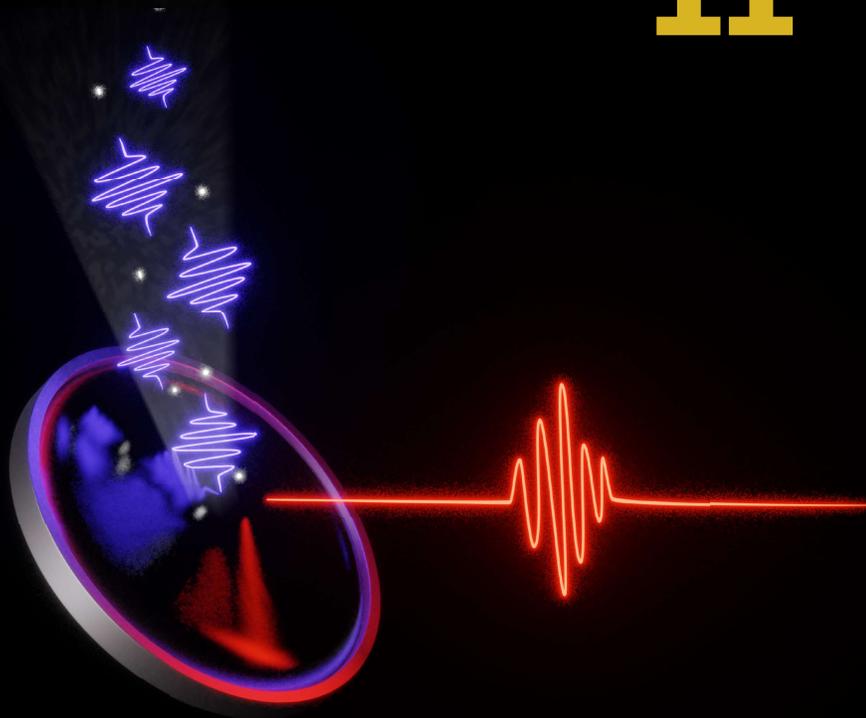


11° Taller de Dinámica y Estructura de la Materia



Libro de resúmenes

Invitados:

Jon Marangos
(Laser Consortium, Imperial College , Reino Unido)

Martin Plenio
(Institute of Theoretical Physics, Ulm University, Alemania)

Emma Springate
(Artemis Source, Rutherford Appleton Laboratory, Reino Unido)

Temas del taller:

Interacción de átomos y moléculas con fotones
Física de átomos fríos y ultra-fríos
Superfluidez
Óptica Cuántica
Espectroscopía de precisión
Física de plasmas y fotoionización
Física de átomos y moléculas confinados
Interacción Radiación-Materia
Colisiones Atómicas y Moleculares
Estructura Electrónica y Molecular
Dinámica Molecular

Imagen: José Eduardo Pérez Luna



INSTITUTO DE
CIENCIAS
FÍSICAS



11° Taller de Dinámica y Estructura de la Materia

Departamento de Física, UAM-Iztapalapa
23 al 25 de junio de 2021
Ciudad de México, México.

Comité Académico Asesor

- Salvador A. Cruz, Departamento de Física, UAM-I
- Jaime de Urquijo, Instituto de Ciencias Físicas, UNAM
- Rocío Jáuregui, Instituto de Física, UNAM
- José Ignacio Jiménez Mier y Terán, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
- Eduardo Gómez, Instituto de Física, UASLP

Comité Asesor

- E. Gómez, Instituto de Física, U.A.S.L.P
- J. L. Hernández-Pozos, Departamento de Física, UAM-I
- Daniel Sahagún Sánchez, Instituto de Física, UNAM
- Jorge Seman, Instituto de Física, UNAM
- Ricardo Méndez Fragoso, Facultad de Ciencias, UNAM
- Fernando Ramírez, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Comité Organizador Local

- Dr. José Luis Hernández Pozos, DF-UAMI
- Dr. César Augusto Guarín Durán, DF-UAMI
- Dr. Luis Guillermo Mendoza Luna, DF-UAMI

La plantilla básica para el diseño de este libro de resúmenes fue tomada de <https://www.overleaf.com/latex/examples/a-basic-conference-abstract-booklet/tkjfcvzgjrnd>

Prefacio

El Taller de Dinámica y Estructura de la Materia (TaDEM) surge al final de la primera década de siglo XXI, como un espacio para consolidar la interacción entre los diversos grupos dedicados a la investigación en el área de Física Atómica, Molecular y Óptica (FAMO) así como brindar un espacio a investigadores y estudiantes para presentar su trabajo ante sus pares, el intercambio información y la construcción de redes de trabajo. Así, teniendo como sede el Instituto de Química de la UNAM y como impulsores a el Dr. José I. Jiménez Mier y Terán, al Dr. Antonio Juárez y al Dr. Remigio Cabrera Trujillo en el 2010 se lleva a cabo el primer TaDEM en el instituto de Química de la UNAM.

Por 10 años y de manera ininterrumpida, el TaDEM se consolida y crece en importancia. Para la comunidad de FAMO, es ya un referente para que posdocs y estudiantes graduados presenten su trabajo ante la comunidad y empiecen a crear lazos colaborativos con sus pares y por supuesto, para que a nivel institucional se fortalezcan colaboraciones entre grupos, tanto informales como formales.

Y he aquí que el 2020 nos sorprende con una pandemia como no se había visto en un siglo, con todos los problemas a nivel individual, familiar, social y económico que hemos padecido en los últimos 18 meses, desde los primeros casos de esta pandemia. Lamentablemente, dados los problemas que el mundo padeció el año pasado, se decidió posponer la versión 11 del TaDEM. No fue una decisión tomada a la ligera, fue una decisión pensada en el bienestar y la salud de la comunidad.

Por supuesto, en la medida que la vida diaria empieza a “normalizarse”, también las actividades científicas deben recuperar el tiempo perdido y que la casi parálisis de actividades que hemos padecido durante los meses pasados sea un acicate para hacer más y mejor ciencia en nuestras respectivas áreas de trabajo, en la preparación de nuestros estudiantes y en la mejora de la educación en nuestro País.

Para el Departamento de Física de la Universidad Autónoma Metropolitana Izta-palapa es un placer y un honor retomar las actividades del TaDEM. Bienvenidos a la 11a edición del Taller de Dinámica y Estructura de la Materia. Hagamos lo que mas nos gusta: hablar, escuchar y debatir sobre ciencia.

Atentamente,
El comité organizador.

Ciudad de México, Junio 2021.

Semblanza del galardonado TaDEM 2021 Alfred Barry U´Ren Cortés

El Dr. Alfred Barry U´Ren Cortés obtuvo el grado de Licenciado en Física por la Universidad Autónoma Metropolitana en el 1997 y el grado de Doctor en Óptica por la Universidad de Rochester (EUA) en el 2004. En el periodo 2001-2004 fue estudiante doctoral visitante en el Clarendon Laboratory de la Universidad de Oxford (Reino Unido). En el 2004 fue contratado como Investigador Asociado C en el Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada (CICESE) en donde fue promovido a Investigador Titular A. En el 2008 se trasladó al Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) de la UNAM como Investigador Titular A. En el 2012 obtuvo su definitividad y desde el 2017 es Investigador Titular C en la UNAM.

El Dr. U´Ren es miembro regular de la Academia Mexicana de Ciencias desde el 2009 y le fue otorgado el nivel III en el Sistema Nacional de Investigadores en el 2013. Obtuvo el Reconocimiento Distinción Universidad Nacional a Jóvenes Académicos (RDUNJA) en investigación en ciencias exactas por parte de la UNAM el 2012. Fue galardonado con una de las Cátedras Marcos Moshinsky en física en el 2013, y con el Premio de Investigación en ciencias exactas de la Academia Mexicana de Ciencias también en el 2013. En el 2017 fue nombrado “Senior member” de la Optical Society of America (OSA) de EUA.

Su trabajo de investigación se ha centrado en la óptica cuántica experimental, particularmente en el diseño, implementación, y caracterización de fuentes de luz no clásica. En el ICN-UNAM estableció y actualmente dirige el Laboratorio de Óptica Cuántica, hoy en día uno de los mejores equipados en el país. Ha fungido como responsable técnico de diversos proyectos: Ciencia Básica SEP-CONACYT en tres ocasiones, UCMEXUS-CONACYT, TWAS, PAPIIT (UNAM) en cuatro ocasiones, FONCICYT, Fortalecimiento a la Infraestructura (CONACYT), Air Force Office for Scientific Research (AFOSR) en tres ocasiones, Redes Temáticas (CONACYT) en cuatro ocasiones, Fronteras de la Ciencia, y Cátedras Conacyt. Además, ha participado en un proyecto de Intelligence Advanced Research Projects Activity (IARPA), así como en el Laboratorio Nacional de Materia Cuántica: Materia Ultrafría e Información Cuántica en los años 2014-2019. Cabe señalar que el proyecto FONCICYT del cual fue responsable técnico, con un monto de 1,000,000 euros, tuvo participación de 7 entidades académicas de cuatro países.

A la fecha ha publicado 64 artículos en revistas arbitradas, los cuales han generado ¡3400 citas con un número H=25 según la base de datos de Google Académico. Por invitación, ha impartido 31 pláticas en conferencias internacionales (México, EUA, Canadá, Reino Unido, Armenia, Bulgaria, Bosnia-Herzegovina, España, Chile, Argentina y Uruguay), además de 41 seminarios en diversas instituciones de México, EUA, Corea del Sur, Reino Unido, Alemania, España, Colombia y Chile.

Hasta la fecha han trabajado bajo su supervisión cinco investigadores postdoctorales. Se han graduado bajo su tutela diez doctores en ciencia. Al día de hoy ha concluido tres direcciones de tesis de maestría y siete direcciones de tesis de licenciatura. Ha impartido cursos tanto de licenciatura como de posgrado en múltiples ocasiones en el CICESE, Facultad de Ciencias (UNAM) y en el Posgrado de Ciencias Físicas (UNAM).

Su labor de comunicación de la ciencia incluye la publicación de cuatro artículos de divulgación y la participación en algunos seminarios de popularización de la ciencia. Su trabajo ha merecido notas completas en El Vigía, periódico regional de Baja California, y en El Universal, además de múltiples menciones en Gaceta UNAM, una entrevista en radio y una aparición en el programa televisivo Ciencia en Todos Lados. Participó durante 2009-2013 como miembro del Comité de Comunicación de la Ciencias en el ICN-UNAM.

Además de su trabajo académico, el Dr. U'Ren ha participado en múltiples aspectos de desarrollo institucional. Del 2013-2015 fue presidente de la División de Información Cuántica (DICU) de la Sociedad Mexicana de Física. Durante este periodo impulsó un renovado programa de estancias de verano en los laboratorios asociados a la DICU por parte de estudiantes provenientes tanto de México como del extranjero, como un vehículo para fortalecer tanto a laboratorios como posgrados. Aprovechando su papel de presidente de la DICU, en el 2015 lideró la iniciativa exitosa de crear una Red Temática en Tecnologías Cuánticas (RedTC) con financiamiento de Conacyt; en los años 2015-2018 fue responsable técnico de la misma. Con fondos de la red, se ha profundizado el alcance de la DICU, organizando una reunión anual cada vez de mayor calidad, se ha creado un exitoso programa de movilidad académica para estancias cortas y asistencia a eventos científicos, y se ha fortalecido de forma importante el programa de veranos científicos.

Fue uno de los organizadores de la conferencia Quantum Optics V celebrada en Cozumel, México en 2010, así como de la Escuela Latinoamericana de Física celebrada en la Ciudad de México en agosto de 2017. Además, ha participado activamente en la planeación y organización de varias de las reuniones anuales de la DICU / RedTC.

En el extranjero, una de sus principales asociaciones en los últimos años ha sido con la Optical Society of America (OSA), basada en Washington D.C., EUA. En los años 2009-2010 fue miembro del subcomité de Electrónica Cuántica (Quantum Electronics) de la conferencia Frontiers in Optics. En el año 2011 fue director (chair) de este mismo subcomité. En el año 2012 fue co-director de programación (program co-chair) de la conferencia Frontiers in Optics. En el año 2014 fue co-director general (general co-chair) de la conferencia Frontiers in Optics. Cabe señalar que Frontiers in Optics es una de las conferencias de mayor envergadura en óptica a nivel internacional. Desde el 2015

es parte del equipo editorial de la revista Journal of the Optical Society of America B (JOSA B) como editor temático, posición que ocupa hasta la fecha. Además, es miembro del panel “Spotlight on Optics” de la OSA desde el 2010, y como tal ha escrito diversas reseñas de artículos destacados. En el 2017 fue nombrado “Senior Member” de la Optical Society of America.



