

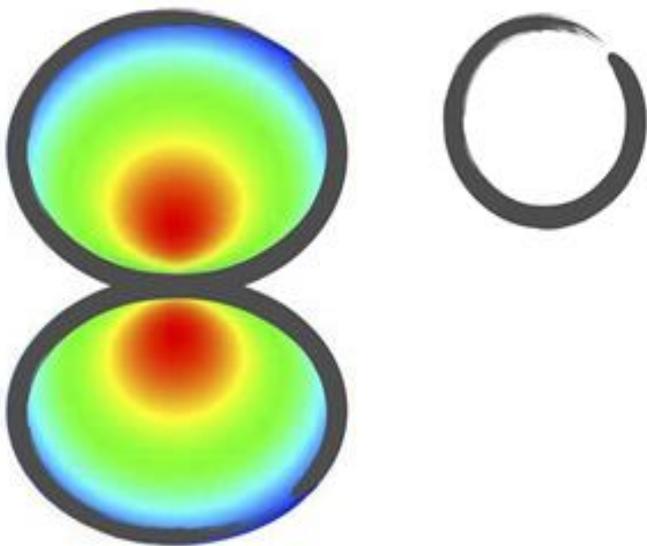
Libro de resúmenes del

Taller de

Dinámica y

Estructura de la

Materia



Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Iztapalapa

20 al 23 de junio, 2017



8° Taller de Dinámica y Estructura de la Materia

Departamento de Física, UAM-Iztapalapa
20 al 23 de junio de 2017
Ciudad de México, México.

Comité Organizador Local:

- Dr. Abel Camacho Quintana, UAM-I.
- Dr. Salvador A. Cruz Jiménez, UAM-I.
- Dr. Emmanuel Haro Poniatowski, UAM-I.
- Dr. José Luis Hernández Pozos, UAM-I.
- Dr. Moisés Martínez Mares, UAM-I.

Comité Asesor:

- Dr. Ricardo Méndez Fragoso, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Dr. Fernando Ramírez Martínez, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.
- Dr. Antonio M. Juárez Reyes, Instituto de Ciencias Físicas, UNAM.
- Dr. Daniel Sahagún Sánchez, Instituto de Física, UNAM.
- Dr. Jorge Seman, Instituto de Física, UNAM.
- Dr. Remigio Cabrera Trujillo, Instituto de Ciencias Físicas, UNAM.

Comité Académico Asesor:

- Dr. Carlos Bunge Molina, Instituto de Física, UNAM.
- Dr. Salvador A. Cruz Jiménez, UAM-I.
- Dr. Jaime de Urquijo Carmona, Instituto de Ciencias Físicas, UNAM.
- Dr. José Ignacio Jiménez Mier y Terán, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.
- Dra. Rocío Jáuregui Renaud, Instituto de Física, UNAM.

Colaboraron en la logística del taller:

- Dr. Luis Guillermo Mendoza Luna
- M. en C. Nahúm Méndez Alba
- Fís Áulide Martínez Tapia
- Fís. Luis Alberto Nava Rodríguez

Índice

PREFACIO	5
Programa TADEM 2017	7
Semblanza (galardonado): Eduardo Gómez García.....	8
Semblanza (invitado): Marcos Dantus	9
Conferencias plenarias	10
P1. Gravimetría atómica.....	10
P2. Mecánica cuántica y gravedad.....	11
P4. Conducción electrónica en redes cuánticas.....	12
P5. Algo Viejo, Algo Nuevo, Algo Fácil, y Algo Complicado en Femtosegundos.	13
Tutoriales	14
T1. Caracterización de materiales con haces de iones.....	14
T2. Pulsos Ultracortos	15
T3. Caracterización de plasmas producidos por láseres de nanosegundos utilizados para la preparación de nanomateriales.....	16
Sesiones orales	17
O1. Efectos de espín en las trayectorias semiclásicas de electrones	17
O2. Efecto Josephson en el cruce BEC-BCS	18
O3. Avances en tres temas de materia y luz	19
O4. Microresonadores de SiC para Experimentos de OptoMecánica Cuántica a Temperatura Ambiente.....	21
O5. Observación de la transición cuadrupolar eléctrica $5p_{3/2}$ - $6p_{3/2}$ en átomos fríos de rubidio.....	22
O6. Generación de luz azul coherente por mezclado de cuatro ondas en rubidio	23
O7. Tiempos de retardo en sistemas cuánticos caóticos.....	24
O8. Condensados de Bose-Einstein y sus perspectivas para detectar efectos gravitacionales	25
O9. Sistema Raman de bajo ruido para interferometría en clases de velocidades	26
O10. Espectro de un paquete de ondas ultrafrío confinado en una guía de onda con impurezas tipo delta	27
O11. Sobre un posible mecanismo de generación de exoelectrones en el umbral de fractura de rocas en capas profundas de la tierra.....	29
O12. Transición cuadrupolar con un haz Bessel: experimento y teoría.	30
O13. Transmisión mejorada de luz a través de películas delgadas desordenadas de cobre	32

O14. Gravimetría con átomos fríos.....	33
O15. El átomo de hidrógeno confinado dentro de una cavidad esférica de paredes penetrables.....	34
O16. Deuterium irradiation of boronized and lithiated oxidated carbon surfaces facing fusion plasma.....	35
O17. Modelación de la morfología en una superficie de Si generada con un pulso láser..	36
O18. Radiación de nanoemisores en un sistema aleatorio de percolación, con desplazamiento y radios aleatorios en sus poros	38
O19. Efectos de multiplete atómico y densidad de estados en los espectros de absorción y emisión de rayos x en los bordes K de flúor y L _{2,3} de níquel en NiF ₂	39
O20. Curvas de energía potencial para moléculas diatómicas: Estados rovibracionales. .	40
O21. Fotoasociación de Corto Alcance.	41
O22. Transporte ondulatorio en una cadena con desorden y absorción.....	42
Carteles.....	43
C1. Estudio teórico de la estructura molecular de la zeolita Ag Y.....	43
C2. Desarrollo de infraestructura láser para la construcción de una trampa de Ba ⁺ tipo Paul.....	44
C3. Espectroscopía de la transición dipolar 5s _{1/2} → 6p _{3/2}	45
C4. Adición de momentos angulares en bases de armónicos esferoconales de Lamé.....	46
C5. Dinámica de electrones y núcleos con un enfoque de orbitales gaussianos (FSGO) .	48
C6. Modos normales TM en una cavidad toroidal.....	49
C7. Diseño de una cavidad óptica para experimentos con gases fríos.....	50
C8. Avances para el Estudio de Correlaciones Cuánticas en Fotones con Estructura no-Gaussiana: Instrumentación	51
C9. Estudio teórico de manipulación de poblaciones en sistemas atómicos por medio de esquemas de preparación de estados basados en efecto Zenón cuántico.....	52
C10. Avances para el Estudio de Correlaciones Cuánticas en Fotones con Estructura no-Gaussiana.....	53
C11. Efectos de la distribución estadística en un modelo simple del enfriamiento evaporativo	54
C12. Trampa atómica para gravimetría atómica potenciada por una cavidad óptica	55
C13. Enfoque de fuerza para reacción de radiación: soluciones analíticas.....	56
C14. Interferometría atómica con un modulador de fase.....	57
C15. Avances recientes en el Laboratorio de Materia Ultrafría	58
C16. Midiendo la deformación de la membrana de eritrocitos humanos individuales por medio de pinzas ópticas.....	59

C17. Presiones críticas de ionización para átomos multielectrónicos confinados en cavidades esferoidales prolatas penetrables.....	60
C18. Sección eficaz de fotoionización y poder de frenamiento electrónico para sistemas atómicos bajo confinamiento endoedral	61
C19. Estudio teórico de la interacción del bimetal PtSn con la molécula del etanol.	62
C20. Rotación libre e impedida de excímeros de helio en helio líquido a través de un experimento en el bulbo	63
C21. Efecto Zeeman en el átomo de hidrógeno confinado en ángulos diedros.	64
C22. Efectos de un pulso láser rápido, corto e intenso en la transferencia de carga en colisiones atómicas	65
C23. Acopladores simétricos PT (paridad-tiempo) con competencias no lineales cúbico-cuánticas y cuántico mutua	67
C24. Distorsiones estructurales en sistemas no covalentes. Metano-agua, la interacción hidrofóbica más simple.....	68
C25. Cálculo de propiedades atómicas bajo confinamiento a lo largo del eje de una cavidad cilíndrica	70
C26. Caracterización y aplicación de películas delgadas nanoestructuradas metálicas para Espectroscopía Raman Amplificada por Superficie (SERS) usando azul de metileno como molécula de prueba.....	72
C27. El oscilador armónico confinado.....	73
C28. Preparación de nanopartículas de Cu por la técnica de ablación láser en líquidos... ..	74
C29. Parámetros de transporte electrónico e ionización de gas Cloro puro por el método pulsado de Townsend.....	75
C30. Emisión Cónica Anómala con Haces Bessel.....	76
C31. Detección remota de frecuencia cardíaca por medio de la reflexión de un láser en piel.	77
C32. Medición remota de frecuencia cardíaca por medio de la reflexión de luz verde en el rostro.	78
C33. Visualización del sistema arterial en extremidades usando transiluminación láser... ..	79

PREFACIO

En esta ocasión se cumple el octavo aniversario de la celebración del Taller de Dinámica y Estructura de la Materia (TaDEM). El interés y entusiasmo de la comunidad de Física Atómica, Molecular y Óptica dio origen a esta serie de talleres, los cuales, en el transcurso del tiempo, han atraído la participación de colegas de áreas afines en las que los procesos de naturaleza local relacionados con propiedades atómicas, moleculares y ópticas se extienden al campo de materia condensada. Esta tendencia saludable se aprecia a lo largo de la serie de talleres, lo cual les convierte en un foro cada vez más interdisciplinario que robustece su propósito como Taller de Dinámica y Estructura de la Materia. Indudablemente, esta característica favorece la comunicación entre investigadores, con la consecuente formación de vínculos de colaboración, así como dar una visión amplia a estudiantes sobre aspectos de investigación asociados con temas de frontera que puedan ser de su interés.

Con gran entusiasmo damos la acogida al 8° TaDEM en las instalaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa a través del Departamento de Física. La variedad de temáticas a tratar a través de 63 presentaciones que cubren desde aspectos fundamentales de espectroscopía atómica y molecular hasta aplicaciones en física médica será sin duda arena de discusión fructífera y enriquecedora para los participantes.

Siguiendo la tradición, en este TaDEM habrá tres presentaciones tutoriales realizadas por especialistas y relacionadas con técnicas de retrodispersión de iones, generación de pulsos láser ultracortos y caracterización de plasmas generados por láseres de nanosegundos. Estos cursos cortos tienen el propósito de familiarizar a estudiantes e investigadores sobre los detalles asociados con estas temáticas. Asimismo, se han programado varias ponencias plenarias en las que especialistas muestran avances recientes en líneas de investigación relacionadas con las temáticas del taller. En esta ocasión, se ha invitado al Dr. Marcos Dantus (Michigan State University and Biophotonics Solutions, Inc.), quien impartirá una conferencia plenaria invitada, así como un curso tutorial. Aunado a todo esto, se contará con 22 conferencias cortas y 33 presentaciones de carteles, en las que se comunicarán los resultados y avances de investigación por parte de colegas y estudiantes participantes.

Una característica de la serie TaDEM es que, anualmente, se otorga un galardón de reconocimiento a un destacado miembro de la comunidad científica por su

destacada trayectoria científica y aportaciones en el área. En esta ocasión, el Comité Académico Asesor formado por los Doctores Carlos Bunge, Eugenio Ley Koo, Jaime de Urquijo, Rocío Jáuregui, José Ignacio Jiménez Mier y Terán y Salvador Cruz, atendiendo a las propuestas hechas por la comunidad, decidió otorgar el galardón al Dr. Eduardo Gómez García (Universidad Autónoma de San Luis Potosí) por su excelente trayectoria académica. ¡Felicidades, Eduardo!

Finalmente, hacemos patente nuestro agradecimiento por el apoyo financiero para la celebración de este taller a las siguientes instituciones: Instituto de Ciencias Físicas (ICF-UNAM), Instituto de Ciencias Nucleares (ICN-UNAM), Instituto de Física (IF-UNAM), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), a la Facultad de Ciencias (FC-UNAM) y a la División de Física Atómica y Molecular (FAMO) de la SMF.

Esperamos que las actividades científicas de este TaDEM sean lo más provechosas para todos los participantes y nos congratulamos por recibirles en la UAM-Iztapalapa deseándoles una exitosa y productiva estancia.

Ciudad de México, 14 de junio de 2017.

Comité Organizador Local.

