 7805 (2015).
- [2] M.A. Quinto *et al.*, Eur. Phys. J. D **71**, 130 (2017).
- [3] M.E. Alcócer-Ávila *et al.*, Sci. Rep. Nat. Res. **9**, 14030 (2019).

Geometría y topología en dinámica de fluidos

- Pablo Mininni¹

¹*Departamento de Física, FCEN, UBA & IFIBA, CONICET*

La turbulencia es un ejemplo ubicuo en la naturaleza de la física de sistemas extensos fuera del equilibrio. Se observa en la atmósfera y los océanos, en el medio interplanetario, y hasta en superfluidos y condensados de Bose-Einstein. En la mayoría de estos sistemas puede interpretarse como una forma eficiente y desordenada de disipar la potencia inyectada en el sistema, y tradicionalmente está caracterizada por una ecuación de balance y por el desarrollo de un flujo invariante de escala. Sin embargo, existen excepciones a esta regla: a veces la turbulencia resulta en sistemas más ordenados, o en la auto-organización del flujo en estructuras coherentes. Entender su dinámica tiene un impacto práctico, pero también en el estudio de procesos básicos en mecánica estadística y materia condensada blanda. En esta charla presentaré una revisión de diversos resultados teóricos, experimentales y numéricos obtenidos en nuestro grupo en los últimos años, con especial énfasis en cómo estudiar estos fenómenos desde un punto de vista geométrico (local) y topológico (global). Desde la caída de gotas de lluvia o el desarrollo de eventos extremos en la atmósfera, hasta la formación de nudos en condensados de Bose-Einstein, muchos fenómenos pueden ser interpretados o reducidos exitosamente a sistemas con pocos grados de libertad combinando ambas descripciones.

Posibles Implicaciones observables de quantum gravity en cosmología y física fundamental

- Alejandro Perez¹

¹*Centre de Physique Theorique, Aix-Marseille University, France*

Varios enfoques de la gravedad cuántica predicen que la física es fundamentalmente discreta a escala de Planck. La hipótesis de una forma de discretitud fundamental podría ser la clave para resolver ciertas cuestiones abiertas desde hace tiempo en la física de los agujeros negros (problema de la información de los agujeros negros). Argumentaremos además que esta perspectiva teórica abre la puerta a una rica fenomenología con consecuencias potencialmente observables en cosmología que van desde modelos de formación de estructuras (inhomogeneidades en el CMB), hasta posibles explicaciones del origen de la energía oscura y la materia oscura.

Manipulation of nuclear spins via NMR - Some examples of application

- Tito Bonagamba¹

¹*Group of Magnetic Resonance, Spectroscopy and Magnetism, Universidade de São Paulo*

Over the past 70 years, Nuclear Magnetic Resonance (NMR) has undergone an extraordinary process of improvement in the field of Physics, with advanced applications in several areas of knowledge. Today, NMR is widely employed in the development of basic and applied research, both within and outside Academia. Outside Academia, NMR revolutionized the field of medical diagnosis with Magnetic Resonance Imaging (MRI) and the analysis of industrial products. Its applications range from fundamental studies, such as Quantum Information, to its use in Oil Industry for Well Logging. This lecture will present the efforts made to keep this important experimental methodology alive in an Academic Research Institution in the field of Physics, in all its aspects, including instrumentation, development of methods and their applications, with an emphasis on Petroleum Science. Research activities carried out in collaboration with scientists working in the Industry will also be presented.

Fenómenos emergentes en superficies e interfaces de materiales cuánticos

- Laura Steren¹

¹Laboratorio de Nanoestructuras Magnéticas y dispositivos, INN-CAC, CNEA, Buenos Aires, Argentina.

Los materiales cuánticos se definen como plataformas versátiles para explorar fenómenos cuánticos emergentes y evaluar su potencial empleo en tecnologías disruptivas. Los óxidos complejos, incluidos en esta categoría, aparecen como candidatos ideales para explorar efectos novedosos y aplicarlos a dispositivos multifuncionales. La ruptura de simetrías en interfaces y superficies en estos materiales provoca reconstrucciones que afectan fuertemente sus propiedades físicas, dando lugar a características diferenciadas respecto a las de los materiales masivos y produciendo, en muchas ocasiones, fenómenos inesperados. En este sentido, se han reportado, por ejemplo, gases de electrones bidimensionales sobre superficies o interfaces de materiales aislantes, exchange bias en interfaces ferromagneto-metal normal y, más recientemente, texturas de espín quirales. En esta charla presentare resultados recientes sobre el magnetismo y la electrónica de interfaces a base de óxidos, discutiré particularmente fenómenos emergentes causados por la interacción espín-orbita y efectos topológicos además de introducir los dispositivos conformados por heteroestructuras a base de óxidos que se encuentran hoy en etapa de desarrollo.

Playing Lego with 2D materials

- Petra Rudolf¹

¹*Zernike Institute for Advanced Materials, University of Groningen, The Netherlands*

Even since the Mayans first used clays to make dyes, mankind has studied and made use of layered materials. Currently we live in an era of enormous interest in the manipulation of two-dimensional materials following the discovery of the marvelous properties of graphene. In this talk I shall illustrate various aspects of production of 2D solids and discuss their properties. Then I shall pass on to pillared structures achieved by intercalation of molecules between the 2D layers and stacked bilayer structures. Fascinating fundamental discoveries concerning the electronic states in single and stacked layers will be discussed as well as the use of pillared materials for gas storage, catalytic and biomedical applications.

Fronteras de la Estructura Nuclear

- Augusto Macchiavelli¹

¹*Nuclear Science Division, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley CA 94720*

El núcleo atómico constituye un sistema único de fermiones que interactúan fuertemente. Sus propiedades y estructura son de suma importancia en varias áreas de la ciencia contemporánea, y fenómenos físicos encontrados en los núcleos comparten con otros sistemas de muchos cuerpos los mismos ingredientes básicos.

Específicamente, la estructura de los núcleos alejados del valle de estabilidad es una de las fronteras de investigación en Física Nuclear. El desarrollo de aceleradores de haces exóticos y de nuevos sistemas de detección, proveen las herramientas necesarias para estudiar esta frontera.

Un aspecto de mucho interés es entender el papel que juegan las diferentes componentes de la fuerza nuclear en la evolución de la estructura de capas y de las correlaciones con isospín y los efectos debidos a la presencia del continuo debido en sistemas poco ligados.

En esta charla, presentaré resultados recientes en estos temas y discutiré oportunidades para nuevos estudios.

*Trabajo subvencionado por el US-DOE por contrato DE-AC02-05CH11231.