Índice general

Prefacio	III
Semblanza del galardonado TaDEM 2021 Alfred Barry U´Ren Cortés	v
Presentaciones plenarias	1
1. Attosecond and few-femtosecond resolved ultrafast measurements with X-rays (<i>Jon Marangos</i>)	1
2. Noise, Quanta and Biology (<i>Martin Plenio</i>)	2
3. Applications of high harmonics in condensed matter physics, chemistry and biological imaging (<i>Emma Springate</i>)	3
Fuentes y aplicaciones avanzadas de parejas de fotones generadas por procesos paramétricos espontáneos (<i>Alfred U´Ren</i>)	4
Presentaciones orales	5
1. CONFINAMIENTO EN TOROIDES ESFÉRICOS, CILÍNDRICOS Y ESFEROIDALES: A. Electrones en Puntos Cuánticos y B. Radiación Electromagnética en Cavidades y Antenas. (<i>Eugenio Ley Koo y Humberto Torres Bustamante</i>)	5
2. Átomo de helio confinado por una caja esférica con potenciales finitos e infinitos (<i>César Martínez-Flores, Michael-Adán Martínez-Sánchez, Rubicelia Vargas y Jorge Garza-Olguín</i>)	6
3. Efectos de confinamiento esférico sobre los estados S más bajos singlete y triplete del átomo de Helio: Uso del método variacional directo y del tratamiento variacional perturbativo. (<i>José Roberto Reyes-García , Horacio Olivares-Pilón y Salvador A. Cruz-Jiménez</i>)	7
4. Efectos de confinamiento espacial anisotrópico sobre el comportamiento energético de átomos multielectrónicos: Comparación entre un modelo de cavidad esferoidal y una cavidad endohedral. (<i>Salvador A. Cruz-Jiménez, Cecilia Díaz-García, Diego Garrido-Aguirre y José Roberto Reyes-García</i>)	8
5. El ion molecular H_2^+ confinado por una cavidad esférica impenetrable: curvas de energía potencial. (<i>Horacio Olivares-Pilón y Salvador A. Cruz-Jiménez</i>)	9

6. Estudio de la densidad electrónica de la molécula de Hidrógeno confinada por paredes impenetrables. (<i>Heichi Horacio Yanajara Parra, Jorge Garza Olguín y Adalberto Corella Madueño</i>)	10
7. Helium-like ions in d-dimensions: analyticity and generalized ground state Majorana solutions (<i>Adrián Escobar, José Minguela</i>)	11
8. Representación armónica del campo EM generado por una partícula cargada oscilante y su interacción con un cuerpo dispersivo. (<i>Mauricio García Vergara, Guillaume Demésy , Frédéric Zolla</i>)	12
9. Superconductividad en nanoestructuras (<i>Germán E. López Fernández y Chumin Wang</i>)	14
10. Eliminando la dependencia espacial de la frecuencia de Rabi en transiciones Raman con transferencia de momento (<i>M. A. Maldonado, W.M. Pimenta, J. A. Franco-Villafañe y E. Gómez</i>)	16
11. Estudio preliminar de la dependencia espacial y temporal de la formación de iones negativos de N ₂ O generados con la técnica pulsada de Townsend. (<i>F. Mora Garduño, Jaime de Urquijo y Olmo González-Magaña</i>)	17
12. Interferómetro estrella con sensibilidad reducida a vibraciones (<i>J. de la Rosa, V. M. Valenzuela, E. Gómez</i>)	18
13. Estudio del transporte en la fase gaseosa de iones negativos de THF (<i>Gerson Pérez, Jaime de Urquijo y Olmo González-Magaña</i>)	19
14. Microscopia digital de ⁸⁷ Rb ultrafrío (<i>F. Salces Carcoba, I. B. Spielman</i>)	20
15. Propiedades de un paquete de ondas de materia ultra-fría confinado en un pozo de potencial con varias impurezas (<i>Ricardo Méndez Fragoso y Remigio Cabrera Trujillo</i>)	21
16. Interacciones electrostáticas en moléculas exóticas de Rydberg (<i>Homar Rivera Rodríguez, Rocío Jáuregui</i>)	22
17. Átomos de Rydberg como sensores de terahertz (<i>J. Jiménez-Mier,, F. Ramírez-Martínez, E. Strupiechonski, J. Flores-Mijangos, G. Quiroz-Sánchez, R. Alonso-Garduza</i>)	23
18. Condensación de excitones-polarones-polaritones (<i>M. A. Bastarrachea-Magnani, A. Julku, A. Camacho-Guardián, and G. M. Bruun</i>)	24
19. Bose-Einstein condensates as tool for the deduction of a photonic mass (<i>Abel Camacho Quintana</i>)	25
20. ¿Cómo se mide la localización de estados cuánticos en el espacio fase? (<i>David Villaseñor, Saúl Pilatowsky-Cameo, Miguel A. Bastarrachea-Magnani, Sergio Lerma-Hernández, y Jorge G. Hirsch</i>)	26
21. Comportamiento superhidrofóbico de superficies de silicio texturizadas electroquímicamente (<i>Aurelio Jiménez Hernández, J. F. Jiménez-Jarquín, A. Méndez-Blas</i>)	28
22. Estudios teóricos y experimentales de procesos 2PA de la cianina IR780 (<i>César A Guarín, Luis Guillermo Mendoza Luna, Emmanuel Haro Poniowski, José Luis Hernández Pozos</i>)	29

23. Exploración computacional de la transmisión de luz a través de arreglos nanométricos ordenados y desordenados y de otras nanoestructuras concebidas experimentalmente (<i>Luis Guillermo Mendoza Luna, Luis Elías Robles Barba, César A Guarín, Emmanuel Haro Poniatowski, José Luis Hernández Pozos</i>)	30
24. Número de Weber en el resultado de colisiones binarias de gotas cuánticas (<i>J. E. Alba-Arroyo, S. Caballero, y R. Jáuregui</i>)	31
25. Estructuras periódicas inducidas por láser (LIPSS) en metales (<i>Paulina Segovia Olvera, Santiago Camacho López</i>)	32
26. Dynamics of nanoparticle self-assembly by liquid crystal sorting in two dimensions. (<i>F. Gael Segura-Fernández, Emmanuel Flores-Calderón, Erick F. Serrato-García and Orlando Guzmán</i>)	33
27. Mean field free-energy coupling parameter of nanoparticles and liquid crystal from molecular simulation of the isotropic-nematic transition. (<i>Emmanuel Flores-Calderón, F. Gael Segura-Fernández, Erick F. Serrato-García, Rodrigo Sánchez and Orlando Guzmán</i>)	34
28. Nanoparticle self-assembly at the isotropic-nematic transition: Linear stability analysis and nonlinear saturation for pattern formation (<i>Erick F. Serrato-García, F. Gael Segura-Fernández, Emmanuel Flores-Calderón, Rodrigo Sánchez and Orlando Guzmán</i>)	35
Carteles	37
1. Una partícula sujeta a un potencial de oscilador armónico y un campo eléctrico constante confinada en una región circular. (<i>Elizabeth Cruz Osorio, Norberto Aquino Aquino</i>)	37
2. Dinámica de la interacción entre un átomo de 3 niveles y un campo cuantizado de uno y dos modos. (<i>Alejandra del Río Lima, Freddy Jackson Poveda Cuevas, Octavio Castaños Garza</i>)	38
3. Enfriamiento sub-Doppler para dos isótopos de Litio (<i>Viani Suhail Morales Guzmán, Freddy Jackson Poveda Cuevas</i>)	39
4. Estudio de la Integral de camino de un gas bosónico en una trampa armónica (<i>Francisco Javier Cárcamo Verde, Freddy Jackson Poveda Cuevas</i>) .	40
5. Enfoque informacional para el átomo de Helio confinado (<i>C. R. Estañón, N. Aquino y R. P. Sagar</i>)	41
6. Módulo Compensatorio de Vibraciones para un Gravímetro Cuántico (<i>J. L. López González, J. A. Franco Villafañe, E. Gómez N.V. Corzo Trejo, K. Jiménez García, D. Alegría Meza, J.G. Carmona Moreno, E. De Carlos López, J. Flores Mijangos, S. Hamzeloui, J. Jiménez-Mier, D. López Jacinto, C.J. López Monjaraz, J.M. López Romero, A. López Vázquez, A. Medina Herrera, R. Méndez Fragoso, G.A. Olivares Rentería, C. A. Ortiz Cardona , H. Peña Vega, J.G. Raboño Borbolla, F. Ramírez Martínez, V. M. Valenzuela Jiménez</i>)	42

7. Sistema de modulación laser para su aplicación en tecnologías cuánticas (<i>A. López-Vázquez, D. Alegría-Meza², J.G. Carmona-Moreno, N.V. Corzo-Trejo, E. DeCarlos-López, J. Flores-Mijangos, J.A. Franco-Villafañe, E. Gómez-García, S. Hamzeloui, L. Hoyos-Campo, K. Jiménez-García, J. Jiménez-Mier, D. López-Jacinto, C.J. López-Monjaraz, M. López-Romero, J.L. López-González, A. Medina-Herrera, R. Méndez-Fragoso, G. Olivares-Rentería, C.A. Ortiz-Cardona, H. Peña-Vega, J. Raboño-Borbolla, F. Ramírez-Martínez y V.M. Valenzuela-Jiménez</i>)	43
8. Método variacional en estudio de la dinámica de un gas cuántico confinado en un potencial toroidal (<i>Ana Karen Cuervo Montiel, Freddy Jackson Poveda Cuevas</i>)	44
9. Dispensador de átomos de rubidio mediante LIAD (<i>Haydee Guadalupe Ochoa Campos, Oswaldo Alejandro Sandoval León, Eduardo Gómez, Karina Garay-Palmett, Rafael Salas-Montiel</i>)	45
10. Átomo de Helio en 2D en un campo magnético constante: estado base (<i>José Manuel Pérez Minguela</i>)	46
11. Investigando los canales de relajación de estados electrónicos en algunas lactonas. (<i>Aldair Villasana Barrera, César A Guarín, Luis Guillermo Mendoza Luna, Emmanuel Haro Poniatowski, José Luis Hernández Pozos</i>)	47
12. Construyendo una cámara UV-vis ultrarrápida (<i>Ana Laura Mariscal González, César A Guarín, Luis Guillermo Mendoza Luna, Emmanuel Haro Poniatowski, José Luis Hernández Pozos</i>)	48
13. Trinquete térmico forzado no Markoviano y su energética. (<i>Oliver Contreras-Vergara, Norma Sánchez-Salas, José I. Jiménez-Aquino</i>)	49

Índice de autores	51
--------------------------	-----------

Programa TADEM 2021

En línea a través de zoom y Wonder

	Miércoles 23	Jueves 24	Viernes 25
9:45-10:00	Apertura del TADEM		
Modera	José Luis Hernández Pozos	Horacio Olivares Pílon	Cecilia Díaz García
10:00-10:30	Plenaria 1	Plenaria 2	Plenaria 3
10:30-11:00			
11:00- 11:30	Oral 1		Oral 19
11:30- 12:00	Oral 2	Oral 20	
12:00-12:30	Café		
Modera	Luis Guillermo Mendoza Luna	Remigio Cabrera Trujillo	Salvador Cruz Jiménez
12:30- 13:00	Oral 3	Oral 14	Oral 21
13:00- 13:30	Oral 4	Oral 15	Oral 22
13:30- 14:00	Oral 5	Oral 16	Oral 23
14:00- 14:30	Oral 6	Oral 17	Oral 24
14:30- 15:00	Oral 7	Oral 18	Oral 25
15:00- 15:30	Café		
Modera	César Augusto Guarín Durán	-	Paulina Segovia Olvera
15:30- 16:00	Oral 8	Entrega del premio TADEM	Oral 26
16:00- 16:30	Oral 9		Oral 27
16:30- 17:00	Oral 10	Carteles	Oral 28
17:00- 17:30	Oral 11		Clausura del TADEM
17:30-18:00	Oral 12		
18:00-18:30	Oral 13		

Presentaciones plenarias

1. Attosecond and few-femtosecond resolved ultrafast measurements with X-rays

23 Jun 10:00

Jon Marangos

Extreme Light Consortium, Imperial College London

We will discuss the importance and challenges of measuring ultrafast dynamics at the few-femtosecond to attosecond timescale in electronically excited systems. The possibilities to do this using either X-ray free electron lasers (XFELs) or high order harmonic generation (HHG) will be introduced. Recent examples of measuring ultrafast electronic dynamics of suddenly ionized cations using the LCLS and FLASH XFELs will be described. The first examples of true attosecond science with XFELs, using the XLEAP mode at LCLS, will be discussed. Next, we will turn to a discussion of the complementary HHG technology for generating soft X-ray attosecond pulses. A recent example of measuring exciton dynamics in an organic semiconductor will be presented. Very recent results on HHG in a liquid will be presented and how this gives access to the electron scattering cross-sections within a bulk liquid, important to biomedical applications, will be discussed.

24 Jun 10:00

2. Noise, Quanta and Biology

Martin Plenio

Universidad de Ulm, Alemania

In this lecture I will explore research at the interface of quantum mechanics and biology. Specifically, I will be interested in the potential role that quantum dynamics and its interplay with environmental noise may play in fundamental processes of life. Examples that I will discuss include photosynthesis, the magnetic sense of birds and the sense of smell.

3. Applications of high harmonics in condensed matter physics, chemistry and biological imaging

25 Jun 10:00

Emma Springate

Rutherford Appleton Laboratory, UK

Femtosecond lasers can be used to produce coherent pulses in the extreme ultraviolet region (XUV) of the spectrum (100-10 nm wavelength, 10-100 eV photon energy) using a technique called high harmonic generation. This produces XUV pulses that are spatially and temporally coherent, emitted in a pencil beam, and tightly synchronized to the generating laser pulses.