Programa TADEM 2017

Terraza del posgrado, UAM-Iztapalapa

	Martes 20	Miércoles 21	Jueves 22	Viernes 23
8:30- 9:00	Registro	Registro	Registro	Registro
9:00-9:30	Apertura	Tutorial I:	Tutorial II:	Tutorial III:
9:30-10:00	Plenaria I:	Saúl Romero	Marcos Dantus	Luis Escobar Alarcón
10:00-10:30	Eduardo Gómez			
10:30-11:00	Oral 1	Oral 12	Oral 16	Oral 19
11:00- 11:30	Café	Café	Café	Café
11:30- 12:00	Oral 2	Plenaria II	Oral 17	Oral 20
12:00-12:30	Oral 3	Hugo A. Morales	Oral 18	Oral 21
12:30- 13:00	Oral 4	Oral 13	Mesa Redonda: Academia, Vinculación e Industria.	Oral 22
13:00- 13:30	Oral 5	Plenaria III	(M. Dantus, S. Hidalgo, I. González, M. A Núñez)	Plenaria V:
13:30- 14:00	Oral 6	Por confirmar		Marcos Dantus
14:00- 14:30				
14:30- 15:00	Comida	Comida	Comida	Comida
15:00- 15:30				
15:30- 16:00	Oral 7	Oral 14	Plenaria IV:	
16:00- 16:30	Oral 8	Oral 15	Moisés Martínez Mares	
16:30- 17:00	Oral 9			
17:00- 17:30	Oral 10	Carteles I	Carteles II	
17:30-18:00	Oral 11			

Orales: 25 minutos + 5 de preguntas

Plenarias: 1 hora

Tutorial: 1 hora y 30 minutos

Semblanza (galardonado): Eduardo Gómez García

Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

El doctor Eduardo Gómez García nació en la Ciudad de México en 1976. Realizó sus estudios de licenciatura en física en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Trabajó en su doctorado con el Dr. Luis Orozco en la Universidad Stony Brook en Nueva York, EU, obteniendo los premios Fanie and Nathaniel Sorroff y el President Award por su trabajo doctoral en el 2005. Posteriormente, realizó una estancia posdoctoral en el National Institute of Standards and Technology (NIST), con el doctor Paul Lett hasta el 2007. Comenzó a laborar como investigador de la UASLP ese mismo año. Así inicia la formación del laboratorio de átomos fríos en la UASLP. El Dr. Eduardo Gómez García es investigador joven con una trayectoria científica excelente y reconocida por su importante labor en la formación de un grupo de investigación e infraestructura especializada única en México con un notable impacto científico en el País e internacionalmente. Por su destacada labor ha recibido la Cátedra Marcos Moshinsky en el 2013 y el premio a la Investigación de la Academia Mexicana de Ciencias en el 2015. Actualmente participa muy activamente en la colaboración FrPNC ubicada en TRIUMF para hacer mediciones de precisión en Francio. Su campo de investigación se enfoca en mediciones precisas de aceleración gravitacional, simetrías fundamentales y sus manifestaciones en espectroscopia atómica.

Habiendo establecido un laboratorio de extraordinaria calidad científica y reconocimiento internacional en San Luis Potosí, así como su gran dedicación a la formación de recursos humanos y la trascendencia de su trabajo experimental y productividad, el Comité Académico asesor del TaDEM ha decidido otorgar el galardón del TaDEM 2017 al **Dr. Eduardo Gomez García**.



Semblanza (invitado): Marcos Dantus

*Department of Chemistry, and Department of Physics and Astronomy,
Michigan State University.*

Marcos Dantus nació en la Ciudad de México y cursó un año de la carrera de Ingeniería Química en la UAM-Iztapalapa. Recibió sus títulos de Licenciatura y Maestría en Química en la Brandeis University (Massachusetts, USA), y el Doctorado (1991) y Pos-Doctorado (1991-1993) en el Instituto Tecnológico de California (Caltech), bajo la supervisión de Ahmed Zewail.

En el Caltech trabajó en el desarrollo de la Femto-química. Estos desarrollos fueron reconocidos con el premio Nobel en Química in 1999 otorgado al Prof. Zewail y su grupo. El Dr. Dantus es Profesor Distinguido la Universidad Estatal de Michigan (MSU), en donde también es MSU Foundation Chair.

El Dr. Marcos Dantus ha sido pionero en el área de pulsos ultra-rápidos y moldeado de pulsos para controlar reacciones químicas y para aplicaciones prácticas como diagnóstico médico y detección de explosivos. Ha fundado cuatro compañías con diferentes enfoques y tiene más de 225 publicaciones; además, es miembro de la National Academy of Inventors, de la American Physical Society, y de la Optical Society of America.



Conferencias plenarias

P1. Gravimetría atómica

Eduardo Gómez García

Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

La interferometría atómica es una de las mejores técnicas para el estudio de la fuerza gravitacional. Para tener una buena medición es importante maximizar la sensibilidad a la interacción gravitacional y minimizar la sensibilidad a otros efectos. Para lograr la primera desarrollamos un sistema Raman de muy bajo ruido y buscamos excitar la nube atómica de manera colectiva. Para minimizar la sensibilidad a fluctuaciones magnéticas excitamos simultáneamente dos transiciones hiperfinas y buscamos implementar la interferometría en clases de velocidades. La gravimetría es un área que aún no ha alcanzado su potencial completo, por lo que promete resultados novedosos en la física.

Financiamiento: CONACYT, Fundación Marcos Moshinsky y UASLP

P2. Mecánica cuántica y gravedad

Hugo A. Morales Técotl

*Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa,
Av. San Rafael Atlixco No. 186 Col. Vicentina, C.P. 09340 México D.F.,
México*

*Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional
Av. Luis Enrique Erro S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco,
Delegación Gustavo A. Madero, C.P. 07738, Ciudad de México, México*

Singularidades de agujeros negros y modelos cosmológicos en el marco de la relatividad general, así como las divergencias de las teorías de campos a muy altas energías conciernen a la estructura del espacio tiempo. La gravitación cuántica por su parte ofrece la posibilidad de una evasión de tales singularidades y divergencias. En este caso la geometría espacial resulta discreta a la escala de Planck y los estados cuánticos están etiquetados por gráficos que asemejan un material polimérico. Es posible hacer un paralelismo de esta cuantización en modelos mecánicos, por ejemplo, un oscilador armónico y extrapolar esta idea a los infinitos osciladores que conforman un campo escalar en un espacio tiempo de Minkowski para investigar el comportamiento del campo a muy altas energías. En esta plática describiremos un paralelismo entre el tratamiento polimérico de sistemas mecánicos, un campo escalar y gravedad. Asimismo, se comentarán algunas posibilidades fenomenológicas.

P4. Conducción electrónica en redes cuánticas

Moisés Martínez Mares

*Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa,
Av. San Rafael Atlixco No. 186 Col. Vicentina, C.P. 09340 México D.F.,
México*

Usamos el formalismo de la matriz de dispersión para obtener la estructura de bandas en un sistema cristalino (superred o red cuántica). Estudiamos la forma como se llega al límite cristalino a través de la evolución con el tamaño del sistema. Observamos que éste límite se alcanza de manera diferente para energías en la banda que, en la brecha energética, así como en la transición entre estas dos regiones energéticas.

P5. Algo Viejo, Algo Nuevo, Algo Fácil, y Algo Complicado en Femtosegundos.

Marcos Dantus

*Department of Chemistry, and Department of Physics and Astronomy,
Michigan State University, East Lansing MI 48824*

En esta plática voy a repasar un poco del pasado, presente y futuro de los láseres de femtosegundos porque estoy convencido de que estos sistemas van a revolucionar las aplicaciones como las comunicaciones, el diagnóstico y tratamientos médicos, los análisis químicos, la fabricación de instrumentos electrónicos, y muchas más. Presentaré conceptos creados en mi grupo de investigación que facilitan la transición del laboratorio a la industria y, finalmente, a los sistemas autónomos de análisis, proceso, y fabricación. Daré ejemplos de estudios básicos de reacciones químicas, y de microscopía biomédica que ilustran este progreso a la automatización.

Tutoriales

T1. Caracterización de materiales con haces de iones

Saúl Romero Hernández

Departamento de Física

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

Carretera México- Toluca s/ n, C.P. 52750 La Marquesa Ocoyoacac, México

Se discutirán diversas técnicas nucleares que emplean haces de iones; como son, por ejemplo: Rutherford Backscattering (RBS), Non- Rutherford Backscattering (NRBS), Reacciones Nucleares (NRA), Elastic Forward Analysis (EFA) y Elastic Recoil Detection Analysis (ERDA); dichas permiten obtener información sobre algunas características de películas delgadas y regiones superficiales de sólidos. Respecto a la información obtenible, puede destacarse: composición elemental (incluyendo H), concentraciones atómicas, espesores máxicos (en gm/cm^2), perfiles de concentración en profundidad.

T2. Pulsos Ultracortos

Marcos Dantus

*Department of Chemistry, and Department of Physics and Astronomy,
Michigan State University, East Lansing MI 48824*

En este tutorial voy a repasar los principios de los láseres de femtosegundos. El tutorial cubre cómo se generan, cómo se miden y cómo interactúan estos pulsos ultracortos con la materia. El énfasis del tutorial está en la fase espectroscópica de los pulsos y sus efectos en fenómenos de óptica no lineal. Se hará uso de un programa (de libre acceso) que nos permite simular lo que vamos aprendiendo, y se presentarán consejos prácticos que se pueden implementar inmediatamente en el laboratorio.

T3. Caracterización de plasmas producidos por láseres de nanosegundos utilizados para la preparación de nanomateriales

Luis Escobar Alarcón

Departamento de Física

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

Carretera México- Toluca s/ n, C.P. 52750 La Marquesa Ocoyoacac, México

Los nanomateriales han sido foco de atención de un número cada vez mayor de científicos alrededor del mundo, debido a sus excelentes propiedades eléctricas, magnéticas, ópticas y catalíticas, en algunos casos únicas. La técnica de ablación láser se ha convertido en una opción muy atractiva para la preparación de nanomateriales de alta calidad con propiedades nuevas o mejoradas siendo utilizada en los últimos años para preparar una amplia variedad de nanomateriales, desde metales hasta óxidos complejos. En este tutorial se presentarán diferentes técnicas empleadas para caracterizar plasmas producidos por láser, con duraciones de pulso de nanosegundos, como la espectroscopía de emisión óptica, sondas electrostáticas, técnicas de sombras y fotografía ultrarrápida, con el propósito de contar con métodos de control que garanticen la reproducibilidad de los experimentos de preparación de nanomateriales mediante ablación láser.

Sesiones orales

O1. Efectos de espín en las trayectorias semiclásicas de electrones

R. Gutiérrez Jáuregui¹, R. Pérez Pascual² y R. Jáuregui^{2*}

¹ *The Dodd-Walls Centre for Photonic and Quantum Technologies, Department of Physics, University of Auckland, Private Bag 92019, Auckland, New Zealand*

² *Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, Apdo. Postal 20-364, 01000 Cd. de México, México*

Los efectos del espín del electrón en el límite de altas energías se ven opacada en muchas ocasiones por la fuerza de Lorentz. En este trabajo se discute una formulación que permite discernir los diferentes aspectos cuánticos que subyacen en la descripción de un electrón a través de la ecuación de Dirac y la ecuación de Dirac-Pauli. Se identifica una base que modela convenientemente un acoplamiento adiabático del espín del electrón con un campo electromagnético arbitrario. Se identifican situaciones en que los efectos del espín electrónico no son despreciables en comparación con la interacción directa de su carga con el campo. Se deduce una ecuación de Newton que incorpora estos efectos. Se trabaja en detalle un ejemplo de interés actual.

O2. Efecto Josephson en el cruce BEC-BCS

J. A. Seman¹, G. Valtolina^{2,3}, A. Bruchianti^{2,3}, A. Amico^{2,3}, E. Neri^{2,3}, K. Xhani^{2,3}, A. Trombettoni⁴, A. Smerzi^{2,3}, M. Zaccanti^{2,3}, M. Inguscio^{2,3} y G. Roati^{2,3}.

(1) *Instituto de Física, UNAM, Apartado Postal 20-364, 01000 CDMX, México*

(2) *Istituto Nazionale di Ottica – CNR, 50019 Sesto Fiorentino, Italia*

(3) *European Laboratory for Nonlinear Spectroscopy, 50019 Sesto Fiorentino, Italia*

(4) *Istituto Officina dei Materiali del CNR, SISSA, I-34136 Trieste, Italia*

Se estudia la dinámica de un sistema compuesto por dos superfluidos atómicos fermiónicos conectados por medio de una fina barrera de potencial. Creando una diferencia de potencial químico entre ambos superfluidos es posible generar una corriente de partículas a través de la barrera. Variando el valor inicial de esta diferencia de potencial químico y la altura de la barrera identificamos dos regímenes diferentes, uno de carácter coherente en donde la corriente presenta oscilaciones de Josephson, y otro de carácter disipativo, en el que la corriente decrece exponencialmente y cuyo mecanismo subyacente está asociado a la formación de vórtices cuantizados. Nuestras observaciones son consistentes a través de todo el cruce BEC-BCS.

Agradecemos al European Research Council (proyecto no. 307032 QuFerm2D), a CONACyT (proyectos no. 254942 y 271322) y a DGAPA-PAPIIT (proyecto no. IA101716).

O3. Avances en tres temas de materia y luz

E. Ley Koo¹, E. Franco Cruz², H. Torres², R. E. Albarrán Ruiz².

¹*Instituto de Física, UNAM, Apartado Postal 20-364, 01000 Ciudad de México, México*

²*Facultad de Ciencias, UNAM, Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, 04510, Ciudad de México, México*

En esta contribución se describen avances recientes en investigaciones sobre: 1) Reacción de radiación en el enfoque de fuerza, 2) Momentos toroidales electromagnéticos y sus interacciones en sistemas materiales y con efectos muy diversos, y 3) Efecto Zeeman en átomo de Hidrógeno confinado en ángulo diedro. Los detalles de cada una de ellas y algunos de sus resultados se presentan también en la modalidad de carteles por los tres últimos coautores, respectivamente.

1) En el enfoque de fuerza para la reacción de radiación [1] se ha propuesto que la última es proporcional al cuadrado de la fuerza aplicada, inversamente proporcional al cuadrado de la masa la carga que radía, e inversamente proporcional a la magnitud de la velocidad de la misma; además su dirección es opuesta a la del vector de velocidad. En los casos de movimiento en línea recta bajo una fuerza constante, y de movimiento en un campo magnético uniforme se reportaron resultados con ejemplos numéricos, y nosotros hemos construido soluciones analíticas completas para ambos, las cuales permiten una interpretación física más clara y transparente de los efectos de amortiguamiento por radiación en las velocidades y posiciones, respectivas.

2) Esta contribución está enfocada en la evaluación de los modos TM en una cavidad toroidal con secciones rectangulares, en cuyos perímetros se tienen espiras que forman un embobinado uniforme alimentado con corriente de frecuencia ω . Las soluciones se construyen en coordenadas cilíndricas circulares partiendo de un potencial de Debye que satisface la ecuación de Helmholtz y las condiciones de Dirichlet de anularse en la superficie del toroide: cilindros coaxiales de radios $\rho = a$ y b y alturas entre $z = -h/2$ y $h/2$, y tapas anulares circulares $a < \rho < b$, a dichas alturas. Los potenciales vectoriales poloidales en el interior y el exterior de la cavidad, y continuos en su superficie se obtienen al aplicar el operador $[\nabla \times (\vec{r} \times \nabla)]$ al potencial de Debye. Las derivadas parciales con respecto al tiempo y rotacional del potencial vectorial conduce a la intensidad de campo eléctrico que hereda el carácter poloidal y continuo en la superficie, y a la inducción magnética toroidal con componentes normales nulas en la superficie, y componentes tangenciales en la superficie con discontinuidades consistentes con la distribución de corriente según la ley de Ampère.

3) El átomo de Hidrógeno confinado en ángulo diedro se presentó en el TADEM 2012 y apareció en prensa en 2014, como un ejemplo de rompimiento de simetría

$O(2)$, identificando inclusive las consecuencias en el Efecto Zeeman. En esta contribución se describe la implementación del método matricial para cuantificar esas consecuencias.

O4. Microresonadores de SiC para Experimentos de OptoMecánica Cuántica a Temperatura Ambiente

Victor Valenzuela^{1,2}, Erick Romero¹, Atieh Kermany¹, James Bennett¹ and Warwick Bowen¹

*1. Faculty of Mathematics and Physics,
The University of Queensland,
ZIP Code 4072, Brisbane, Queensland, Australia.*

*2. Facultad de Ciencias Físico Matemáticas,
Universidad Autónoma de Sinaloa,
Ap. Postal 80000, Culiacán, Sinaloa, México.*

Todos los experimentos de Opto Mecánica Cuántica hasta la actualidad han sido realizados a temperaturas criogénicas, lo cual impone tanto limitaciones fundamentales como técnicas muy importantes. En esta plática, presentamos el diseño de un resonador mecánico que posee un modo fundamental de vibración a frecuencia f y un correspondiente factor de calidad mecánico Q_m lo suficientemente grande como para entrar al régimen de la opto mecánica cuántica sin necesidad de sistemas criogénicos. El diseño del resonador se basa en una membrana de SiC (Silicon Carbide) ultra delgada con excelentes propiedades mecánicas, la cual se encuentra aislada mediante un filtro mecánico que permite desprestigiar mecanismos de disipación con el substrato. Estos resonadores tienen una disipación mecánica muy baja de modo que tenemos un $Q_m \sim 10^8$. Este tipo de resonadores mecánicos abren las puertas a nuevos experimentos que permitan observar el comportamiento cuántico de objetos masivos a temperatura ambiente. Como una motivación extra, en un futuro este resonador mecánico se busca acoplar con el movimiento colectivo de átomos fríos en una trampa, dando origen a la transferencia de estados cuánticos entre un sistema macroscópico y uno microscópico.

Agradecimientos: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) , Programa de Fomento y Apoyo a Proyectos de Investigación (PROFAPI-UAS), Programa al Mejoramiento del Profesorado (PROMEP), Australian Research Council Centre of Excellence for Engineered Quantum Systems (EQuS).

O5. Observación de la transición cuadrupolar eléctrica $5p_{3/2}$ - $6p_{3/2}$ en átomos fríos de rubidio

Lina M. Hoyos, F. Ponciano-Ojeda, E. Ruiz-Martínez, J. Flores-Mijangos, F. Ramírez-Martínez, J. Jiménez-Mier.

Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito exterior s/n, Ciudad universitaria, Ciudad de México, 04510, México.

Se obtuvo evidencia de la transición cuadrupolar eléctrica $5p_{3/2}$ - $6p_{3/2}$ en 87Rb utilizando átomos fríos confinados en una trampa magneto-óptica (MOT por sus siglas en inglés). Esto se llevó a cabo utilizando un láser de diodo de cavidad externa con una longitud de onda de 911 nm incidente de forma directa en la nube de átomos fríos. La transición cuadrupolar es detectada mediante los fotones de 420 nm que son emitidos a raíz del decaimiento espontáneo del nivel $6p_{3/2}$ hacia el estado base $5s_{1/2}$. Estos fotones son recolectados utilizando el sistema de detección de fotones, compuesto por un contador de fotones y un software encargado del registro y almacenamiento de las cuentas. Los espectros obtenidos muestran la estructura hiperfina del nivel $6p_{3/2}$, así como las variaciones de los espectros al cambiar la sintonía y la potencia del láser de enfriamiento de la MOT. La evidencia de esta transición en átomos fríos es un paso adicional en la observación de transiciones cuadrupolares en átomos alcalinos que complementa los resultados previos, obtenidos por el grupo, en átomos a temperatura ambiente utilizando una celda de Rb [1].

[1] Ponciano-Ojeda, et al., Phys. Rev. A, 92, 4, 042511, 2015.

Se agradece el apoyo de los proyectos SEP-CONACYT 168451-11, PAPIIT IN112516 y IN107317, así como del Laboratorio Nacional de Materia Cuántica: Materia Ultrafría e Información Cuántica (LANMAC) No. 232652 por el apoyo otorgado para realización de este trabajo. L. Hoyos agradece a la UNAM-DGAPA por la beca posdoctoral otorgada.

O6. Generación de luz azul coherente por mezclado de cuatro ondas en rubidio

F. Ponciano-Ojeda, Lina M. Hoyos, S. Hernández-Gómez, E. Navarro-Navarrete, J. Flores-Mijangos, F. Ramírez-Martínez, y J. Jiménez-Mier

*Instituto de Ciencias Nucleares,
Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Exterior S/N, Ciudad
Universitaria, 04510 Ciudad de México, México*

Se estudia la generación de un haz de luz azul (~420 nm) coherente en átomos calientes de rubidio por medio de un proceso de mezclado de cuatro ondas (4WM). Para esto se utilizaron dos láseres co-propagantes en un esquema de excitación de tres niveles en escalera, $5s_{1/2} \rightarrow 5p_{3/2} \rightarrow 5d_{5/2}$. Del estado excitado $5d_{5/2}$ se tiene un decaimiento en cascada por medio de dos fotones, uno infrarrojo a 5.2 μm y otro visible a 420 nm, que satisfacen las condiciones de conservación de momento y energía en un proceso de 4WM. Se observaron las señales de fluorescencia del medio atómico y la generación del haz de luz azul colimado en función de la densidad del vapor de rubidio. Los cambios en densidad fueron generados por medio de un horno, y la detección se realizó usando un tubo fotomultiplicador y un filtro pasa-banda centrado en 420 nm. Se realizaron también varias pruebas para verificar la naturaleza coherente del haz azul.

Se agradece el apoyo de los proyectos SEP-CONACYT 168451-11, PAPIIT IN112516 y IN107317, así como del Laboratorio Nacional de Materia Cuántica: Materia Ultrafría e Información Cuántica (LANMAC) No. 232652 por el apoyo otorgado para realización de este trabajo. L. Hoyos agradece a la UNAM-DGAPA por la beca posdoctoral otorgada.

O7. Tiempos de retardo en sistemas cuánticos caóticos

Antonio A. Fernández Marín

*Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa,
Av. San Rafael Atlixco No. 186 Col. Vicentina, C.P. 09340 México D.F.,
México*

*Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional
Autónoma de México, Apartado Postal 70-543, 04510 México,
D.F., México*

Damos un panorama de lo que se conoce sobre dos formas de medir el tiempo de retardo debido a la dispersión electrónica en sistemas caóticos. Obtenemos y comparamos las distribuciones estadísticas de dichos tiempos y verificamos numéricamente los resultados analíticos.

O8. Condensados de Bose-Einstein y sus perspectivas para detectar efectos gravitacionales

Abel Camacho Quintana

*Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa,
Av. San Rafael Atlixco No. 186 Col. Vicentina, C.P. 09340 México D.F.,
México*

En esta plática se presenta la posibilidad de emplear los condensados de Bose-Einstein como herramientas para detectar efectos predichos por algunas teorías que intentan cuantizar la gravedad. En particular se discute el caso de la discontinuidad (a la temperatura crítica) del calor específico de un condensado de Bose-Einstein como un parámetro a emplear en el caso de teorías que asumen dimensiones extras compactas.

O9. Sistema Raman de bajo ruido para interferometría en clases de velocidades

M.A. Maldonado¹, N. Arias¹, V. Abediyeh¹, S. Hamzeloui¹, W.M. Pimenta¹, J. A. Franco-Villafaña² y E. Gómez¹

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

²*CONACYT- Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí 78290, México.*

Las transiciones Raman requeridas para gravimetría atómica constan de dos haces amarrados en fase y separados en frecuencia. Tradicionalmente se emplean dos láseres independientes, sin embargo, las dos frecuencias se pueden producir también usando un modulador de fase. Este es un método simple con un menor ruido de fase ya que las dos frecuencias provienen de un único láser. En este trabajo mostramos que utilizando un cristal de calcita podemos cambiar la polarización relativa de la portadora con respecto a las bandas laterales, convirtiendo la interferencia destructiva en constructiva para transiciones Raman co-propagantes. Separamos las bandas laterales de la portadora para transferir momento en direcciones opuestas. Con esto buscamos implementar un interferómetro atómico en dos estados de momento distintos pero en el mismo estado interno, lo cual reduce su sensibilidad a fluctuaciones externas.

Agradecimientos.

CONACYT, Fundación Marcos Moshinsky y UASLP

O10. Espectro de un paquete de ondas ultrafrío confinado en una guía de onda con impurezas tipo delta

Ricardo Méndez-Fragoso¹ y Remigio Cabrera-Trujillo²

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

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

Cuando se tiene un condensado de Bose-Einstein (BEC) confinado en una trampa de tipo dipolar o en presencia de una pista de un chip atómico sobre la cual se genera un campo magnético, ésta sirve como una guía de onda de materia ultrafría. Un modelo para este sistema es considerar la ecuación no lineal de Schrödinger con un pozo de potencial finito atractivo que representa la trama, en este caso unidimensional por tener una dirección privilegiada en el espacio. Dentro de ésta se pueden tener otro tipo de potenciales que simulen impurezas o defectos de la pista. De esta manera, se considera una guía de onda de materia ultrafría confinada básicamente a lo largo de una dirección sobre la que se tienen un pozo de potencial cuadrado de tipo atractivo. Dentro de éste se encuentra una serie de potenciales tipo delta que modelan las impurezas de contacto o imperfecciones dentro de la guía de onda. En trabajos anteriores se han obtenido soluciones analíticas para el pozo cuadrado atractivo y una impureza en el origen modelada por un potencial tipo delta, [1,2]. En esta contribución se utilizan dichas soluciones para obtener el espectro de energía cuando se tienen varias impurezas dentro del pozo cuadrado. Se analiza la energía del estado base hasta llegar al umbral de deslocalización, así como su coexistencia con estados excitados y como función de las posiciones de las impurezas. Con este trabajo se permitirá encontrar de manera sistemática las propiedades de este tipo de sistemas y caracterizar sus propiedades de confinamiento.