The high photon energy of XUV allows us to remove even tightly bound electrons from samples, using the photoelectric effect. By measuring the energies of the ejected electrons, we build up a map of changes in electronic structure of samples on ultrafast timescales. In chemistry experiments on gas-phase molecules, we use the high-photon energy XUV to ionize electrons from tightly bound reaction intermediates and from products, allowing us to build a more complete picture of photo-chemical reactions.

We also use this technique to study electron dynamics in 2D materials, such as graphene. This can for example, help us understand processes in photovoltaics, or to observe ultrafast phase changes from insulating to conducting states in materials for future high-speed electronic devices.

The short wavelength of XUV can also be used exploited for high-resolution imaging. As it is difficult to make lenses for these wavelengths, we use a lensless imaging technique where we measure the scatter from the sample directly and then use algorithms in place of a lens to reconstruct the image. We have been able to apply these to image mouse neurons at high resolution over a wide area, without staining or fluorescently tagging the sample.

Fuentes y aplicaciones avanzadas de parejas de fotones generadas por procesos paramétricos espontáneos

Alfred U'Ren

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

En esta plática cubriré dos áreas de investigación reciente en nuestro grupo. Por un lado, presentaré un experimento en el que generamos parejas de fotones mediante el proceso de mezclado de cuatro ondas espontáneo (SFWM), utilizando microesferas de sílice fundido como medio no lineal. En este trabajo demostramos la generación de los bifotones con ancho de banda más pequeño, de cientos de kHz, que se ha reportado a la fecha permitiendo así aplicaciones de interfaces de fotones individuales con átomos individuales. Por otro lado, mostraremos una serie de resultados en el área de tomografía de coherencia óptica cuántica (QOCT) diseñados para avanzar hacia la implementación práctica de esta técnica, por ejemplo en entornos clínicos. En particular: i) mostramos una metodología efectiva para suprimir efectos de interferencia cruzada, ii) logramos QOCT de campo completo, así como iii) QOCT resuelto espectralmente para eliminar la necesidad de escaneos axiales.

Presentaciones orales

1. CONFINAMIENTO EN TOROIDES ESFÉRICOS, CILÍNDRICOS Y ESFEROIDALES: A. Electrones en Puntos Cuánticos y B. Radiación Electromagnética en Cavidades y Antenas.

23 Jun 11:00

Eugenio Ley Koo y Humberto Torres Bustamante

Instituto de Física UNAM. Apartado Postal 20-364, CP 01000, CDMX, México.

Esta contribución para el Undécimo Taller de Dinámica y Estructura de la Materia y Óptica toma como punto de partida los trabajos recientes de los autores [1-2], especialmente sus respectivas secciones de Discusión y Perspectivas, en las cuáles se identificaron problemas específicos que están siendo investigados. En la presentación en el Taller, se revisan brevemente el rompimiento de la simetría esférica en las radiaciones multipolares de momentos eléctricos, magnéticos y toroidales en cavidades de resonancia y antenas toroidales esféricas [1], y las soluciones exactas para las radiaciones respectivas en toroides cilíndricos [2], con énfasis en sus importancias para las comunidades de metamateriales y nanofotónica en que hay discrepancias sobre el significado de los momentos toroidales. También se reportan avances y resultados preliminares en la construcción de soluciones exactas para puntos cuánticos y radiación electromagnética en toroides esféricos y esferoidales.

[1] E. Ley-Koo, H. Torres-Bustamante y A. Gongora T., Rev. Mex. Fis. Vol. 67(2) 174-179 (2021).

DOI: <https://doi.org/10.31349/RevMexFis.67.174>

[2] E. Ley-Koo and H. Torres-Bustamante, Eur. Phys. J. D (2021) V. 75, p. 120.

DOI: <https://doi.org/10.1140/epjd/s10053-021-00131-6>

Agradecimientos a CONACYT SNI 1796 y UNAM-PAPIIT IN111820.

2. Átomo de helio confinado por una caja esférica con potenciales finitos e infinitos

César Martínez-Flores, Michael-Adán Martínez-Sánchez, Rubicelia Vargas y Jorge Garza-Olgún

Departamento de Química, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, C.P. 09340 Ciudad de México, México

El método de diferencias finitas basado en una malla no regular se utiliza para resolver las ecuaciones de Hartree-Fock y Kohn-Sham para el átomo de helio confinado por potenciales finitos e infinitos. Se presentan resultados para las energías totales y orbitales del método Hartree-Fock donde hay varias fuentes de comparación encontrando un buen acuerdo. Por el lado del método Kohn-Sham, hay algunos resultados publicados y, en consecuencia, los resultados que se informan aquí pueden usarse como punto de referencia para comparaciones futuras. La densidad de electrones, a través de la entropía de Shannon, también se utilizó para la comparación entre nuestro enfoque y otros que se encuentran en la literatura. La entropía de Shannon muestra que el átomo de helio confinado por un potencial infinito puede describirse casi con cualquier enfoque, Hartree-Fock o Kohn-Sham dan casi los mismos resultados. Esta conclusión no se puede aplicar para el potencial finito ya que los métodos de Hartree-Fock y Kohn-Sham presentan grandes diferencias entre sí. Este estudio representa el primer paso para desarrollar un código numérico libre de conjuntos de bases para obtener la estructura electrónica de átomos de muchos electrones.

Agradecimientos.

C.M.-F., M.-A.M.-S. y J. G. agradecen al CONACYT por la beca postdoctoral, la beca de estudios de doctorado (574390) y el proyecto FC-2016/2412.

3. Efectos de confinamiento esférico sobre los estados S más bajos singlete y triplete del átomo de Helio: Uso del método variacional directo y del tratamiento variacional perturbativo.

23 Jun 12:30

José Roberto Reyes-García , Horacio Olivares-Pilón y Salvador A. Cruz-Jiménez
Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Ciudad de México

Se analiza la evolución energética de los estados singlete ($1s^2$, $2s^2$, $1s2s$) y triplete ($1s2s$) del átomo de helio confinado por una cavidad esférica impenetrable de radio R variable. Para este fin, se emplean dos enfoques distintos: el método variacional directo y un tratamiento variacional perturbativo. En el primer caso, se construyen las funciones de onda ansatz para los estados singlete y triplete a partir de orbitales hidrogenoides $f_{1s}(r) = N_{1s} \exp(-ar)G(r, R)$ y $f_{2s}(r) = N_{2s}(2 - kr) \exp(-br)G(r, R)$ debidamente ortogonalizados, en donde el factor $G(r, R) = (1 - r/R)$ garantiza el cumplimiento de la condición de Dirichlet en la frontera y (a, b, k) son parámetros variacionales, los cuales se determinan al optimizar la energía electrónica empleando directamente el Hamiltoniano del átomo confinado. En el segundo caso, se lleva a cabo un tratamiento perturbativo a partir de las funciones ansatz de un electrón para el sistema hidrogenoide igualmente confinado, variacionalmente optimizadas. Aún cuando en este estudio preliminar no se incluyen efectos de correlación electrónica, los resultados muestran buen acuerdo con cálculos más sofisticados disponibles en la literatura.

4. Efectos de confinamiento espacial anisotrópico sobre el comportamiento energético de átomos multielectrónicos: Comparación entre un modelo de cavidad esferoidal y una cavidad endohedral.

Salvador A. Cruz-Jiménez, Cecilia Díaz-García, Diego Garrido-Aguirre y José Roberto Reyes-García

Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Ciudad de México

Considerando a un átomo multielectrónico con su núcleo anclado en el foco de una cavidad esferoidal prolata limitada por una barrera de potencial tipo escalón de altura finita V_0 , se analiza la evolución de la energía basal, potenciales de ionización y presión crítica para generación de exoelectrones en función de la excentricidad y tamaño de la cavidad para diferentes alturas de barrera V_0 [1]. De esta manera pueden explorarse diferencias entre efectos de confinamiento isotrópico y anisotrópico sobre las propiedades anteriores. Los cálculos para la evolución energética en el caso de la cavidad esferoidal se llevan a cabo mediante el tratamiento variacional del funcional de la densidad de Thomas-Fermi-Dirac-Weizsäcker. Por otra parte, con el fin de establecer posibles diferencias entre las predicciones del modelo de confinamiento por una frontera puramente geométrica (esferoidal) y la situación más realista en la que la cavidad está formada por un arreglo de átomos, se llevaron a cabo cálculos ab initio a nivel Hartree-Fock en el esquema supermolecular considerando el caso Ne@Ne_{10} (He_{10}) en donde Ne_{10} (He_{10}) corresponden a cavidades endohedrales con la misma relación de especto que la caja esferoidal. Se muestra que el acuerdo cuantitativo entre ambos tipos de tratamientos requiere incorporar en el modelo de caja esferoidal el radio promedio de los átomos circundantes con núcleos anclados en la frontera esferoidal.

[1] Contribución invitada al Topical Issue: Atoms and Molecules in a Confined Environment. Eur. Phys. J. D (2021) V. 75, p. 143.

5. El ion molecular H_2^+ confinado por una cavidad esférica impenetrable: curvas de energía potencial.

23 Jun 13:30

Horacio Olivares-Pilón y Salvador A. Cruz-Jiménez

Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Apartado Postal 55-534, 09340 México, D.F., Mexico

Mediante el uso del método de malla de Lagrange se estudia el ion molecular H_2^+ bajo condiciones de confinamiento esférico impenetrable. Para un radio de confinamiento r , la energía de interacción $E(R; r)$, la cual depende de la distancia entre los protones R , se calcula como la diferencia entre la energía total del ion molecular $E_{\text{H}_2^+}$ y la energía del átomo de hidrógeno E_H bajo las mismas condiciones de confinamiento: $E(R; r) = E_{\text{H}_2^+}(R; r) - E_H(R; r)$. Se consideran los dos estados más bajos, el $1s\sigma_g$ y $2s\sigma_u$. Para ambos casos, se presenta la evolución de las curvas de energía potencial $E(R; r)$ como función del radio de la cavidad. En particular, el mínimo de Van der Waals del estado con paridad impar se vuelve mas profundo conforme el radio de la cavidad decrece.

Basados en un análisis del comportamiento de la energía en función de la distancia R entre los protones y utilizando un aproximante de Padé $P[N/M]$, se construye una expresión analítica de la curva de energía potencial $E(R; r)$ para ambos estados considerados ($1s\sigma_g$ y $2s\sigma_u$). A partir de la expresión analítica $E(R; r)$, se resuelve la ecuación de Schrödinger para el movimiento nuclear lo que permite calcular los estados vibracionales.

6. Estudio de la densidad electrónica de la molécula de Hidrógeno confinada por paredes impenetrables.

Heichi Horacio Yanajara Parra¹, Jorge Garza Olguín² y Adalberto Corella Madueño³

¹Departamento de Investigación en Física, División de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Sonora, Ap. Postal 5-088, Hermosillo, Sonora, México

²Departamento de Química, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Iztapalapa C.P. 09340, Ciudad de México, México

³Departamento de Física, División de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Sonora, Ap. Postal 1626, Hermosillo, Sonora, México

Se estudia la densidad electrónica de la molécula de hidrógeno (H_2) en la aproximación de Born-Oppenheimer confinada por una caja esférica prolata de potencial infinito. La función de onda y la energía de Hartree-Fock del sistema se obtienen utilizando el método de Hartree-Fock con una base adecuada a las condiciones en la frontera. Finalmente, se analiza el comportamiento de la densidad electrónica y su gradiente conforme el sistema es llevado a condiciones extremas de confinamiento.

Agradecimientos a CONACYT por la beca otorgada para los estudios de doctorado.

7. Helium-like ions in d -dimensions: analyticity and generalized ground state Majorana solutions

23 Jun 14:30

Adrián Escobar, José Minguela

Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Ciudad de México

Non-relativistic Helium-like ions $(-e, -e, Ze)$ with static nuclei in a d -dimensional space \mathbb{R}^d ($d > 1$) are considered. Assuming r^{-1} Coulomb interactions, a 2-parametric correlated Hylleraas-type trial function is used to calculate the ground state energy of the system in the domain $Z \leq 10$. For the lowest values $d = 2, 3, 4, 5$, a closed analytical expression for the expectation value of the energy is derived explicitly. For odd $d = 3, 5$, this expression is given by a rational algebraic function of the variational parameters whilst for even $d = 2, 4$, it is shown for the first time that it corresponds to a more complicated non-rational algebraic expression. We conjecture that this analyticity will hold for any d . It allows us to construct accurate generalized Majorana analytical solutions for the ground state energy. Correlation-dependent properties and the (first) critical charge Z_c are presented as well. Also, for the physically important case $d = 3$ a more general 3-parametric correlated Hylleraas-type trial is used to compute in an analytical manner and full generality the finite mass effects in a three-body Coulomb system with arbitrary charges. Our variational results are in excellent agreement with the exact numerical values reported in the literature.

The authors thank Norberto A. Aquino, Salvador C. Jiménez and Horacio O. Pílon for their interest to the work and useful discussions.

8. Representación armónica del campo EM generado por una partícula cargada oscilante y su interacción con un cuerpo dispersivo.