[1] R. Méndez-Fragoso, R. Cabrera-Trujillo. "Confinement effects on an ultra-cold matter wave-packet by a square well impurity near the de-localization threshold: analytic solutions, scaling, and width properties". *European Physics Journal*, 69:139 (2015).

[2] R. Méndez-Fragoso, R. Cabrera-Trujillo. "On a hyperbolic solution to the non-

linear Schrödinger equation for a square well potential coupled to a contact impurity at the de-localization threshold". *Advances in Quantum Chemistry* 71 Chap. 14 (2015).

Los autores agradecen el apoyo otorgado por los proyectos DGAPA PAPIIT IN-110-714 y IA-105-516.

O11. Sobre un posible mecanismo de generación de exoelectrones en el umbral de fractura de rocas en capas profundas de la tierra.

Salvador A. Cruz, Cecilia Díaz-García y Roberto Reyes-García

*Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa
Apartado Postal 09340, Iztapalapa, Ciudad de México.*

El funcional de la densidad Thomas-Fermi-Dirac-Weizsäcker (TFDW) ha probado ser una alternativa viable para analizar el comportamiento de la energía basal de átomos multieletrónicos sometidos a diferentes condiciones de limitación espacial. En este trabajo, empleando un modelo de confinamiento atómico por cavidades esféricas y esferoidales prolatas penetrables, se presentarán avances recientes sobre efectos isotrópicos y anisotrópicos de presión en la generación de exoelectrones. Se discutirán las posibles implicaciones de este mecanismo sobre la generación de electrones primarios energéticos en el punto de fractura de rocas en capas profundas de la tierra, mismos que generan avalanchas de electrones secundarios hacia la superficie, provocando ionización de moléculas en la atmósfera circundante, como se ha observado en eventos pre-sísmicos [1,2].

Referencias.

[1] R.A. Baragiola, C.A. Dukes, D. Hedges; *Ozone generation by rock fracture: Earthquake early warning?*; Appl. Phys. Lett. 99, 204101 (2011).

[2] F. Freund; *Pre-earthquake signals: Underlying physical processes*; J. Asian Earth Sci. 41, 383 (2011).

O12. Transición cuadrupolar con un haz Bessel: experimento y teoría.

S. Hernández-Gómez¹, P. Ortega-Escorza¹, F. Ponciano-Ojeda¹, C. Mojica-Casique¹,
L. M. Hoyos-Campo¹, F. Ramírez-Martínez¹, J. Flores-Mijangos¹,
K. Volke-Sepúlveda², R. Jáuregui-Renaud², J. Jiménez-Mier¹.

¹*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, 04510*

Ciudad de México, México

²*Instituto de Física, UNAM. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, 04510*
Ciudad de México, México

Este trabajo presenta el avance en el estudio de una transición cuadrupolar eléctrica en átomos a temperatura ambiente usando un haz con estructura espacial.

El experimento consistió en medir la presencia de fotones azules (420 nm) dentro de una celda con rubidio atómico a temperatura ambiente, emitidos de manera espontánea tras realizarse las transiciones: $5S_{1/2} \rightarrow 5P_{3/2} \rightarrow 6P_{3/2}$. La primera transición fue inducida por un haz Gaussiano (780 nm) mientras que la segunda fue inducida por un haz Bessel (911 nm). Nótese que esta última es una transición cuadrupolar eléctrica, por lo que es prohibida por las reglas de selección de las transiciones dipolares eléctricas. Los haces se hicieron incidir de manera contra-propagante dentro de la celda, ambos con polarización lineal. El haz de 780 nm se mantuvo con polarización vertical mientras se variaba la dirección de polarización del haz cuadrupolar, lo cual tiene como consecuencia un cambio en la distribución de poblaciones para las proyecciones magnéticas de los niveles hiperfinos del átomo. El experimento se repitió para varios órdenes distintos del haz Bessel, cambiando de esta manera la cantidad de momento angular orbital transferido de la luz hacia los átomos. Para detectar los fotones azules se utilizó un tubo fotomultiplicador colocado a un costado de la celda y conectado a un sistema de detección en fase (Lock-In) que filtraba y amplificaba la señal.

El modelo teórico predice la probabilidad de medir fotones azules en una dirección ortogonal al eje de propagación de los haces de excitación. Para hacer esto se analizó por separado cada paso del proceso de excitación, lo cual es válido ya que la transición cuadrupolar es muy poco probable comparada con la dipolar. Los haces de excitación se modelaron como: un haz Gaussiano (paraxial) y un haz Bessel, ambos con polarización lineal (aunque en el caso del haz Bessel se permitió una componente de polarización a lo largo del eje de propagación). Hay un muy buen acuerdo entre la teoría y los datos experimentales.

Finalmente se utilizan resultados del modelo teórico para hacer una propuesta de un experimento similar al ya realizado, pero utilizando un haz Bessel lo más alejado posible del régimen paraxial, esperando de esta manera observar cambios en los espectros medidos debido a los fuertes gradientes de intensidad.

- Se agradece el apoyo de los proyectos SEP-CONACYT 168451-11, PAPIIT IN112516 y IN107317, así como del Laboratorio Nacional de Materia Cuántica: Materia Ultrafría e Información Cuántica (LANMAC) No. 232652 por el apoyo otorgado para realización de este trabajo.

O13. Transmisión mejorada de luz a través de películas delgadas desordenadas de cobre

Eva Mayra Rojas Ruiz, José Luis Hernández Pozos*, Luis Guillermo Mendoza Luna

*Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa,
Av. San Rafael Atlixco No. 186 Col. Vicentina, C.P. 09340 México D.F.,
México*

Reportamos las propiedades de absorción y transmisión de películas delgadas de cobre cerca del límite de percolación utilizando una metodología experimental y teórica. Experimentalmente, las películas delgadas han sido depositadas sobre un sustrato de vidrio mediante ablación láser en vacío como función del número de pulsos; el cobre depositado forma islas en posiciones aleatorias (debajo del umbral de percolación) y, cuando la cantidad de cobre rebasa el límite de percolación, las muestras experimentan un incremento en su transmisión de luz; sin embargo, en sistemas compuestos de multicapas $\text{TiO}_2/\text{Cu}/\text{TiO}_2$, la presencia de dióxido de titanio inhibe la mejora en la transmisión de luz. Asimismo, se exploran varios modelos de depósito de cobre mediante simulaciones de dispersión de luz llevadas a cabo mediante el software de código abierto DDSCAT. Hasta donde sabemos, este es el primer ejemplo de transmisión mejorada de luz en medios desordenados. Posibles aplicaciones de este fenómeno incluyen sensores de cambios en el índice de refracción del medio.

* jlhp@xanum.uam.mx

LGML agradece la beca posdoctoral PRODEP que le permitió participar en este proyecto.

O14. Gravimetría con átomos fríos

F. Ramírez-Martínez, L. M. Hoyos-Campo, J. Flores-Mijangos, J. Jiménez-Mier.

*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM. Circuito Exterior, Ciudad Universitaria,
04510, Ciudad de México, México*

Los últimos avances en los campos de la materia ultrafría y de la interferometría atómica han motivado el desarrollo de novedosas tecnologías capaces de detectar campos gravitacionales con una precisión sin paralelo a través de la medición de aceleraciones en condiciones de caída libre. Estas aplicaciones incluyen la detección de aceleraciones lineales y rotacionales, precisas mediciones de la aceleración debida a la gravedad y mediciones del gradiente de la gravedad terrestre. Estos instrumentos se basan en la habilidad de enfriar y atrapar átomos por medio de su interacción con luz láser para generar ondas de materia. Así, por medio de la técnica de interferometría Raman, estas ondas de materia pueden ser separadas y recombinadas para producir una señal de interferencia, la cual permite una detección altamente sensible de los procesos físicos que influyen la dinámica atómica durante la medición interferométrica.

En esta plática mostraré los principios básicos de funcionamiento de un gravímetro de átomos fríos, poniendo particular énfasis en las herramientas necesarias para desarrollar un dispositivo este tipo. Por último, presentaré a los participantes en un esfuerzo interinstitucional que tiene el objetivo de desarrollar esta importante capacidad científica y tecnológica en México.

O15. El átomo de hidrógeno confinado dentro de una cavidad esférica de paredes penetrables

R. A. Rojas y N. Aquino

*Departamento de Física,
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Avenida San Rafael Atlixco 186,
Col. Vicentina, Iztapalapa, Ciudad de México, México*

Estudiamos el efecto de tamaño en el confinamiento de un átomo de hidrógeno dentro de una caja esférica de paredes penetrables. El confinamiento del átomo dentro de una cavidad esférica con paredes penetrables representa un modelo físico más realista que el confinamiento dentro paredes impenetrables. Los eigenvalores de este sistema no pueden obtenerse en forma analítica sino en forma numérica, sin embargo, los cálculos más precisos han llevado a la obtención de sólo unas cuantas cifras significativas. En este trabajo obtenemos los eigenvalores del átomo de hidrógeno confinado dentro de paredes suaves resolviendo la ecuación de Schrödinger en términos de la función hipergeométrica confluyente. Los valores propios se obtienen numéricamente resolviendo una ecuación trascendental. Calculamos la energía del estado base, así como la de algunos estados excitados, y también calculamos algunas propiedades físicas del sistema, como función del radio de confinamiento y la altura de la barrera. Comparando nuestros resultados con los presentados previamente por otros autores, concluimos que los eigenvalores, así como las eigenfunciones obtenidas por este método, son más precisos.

Agradecimientos.

Agradecemos (RAR) al programa de becas de posgrado de la Universidad Autónoma Metropolitana por su apoyo.

O16. Deuterium irradiation of boronized and lithiated oxidated carbon surfaces facing fusion plasma

F. Javier Domínguez-Gutiérrez* and Predrag S. Krstic

*Institute for Advanced Computational Science,
Stony Brook University, Stony Brook, New York 11794-5250, USA*

Both low and high z choices for plasma facing surfaces (PFS) in a fusion reactor have shown to have issues presently. Our research is focused to the choices of material for PFS which are alternative to the tungsten and other high Z-materials in the main-stream fusion experiments, like ITER. The conditioning of plasma facing carbon components by lithium and boron has led to the improved performance in the fusion reactor experiments, as is National Spherical Torus Experiment (NSTX) in Princeton. Since oxygen is always present in carbon as well as in the conditioning material and its concentration is greatly enhanced in the interface surface layers by deuterium irradiation, we include oxygen as an important component of the studied surfaces. Our work examines by molecular dynamics the effect of boron and lithium conditioning on graphite surface bombarded by low-energy deuterium atoms leading to the deuterium retention [1], a complex material chemistry and chemical sputtering [2, 3]. The subtle interplay of boron, carbon, oxygen and deuterium chemistry is explained by reactive molecular dynamics simulations, verified by quantum-classical molecular dynamics and successfully compared to the measured data with x-ray photoelectron spectroscopy (XPS) [4]. The calculation deciphers the important role of oxygen in D retention for lithiated surfaces and the suppression of oxygen role by boron in boronized surfaces. The total carbon sputtering is suppressed with both presence of Li, but greatly reduced by presence of B and oxygen.

- [1] F.J. Domínguez-Gutiérrez, F. Bedoya, P.S. Krstic, J.P. Allain, A.L. Neff, K. Luitjohan, Nuclear Materials and Energy <http://doi.org/10.1016/j.nme.2016.12.028> (2016)
- [2] F.J. Domínguez-Gutiérrez and P.S. Krstic, J. of Nucl. Mater. 492, 56 (2017)
- [3] F.J. Domínguez-Gutiérrez and P.S. Krstic, J. of Appl. Phys. 121, 215302 (2017).
- [4] F.J. Domínguez-Gutiérrez, F. Bedoya, P.S. Krstic et al. Nuclear Fusion (2017).

Acknowledgments.

Research supported by the *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología* (CONACyT) through the postdoctoral fellowship.

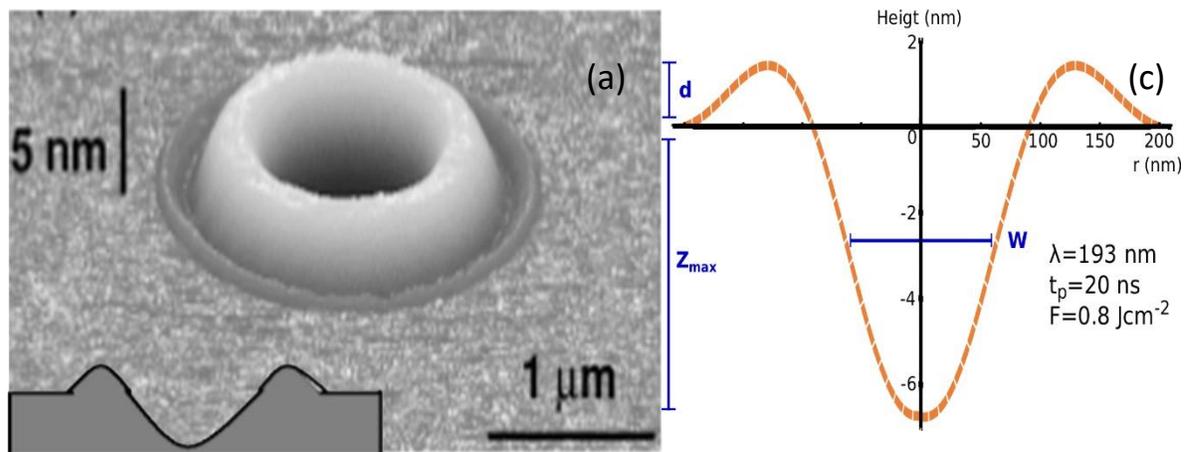
O17. Modelación de la morfología en una superficie de Si generada con un pulso láser.

Acosta-Zepeda¹, E. Haro-Poniatowski¹, P. Saavedra²

¹Departamento de Física, ²Departamento de Matemáticas, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, C.P. 09340 México D. F., México.
carlose.caz@gmail.com

En trabajos previos [1] se ha mostrado que la superficie de una oblea de Si puede ser modificada mediante la irradiación de un pulso laser. La morfología resultante depende de los parámetros del láser, por ejemplo, con un haz Gaussiano la forma resultante es un cráter con una protuberancia en la orilla, como se observa en la imagen de AFM en la Fig. 1. (a) [2] y en el esquema de la Fig. 1. (b) que representa un corte transversal en donde se aprecia claramente el cráter formado y sus bordes que sobresalen de la superficie [3]. Para tener una visión teórica de estas modificaciones de la superficie, hemos utilizado un esquema que consta de dos partes, en la primera utilizamos la ecuación de difusión para modelar el calentamiento y fusión del material, dicha ecuación se resuelve de forma numérica debido a la no linealidad proveniente de las propiedades térmicas y ópticas del material. En la segunda parte utilizamos un modelo analítico aproximado [2] de las ecuaciones de flujo para un fluido. Finalmente, con este esquema modelamos el desplazamiento hidrodinámico en la superficie, debido a la fusión del material.

El resultado de una de estas simulaciones para un haz gaussiano de con una longitud de onda de 193 nm, una duración de pulso de 20 ns y una fluencia de 0.8 Jcm⁻² se muestra en la Fig. 1. (c), donde podemos observar la formación de un cráter con una profundidad de 6.8 nm y un borde en la parte superior de 2 nm aproximadamente. Hemos caracterizado las alturas d y Z_{max} así como el ancho W de estos cráteres para distintos parámetros del laser como son longitud de onda, densidad de energía y tiempo del pulso. Estos resultados serán presentados en esta charla.



(b)

Fig. 1. AFM de una nanoestructura generada con un láser de excímero con 200 pulsos y 0.1 Jcm^{-2} (a), esquema de la formación de la nanoestructura (b), simulación del cráter generado con un pulso Gaussiano de 20 ns, 193 nm de longitud de onda y una fluencia de 0.8 Jcm^{-2} , sobre una superficie de silicio cristalino (c).

- [1] E. Haro-Poniatowski, C. Acosta-Zepeda, G. Mecalco, J. L. Hernandez-Pozos, N. Batina, I. Morales-Reyes, J. Bonse, "Diffraction-assisted micropatterning of silicon surfaces by ns-laser irradiation," *Journal of Applied Physics* **115**, 224309 (2014).
- [2] T. Schwarz-Selinger, D. G. Cahill, S. -C. Chen, S.-J. Moon, C. P. Grigoropoulos, "Micron-scale modifications of Si surface morphology by pulsed-laser texturing," *Phys. Rev. B.* **64**, 155323 (2001).
- [3] P. Kumar, "Surface modulation of silicon surface by excimer laser at laser fluence below ablation threshold" *Appl. Phys. A.* (2010), 245–250.

O18. Radiación de nanoemisores en un sistema aleatorio de percolación, con desplazamiento y radios aleatorios en sus poros

G. Burlak, Y.Y. Calderón-Segura, Gustavo Medina

*Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas,
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Avenida Universidad 1001, Colonia
Chamilpa, 62209 Cuernavaca, Mor, México.*

Estudiamos la localización de la radiación asociado con las propiedades tridimensionales (3D) en un sistema de percolación desordenada, En general el modelo de percolación se analiza con la finalidad de observar el desplazamiento de los radios y observar el comportamiento experimental. Se pretende generar modelos que simulen y satisfagan el modelo que puede filtrarse la luz en un material poroso, y generar un camino que sea óptimo para el aprovechamiento de la luz en materiales porosos.

La percolación es un sistema que puede presentarse en diversos materiales, de la naturaleza propia, algunos estudios que se han hecho en forma de investigación, son por ejemplo en cerámicas.

En esta plática se describe una extensión del algoritmo de HK en una estructura porosa tridimensional, donde se consideran las conexiones entre poros y enlaces de un cerámico poroso.

O19. Efectos de multiplete atómico y densidad de estados en los espectros de absorción y emisión de rayos x en los bordes K de flúor y L_{2,3} de níquel en NiF₂

J. Jiménez-Mier,¹ P. Olalde-Velasco,^{1,2} P. de la Mora,³ W. -L. Yang⁴ y J. Denlinger.⁴

¹ *Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM, 04510 Ciudad de México, México*

² *Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México*

³ *Facultad de Ciencias, UNAM, 04510 Ciudad de México, México*

⁴ *The Advanced Light Source, Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, CA 94720, USA*

Se presentan resultados de uso de espectroscopias de absorción y emisión de rayos x para estudiar la estructura electrónica de NiF₂, que es el compuesto más iónico de níquel. En el proceso coherente de esparcimiento inelástico de rayos x (RIXS) un fotón incidente es esparcido, y la energía del fotón saliente contiene información sobre la estructura del material esparcido. La comparación directa de los espectros de absorción de rayos x blandos en los bordes K de flúor y L_{2,3} de níquel permiten identificar las densidades de estados Ni-3d en la banda de conducción proyectadas en los sitios de los dos iones. El espectro de absorción en el borde L_{2,3} del metal requiere la inclusión de efectos de multiplete atómico, campo ligante y transferencia de carga. Espectros RIXS en el borde L_{2,3} contienen picos de emisión que corresponden a estados con excitaciones en la capa del ion Ni²⁺, que se encuentran unos cuantos eV por debajo de un pico elástico fuertemente suprimido. Estos resultados se explican bien mediante un cálculo que emplea la ecuación de Kramers-Heisenberg adaptada para RIXS. Los espectros RIXS muestran, además, un pico ancho a una pérdida de energía de unos 10 eV, que concuerda con la emisión de un estado de transferencia de carga que resulta de la hibridización de las bandas F-2p y Ni-3d. Esta interpretación se confirma al observar la emisión en el borde 2p en flúor, y también por un cálculo DFT de la densidad proyectada de estados.

O20. Curvas de energía potencial para moléculas diatómicas: Estados rovibracionales.

Horacio Olivares-Pilón

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

Alexander Turbiner

*Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional
Autónoma de México, Apartado Postal 70-543, 04510 México,
D.F., México*

Sin duda, uno de los conceptos más importantes en el estudio de sistemas moleculares es el de curva (superficie) de energía potencial. En este trabajo se presenta una expresión analítica para las curvas de energía potencial para todo el rango de distancias internucleares R de dos moléculas diatómicas. Se consideran el estado base $1s\sigma_g$ y los estados excitados $2p\sigma_u$, $2p\pi_u$ y $3d\pi_g$ del ion molecular H_2^+ , así como para el estado base $X^2\Sigma^+$ de la molécula heteronuclear HeH. La aproximación está basada en una interpolación entre los comportamientos para $R \rightarrow 0$ y $R \rightarrow \infty$ utilizando una aproximación de Padé $P[N/M]$. A partir de la expresión analítica de las curvas de energía potencial se obtienen los estados vibracionales y rotacionales de estas moléculas. El análisis presentado puede ser aplicado directamente a cualquier molécula diatómica.

O21. Fotoasociación de Corto Alcance.

Ricardo Colín Rodríguez, Henry Fernandes Passagem, Paulo Cesar Ventuta Da
Silva

Luis Gustravo Marcassa.

*Instituto de Física de Sao Carlos
Universidade de Sao Paulo, Caixa Postal 369, 13560-970 Sao Carlos,
Sao Paulo, Brasil.*

Moléculas ultrafrías han atraído la atención en las últimas décadas, debido a que pueden contribuir en diversas áreas de investigación tales como los condensados de Bose-Einstein, química ultrafría, metrología de precisión e información cuántica. En este trabajo se muestra el proceso de formación de moléculas, a temperaturas por debajo de 1 mK, lo que requiere de varios procesos. El primero es obtener una muestra atómica lo suficientemente grande y densa. El segundo paso involucra la formación de moléculas a partir de un proceso de fotoasociación. Y por último hay que preparar esas moléculas en el estado vibracional fundamental, el cuál puede ser realizado a través de un proceso de bombeo óptico.

Se presentan las evidencias de la formación de moléculas de Rb_2 en el estado vibracional fundamental por medio del proceso de fotoasociación de corto alcance empleando una láser de alta potencia de banda corta. Esto fue realizado a partir de una muestra de átomos fríos de ^{85}Rb , donde se realiza la formación de moléculas. Ellas son formadas en el nivel vibracional $v=13$ y $v=138$ del estado excitado 0_u^+ estabilizadas por medio de emisión espontánea en el estado base $X_1\Sigma_g^+$.

O22. Transporte ondulatorio en una cadena con desorden y absorción

Ángel M. Martínez Argüello

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

*Instituto de Física, Benemérita Universidad
Autónoma de Puebla, Av. San Claudio y Blvd. 18 Sur,
Col. San Manuel, C.P. 72570, Puebla, México*

En este trabajo estudiamos las propiedades de dispersión de un sistema cuántico con desorden en presencia de absorción, cuya intensidad es aleatoria. De este modelo construimos su correspondiente análogo elástico, el cual nos permite proponer una realización experimental con la cual verificar nuestros resultados.

Carteles

C1. Estudio teórico de la estructura molecular de la zeolita Ag Y.

Arturo González Vázquez, Irineo Pedro Zaragoza

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, Ap. Postal 750, Tlalnepantla de Baz, CP 54070 Estado de México, México

La estructura molecular de la zeolita Y, presenta un arreglo estructural de tetraedros con átomos centrales de silicio y por medio de puentes de oxígenos se enlazan a tetraedros con átomos centrales de aluminio, si la relación del número de tetraedros de silicio es igual a la de aluminios la razón será de 1. A partir de un sistema con las características antes mencionadas, se considera el modelo de la estructura de la zeolita Y que es del tipo faujacita. El modelo se generó al seleccionar un conjunto de átomos a partir de una estructura cristalográfica de dos celdas unitarias de dicha zeolita hasta obtener una cavidad. Está cavidad es conformada por 24 tetraedros 12 de silicio y 12 de aluminio a los cuales se agregaron 8 cationes de plata para los sitios ácidos, saturándose con átomos de hidrógeno y que en general se obtuvo un modelo estructural de 116 átomos. En este estudio se realizan cálculos de optimización de la energía para generar un dicho modelo molecular de la cavidad que representara nuestra zeolita AgY. El nivel de teoría fue DFT con funcionales de intercambio y correlación seleccionando un conjunto de funciones bases de doble precisión numérica DZVP, los cuales fueron utilizadas para analizar la estructura electrónica del modelo.

I.P.Zaragoza, thankfully acknowledges the computer resources, technical expertise and support provided by the Laboratorio Nacional de Supercómputo del Sureste de México through the grant number **o-2016-042**

C2. Desarrollo de infraestructura láser para la construcción de una trampa de Ba⁺ tipo Paul

Luis Alberto Nava Rodríguez, José Luis Hernández Pozos

xxl_db_lxx@hotmail.com

Departamento de Física

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco No 186.

Col. Vicentina. México. D.F.

En este cartel describiré nuestro avance en el desarrollo de infraestructura láser necesaria para la construcción de una trampa de iones Ba⁺ tipo Paul, esto es: dos sistemas de diodo láser sintonizables a 493.4 nm (transición de bombeo $6^2S_{1/2} \rightarrow 6^2P_{1/2}$), 649.9 nm (transición de rebombeo $5^2D_{3/2} \rightarrow 6^2P_{1/2}$) y presentaré pruebas de absorción en una celda de I₂ realizadas con el láser sintonizable de 649.9 nm; una cavidad Fabry-Perot destinada al monitoreo de la longitud de onda de emisión de los sistemas sintonizables y su caracterización mediante pruebas realizadas con un láser He-Ne.