Mauricio García Vergara¹, Guillaume Demésy², Frédéric Zolla²

¹Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Av. Universidad 3000, México D.F., 04510, México

²Aix Marseille Univ, CNRS, Centrale Marseille, Institut Fresnel, F-13013 Marseille, France

En este trabajo se aborda el problema de describir el campo electromagnético generado por una carga oscilante y su interacción con un objeto tridimensional dispersivo. A pesar de la aparente naturaleza académica de este problema, muchas aplicaciones a este tipo de configuraciones pueden encontrarse. Comenzando por el estudio de antenas realizado por Hertz y Sommerfeld [1, 2] hasta el más reciente estudio de nanoemisores cuánticos y su interacción con nanoesferas [3, 4]. Para esta clase de fenómenos, es común utilizar una aproximación para describir el campo generado por una partícula cargada oscilante, la más común de estas aproximaciones para el campo lejano es utilizar la aproximación dipolar como se describe en [5, 6]. Sin embargo es importante subrayar aquí que la aproximación dipolar solo es válida cuando lidiamos con el campo lejano.

Es necesario encontrar una mejor manera de describir el campo generado por una partícula cargada oscilante, el procedimiento usual es usar los campos de Liénard-Wiechert. El problema con esta solución es que ésta no es tratable desde un punto de vista práctico (i.e. numérico) [7]. Aquí nosotros proponemos un modo diferente de obtener la representación armónica de los campos en el sentido de distribuciones [8]. Estos resultados han sido comparados con la bien conocida fórmula de la potencia del campo lejano [5]. Finalmente, una vez que el campo EM ha sido obtenido de manera armónica, lo hacemos interactuar con un material dispersivo (una esfera en este caso) Este problema es tratado con la formulación de campo difractado [9] y resuelto numéricamente mediante el Método de Elementos Finitos y el programa GetDP [10].

Referencias

[1] A. Harish and M. Sachidananda, *Antennas and wave propagation*. Oxford University Press, USA, 2007.

[2] A. Sommerfeld, *Partial Differential Equations In Physics: Lectures On Theoretical Physics*. No. v. 6 in *Pure and Applied Mathematics*, 1, Sarat Book House, 1960.

[3] E. Lassalle, A. Devilez, N. Bonod, T. Durt, and B. Stout, “Lamb shift multipolar analysis,” *J. Opt. Soc. Am. B*, vol. 34, pp. 1348–1355, Jul 2017.

[4] V. V. Klimov, M. Ducloy, and V. S. Letokhov, “Radiative frequency shift and linewidth of an atom dipole in the vicinity of a dielectric microsphere,” *Journal of Modern Optics*, vol. 43, no. 11, pp. 2251–2267, 1996.

[5] J. D. Jackson, *Classical Electrodynamics*. Wiley, Aug. 1998.

[6] L. Novotny and B. Hecht, *Principles of nano optics*. Cambridge University Press, 2012.

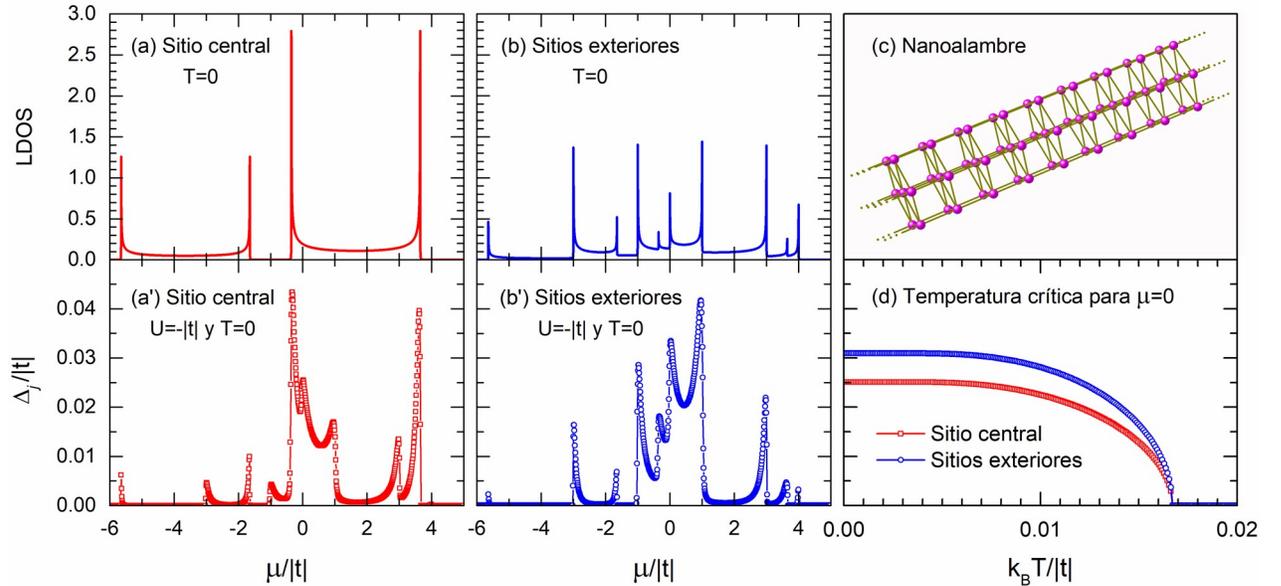
- [7] H. Spohn, Dynamics of charged particles and their radiation field. Cambridge university press, 2004.
- [8] A. I. Saichev and W. A. Woyczynski, Distributions in the Physical and Engineering Sciences. Volume I. Springer, 1997.
- [9] B. Vial, F. Zolla, A. Nicolet, and M. Commandre, “Quasimodal expansion of electromagnetic fields in open two-dimensional structures,” Physical Review A, vol. 89, p. 023829, Feb. 2014.
- [10] C. Geuzaine and D. Patrik, GetDP reference manual (Université de Liège 1997)
-

9. Superconductividad en nanoestructuras

Germán E. López Fernández y Chumin Wang

Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México,
Mexico

En 1957, J. Bardeen, L. Cooper y J. R. Schrieffer desarrollaron la primera teoría microscópica basada en una interacción electrón-electrón atractiva constante y una función de onda de múltiples pares logrando explicar una amplia gama de propiedades superconductoras conocidas hasta entonces. El formalismo de Bogoliubov-de Gennes (BdG) es una extensión de la transformación de Bogoliubov, permitiendo el análisis de las brechas superconductoras locales en el espacio real [1]. En nanoestructuras, tales como nanoalambres y nanotubos, el confinamiento cuántico tiene efectos decisivos en la formación del estado superconductor, el cual puede estudiarse a través del modelo de Hubbard atractivo [2]. En este trabajo analizamos la superconductividad en nanoestructuras usando las ecuaciones BdG, las cuales se resuelven de forma auto consistente en un espacio combinado real y recíproco [3]. En la figura se muestran (a,b) la densidad de estados local (LDOS) y (a',b') la brecha superconductor local ($\Delta_j = 0$) del (a,a') sitio central de la sección transversal y (b,b') sitios exteriores para un nanoalambre esquemáticamente mostrado en (c), cuya temperatura crítica a $\Delta_j = 0$ se ilustra en (d).



Este trabajo fue parcialmente financiado por el CONACyT a través del proyecto 252943 y por la UNAM a través del proyecto PAPIIT-IN110020. Los cálculos fueron realizados en Mitzli-UNAM. G.E.L. agradece la beca de doctorado del CONACyT.

- [1] P. G. de Gennes, Superconductivity of Metals and Alloys (Westview Press, 1999).
[2] J. Hubbard, Proc. Royal Soc. London A 276, 238-257 (1963).

[3] C. G. Galván, L. A. Pérez y C. Wang, Phys. B - Condensed Matter 553, 36-39 (2019).

10. Eliminando la dependencia espacial de la frecuencia de Rabi en transiciones Raman con transferencia de momento

M. A. Maldonado¹, W.M. Pimenta², J. A. Franco-Villafaña³ y E. Gómez¹

¹Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78290, México

²Departamento de Actuaría, Física y Matemáticas, Universidad de las Américas Puebla, Santa Catarina Mártir, 72820, Puebla, México

³CONACYT-Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78290, México

Un gravímetro atómico que usa transiciones Raman para la transferencia de momento requiere de dos haces en configuración contra-propagante amarrados en fase y separados en frecuencia por la separación hiperfina. Estos haces pueden ser generados utilizando un modulador de fase, el cuál produce bandas laterales adicionales a la portadora que se encuentran automáticamente amarradas en fase entre ellas al provenir de una misma fuente. Sin embargo, más de un par de haces Raman generados por la modulación pueden excitar la misma transición, dando como resultado una dependencia espacial de la frecuencia de Rabi a lo largo del movimiento en caída libre de los átomos. Utilizando un cristal de calcita para rotar la polarización de las bandas laterales antes de la retro-reflexión, demostramos una novedosa técnica que permite el filtrado de las frecuencias no deseadas que producen la dependencia espacial. Adicionalmente, este sistema ofrece todas las posibilidades de transferencia de momento con un número mínimo de elementos ópticos, consideración muy relevante en las mediciones de alta precisión.

Financiamiento: CONACYT y UASLP.

11. Estudio preliminar de la dependencia espacial y temporal de la formación de iones negativos de N_2O generados con la técnica pulsada de Townsend.

23 Jun 17:00

F. Mora Garduño, Jaime de Urquijo y Olmo González-Magaña

Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ap. Postal 43-8, Cuernavaca, 62251 Morelos, México

Con el uso de la técnica de fotodesprendimiento en el experimento pulsado de Townsend se midió la dependencia espacial y temporal de la formación de iones negativos de N_2O , generados a un campo eléctrico reducido a la densidad, 16 Td ($1 \text{ Td} = 10^{-17} \text{ V cm}^2$). Además, se reportan los parámetros de velocidad de arrastre electrónico y los coeficientes de ionización, captura y desprendimiento electrónico en N_2O en el intervalo de E/N entre 16 y 60 Td. En una cámara hermética, donde se encuentra un capacitor de placas metálicas paralelas conectadas a una fuente de alto voltaje, que contiene N_2O en la fase gaseosa a una presión constante; se emite un pulso de luz láser ultravioleta sobre el cátodo. Por el efecto fotoeléctrico, se desprenden electrones que derivan hacia el ánodo, los cuales son acelerados por medio del campo eléctrico aplicado entre ambas. Al colisionar los electrones con las moléculas del N_2O , se generan diversas especies iones, en particular negativos. Después de un corto intervalo de tiempo, entre cientos de ns y decenas de microsegundos, se emite un segundo pulso de luz láser (a 532nm o 1064 nm) en dirección paralela a las placas; este segundo pulso incide sobre los iones negativos, desprendiendo de algunos, según la densidad de energía, un electrón extra por fotodesprendimiento. Se midieron las corrientes electrónicas debidas al fotodesprendimiento de iones negativos en diferentes tiempos de retardo entre los dos pulsos de luz emitidos por el láser y a varias distancias entre las placas del capacitor para observar la dependencia espacial y temporal de la formación de iones negativos de N_2O .

Agradecemos a A. Bustos Gómez, G. Bustos Maya y H. Hinojosa, por el apoyo y soporte técnico brindado en este trabajo. Investigación realizada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM IA104520. F. Mora agradece a la DGAPA-UNAM la beca recibida.

12. Interferómetro estrella con sensibilidad reducida a vibraciones

J. de la Rosa¹, V. M. Valenzuela², E. Gómez¹

¹Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78290, México.

²Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Sinaloa, Sinaloa, 80013, México.

Las vibraciones y expansiones térmicas de las componentes ópticas en un interferómetro son fuentes de ruido. El interferómetro de Sagnac suprime la sensibilidad a vibraciones comunes al seguir ambos haces las mismas trayectorias en direcciones opuestas. En el presente trabajo se propone un nuevo interferómetro, el interferómetro estrella, basado en polígonos regulares con número impar de lados, de tal modo que los haces inciden en todos los espejos, pero siguiendo trayectorias distintas. Para igualar los caminos ópticos consideramos múltiples vueltas para las diferentes trayectorias y consideramos los casos con mejor empatamiento de fase. Determinamos la supresión en la sensibilidad a desplazamientos de los espejos al compararlo con un interferómetro de Michelson, y encontramos supresiones de uno o dos órdenes de magnitud para las distintas configuraciones. A diferencia de un interferómetro de Sagnac, el interferómetro estrella permite la manipulación independiente de las dos trayectorias, con lo cual se pueden introducir elementos que afecten la amplitud, polarización o fase de uno de los haces manteniendo la insensibilidad a vibraciones. Esto abre las puertas a novedosas aplicaciones de interferometría.

Financiamiento: CONACYT y UASLP.