C3. Espectroscopía de la transición dipolar $5s_{1/2} \rightarrow 6p_{3/2}$

E. Navarro-Navarrete, Alejandra Díaz Calderón, Griselda Domínguez-Mandujano, Lina M. Hoyos, S. Hernández-Gómez, F. Ponciano-Ojeda, J. Flores-Mijangos, F. Ramírez-Martínez, y J. Jiménez-Mier

Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito exterior s/n, Ciudad universitaria, Ciudad de México, 04510, México.

En este trabajo se presenta la espectroscopía libre de ensanchamiento Doppler de la transición dipolar eléctrica $5s_{1/2} \rightarrow 6p_{3/2}$ en rubidio atómico. Las mediciones fueron realizadas en una celda colocada en el interior de un horno con un sistema de control que permite estabilizar su temperatura (± 0.5 °C) entre 20° C y 90° C, y con un láser de cavidad externa en configuración cat-eye (MogLabs) con longitud de onda de 420 nm.

Los espectros registrados muestran el ensanchamiento Doppler de las líneas espectrales en función de la densidad del vapor de rubidio, la cual es controlada por medio del cambio en la temperatura del horno. Así mismo, utilizando la técnica de espectroscopía de absorción saturada, libre de ensanchamiento Doppler, se resuelve la estructura hiperfina de la transición atómica. De este modo se pueden identificar tres resonancias atómicas correspondientes a transiciones hiperfinas para cada uno de los isótopos de ^{85}Rb y ^{87}Rb , además de los entrecruzamientos respectivos (crossover).

Finalmente, se obtiene una calibración relativa de voltaje a frecuencia, que permite caracterizar el actuador piezoeléctrico (PZT) encargado de sintonizar al láser. Además, este trabajo permite establecer una cota superior al ancho de línea del láser, ya que este es menor que 10 MHz, la distancia en frecuencias de los picos espectrales más cercanos.

Se agradece el apoyo de los proyectos PAPIIT IN112516 y IN107317, así como del Laboratorio Nacional de Materia Cuántica: Materia Ultrafría e Información Cuántica (LANMAC) No. 232652 por el apoyo otorgado para realización de este trabajo.

C4. Adición de momentos angulares en bases de armónicos esferoconales de Lamé

Ricardo Méndez-Fragoso

*Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de México, Av. Universidad 3000, Circuito
Exterior S7N Del. Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad Universitaria, México, D.F.,
México.*

Eugenio Ley-Koo

*Instituto de Física,
Universidad Nacional Autónoma de México, Ap. Postal 20-364, 01000, México,
D.F., México.*

En esta contribución se presenta la formulación de la adición de momentos angulares en bases de armónicos esferoconales de Lamé. Este paso ha sido posible a partir de unos de nuestros trabajos presentados en TaDEM 2016 y en el Coloquio Internacional de Métodos de Teoría de Grupos en Física 31 [1]. Efectivamente, en [1] se identificaron las acciones de desplazamiento del eigenvalor del momento angular entre polinomios de Lamé individuales, de diferentes especies y excitaciones, del operador de derivada con respecto a su variable de cono elíptico y del producto de dos polinomios de Lamé. Aquí nos interesa la operación del producto en la forma de la Ec. (16) en [1]:

$$|\ell_a[A_a]n_a\rangle|\ell_b[A_b]n_b\rangle = \hat{a} \sum_{\ell_c[A_c]n_c} \langle \ell_c[A_c]n_c | \ell_a[A_a]n_a \ell_b[A_b]n_b \rangle |\ell_c[A_c]n_c\rangle$$

en que los coeficientes en las sumas son calculables, aplicables a los polinomios de Lamé en cada variable del cono elíptico, C_1 y C_2 . Nuestra formulación consiste en aprovechar estas relaciones para conectar con el producto de los armónicos esferoconales mismos:

$$|\ell_a[A_a B_a]n_{a1}n_{a2}\rangle|\ell_b[A_b B_b]n_{b1}n_{b2}\rangle = \hat{a} \sum_{\ell_c[A_c B_c]n_{c1}n_{c2}} \langle \ell_c[A_c B_c]n_{c1}n_{c2} | \ell_a[A_a B_a]n_{a1}n_{a2} \ell_b[A_b B_b]n_{b1}n_{b2} \rangle |\ell_c[A_c B_c]n_{c1}n_{c2}\rangle$$

con los momentos angulares, especies y excitaciones permitidos por la regla del triángulo, las combinaciones de paridades y de excitaciones, incluyendo los coeficientes de acoplamiento.

[1] Eugenio Ley-Koo and Ricardo Méndez-Fragoso, “Shift operators and recurrence relations for individual Lamé polynomials”, Proceedings of G31, Springer (en prensa).

Se agradece el apoyo del proyecto PAPIIT IA 105516.

C5. Dinámica de electrones y núcleos con un enfoque de orbitales gaussianos (FSGO)

L. N. Trujillo-López y R. Cabrera Trujillo

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

El modelo de orbitales gaussianos esféricos flotantes (FSGO) fue propuesto por A. Frost para estudiar inicialmente propiedades geométricas y de estructura electrónica de sistemas poliatómicos [1]. Con los años, el modelo ha sido mejorado y extendido, esto debido a la facilidad con la que se pueden describir sistemas moleculares. Una de las más recientes aplicaciones del modelo es explicar el estudio de la sección eficaz de poder de frenamiento de nucleobases y ADN [2].

En este trabajo se presenta resultados preliminares del estudio de la dinámica de colisión de proyectiles H^+ y He^{2+} con blancos atómicos y moleculares dentro del modelo de FSGO incorporando el acoplamiento electrón-núcleo. Utilizando las funciones de onda FSGO y aplicando el Principio Variacional Dependiente del Tiempo, se obtienen las ecuaciones matemáticas que describen la dinámica. Propiedades como pérdida de energía y sección eficaz fueron calculados, a fin de validar el enfoque de dinámica molecular.

Agradecemos a CONACyT y PAPIIT IN-106- 617, así como a los organizadores del Taller por el apoyo brindado.

Referencias

[1] A.A. Frost, J. Chem. Phys., (1967), **47**, 3707

[2] L. N. Trujillo-López et. al., Nuc. Inst. Meth. Phys. Res. B (2013) **313**, 5

C6. Modos normales TM en una cavidad toroidal

Humberto Torres¹, Eugenio Ley Koo².

Facultad de ciencias e Instituto de Física, UNAM

¹Facultad de Ciencias, UNAM, Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, 04510, Ciudad de México, México

²Instituto de Física, UNAM, Apartado Postal 20-364, 01000 Ciudad de México, México

Se reportan resultados sobre la construcción de soluciones de las ecuaciones de Maxwell para los modos normales TM en una cavidad toroidal con paredes cilíndricas de radios $\rho = a$ y b , y alturas entre $z = -h/2$ y $h/2$, y tapas anulares circulares $a < \rho < b$, a dichas alturas. Suponemos un embobinado con espiras rectangulares uniformemente distribuidas alrededor del toroide, alimentado con corriente de frecuencia ω . La distribución poloidal de la corriente sugiere la construcción del potencial vectorial del mismo tipo a partir de un potencial de Debye que satisface la ecuación de Helmholtz y las condiciones de Dirichlet de anularse en la superficie del toroide. Estas condiciones determinan las componentes radial y longitudinal k_ρ y k_z del vector de propagación y en consecuencia las frecuencias de resonancia $\omega_{n_\rho n_z}$ para los modos normales TM de la cavidad. El potencial vectorial se construye al aplicar el operador $[\nabla \times (\vec{r} \times \nabla)]$ al potencial de Debye, asegurando su carácter poloidal y su continuidad al pasar del interior al exterior de la cavidad. Efectivamente, los campos de intensidad eléctrica y de inducción magnética se obtienen de la derivada parcial con respecto al tiempo y del rotacional del potencial vectorial: el campo eléctrico hereda el carácter poloidal y la continuidad en la superficie de frontera, mientras que el campo magnético resulta ser toroidal con componentes normales nulas en la superficie según la ley de Gauss, y componentes tangenciales con discontinuidad en la superficie consistente con la distribución de corriente poloidal en el embobinado.

C7. Diseño de una cavidad óptica para experimentos con gases fríos

M.S. Billión¹, A. López-Vázquez², W.M. Pimenta¹, M.A. González¹, J.A. Franco-Villafañe³ y E. Gómez¹

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

² *Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, BUAP, Puebla, Puebla 72000, México.*

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

La interferometría atómica es un método usado ampliamente para medir aceleraciones con gran precisión. Nuestro diseño de la cavidad óptica está enfocado a inducir un comportamiento colectivo en la señal interferométrica de átomos en caída libre. Presentamos la caracterización de la cavidad para lograr una iluminación homogénea de la nube atómica. Esto lo conseguimos maximizando la cintura del haz y generando un perfil tipo “flat top” mediante la suma incoherente de 2 modos transversales (LG_{00} y LG_{01}). Utilizamos una configuración de cavidad tipo “bow-tie” para albergar una onda viajera en lugar de una estacionaria y así evitar variaciones espaciales en los corrimientos de luz. La cavidad cumple con las restricciones espaciales provenientes del espacio disponible dentro de la cámara de vacío y la diseñamos con un factor de cooperatividad mayor a uno para inducir un comportamiento colectivo.

Agradecimientos.

CONACYT y UASLP

C8. Avances para el Estudio de Correlaciones Cuánticas en Fotones con Estructura no-Gaussiana: Instrumentación

Irvin F. Ángeles Aquillón, Adrián Vallejo Martínez, Diego Sierra Costa, Yaneth M. Torres García y Daniel Sahagún Sánchez

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

En este trabajo presentamos la instrumentación que hemos desarrollado para generar fotones correlacionados resonantes con rubidio atómico [1]. Usaremos como medio atómico gases de rubidio a temperaturas dentro de dos regímenes: frío (decenas de microkelvin) y caliente (100°C aprox.). La instrumentación que presentamos es (1) un láser esclavo con un circuito de modulación por microondas que generarán un peine de frecuencia lo cual nos permitirá excitar transiciones atómicas múltiples a partir de una sola referencia atómica; (2) nuestro avance en la construcción de una trampa magneto-óptica y

(3) el sistema de control que nos permite estabilizar la temperatura de una celda espectroscópica con una precisión de +/- 0.3 °C.

Agradecimientos.

DGAPA, UNAM: Proyecto PAPIIT no. IA103216 y programa de becas postdoctorales.

CONACyT: Programa de Laboratorios Nacionales, LANMAC y programa becas de posgrado.

Referencias.

[1] ver póster “Avances para el Estudio de Correlaciones Cuánticas en Fotones con Estructura no-Gaussiana”.

C9. Estudio teórico de manipulación de poblaciones en sistemas atómicos por medio de esquemas de preparación de estados basados en efecto Zenón cuántico.

Javier Contreras Sánchez^a, Fray de Landa Castillo Alvarado^a, José Luis Hernández Pozos^b

^a *Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional
Av. Luis Enrique Erro S/N, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco,
Delegación Gustavo A. Madero, C.P. 07738, Ciudad de México, México*

^b *Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa,
Av. San Rafael Atlixco No. 186 Col. Vicentina, C.P. 09340 México D.F.,
México*

El efecto de Zenón en teoría cuántica permite controlar y manipular las poblaciones de los estados cuánticos. En 1989 Itano y colaboradores confinaron iones de Berilio con el fin de probar el efecto de Zenón, logrando en cada medición el colapso de la función de onda. Un año después, Vera Frerichz y Axel Schenzle obtuvieron teóricamente el mismo resultado utilizando las ecuaciones de Bloch, mostrando la manera natural de producir un efecto de Zenón y sin la necesidad del postulado de reducción del estado.

Presentamos los avances en el cálculo de un átomo de tres niveles en configuración "V" donde el estado base interacciona con cada uno de los estados excitados por medio de campos electromagnéticos de frecuencia ω_1 y ω_2 . Dicho sistema es resuelto utilizando la matriz densidad, con el objetivo de manipular las trayectorias y porcentajes de las poblaciones en los estados internos del átomo.

C10. Avances para el Estudio de Correlaciones Cuánticas en Fotones con Estructura no-Gaussiana

Luis Mendoza López, Yaneth M. Torres García, Adrián Vallejo Martínez, Jorge G. Acosta Montes, Diego Sierra Costa, Rocío Jáuregui Renaud y Daniel Sahaqún Sánchez

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

Aquí presentamos los avances de investigación experimental para la producción de fotones correlacionados cuánticamente y resonantes con átomos de rubidio. Los fotones serán generados a través del mezclado de cuatro ondas (FWM) en un gas del mismo elemento. Llevaremos a cabo experimentos en sistemas de rubidio frío y caliente. La realización experimental excitará en escalera la transición $5S_{1/2} \rightarrow 5P_{3/2} \rightarrow 5D_{n/2}$ para detectar la correlación entre decaimientos con distinta longitud de onda. A priori estudiaremos las correlaciones temporales usando ensambles atómicos a temperaturas de decenas de microkelvin. Con lo cual se reduce el ruido térmico y se favorece una mayor tasa señal a ruido en la producción de pares de fotones. Por otra parte, estudiaremos el mismo sistema en una celda de rubidio con una temperatura aproximada de 100°C para analizar correlaciones espaciales en los haces producidos por un bombeo estructurado. Nuestra meta a largo plazo es estudiar las correlaciones espaciales en fotones correlacionados temporalmente.

Agradecimientos.

DGAPA, UNAM: Proyecto PAPIIT no. IA103216 y programa de becas postdoctorales.

CONACyT: Programa de Laboratorios Nacionales, LANMAC y programa becas de posgrado.

C11. Efectos de la distribución estadística en un modelo simple del enfriamiento evaporativo

F. J. Poveda-Cuevas, I. Reyes-Ayala, J. E. Carro-Martínez

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

Los gases ultrafríos han traído en las últimas décadas importantes avances en diferentes áreas física, ya que estos pueden ser usados como poderosas herramientas de simulación de sistemas cuánticos. Sin embargo, alcanzar las temperaturas y densidades requeridas para obtener un sistema de esta clase suele ser un gran reto experimental. De esta forma, el enfriamiento evaporativo corresponde a una de las mayores victorias técnicas en el enfriamiento de gases para alcanzar las condiciones de degeneración cuántica. De hecho, todas las realizaciones experimentales usan esta técnica como la etapa final justo antes de alcanzar el estado degenerado. Cuando las temperaturas son lo suficientemente bajas, los efectos del spin/estadística comienzan a manifestarse en el gas. Por esta razón, hemos formulado un modelo simple usando las funciones de distribución cuánticas, que nos permite entender algunos aspectos generales de los fenómenos relacionados con el enfriamiento evaporativo. En este trabajo se compara con modelos ya existentes en la literatura [1,2].

[1] K.B. Davis, et al., *App. Phys. B* **60**, 155 (1995).

[2] E.A.L. Henn, et al., *Am. J. Phys.* **75**, 907 (2007).

Agradecimientos.

FJPC agradece a DGAPA por la beca de posdoctorado. El laboratorio de Materia Ultrafría (LMU) cuenta con los auspicios: DGAPA-PAPIIT-IN111516, DGAPA-PAPIIT-IN101716, CONACYT Ciencia Básica-254942, CONACYT Ciencia Básica-255573.

C12. Trampa atómica para gravimetría atómica potenciada por una cavidad óptica

W. M. Pimenta¹, M. A. González¹, M. S. Billión¹, A. López-Vázquez², G. A. Olivares-Rentería¹, J. A. Franco-Villafañe³ y E. Gomez¹

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

² *Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, BUAP, Puebla, Puebla 72000, México.*

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

La gravimetría atómica utiliza el método de campos separados de Ramsey con transiciones Raman para medir con precisión la fuerza gravitacional. En la gravimetría tradicional cada átomo interfiere con sí mismo, dando una incertidumbre que disminuye como $N^{-1/2}$, siendo N es el número de átomos. Nuestro objetivo es lograr la interferometría colectiva, donde todos los átomos contribuyan coherentemente a la señal, resultando en una mejor incertidumbre (que escala como N^{-1}). El comportamiento colectivo equivale a trabajar con un átomo cuya masa es N veces mayor y que por lo tanto es más sensible a la fuerza gravitacional. Presentaremos una descripción detallada de la nueva trampa atómica para interferometría colectiva en nuestro laboratorio. El sistema de vacío consta de una cámara de metal con múltiples accesos ópticos. Utilizamos ventanas reentrantes para suprimir corrientes de Eddy generadas por cambios magnéticos abruptos. La luz de atrapamiento se envía mediante fibras ópticas a un sistema de jaula montado directamente en la cámara de vacío. Monitoreamos los átomos con un sistema de imagen de doble relevo para suprimir la luz de fondo. Todo el sistema está montado en un sistema de aislamiento pasivo para reducir al mínimo las vibraciones mecánicas.

Agradecimientos.

CONACYT, Fundación Marcos Moshinsky y UASLP

C13. Enfoque de fuerza para reacción de radiación: soluciones analíticas

Emmanuel Franco Cruz¹, Eugenio Ley Koo².

¹*Facultad de Ciencias, UNAM, Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, 04510, Ciudad de México, México*

²*Instituto de Física, UNAM, Apartado Postal 20-364, 01000 Ciudad de México, México*

En el enfoque de fuerza para reacción de radiación [1] se propuso que esta fuerza es proporcional al cuadrado de la fuerza aplicada, inversamente proporcional al cuadrado de la masa de la partícula cargada que radia, e inversamente proporcional a la velocidad de la misma; su dirección y sentido es opuesto al de la velocidad. La propuesta inicial estuvo restringida a los casos de movimiento en línea recta y de movimiento circular: en el primer caso se analizó el ejemplo de movimiento bajo una fuerza constante construyendo la solución analítica para la velocidad en función del tiempo, pero la ilustración se limitó al caso de bajas velocidades para varios valores de la fuerza; y en el segundo caso no se reportó solución analítica, y la ilustración también se limitó a resultados numéricos para bajas velocidades de una carga bajo la acción de un campo magnético uniforme. Aquí se reportan las soluciones analíticas para ambos ejemplos válidas para todo el intervalo de velocidades $0 < \beta = v/c < 1$, las cuales permiten una interpretación física más general y transparente de los efectos de amortiguamiento por radiación. Efectivamente, en el caso del movimiento lineal se muestra la construcción de las soluciones de la rapidez de movimiento en función del tiempo y de la posición en función de la rapidez de movimiento, en un mismo cálculo. Se destaca el papel de las singularidades en esa construcción, el escalamiento con la fuerza aplicada de la rapidez de movimiento y del tiempo para el límite no relativista, y la distinción entre los efectos de aceleración y amortiguamiento. Para el movimiento de cargas en un campo magnético uniforme también se reportan las soluciones analíticas para la rapidez de movimiento como función del tiempo, las orientaciones de la velocidad como función de su magnitud, las componentes radiales y angulares en espacio de posiciones de la velocidad misma, y las trayectorias mismas como funciones de la magnitud de la velocidad.

[1] Gustavo V. López, *Annals of Physics*, Vol. 365 (2016) p. 1-6.

C14. Interferometría atómica con un modulador de fase

G. A. Olivares-Rentería¹, J. A. Franco-Villafaña², E. Gómez¹

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

² *CONACYT - Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí 78290, México.*

Las transiciones Raman son procesos de dos fotones entre estados internos del átomo. Dicho proceso consiste en dos haces (amarrados en fase) generando transiciones en un sistema de tres niveles en configuración λ . Los haces que generan las transiciones pueden provenir de dos láseres independientes o de un único láser modulado en amplitud o fase. Nosotros estudiamos éste último método que contiene una portadora y bandas laterales, lo cual introduce múltiples combinaciones de los haces para excitar transiciones Raman. En un acelerómetro, los haces Raman deben ser contra propagantes para ser sensibles a la velocidad de los átomos mediante el efecto Doppler. Presentaremos soluciones numéricas y analíticas para la secuencia de tres pulsos de gravimetría aplicados a átomos en caída libre usando un modulador. Determinamos la señal esperada al término del interferómetro y su dependencia con la velocidad inicial de los átomos. A partir de estos resultados podemos encontrar condiciones en las que las correcciones debidas al uso de un modulador con respecto al caso ideal son despreciables.

Agradecimientos

CONACYT, Fundación Marcos Moshinsky y UASLP.

C15. Avances recientes en el Laboratorio de Materia Ultrafría

Manuel Mendoza López, Diego Hernández Rajkov, Iliana I. Cortés Pérez, Andrés Gutiérrez-Valdés, Aurora G. Borges Sánchez, Cristian A. Mojica Casique, Ricardo Colín Rodríguez, Freddy J. Poveda Cuevas, Jorge A. Seman Harutinian

*Instituto de Física,
Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica,
Ciudad Universitaria, C. P. 04510, Ciudad de México*

En este trabajo se muestran los avances más recientes logrados en el Laboratorio de Materia Ultrafría del IFUNAM. El objetivo inmediato de este laboratorio es la producción de gases cuánticos formados de átomos fermiónicos, ${}^6\text{Li}$, y de átomos bosónicos, ${}^7\text{Li}$. Estos sistemas constituyen una herramienta para el estudio de la dinámica de formación y proliferación de vórtices cuantizados en gases cuánticos en distintos regímenes de superfluidez.

En este trabajo describimos el estado actual del experimento y proporcionamos detalles sobre tres de los sistemas más importantes del experimento: (i) el sistema óptico, cuyo principal componente es el arreglo de láseres utilizados para generar la luz necesaria en el experimento, (ii) el sistema de producción de campos magnéticos que incluye la construcción y caracterización de tres conjuntos de bobinas de acuerdo a nuestras necesidades, y (iii) el sistema de control y adquisición de datos compuesto por diversos instrumentos que hemos desarrollado para el monitoreo y control de diferentes parámetros.

MML agradece el apoyo brindado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través del programa de becas nacionales. El Laboratorio de Materia Ultrafría agradece los siguientes financiamientos: DGAPA-PAPIIT-IN111516, DGAPA-PAPIIT-IN101716, CONACYT CIENCIA BÁSICA-254942, CONACYT CIENCIA BÁSICA-255573 y CONACYT LABORATORIO NACIONAL-271322.

C16. Midiendo la deformación de la membrana de eritrocitos humanos individuales por medio de pinzas ópticas

N. Méndez-Alba, J. L. Hernández-Pozos

*Departamento de Física,
Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa, San Rafael Atlixco No. 186,
Col. Vicentina, Iztapalapa, 09340, Ciudad de México.*

En este trabajo se presentan los primeros resultados del estudio de deformación de eritrocitos humanos usando pinzas ópticas a través de la manipulación de micro-esferas adheridas a su membrana celular que sirven de sujetadores para aplicar fuerzas ópticas calibradas.

La medida de su capacidad de deformación es un punto crucial para entender el funcionamiento de este tipo de células, ya que muchas de sus funciones son dependientes y están reguladas por su medio ambiente mecánico, y los cambios en las propiedades mecánicas de su membrana celular a menudo es correlacionada con la manera en la cual el eritrocito responde a alteraciones moleculares y estructurales inducidas por la aparición y el desarrollo de alguna enfermedad.

C17. Presiones críticas de ionización para átomos multielectrónicos confinados en cavidades esferoidales prolatas penetrables.

Roberto Reyes-García, Cecilia Díaz-García y Salvador A. Cruz

*Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa
Apartado Postal 09340, Iztapalapa, Ciudad de México.*

Empleando un modelo de confinamiento para átomos multielectrónicos dentro de una cavidad esferoidal prolata con frontera penetrable y en base al tratamiento variacional del funcional de la densidad Thomas-Fermi-Dirac-Weizsäcker (TFDW) se estudia la evolución de la energía basal en función del tamaño de la cavidad, manteniendo la misma excentricidad para diferentes alturas de la barrera de potencial de confinamiento. El formalismo TFDW se utiliza para determinar las presiones críticas que llevan a diferentes estados de ionización del sistema confinado en función de la altura de la barrera de potencial de confinamiento.

C18. Sección eficaz de fotoionización y poder de frenamiento electrónico para sistemas atómicos bajo confinamiento endoedra

C. Martínez-Flores and R. Cabrera-Trujillo

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

En este trabajo se estudia la sección eficaz de fotoionización, la sección eficaz de poder de frenamiento electrónico y las tensiones de oscilador dipolar y generalizadas para átomos con un electrón de valencia en condiciones de confinamiento endoedra. El confinamiento endoedra consiste en un átomo A dentro de una fullereno C_n [1]. Utilizamos un potencial de pozo cuadrado para modelar el confinamiento endoedra [2,3]. La sección eficaz de fotoionización se calcula bajo el método de Hartree-Fock restringido y no restringido bajo el enfoque numérico de diferencias finitas. En este trabajo estamos interesados en mostrar cómo se modifica la sección eficaz de fotoionización, la sección eficaz de poder de frenamiento y las tensiones de oscilador dipolar y generalizadas bajo condiciones de confinamiento [4, 5]. Obtenemos resultados para los átomos de H y Li, comparamos los resultados obtenidos por nuestro enfoque con el caso del sistema libre para discernir las diferencias y los efectos del confinamiento y con la literatura disponible.

Agradecemos el apoyo de proyecto PAPIIT-DGAPA-UNAM con IN-106-617 otorgado a RCT, a CONACyT por la beca de doctorado con CVU 424130 y a los organizadores del TaDEM por el apoyo para asistir al taller.

Referencias:

- [1] S.M. Gatica, M.M. Calbi, R.D. Diehl and M.W. Cole. *J Low Temp Phys*, **152**: 89–107, 2008.
- [2] V. K. Dolmatov, J. L. King and J. C. Oglesby. *Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* **45**, 105102, 2012.
- [3] C. Y. Lin and Y. K. Ho. *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* **45**, 145001, 2012.
- [4] R. Cabrera-Trujillo and S. Cruz. *Phys. Rev. A* **87**, 012502, 2013.
- [5] M. F. Hasoglu, H.-L. Zhou, and S. T. Manson. *Phys. Rev. A* **93**, 022512, 2016.