13. Estudio del transporte en la fase gaseosa de iones negativos de THF

23 Jun 18:00

Gerson Pérez^{1,2}, Jaime de Urquijo¹ y Olmo González-Magaña¹

¹Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ap. Postal 43-8, Cuernavaca, 62251 Morelos, México

²Centro de investigación en Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Av. Universidad 1001 Col. Chamilpa Cuernavaca, 62210 Morelos, México

Dentro de los esfuerzos por comprender los procesos que se llevan a cabo a nivel molecular al interior de la célula cuando ésta se expone a la radiación ionizante, se ha tratado de estudiar la interacción de electrones provenientes de subionización con el ADN; especialmente con la 2-desoxirribosa, al haberse demostrado que es el eslabón más débil de la macromolécula. Actualmente se está estudiando el Tetrahidrofurano (THF, C_4H_8O) como un modelo para estudiar esta interacción. Para este estudio se usa la Técnica Pulsada de Townsend (TPT) porque nos permite observar y cuantificar los fenómenos de transporte de carga, ionización, desionización y reacciones ion-molécula. A energías tan bajas como cientos de meV, se ha observado la formación de iones negativos inestables, con tiempos de vida media de algunos μs , y también la formación de cúmulos de iones negativos estables. Se presentarán evidencias de la formación tanto de los iones negativos inestables al medir su tiempo de vida medio, como de los cúmulos iónico-moleculares al presentar las mediciones de la velocidad de arrastre iónica en función de la presión y los valores obtenidos para la movilidad reducida de las especies iónicas cumulares encontradas.

Se agradece al CONACyT la beca de maestría otorgada a G.Pérez, y la asistencia técnica de G. Bustos, A. Bustos y H. Hinojosa. Este trabajo ha sido apoyado por el Proyecto PAPIIT IN118520.

14. Microscopia digital de ^{87}Rb ultrafrio

F. Salces Carcoba¹, I. B. Spielman²

¹LIGO Laboratories, California Institute of Technology, 1200 California Blvd, Pasadena CA 91125

²Joint Quantum Institute, University of Maryland College Park and NIST

La microscopia de gases cuánticos puede considerarse un proceso lineal bajo ciertas condiciones. Dentro de este esquema, es posible aplicar algoritmos de deconvolución que remueven artefactos conocidos introducidos en la medición (por ejemplo aberraciones) y permiten inferir las propiedades del gas. En este trabajo describimos un metodo de microscopia digital de gases frios y ultrafrios de Rb-87 en trampas opticas. Primero, caracterizamos la funcion de transferencia del microscopio usando las funciones de auto-correlación de la densidad atómica in-situ. Enseguida, adquirimos imagenes holográficas de una muestra delgada de un condensado alargado (cuasi-1D) y reconstruimos el campo transversal aberrado. De paso calculamos la señal a ruido en la densidad atómica para diferentes esquemas de medición que van desde mediciones resonantes (fuertemente destructivas) y no-resonantes (débilmente destructivas). Finalmente, implementamos un algoritmo de deconvolución regularizado (Tikhonov) para estimar el perfil de densidad sin aberraciones y con señal a ruido óptimo.

Agradezco a E. Altuntas, C.J.Billington, Y.Yue, J.P.Bureik por su colaboracion y al Physics Frontier Center de la NSF en el JQI por el apoyo financiero del proyecto.

15. Propiedades de un paquete de ondas de materia ultra-fría confinado en un pozo de potencial con varias impurezas

24 Jun 13:00

Ricardo Méndez Fragoso¹ y Remigio Cabrera Trujillo²

¹Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, 04510, Ciudad de México, México

²Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ap. Postal 43-8, Cuernavaca, 62251 Morelos, México

Cuando un condensado de Bose-Einstein se encuentra cerca de un campo magnético producido por una pista de un chip atómico, parte de éste queda confinado y se ve afectado por los defectos que se tienen en la pista. El modelo que describe esta situación es la Ecuación de Gross-Pitaevskii (Ecuación No Lineal de Schrödinger) con un pozo de potencial atractivo (potencial cuadrado) combinado con uno tipo Kronig-Penney (suma de potenciales tipo delta). Cabe mencionar que el término no lineal de la ecuación de G-P, g , es proporcional a la longitud de onda de dispersión de los bosones y al mismo tiempo está relacionado con el número de partículas en la trampa. En la presente contribución se muestran las soluciones de la ENLS para distinto número de impurezas en la trampa con diferentes distribuciones en su interior. Las soluciones que se obtienen son analíticas compatibles con las condiciones a la frontera impuestas por los potenciales. En esta presentación se muestran las soluciones, sus propiedades, y uno de los resultados más importantes que se obtiene es el valor de g no depende de la distribución espacial de los potenciales tipo delta.

Los autores agradecen el apoyo de los proyectos DGAPA-UNAM IN 112721 y IN 111820.

16. Interacciones electrostáticas en moléculas exóticas de Rydberg

Homar Rivera Rodríguez, Rocío Jáuregui
Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México

Las moléculas de rango ultra largo de Rydberg (MRUR) están constituidas por un átomo de Rydberg y un átomo de la misma especie en estado base. A pesar de ser moléculas homonucleares se ha mostrado teórica y experimentalmente que poseen momento dipolar eléctrico diferente de cero. Aprovechando que el orbital del electrón responsable de la ligadura de estas moléculas se escribe en forma compacta en coordenadas esféricas prolatas, se estudia su potencial electrostático en términos de los multipolos en estas coordenadas. Se muestra que incluso el término logarítmico correspondiente al monopolo revela las características estructurales de dicho potencial. Adicionalmente utilizamos este desarrollo multipolar para obtener expresiones aproximadas del potencial intermolecular entre dos MRUR's adyacentes. Se muestra que, en general, el desarrollo multipolar esférico tiene una ventaja en convergencia sobre el tratamiento usual en coordenadas esféricas. Esta ventaja se incrementa conforme aumenta la distancia promedio del electrón de ligadura al carozo del átomo de Rydberg involucrado en la formación de cada MRUR.

17. Átomos de Rydberg como sensores de terahertz

24 Jun 14:00

J. Jiménez-Mier,¹ F. Ramírez-Martínez¹, E. Strupiechonski², J. Flores-Mijangos¹, G. Quiroz-Sánchez¹, R. Alonso-Garduza¹

¹Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México, Ap. Postal 70-543, 04510 CdMX, México

²Laboratory for Terahertz Optoelectronics, CONACYT - CINVESTAV Unidad Querétaro, México

La región de los terahertz se encuentra entre el infrarrojo y las microondas, en la que se pueden tener aplicaciones muy interesantes. El avance en el uso de terahertz ha sido sostenido, pero sigue siendo importante contar con detectores rápidos y eficientes en esta región del espectro. Por otra parte, transiciones entre estados específicos de Rydberg en átomos alcalinos ocurren justo en la región de los terahertz. Recientemente aparecieron resultados [1] del grupo Quantum Light and Matter de la Universidad de Durham en los que se emplean estados de Rydberg en cesio para formar imágenes con terahertz que son detectables con sensores en el visible. En el laboratorio de átomos fríos estamos proponiendo una alternativa en la que se emplean estados de Rydberg ($n = 16 - 22$) en rubidio para detectar radiación de 3.5 THz. En este trabajo se hará una presentación de las propiedades de los estados que pensamos utilizar, así como los criterios que utilizamos para seleccionarlos. También se hará una revisión de los requerimientos experimentales para llevar a cabo la propuesta.

[1] L. A. Downes et al., Phys. Rev. X 10, 011027 (2020).

Proyecto apoyado por DGAPAUNAM, proyectos PAPIIT nos. IN116309, IN110812, e IA101012; y CONACyT proyectos No. 44986, LN-280181, 293471, 299057, LANMACCTIC-2019 y PIIF-Correlaciones cuánticas: teoría y experimento - 2019.

18. Condensación de excitones-polarones-polaritones

M. A. Bastarrachea-Magnani, A. Julku, A. Camacho-Guardián, and G. M. Bruun
Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Ciudad de México

Los excitones-polaritones creados en semiconductores bidimensionales dentro de microcavidades son estados cuánticos altamente sintonizables que permiten la transferencia de aspectos de la luz a la materia y viceversa gracias a su carácter híbrido [1]. Además, las interacciones entre ellos hacen posible la formación de fluidos cuánticos en una correspondencia directa con los que se pueden crear en física atómica; exhibiendo efectos como condensación y superfluidez, entre otros [2]. Experimentos recientes han demostrado que al dopar un semiconductor en microcavidad con electrones itinerantes, los excitones-polaritones se visten con las excitaciones electrónicas para formar polarones [3,4]. Esto ha abierto una nueva ruta para explorar mezclas de Bose-Fermi en plataformas híbridas de luz-materia. En este trabajo se presenta un primer paso teórico en esta dirección al describir qué sucede con la condensación de excitones-polaritones cuando se encuentran en presencia de un gas de electrones bidimensional. Para ello, combinamos una teoría de muchos cuerpos que describe las interacciones polaritón electrón [5], junto con una teoría fuera de equilibrio para tratar con el fenómeno de condensación [6].

- [1] A. V. Kavokin, et al., *Microcavities*, Series on Semiconductor Science and Technology (Oxford University Press, 2017).
[2] I. Carusotto and C. Ciuti, *Rev. Mod. Phys.* 85, 299 (2013).
[3] L. B. Tan, et al., *Phys. Rev. X* 10, 021011 (2020)
[4] R. P. A. Emmanuele, et al., *Nat. Comm.* 11, 3589 (2020).
[5] M. A. Bastarrachea-Magnani, et al., *Phys. Rev. Lett.* 126, 127405 (2021).
[6] A. Julku, et al., arXiv:2103.16313 (2021).
-

19. Bose-Einstein condensates as tool for the deduction of a photonic mass

25 Jun 11:00

Abel Camacho Quintana

Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Ciudad de México

The possibility of a non-vanishing photonic mass was considered by Proca 85 years ago and is an example of the attempts to generalize electrodynamics. The present work deduces an upper bound for this possible mass employing a Bose-Einstein condensate placed in a satellite orbiting a star.

20. ¿Cómo se mide la localización de estados cuánticos en el espacio fase?

David Villaseñor¹, Saúl Pilatowsky-Cameo¹, Miguel A. Bastarrachea-Magnani², Sergio Lerma-Hernández³, y Jorge G. Hirsch¹

¹Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México, Ap. Postal 70-543, 04510, Ciudad de México, México

²Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, San Rafael Atlixco 186, 09340, Ciudad de México, México

³ Facultad de Física, Universidad Veracruzana, Circuito Aguirre Beltrán s/n, 91000, Xalapa, Veracruz, México

En este trabajo presentamos un esquema general para definir medidas de localización de estados cuánticos en el espacio fase de un sistema físico, a las cuales denominamos ocupaciones de Rényi. El estudio de la localización de estados es relevante para entender la conexión existente entre la dinámica clásica y cuántica de un sistema, pues en muchas ocasiones se tienen ideas preconcebidas que no necesariamente son correctas. Por ejemplo, la idea de que un estado cuántico estará completamente distribuido en un régimen caótico. Por otro lado, la manera más sencilla de representar un estado en el espacio fase es a través de una función de cuasi probabilidad, como la función de Husimi, y es precisamente esta función la que permite definir medidas de localización que utilizan entropías basadas en ella, ya que usualmente en física se utiliza la exponencial de una entropía para medir cuanto se distribuye un estado. El modelo que estudiamos se conoce como modelo de Dicke y describe la interacción de un sistema dentro de una cavidad constituido por un campo de radiación con frecuencia ω y un conjunto de \mathcal{N} átomos de dos niveles con frecuencia de transición del estado base al primer estado excitado ω_0 , y donde la interacción átomo campo está controlada por un parámetro γ . Cada término del siguiente Hamiltoniano esquematiza la energía de cada uno de los términos anteriores

$$\hat{H}_D = \omega \hat{a}^\dagger \hat{a} + \omega_0 \hat{J}_z + \frac{\gamma}{\sqrt{\mathcal{N}}} (\hat{a}^\dagger + \hat{a}) (\hat{J}_+ + \hat{J}_-). \quad (1)$$

Es bien sabido que los estados coherentes son los estados cuánticos que minimizan el principio de incertidumbre de Heisenberg y debido a esta propiedad se pueden realizar aproximaciones semiclásicas. De esta manera, cuando se toma el valor esperado del Hamiltoniano (1) entre estados coherentes se puede obtener un modelo clásico que nos proporciona un espacio fase de cuatro dimensiones no acotado. Cuando el espacio fase no está acotado nos enfrentamos a encontrar estados arbitrariamente deslocalizados y la selección de un subespacio acotado dentro del no acotado es de vital importancia, toda vez que éste sirva como valor de referencia para definir la localización del estado adecuadamente. En particular, estudiamos dos ocupaciones de Rényi en el espacio fase del modelo de Dicke, la primera definida en el subespacio atómico del modelo y la segunda definida sobre capas de energía clásica. Los resultados muestran que la elección de diferentes subespacios nos conduce a diferentes interpretaciones sobre localización

de estados cuánticos y nos muestra que no existe una manera absoluta de definir estas medidas.

Referencias

- [1] D. Villaseñor, S. Pilatowsky-Cameo, M. A. Bastarrachea-Magnani, S. Lerma-Hernández, and J. G. Hirsch, *Phys. Rev. E* (103), 052214 (2021).
 - [2] Q. Wang and M. Robnik, *Phys. Rev. E* (102), 032212 (2020).
-

21. Comportamiento superhidrofóbico de superficies de silicio texturizadas electroquímicamente

Aurelio Jiménez Hernández¹, J. F. Jiménez-Jarquín², A. Méndez-Blas³

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Oaxaca, Av. Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125, Esq. Calzada Tecnológico, C. P. 68030, Oaxaca, México.

²Departamento de Metal-Mecánica, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Oaxaca, Av. Ing. Víctor Bravo Ahuja No. 125, Esq. Calzada Tecnológico, C. P. 68030, Oaxaca, México.

³Instituto de Física “Ing. Luis Rivera Terrazas”, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, 14 Sur y Av. San Claudio, C. P. 72570, Puebla, México.

Las superficies hidrofóbicas han tenido una gran cantidad de aplicaciones tecnológicas en diversas áreas, particularmente, el silicio poroso se ha convertido en un material que no solamente exhibe propiedades ópticas relevantes, sino además presenta un comportamiento ya sea hidrofílico o hidrofóbico según sus características superficiales, que a su vez dependen de las condiciones experimentales llevadas a cabo durante el tratamiento electroquímico.

En el presente trabajo de investigación se explora el comportamiento hidrofóbico de muestras de silicio tratadas electroquímicamente, variando principalmente los tamaños de poro, presentando tres casos relevantes, nanoporos, mesoporos y macroporos, los cuales se obtienen al variar la intensidad de corriente eléctrica, las concentraciones de disolución o el tiempo de ataque químico. La morfología superficial se caracterizó con microscopía electrónica de barrido y a través de fotografía digital se midieron los ángulos de contacto para determinar el comportamiento hidrofóbico.

Los resultados muestran un comportamiento superhidrofóbico en especímenes con tiempos de ataque electroquímico de 4 minutos en HF:DMSO (ácido fluorhídrico y dimetilsulfóxido) a una concentración de 3:8, obteniéndose silicio macroporoso con poros de aproximadamente 50 nanómetros de diámetro en promedio. Las mediciones del ángulo de contacto muestran un ángulo aproximado de 120° , lo cual indica un comportamiento superhidrofóbico. Las muestras con nanoporos o mesoporos exhiben comportamientos más bien hidrofílicos.

Agradecimientos

Lo autores agradecen al Laboratorio de Microscopía del Instituto Tecnológico de Oaxaca y al M. C. Luis Humberto Robledo Taboada por el apoyo brindado con la caracterización superficial y con el desarrollo de los experimentos. Aurelio Jiménez Hernández agradece al CONACYT por la beca otorgada durante sus estudios de maestría.

22. Estudios teóricos y experimentales de procesos 2PA de la cianina IR780

25 Jun 13:00

César A Guarín^{1,2}, Luis Guillermo Mendoza Luna^{1,2}, Emmanuel Haro Poniatowski¹,
José Luis Hernández Pozos¹

¹Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I). Av. San Rafael Atlixco No 186. Col Vicentina. C.P 09340. Ciudad de México. México.

²Catedrático CONACYT - Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I). Av. San Rafael Atlixco No 186. Col Vicentina. C.P 09340. Ciudad de México. México.

Las cianinas son un tipo de materiales que ha sido estudiado durante más de 100 años [1]. Sus propiedades ópticas, fisicoquímicas y su fotofísica son de trascendental interés y son relevantes para tecnologías que aprovechan el fenómeno de la absorción de luz. Particularmente, las propiedades de absorción de dos fotones (2PA) de moléculas orgánicas se proponen para su uso en diversas tecnologías emergentes como son el control coherente con láser, fotofarmacología, almacenamiento 3D, o en imágenes tridimensionales de tejido biológico [2,3]. En este trabajo se estudió la eficiencia de 2PA del colorante IR780 mediante la técnica de fluorescencia inducida por dos fotones (TPIF) [4]. Se cuantificó la banda completa 2PA de los estados electrónicos superiores por medio de un sistema láser de femtosegundos acoplado a un OPA, excitando las muestras en un intervalo entre 850 y 1000 nm. Combinando resultados experimentales y cálculos a nivel DFT se buscó elucidar las bases estructurales que son responsables de la alta eficiencia de 2PA observada (2800 GM para una molécula de menos de 1000 Da). Se discuten los estados electrónicos excitados involucrados en estos procesos ópticos, así como la ventaja de esta molécula conlleva respecto a otros colorantes, ya que permite brindar mayor selectividad y control espacial y temporal para diversos procesos iniciados por 2PA desde estados electrónicos superiores [5].

Referencias

- [1] Mishra Amaresh, et al. Chemical reviews, 2000, vol. 100, no 6, p. 1973-2012.
- [2] A. Konar, D. Shah, V. Lozovoy, and M. Dantus. J. Phys. Chem. Lett. 2012, 3, 1329-1335
- [3] F. Friedrich, et al., Chem. Commun., 51, 15382 (2015).
- [4] Oulianov, D. A., Optics communications, 191, 235-243 (2001).
- [5] Guarín, Cesar., et al. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2021, vol. 249, p. 119291.

Los autores de este trabajo agradecen profundamente a la UAM-Iztapalapa y al CONACYT por su apoyo.

23. Exploración computacional de la transmisión de luz a través de arreglos nanométricos ordenados y desordenados y de otras nanoestructuras concebidas experimentalmente

Luis Guillermo Mendoza Luna^{1,2}, Luis Elías Robles Barba¹, César A Guarín^{1,2}, Emmanuel Haro Poniatowski¹, José Luis Hernández Pozos¹

¹Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I). Av. San Rafael Atlixco No 186. Col Vicentina. C.P 09340. Ciudad de México. México.

²Catedrático CONACYT - Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I). Av. San Rafael Atlixco No 186. Col Vicentina. C.P 09340. Ciudad de México. México.

En este trabajo se explora de forma computacional el papel de los plasmones de superficie en la transmisión óptica de luz visible a través de diversos arreglos metálicos ordenados y desordenados en la nanoescala. Para ello, se crearon códigos en MATLAB que permitieron diseñar arreglos de puntos que representan una serie de estructuras ordenadas y desordenadas de tamaño nanométrico en distintos metales. Con dichos arreglos de puntos, se llevaron a cabo estudios de dispersión de luz por tales estructuras utilizando la aproximación del dipolo discreto. Se calcularon las propiedades ópticas del arreglo, en particular la transmisión de dichos arreglos, y los resultados de nuestros cálculos se compararon con resultados experimentales. Este trabajo se llevó a cabo mediante el software libre DDSCAT, compilado y ejecutado en los clústeres de cómputo Yoltla y Miztli.

Agradecimientos.

El grupo de trabajo agradece profundamente el apoyo del CONACYT a través del programa Cátedras CONACYT, así como al Departamento de Física de la UAM-Iztapalapa. También agradece a la UAM-Iztapalapa y a LANCAD el acceso a los clústeres Yoltla y Miztli.

24. Número de Weber en el resultado de colisiones binarias de gotas cuánticas

25 Jun 14:00

J. E. Alba-Arroyo, S. Caballero, y R. Jáuregui

Departamento de Física Cuántica y Fotónica, Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. de México C.P. 04510, México

Se reporta un análisis teórico de las colisiones binarias entre gotas cuánticas bajo condiciones realistas. Se consideran gotas formadas por gases degenerados de Bose diluidos formados por mezclas binarias de átomos ultrafríos. Se reportan expresiones confiables para la tensión superficial obtenidas a través del estudio de excitaciones del estado base a bajas energías usando la teoría de la Aproximación de Fases Aleatorias. Se evalúa su relevancia considerando una estimación del valor esperado de la energía usando el teorema variacional de Thouless. Nuestras expresiones para la tensión superficial permiten calcular el número de Weber de distintas colisiones. Se identifican varios regímenes en el resultado de colisiones frontales entre gotas idénticas que van de coalescencia a desintegración en gotas más pequeñas. Analizamos las dificultades de observar éstos efectos derivados de la evaporación dada por las colisiones de tres cuerpos de los átomos que forman dichas gotas.

25. Estructuras periódicas inducidas por láser (LIPSS) en metales

Paulina Segovia Olvera^{1,2}, Santiago Camacho López¹

¹Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C., 22860, México.

²Catedrático CONACYT - Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C., 22860, México.

Las superficies nano-estructuradas son de gran interés debido a sus aplicaciones en la ciencia, , en la biomedicina y en la industria. Existen diferentes métodos para producir este tipo de superficies, el más utilizado es la litografía ya que, es una técnica que provee una alta precisión en la fabricación. Sin embargo, este proceso es multi-pasos, requiere condiciones ambientales específicas, consume mucho tiempo y es muy costoso. En este sentido, el procesamiento de materiales con pulsos ultra-cortos ha emergido como una alternativa, robusta y económica, para generar superficies nano-estructuradas en varios materiales por medio de la formación de estructuras periódicas inducidas por láser (LIPSS, por sus siglas en inglés). Estas estructuras se clasifican de acuerdo con su periodicidad en LIPSS de baja frecuencia espacial (LSFL) y LIPSS de alta frecuencia espacial (HSFL). En esta presentación se mostrará el estudio de la influencia de los parámetros de irradiación en la formación de LIPSS en películas delgadas de bismuto y titanio, y se discutirán sus posibles aplicaciones.

26. Dynamics of nanoparticle self-assembly by liquid crystal sorting in two dimensions.

25 Jun 15:30

F. Gael Segura-Fernández, Emmanuel Flores-Calderón, Erick F. Serrato-García and Orlando Guzmán

Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Ciudad de México

We study nonlinear dynamical equations for coupled conserved and non-conserved fields describing nanoparticle concentration and liquid crystal order parameter, respectively, and solve them numerically over bidimensional domains. These equations model the rapid segregation of nanoparticles away from nematic domains, which has been observed experimentally in a suspension of gold nanoparticles in 5CB below the isotropic-nematic transition temperature. We find that, after an instantaneous quench lowering the temperature below the transition one, an initial linear regime where the ordering of the nematic phase proceeds exponentially with time. Only after a lag period the nanoparticle material couples effectively to the LC order parameter and segregates to regions that are less orientationally ordered. The lag period is followed by the onset of nonlinear dynamics and saturation of the order parameter. Our modeling approach can be extended in a straightforward manner to cases where the cooling rate is finite and to other systems where a locally conserved concentration is coupled to an orientation field, such as active Langmuir monolayers, and possibly to other examples of nonlinear dynamics in ecological or excitable media problems.

27. Mean field free-energy coupling parameter of nanoparticles and liquid crystal from molecular simulation of the isotropic-nematic transition.

25 Jun 16:00

Emmanuel Flores-Calderón, F. Gael Segura-Fernández, Erick F. Serrato-García,
Rodrigo Sánchez and Orlando Guzmán

Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Ciudad de
México

Dynamical models of nanoparticle assembly guided by liquid crystals require as input mean-field models for the free energy of nanoparticle-mesogen mixtures. Current microscopic theory offers limited guidance for modeling the coupling parameter g between particle concentration and nematic order parameter. We used molecular dynamics simulations of rigid chains of Lennard-Jones segments and larger LJ nanoparticles to determine g from shifts in the isotropic-nematic transition temperature. We found good agreement between a Landau-de Gennes free energy model and available experimental data for transition temperature shifts in 8CB mixed with nanoscale dopants (biphenyl and cyclohexane) and estimated that $g = 53$ MPa at standard pressure. We also found that g increases as the fourth power of pressure and that the entropy change across the isotropic-nematic transition is independent of pressure. In addition, g increases linearly with the volume of individual nanoparticles. The latter result is useful to predict the latent heat of the transition for this type of mixtures. Therefore, molecular dynamics simulations with improved detail are expected to be very well suited to provide accurate information regarding the coupling parameter g of nanoparticle-mesogen mixtures, especially if advanced simulation methods originally developed for determination of chemical potentials are adapted for this new purpose.

28. Nanoparticle self-assembly at the isotropic-nematic transition: Linear stability analysis and nonlinear saturation for pattern formation

25 Jun 16:30

Erick F. Serrato-García, F. Gael Segura-Fernández, Emmanuel Flores-Calderón,
Rodrigo Sánchez and Orlando Guzmán

Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Ciudad de
México

We apply linear stability analysis to a dynamic model of mixtures of mesogens and nanoparticles and identify the stability conditions leading to self-assembly of superstructures made of nanoparticles.

We show that a model including only the scalar order parameter of nematic liquid crystals and another model that incorporates the alignment tensor as the order parameter yield the same stability criteria, owing to degenerate eigenvalues obtained from the analysis of the corresponding linearized dynamical equations.

In addition, numerical solutions of the fully nonlinear dynamic model confirm that we can use the linear instability criteria for small harmonic perturbations to obtain robust formation of nanoparticle patterns with long range order. Different combinations of plane-wave perturbations produce initial tessellates that give rise to stable steady states with super-crystals of various geometric forms.

Carteles

1. Una partícula sujeta a un potencial de oscilador armónico y un campo eléctrico constante confinada en una región circular.

Elizabeth Cruz Osorio, Norberto Aquino Aquino

Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Ciudad de México

En este trabajo realizamos el estudio del sistema que consiste en un electrón que se encuentra sujeto a un potencial de oscilador armónico isótropico bidimensional, inmerso en un campo eléctrico constante y confinado en una región circular plana de radio r_0 . Para obtener las energías propias y las funciones de onda del sistema, utilizamos el método variacional lineal, en el cual, la función de onda aproximada se construyó a partir de una combinación lineal de las funciones de onda del oscilador armónico isótropico bidimensional confinado en una región circular. Presentamos de manera gráfica la variación de la energía como función de la magnitud del campo eléctrico. Como medidas de localización o deslocalización de la partícula, calculamos la desviación estándar y la entropía de Shannon en el espacio de configuración y en el espacio de momentos, como función del campo eléctrico para un radio de confinamiento fijo.

Agradecimientos.

A la Universidad Autónoma Metropolitana por la beca de estudios de doctorado y al comité organizador del TaDEM por darnos la oportunidad de presentar el trabajo.

2. Dinámica de la interacción entre un átomo de 3 niveles y un campo cuantizado de uno y dos modos.

Alejandra del Río Lima, Freddy Jackson Poveda Cuevas, Octavio Castaños Garza
Instituto Física, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación
Científica Ciudad Universitaria CP 04510 México, CDMX

Se estudió la interacción de un átomo de tres niveles en configuración Λ con un campo cuantizado de uno y dos modos utilizando un modelo generalizado de Tavis-Cummings que considera reglas de transición dipolar. Así, la restricción de considerar únicamente transiciones entre estados de distinta paridad nos permite elegir una base adecuada. Los Hamiltonianos resultantes para ambos casos (interacción con un campo de un modo e interacción con un campo de dos modos) resultan ser matrices de 3×3 que pueden ser diagonalizadas analíticamente bajo una cierta configuración de desintonía. Los vectores propios obtenidos, también conocidos como estados vestidos, se comparan entre sí para comprender cómo afecta la presencia de un segundo modo del campo electromagnético.

Se hace un análisis de las transiciones de fase para determinar diferentes estados base para los cuales se estudia su dinámica y el enredamiento generado por la interacción, a través de la entropía lineal y la variación de los parámetros. Finalmente, los sistemas también son caracterizados por funciones como la autocorrelación, las coherencias y las probabilidades de ocupación de los estados atómicos.

Agradecimientos. AdRL y FJPC agradecen a CONACYT por la financiación de la beca y por el proyecto de Ciencia Básica A1-S-39242

3. Enfriamiento sub-Doppler para dos isótopos de Litio

Viani Suhail Morales Guzmán, Freddy Jackson Poveda Cuevas

Instituto Física, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica Ciudad Universitaria CP 04510 México, CDMX

El litio es un elemento ampliamente usado en experimentos de átomos ultrafríos. Se puede presentar de dos formas isotópicas, con naturaleza fermiónica (${}^6\text{Li}$) y bosónica (${}^7\text{Li}$). En este trabajo se estudia la posibilidad de enfriar una mezcla de gases de los mencionados isótopos de litio simultáneamente usando la técnica de enfriamiento por “melaza gris”. Esta técnica combina dos mecanismos de enfriamiento, Enfriamiento Sísifo y VSCPT (Velocity Selective Coherent Population Transfer). Dependiendo de las características del campo de luz, el enfriamiento se lleva a cabo en alguna de las diferentes líneas de transición del átomo en cuestión. En particular, la línea de transición D2 de ${}^6\text{Li}$ y la D1 de ${}^7\text{Li}$ son relativamente cercanas (670.977nm y 670.9767nm respectivamente), motivados por esto, se ocurre que bajo ciertas condiciones se puede lograr una muestra ultrafría de ambos isótopos. En este trabajo se estudian dichas condiciones y se determina si es posible obtener un enfriamiento simultáneo de manera eficiente.

Agradecimientos. VSMG y FJPC agradecen a CONACYT y al Proyecto de Ciencia-Básica A1-S-39242, Laboratorio de Materia Ultrafría.

4. Estudio de la Integral de camino de un gas bosónico en una trampa armónica

Francisco Javier Cárcamo Verde, Freddy Jackson Poveda Cuevas

Instituto Física, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica Ciudad Universitaria CP 04510 México, CDMX

Dentro de los formalismos de la mecánica cuántica la integral de camino resulta de gran utilidad cuando abordamos problemas en áreas como la física estadística y la segunda cuantización. Una de las características más importante de la integral de camino es que la acción aparece como una fase, y se puede usar tanto el Hamiltoniano como el Lagrangiano, ya que a través de estos podemos determinar cómo los caminos probabilísticos contribuyen como peso a la amplitud de transición. En este trabajo mostramos el camino natural para conectar la mecánica cuántica con la mecánica estadística, realizando una rotación de Wick sobre en la integral de camino, encontramos la función de partición para un oscilador armónico. A partir de esta, calculamos las cantidades termodinámicas en el ensamble canónico como son la energía interna, la energía libre y la entropía. Posteriormente pasamos al ensamble gran canónico para encontrar el número de partículas de un gas de bosones sin interacción en un potencial armónico isotrópico en tres dimensiones.

FJCV y FJPC agradecen a CONACYT y el proyecto de Ciencia-Básica A1-S-39242

5. Enfoque informacional para el átomo de Helio confinado

C. R. Estañón¹, N. Aquino ¹ y R. P. Sagar²

¹Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I). Av. San Rafael Atlixco No 186. Col Vicentina. C.P 09340. Ciudad de México. México.

²Departamento de Química. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I). Av. San Rafael Atlixco No 186. Col Vicentina. C.P 09340. Ciudad de México. México.

En este trabajo estudiamos el estado base del átomo de helio confinado en una caja esférica impenetrable de radio r_0 . La función de onda de prueba del helio se construye como el producto de dos funciones tipo hidrogenoide (sujetas al mismo tipo de confinamiento), con y sin, una función de correlación que incorpora al término r_{12} . Calculamos las energías óptimas y las entropías de Shannon en el espacio de configuración como función de r_0 . Comparamos las entropías de Shannon de las funciones de prueba, con y sin, correlación electrónica.

Agradecimientos.

A la UAM por la beca otorgada y permitir la realización de este trabajo

6. Módulo Compensatorio de Vibraciones para un Gravímetro Cuántico

J. L. López González¹, J. A. Franco Villafañe¹, E. Gómez¹ N.V. Corzo Trejo², K. Jiménez García², D. Alegría Meza³, J.G. Carmona Moreno¹, E. De Carlos López⁴, J. Flores Mijangos³, S. Hamzeloui³, J. Jiménez-Mier³, D. López Jacinto³, C.J. López Monjaraz², J.M. López Romero², A. López Vázquez¹, A. Medina Herrera², R. Méndez Fragoso³, G.A. Olivares Rentería¹, C. A. Ortiz Cardona⁴, H. Peña Vega², J.G. Raboño Borbolla², F. Ramírez Martínez³, V. M. Valenzuela Jiménez⁵

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí

²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Querétaro

³Universidad Nacional Autónoma de México

⁴Centro Nacional de Metrología, CENAM

⁵Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, UAS

Un gravímetro cuántico mide la aceleración absoluta de la gravedad g mediante el uso de interferometría atómica. En el proceso interferométrico una nube de átomos de ^{87}Rb interactúan con dos haces láser contrapropagantes. Estos haces se producen a partir de un solo haz que se refleja sobre un espejo colocado al final del tubo de vuelo del gravímetro, por lo que para alcanzar una buena precisión en g , entre otras cosas, es necesario conocer la diferencia de fase introducida por los desplazamientos del espejo. Este trabajo reporta los avances realizados en el diseño y desarrollo del módulo de compensación de fase que se llevan a cabo por el grupo Grávico en la construcción de un gravímetro cuántico portátil.

Financiamiento: CONACYT, UASLP.

7. Sistema de modulación laser para su aplicación en tecnologías cuánticas

A. López-Vázquez¹, D. Alegría-Meza², J.G. Carmona-Moreno¹, N.V. Corzo-Trejo⁴, E. DeCarlos-López³, J. Flores-Mijangos², J.A. Franco-Villafañe¹, E. Gómez-García¹, S. Hamzeloui², L. Hoyos-Campo², K. Jiménez-García⁴, J. Jiménez-Mier², D. López-Jacinto², C.J. López-Monjaraz⁴, M. López-Romero⁴, J.L. López-González¹, A. Medina-Herrera³, R. Méndez-Fragoso², G. Olivares-Rentería¹, C.A. Ortiz-Cardona³, H. Peña-Vega⁴, J. Raboño-Borbolla⁴, F. Ramírez-Martínez² y V.M. Valenzuela-Jiménez⁵

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

²Universidad Nacional Autónoma de México.

³Centro Nacional de Metrología, CENAM.

⁴Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del IPN – Unidad Querétaro.

⁵Universidad Autónoma de Sinaloa.

Grávico es una colaboración multi-institucional que reúne a algunos de los principales grupos de investigación en manipulación atómica de México. Su principal objetivo es el desarrollo de un Gravímetro Cuántico Portátil. Este instrumento será el primer dispositivo que emplea Tecnologías Cuánticas para medir la gravedad fabricado en Latinoamérica. Su diseño y construcción permitirá realizar mediciones absolutas de la aceleración de la gravedad. Esto se logrará mediante la implementación de un interferómetro atómico que detectará el cambio de fase en los estados cuánticos de una nube de átomos fríos en caída libre. El Gravímetro Cuántico Portátil constará principalmente de tres módulos: una fuente láser estabilizada con ancho de línea angosto, un sistema de modulación para la generación de múltiples haces, y una cámara de ultra alto vacío estabilizada a vibraciones mecánicas. El desarrollo de esta tecnología en el país, dará paso a mejorar los modelos de predicción para la localización de mantos acuíferos, exploración de hidrocarburos, minerales, monitoreo de fallas tectónicas, así como para el desarrollo de nuevos sensores y sistemas de navegación. Aquí nos enfocamos en hablar sobre los avances de la caja de modulación. Esta caja recibe una frecuencia de entrada (único haz laser) para dar a la salida 7 frecuencias ópticas diferentes, con una diferencia de frecuencia en el rango de los GHz. Las aplicaciones de esta caja de modulación pueden impactar tanto la parte de enseñanza como la de desarrollo de nuevas tecnologías, ya que ofrece todo lo necesario para la realización de la manipulación atómica avanzada.

Financiamiento: FORDECYT 297126. Fronteras de la Ciencia 157. UNAM-PAPIIT IN114719. LANMAC 260704. CONCYTEQ

8. Método variacional en estudio de la dinámica de un gas cuántico confinado en un potencial toroidal

Ana Karen Cuervo Montiel, Freddy Jackson Poveda Cuevas

Instituto Física, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica Ciudad Universitaria CP 04510 México, CDMX

En este trabajo, se realiza un análisis detallado del tratamiento variacional para estudiar la dinámica de un gas cuántico confinado utilizando la ecuación de Gross-Pitaevskii y el Thomas-Fermi extendido para un régimen de alta interacción o unitario, para un potencial modelado por una función tipo toroidal, compuesta por un potencial armónico y un haz Gaussiano. La nube de átomos presenta una simetría axial donde la frecuencia del movimiento en la dirección vertical es menor que la frecuencia en la dirección horizontal. Se calculan las ecuaciones correspondientes de los parámetros variacionales para los dos regímenes. En este estudio de la dinámica de los sistemas antes mencionados, se realizó un análisis detallado para la expansión libre de la nube, observando aspectos como la evolución dinámica y la solución numérica de las ecuaciones para los parámetros variacionales.

Agradecimientos. AKCM y FJPC agradecen a CONACYT, al Proyecto de Ciencia-Básica A1-S-39242, y al Laboratorio de Materia Ultrafría.

9. Dispensador de átomos de rubidio mediante LIAD

Haydee Guadalupe Ochoa Campos¹, Oswaldo Alejandro Sandoval León¹, Eduardo Gómez¹, Karina Garay-Palmett², Rafael Salas-Montiel³

¹Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, 78290, México.

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C., 22860, México.

³Light, nanomaterials, and nanotechnologies, L2n CNRS ERL 7004, Université de technologie de Troyes, Troyes, France.

Los átomos fríos son sistemas ideales para realizar mediciones de precisión como son los experimentos de gravimetría, uno de los grandes retos de las tecnologías cuánticas hoy en día es el de crear dispositivos portátiles capaces de crear gases atómicos fríos, sin embargo, existe el inconveniente del gran consumo de energía que este puede requerir en un ambiente fuera del laboratorio; por ejemplo, los dispensadores de átomos convencionales tipo Getter requieren de aproximadamente 10 W de potencia, además de que agregan una carga significativa de gas al vacío que limita el tiempo de vida útil de las trampas magneto-ópticas.

En esta dirección proponemos el diseño de un dispensador de átomos de rubidio basado en el efecto de LIAD (Light Induced Atomic Desorption). Este dispensador será de bajo consumo, ya que el láser que se utilizará para la desorción de los átomos requerirá de una potencia de tan solo 200 mW aproximadamente y, por lo tanto, podrá funcionar con una batería de uso común, adicionalmente el dispensador favorece a que se preserve el vacío en la trampa, debido al comportamiento que presenta el fenómeno LIAD. La idea general es acoplar el láser a una guía de onda plana, de manera que exista reflexión total interna, y la intensidad correspondiente a la onda evanescente, libere los átomos que se ubicarán en la parte superior del núcleo de la guía.

Financiamiento: CONACYT y UASLP.

10. Átomo de Helio en 2D en un campo magnético constante: estado base

José Manuel Pérez Minguela

Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I). Av. San Rafael Atlixco No 186. Col Vicentina. C.P 09340. Ciudad de México. México.

Se realiza un estudio variacional del átomo de helio en dos dimensiones bajo la aproximación de Born-Oppenheimer en presencia de un campo magnético B constante, uniforme y perpendicular al plano que lo contiene. Se calcula la energía del estado base utilizando una función de prueba tipo Hylleraas con correlación electrónica. En particular, se muestra por primera vez que la energía variacional correspondiente puede ser calculada analíticamente. Comparamos los casos 3D y 2D, mostrando resultados explícitos para campos magnéticos pequeños.

Agradecimientos.

Al Dr. Adrián Escobar por su apoyo y disponibilidad para realizar esta investigación.

11. Investigando los canales de relajación de estados electrónicos en algunas lactonas.

Aldair Villasana Barrera¹, César A Guarín^{1,2}, Luis Guillermo Mendoza Luna^{1,2},
Emmanuel Haro Poniatowski¹, José Luis Hernández Pozos¹

¹Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I). Av. San Rafael Atlixco No 186. Col Vicentina. C.P 09340. Ciudad de México. México.

²Catedrático CONACYT - Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I). Av. San Rafael Atlixco No 186. Col Vicentina. C.P 09340. Ciudad de México. México.

Cuando una molécula absorbe fotones, por ejemplo, de la región espectral UV-visible (de 250 a 700 nm), el estado de la molécula pasa del estado fundamental a cualquiera de los diversos estados electrónicos excitados [1]. Investigar cómo evolucionan dichos estados es importante para determinar cuáles son los canales foto-físicos que los desactivan y así proponer su uso en tecnologías que usen fotones, por ejemplo, en terapia fotodinámica, transferencia de carga y microscopía de fluorescencia. En este trabajo se estudiaron los diferentes procesos en moléculas del tipo lactonas (cumarinas), revisando los distintos canales de desactivación después de la foto-absorción y usando enfoques espectroscópicos y de cálculos de estructura electrónica [2-3]. Se escogió un conjunto de cumarinas que presentan diferencias en sus propiedades ópticas y en sus estructuras moleculares, empleando metodologías del funcional de la densidad independiente y dependiente del tiempo, para obtener diversos parámetros estructurales y ópticos. Se mostrarán resultados computacionales para comprender las causas de la diferencia observada en la fotofísica de lactonas evidenciando cuáles son los estados electrónicos involucrados en los procesos de desactivación radiativa y no radiativa de estas moléculas. Para llevar a cabo este trabajo se hizo uso del software Gaussian 09 instalado en el cluster de cómputo Yoltla de la UAM-Iztapalapa que pertenece a LANCAD. Los autores de este trabajo agradecen profundamente al Laboratorio de Supercómputo, a la UAM-Iztapalapa y al CONACYT por su apoyo.

Referencias

- [1] BROWN, Bob. 1997, vol. 10, no 53, p. 1605-1606.
 - [2] MOHI, Ali T., et al. World Scientific News, 2017, vol. 2, no 70, p. 216-229.
 - [3] J. Antony, S. Grimme. Phys. Chem. Chem. Phys. 8 (2006) 5287-5293.
-

12. Construyendo una cámara UV-vis ultrarrápida

Ana Laura Mariscal González¹, César A Guarín^{1,2}, Luis Guillermo Mendoza Luna^{1,2},
Emmanuel Haro Poniatowski¹, José Luis Hernández Pozos¹

¹Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I). Av. San Rafael Atlixco No 186. Col Vicentina. C.P 09340. Ciudad de México. México.

²Catedrático CONACYT - Departamento de Física. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa (UAM-I). Av. San Rafael Atlixco No 186. Col Vicentina. C.P 09340. Ciudad de México. México.

La invención del láser ha abierto una ventana de oportunidad para el estudio de diversos materiales y procesos internos de la materia. Especialmente, el desarrollo de láseres pulsados ha logrado conseguir resoluciones de atto y femtosegundos [1-2], con lo que ha sido posible adentrarse en el mundo de los procesos ultrarrápidos, y que a su vez ha posibilitado el estudio del movimiento de núcleos y de procesos como la transferencia de protones o de electrones [3]. Para ello, ha sido de vital importancia no solo el desarrollo y mejoramiento de los sistemas láser, sino el de técnicas que permitan medir y recolectar los datos de una manera adecuada. En este trabajo se presenta una propuesta para un arreglo experimental inicio-prueba de absorbancia transitoria instalada en el Laboratorio de Nanotecnología, Fotónica y Procesos Ultrarrápidos de la UAM-I. De la misma manera, se hace una descripción del sistema láser y los equipos de detección con los que se pretende investigar la transferencia de protón en moléculas del tipo cumarinas.

Agradecimientos a la Universidad Autónoma Metropolitana, especialmente al Laboratorio de Nanotecnología, Fotónica y Procesos Ultrarrápidos.

Referencias

- [1] Claude Rullière and Robert R. Alfano. Femtosecond Laser Pulses: Principles and Experiments, volume 52. 1999.
 - [2] Jean-Claude Diels and Rudolph Wolfgang. Ultrashort Laser Pulse Phenomena. Second edition, 2014.
 - [3] Barba Barba Rodrigo Misael. “Absorción no lineal en moléculas semiconductoras orgánicas y su estudio mediante absorción transitoria”. p. 95, 2016.
-

13. Trinquete térmico forzado no Markoviano y su energética.

Oliver Contreras-Vergara¹, Norma Sánchez-Salas¹, José I. Jiménez-Aquino²

¹Departamento de Física, Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional, Edif. 9 UP Zacatenco CP 07738 CDMX México.

²Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, CP 09340 CDMX, México.

El modelo del trinquete térmico forzado se propuso como un caso de motor Browniano que opera a escala mesoscópica [1]. Este modelo presentado por primera vez por Magnasco [2] toma su inspiración en el trinquete y rueda dentada de Feynman [3], y básicamente es una máquina capaz de rectificar fluctuaciones para generar una corriente dirigida de partículas [4-5]. El sistema consta de partículas Brownianas atrapadas en un potencial periódico, lineal y asimétrico bajo la influencia de un ruido térmico (el cual proviene del ambiente que le rodea), así como del arrastre provocado por las moléculas del medio; cuando el sistema se pone fuera del equilibrio mediante una perturbación que puede (o no) ser estocástica, experimentará un movimiento promedio direccionado. En este trabajo se lleva a cabo una extensión del modelo de Magnasco al caso no Markoviano y se hace un análisis de su energética. En el caso no Markoviano se considera una ecuación de Langevin generalizada con un kernel de fricción tipo Ornstein-Uhlenbeck, y su energética se estudia tomando como base el trabajo de Kamegawa et al. [6], en este último se demuestra, en el caso Markoviano, que la presencia de las fluctuaciones no incrementa la eficiencia en la transformación energética del sistema.

En el caso no Markoviano se ha considerado un potencial no lineal, así como una carga y una fuerza manejadora dependiente del tiempo y se ha calculado una expresión analítica cuasi-Markoviana para la corriente de probabilidad y para la eficiencia del sistema en el régimen sobreamortiguado con una aproximación lineal. A partir de este análisis se encontró que los efectos de la memoria reducen tanto la corriente como la eficiencia en comparación con el caso Markoviano.

[1] P Reimann, R Bartussek, R Häussler, P Hänggi, Brownian motors driven by temperature oscillations. *Phys. Lett. A*, 215.1-2 (1996) 26-31.

[2] M.O. Magnasco, Forced thermal ratchets, *Phys. Rev. Lett.* 71(10) (1993) 1477.

[3] Feynman, R. P., Sands, M., Leighton, R. B. (2015). *The Feynman Lectures on Physics*, boxed set: The new millennium edition (p. 1552). Basic books.

[4] P. Reimann, Brownian motors: noisy transport far from equilibrium. *Phys. Rep.* 361. 2-4 (2002) 57-265.

[5] P. Hänggi, F. Marchesoni and F. Nori, Brownian motors, *Ann. Phys.* 14 (2005) 51-70.

[6] H. Kamegawa, T. Hondou, F. Takagi, Energetics of a Forced Thermal Ratchets, *Phys. Rev. Lett.* 80(24) (1998) 5251.

Índice de autores

- Alba-Arroyo
J.-E., 31
- Alegría-Meza
D., 42, 43
- Alonso-Garduza
R. , 23
- Aquino-Aquino
Norberto, 37, 41
- Bastarrachea-Magnani
M.-A., 24–26
- Bruun
G.-M., 24, 25
- Caballero
S., 31
- Cabrera-Trujillo
Remigio , 21
- Camacho-Guardián
A., 24, 25
- Camacho-López
Santiago, 32
- Carmona-Moreno
J. G., 42, 43
- Castaños Garza
Octavio, 38
- Contreras-Vergara
Oliver, 49
- Corella-Madueño
Adalberto, 10
- Corzo-Trejo
N. V., 42, 43
- Cruz-Jiménez
Salvador-A., 7–9
- Cruz-Osorio
Elizabeth, 37
- Cuervo Montiel
Ana Karen, 44
- Cárcamo Verde
Francisco Javier, 40
- De Carlos López
E., 42
- de-la-Rosa
J., 18
- de-Urquijo
Jaime, 17, 19
- DeCarlos-López
E., 43
- del Río Lima
Alejandra, 38
- Demésy
Guillaume, 12
- Díaz-García
Cecilia , 8
- Escobar
Adrián, 11
- Estañón
C. R., 41
- Flores-Calderón
Emmanuel, 33–35
- Flores-Mijangos
J., 23, 42, 43
- Franco-Villafañe
J.-A., 16, 42, 43
- Garay-Palmett

Karina, 45
 García-Vergara
 Mauricio, 12
 Garrido-Aguirre
 Diego, 8, 10
 Garza-Olguín
 Jorge, 6, 10
 González-Magaña
 Olmo, 17, 19
 Guarín
 César-A., 29, 30, 47, 48
 Guzmán
 Orlando, 33-35
 Gómez
 E., 16, 18, 42, 43, 45

 Hamzeloui
 S., 42, 43
 Haro-Poniatowski
 Emmanuel, 29, 30, 47, 48
 Hernández-Pozos
 José-Luis, 29, 30, 47, 48
 Hirsch
 Jorge-G., 26
 Hoyos-Campo
 L., 43

 Jiménez García
 K., 42
 Jiménez-Aquino
 José I., 49
 Jiménez-García
 K., 43
 Jiménez-Hernández
 Aurelio, 28
 Jiménez-Jarquín
 J.-F., 28
 Jiménez-Mier
 J., 23, 42, 43
 Julku
 A., 24, 25
 Jáuregui
 Rocío, 22, 31

 Lerma-Hernández
 Sergio, 26
 Ley-Koo
 Eugenio, 5
 López González
 J. L., 42, 43
 López-Fernández
 Germán-E., 14
 López-Jacinto
 D., 42, 43
 López-Monjaraz
 C. J., 42, 43
 López-Romero
 J.M., 42, 43
 López-Vázquez
 A., 42, 43

 Maldonado
 M.-A., 16
 Marangos
 Jon, 1
 Mariscal González
 Ana Laura, 48
 Martínez-Flores
 César, 6
 Martínez-Sánchez
 Michael-Adán, 6
 Medina Herrera
 A., 42
 Medina-Herrera
 A., 43
 Mendoza-Luna
 Luis-Guillermo, 29, 30, 47, 48
 Minguela
 José, 11
 Mora-Garduño
 F. , 17
 Morales Guzmán
 Viani Suhail, 39
 Méndez-Blas
 A., 28
 Méndez-Fragoso
 R., 42, 43

Ricardo, 21

Ochoa Campos
Haydee Guadalupe, 45

Olivares-Pilón
Horacio, 7, 9

Olivares-Rentería
G.A., 42, 43

Ortiz-Cardona
C. A., 42, 43

Peña-Vega
H., 42, 43

Pilatowsky-Cameo
Saúl, 26

Pimenta
W.-M., 16

Plenio
Martin, 2

Poveda Cuevas
Freddy Jackson, 38–40, 44

Pérez
Gerson, 19

Pérez Minguela
José Manuel, 46

Quiroz-Sánchez
G., 23

Raboño-Borbolla
J.G., 42, 43

Ramírez-Martínez
F., 23, 42, 43

Reyes-García
José-Roberto, 7, 8

Rivera-Rodríguez
Homar, 22

Robles-Barba
Luis-Elías, 30

Sagar
R. P., 41

Salas-Montiel
Rafael, 45

Salces Carcoba
F., 20

Sandoval León
Oswaldo Alejandro, 45

Segovia-Olvera
Paulina, 32

Segura-Fernández
F. Gael, 33–35

Serrato-García
Erick F., 33–35

Spielman
I.-B. , 20

Springate
Emma, 3

Strupiechonski
E., 23

Sánchez
Rodrigo, 34, 35

Sánchez-Salas
Norma, 49

Torres-Bustamante
Humberto, 5

U'Ren
Alfred, 4

Valenzuela-Jiménez
V. M., 18, 42, 43

Vargas
Rubicelia, 6

Villasana Barrera
Aldair, 47

Villaseñor
David, 26

Wang
Chumin, 14

Yanajara-Parra
Heichi-Horacio, 10

Zolla
Frédéric, 12