C19. Estudio teórico de la interacción del bimetálico PtSn con la molécula del etanol.

Irineo Pedro Zaragoza Rivera, María Verónica Estrella Suarez y Laura Nadxieli Palacios Grijalva

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, Ap. Postal 750, Tlalnepantla de Baz, CP 54070 Estado de México, México

La teoría de los orbitales moleculares es utilizado para determinar que el bimetálico PtSn presenta una posible reacción favorable para producir reacciones de rompimiento de enlace y formación de productos como son los iones de hidrógeno entre otras moléculas. El análisis de las reacciones que ocurren se explican por medio de las propiedades electrónicas, así como desde el punto de vista de los orbitales de frontera, los cuales nos permiten explicar consecuencias de posibles reacciones. Además, en forma determinística y con base en la interacción de estas dos moléculas los cálculos de dinámica molecular se obtienen reacciones que determinan la liberación del átomo de hidrógeno observando de manera visual esquematizando a cada reacción y los productos de ésta reacción. En este estudio se realizan cálculos de optimización y de dinámica molecular para obtener la energía total del sistema en cada etapa de la interacción entre las moléculas PtSn y el etanol. El nivel de teoría utilizado es Teoría Funcional de Densidad, con funcionales de intercambio y correlación B88LYP, seleccionando un conjunto de funciones bases de doble precisión numérica DZVP, los cuales fueron utilizadas para analizar la estructura electrónica del modelo.

IPZR agradece al TecNM, el apoyo para la realización de este proyecto financiado con clave: **6200.17P**.

C20. Rotación libre e impedida de excímeros de helio en helio líquido a través de un experimento en el bulto

Luis Guillermo Mendoza Luna^{a,b,*}, Nagham M. K. Shiltagh^b, Mark J. Watkins^b,
Nelly Bonifaci^c, Frédéric Aitken^c, Klaus von Haefen^{b,d}

^a *Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa,
Av. San Rafael Atlixco No. 186 Col. Vicentina, C.P. 09340 México D.F.,
México*

^b *Department of Physics and Astronomy, University of Leicester,
University Road, Leicester LE1 7RH,
United Kingdom*

^c *G2ELab-CNRS Equipe MDE,
25 Av. des Martyrs BP 166, 38042 Grenoble Cedex 9,
France*

^d *K-nano
45 Fleetwood Road, Leicester, LE2 1YA,
United Kingdom*

La superfluidez es un fenómeno cuántico observado por primera vez en helio líquido. Una pregunta natural es si la superfluidez existe en la nanoescala y, de ser así, bajo qué condiciones ocurre. La superfluidez (macroscópica) puede explorarse mediante un péndulo de torsión inmerso en helio líquido; en la nanoescala, el péndulo de torsión puede ser reemplazado con excímeros en helio líquido producidos mediante una descarga corona. Utilizando un arreglo experimental propio, se ha explorado por primera vez una amplia región del diagrama de fase mediante la espectroscopía de fluorescencia de excímeros de Rydberg, y se han estudiado de forma sistemática transiciones moleculares en las fases gaseosa, supercrítica, vapor y líquido normal del helio. Dependiendo de las condiciones termodinámicas se han observado espectros delgados o ensanchados. Los corrimientos y los anchos de los picos han sido interpretados en términos de un modelo que considera emisión de dos tipos de excímeros, mismos que exhiben rotación libre o impedida.

* luisgml@xanum.uam.mx

C21. Efecto Zeeman en el átomo de hidrógeno confinado en ángulos diedros.

Rodrigo E. Albarrán¹, Eugenio Ley Koo².

¹Facultad de Ciencias, UNAM, Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, 04510, Ciudad de México, México

²Instituto de Física, UNAM, Apartado Postal 20-364, 01000 Ciudad de México, México

En la investigación del átomo de Hidrógeno confinado en ángulos diedros se reconoce el rompimiento de la simetría $O(2)$ de rotación alrededor de la arista común a los semiplanos que definen el ángulo.^[1] En efecto, debido al confinamiento, implementado por la condición de que las eigenfunciones se anulen en los semiplanos $\varphi = 0$ y $\varphi = \varphi_0$, la componente del momento angular a lo largo de la arista tomada como el eje z deja de ser una constante del movimiento; en cambio, su cuadrado ℓ_z^2 si lo es y sus eigenfunciones toman la forma senoidal $\text{sen } \mu\varphi$ con eigenvalores $\hbar^2 \mu^2$, donde $\mu = n_\varphi \pi / \varphi_0$ y $n_\varphi = 1, 2, 3, \dots$, los cuales dependen del ángulo de confinamiento y en general ya no son enteros. Las partes dependientes del ángulo polar y de la coordenada radial de las eigenfunciones siguen siendo polinomiales pero con asociatividades μ no enteras, y con números de nodos n_θ y n_r que toman valores enteros. Las eigenenergías son de la forma $E_\nu = -e^2 / 2a_0 \nu^2$ donde la etiqueta cuántica principal $\nu = n_r + n_\theta + \mu + 1$ ya no es entera. En consecuencia, las degeneraciones de los niveles de energía dependen del ángulo de confinamiento y son diferentes de las del átomo libre, como se ilustra en la Tabla 1.1 [1]. La Sección 1.3.5 de [1] contiene la discusión del efecto Zeeman para el átomo confinado, incluyendo las reglas de selección para los elementos de matriz de ℓ_z como parte del Hamiltoniano para el átomo de Hidrógeno en un campo magnético uniforme $\langle n_r' n_\theta' n_\varphi' m_s' | \ell_z | n_r n_\theta n_\varphi m_s \rangle = \delta_{n_r', n_r} \delta_{n_\theta', n_\theta} \delta_{m_s', m_s} \langle n_\varphi' | \ell_z | n_\varphi \rangle$, las reglas de selección para el último factor es que se anula para $n_\varphi' \pm n_\varphi$ par y es diferente de cero para $n_\varphi' \pm n_\varphi$ non según la Ec. (1.19). En esta contribución se muestra la estructura de la matriz para evaluar el efecto Zeeman, en que las contribuciones de ℓ_z están ausentes en bloques diagonales y presentes en bloques rectangulares no diagonales, de dimensiones determinadas por las degeneraciones del átomo confinado para cada ángulo. El programa de cómputo para construir la matriz y diagonalizarla ya se encuentra en operación. Se presentarán resultados preliminares.

[1]. Eugenio Ley-Koo and Guo Hua Sun, Surface Effects in the Hydrogen Atom Confined By Dihedral Angles. Chapter 1. Electronic Structure of Quantum Confined Atoms and Molecules. Editor K.D. Sen. Springer Int. Pub. 2014.

C22. Efectos de un pulso láser rápido, corto e intenso en la transferencia de carga en colisiones atómicas

R. Cabrera-Trujillo

Instituto de Ciencias Física, Universidad Nacional Autónoma de México, Ap. Postal 48-3, Cuernavaca, Morelos, 62251, México

Los procesos de transferencia de carga son fundamentales para la comprensión de la neutralización de la materia en interacciones atómicas y moleculares. Debido a la polarizabilidad del material, la transferencia de carga se puede mejorar o suprimir durante la interacción con radiación electromagnética. Además, la transferencia de carga tiene diferentes contribuciones que surgen de las regiones radial y rotacional del potencial de interacción durante la colisión, que dependen de la masa del blanco y del proyectil. Dado que estos efectos aparecen en un tiempo muy corto (femtosegundos), la dinámica debe realizarse fuera de la aproximación de Born-Oppenheimer. En este trabajo se presenta una revisión del estudio de la transferencia de carga total y a estados excitados de los iones He^{2+} , Li^+ colisionando con átomos de hidrógeno y tritio con energías de colisión de 100 eV/amu hasta 10 keV/amu, asistidos por láser rápido, corto e intenso. Nuestro estudio se basa en un tratamiento de la dinámica electrón-núcleo (END). Se presenta una discusión de los efectos isotópicos en la región de baja energía y el aumento de la sección transversal total de intercambio de electrones para bajas energías de colisión del proyectil en comparación con el caso sin láser. En general, cuanto más largo es el pulso láser, mayor es la probabilidad de captura de electrones. A energías de colisión muy bajas todas las anchuras de pulso tienen un efecto sobre el proceso de transferencia de carga. Para los procesos en la región de attosegundos, nuestros resultados sugieren que, para mejorar el intercambio de carga asistida por láser, la mejor región de energía de colisión para pulsos cortos está en la región de bajas energías. Por último, se presenta una revisión de los coeficientes de transmisión y reflexión de un paquete de ondas que choca con una impureza atractiva (por ejemplo, un punto cuántico, una perturbación en una guía de ondas, etc.) en presencia de un pulso láser intenso y ultra-rápido. Discutimos diferentes escenarios donde estos resultados pueden ser de interés.

Se agradece el apoyo de PAPIIT-DGAPA-UNAM IN-106-617.

- [1] F. J. Domínguez-Gutiérrez and R. Cabrera-Trujillo, *J. Phys. B* **48**, 135202 (2015).
- [2] F. J. Domínguez-Gutiérrez and R. Cabrera-Trujillo, *Eur. J. Phys. D* **68**, 226 (2014).
- [3] R. Cabrera-Trujillo and F. J. Domínguez-Gutiérrez, *REDS* **167**, 464 (2012).
- [4] R. Cabrera-Trujillo, *Rad. Effects and Defects in Solids (REDS)* **164**, 402 (2009).
- [5] F. Anis, V. Roudnev, R. Cabrera-Trujillo, and B. D. Esry, *Phys. Rev. A* **73**, 043414 (2006).

C23. Acopladores simétricos PT (paridad-tiempo) con competencias no lineales cúbico-cuánticas y cuíntico mutual

G. Medina-Ángel, G. Burlak

*Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas,
Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Avenida Universidad 1001, Colonia
Chamilpa, 62209 Cuernavaca, Mor, México.*

Hemos considerado un modelo unidimensional extendido del acoplador simétrico paridad-tiempo (PT), con ganancia y pérdida lineal mutuamente equilibrada que actúa en los dos núcleos, y la no linealidad representada por la combinación de los términos cíclicos autofocalizados cúbicos y desenfocados en cada núcleo. El sistema puede realizarse en guías de ondas ópticas, tanto en los dominios espacial como temporal. Las soluciones estacionarias para solitones PT-simétricos en los sistemas son equivalentes a sus contrapartes en el acoplador ordinario con la no linealidad cúbico- cuántica, donde la rotura simétrica espontánea de solitones se explica por bucles de bifurcación. Un problema novedoso es la estabilidad de los solitones PT simétricos, que se ve afectada por la competencia de la simetría PT, el acoplamiento lineal, el autofocamiento cúbico y el desenfocamiento cuíntico. Hemos simulado numéricamente los detalles del modelo extendido cuando se agrega una no linealidad quintica mutua en cada núcleo. Se observa que dicha no linealidad afecta al comportamiento de los solitones simétricos. Los solitones asimétricos son completamente inestables.

C24. Distorsiones estructurales en sistemas no covalentes. Metano-agua, la interacción hidrofóbica más simple

Herzain I. Rivera-Arrieta¹, Justin M. Turney², y Henry F. Schaefer III²

¹*Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 Ciudad de México, México*

²*Center for Computational Quantum Chemistry, Department of Chemistry, The University of Georgia, Athens, 30602-2556 Georgia, U.S.A*

Las interacciones no covalentes son responsables de innumerables fenómenos en la materia, e incluso son consideradas indispensables para explicar el fenómeno de la vida [1]. Una práctica común al estudiar superficies de energía potencial (SEP) de sistemas no covalentes es la omisión de cómo estas interacciones débiles afectan estructuralmente a los fragmentos moleculares involucrados.

El sistema metano-agua, representa un excelente sistema modelo para abordar este problema, pues mucho trabajo se ha desarrollado y publicado en base a esta interacción [2-4]. Sin embargo, la importancia de las distorsiones sufridas en ambas moléculas, producto de la formación del complejo, no había sido cuantificada ni estructural ni energéticamente.

En este trabajo se exploró una parte de la SEP a un nivel de teoría de cúmulos acoplados con excitaciones simples, dobles y triples perturbativas en conjunto con bases aumentadas de Dunning [CCSD(T)/aug-cc-pVXZ ($X = T, Q$)]. Finalmente, sobre cada mínimo localizado, se aplicó el método de análisis de punto focal (APF) desarrollado por Allen y colaboradores [5]. Al incorporar cálculos de cúmulos acoplados con excitaciones hasta cuádruples perturbativas [CCSDT(Q)], y extrapolaciones al límite de base completa en el APF, nuestros resultados muestran de manera inequívoca, que la omisión de las distorsiones intramoleculares en un complejo no covalente, proporciona aproximación razonable cuando se escanea una SEP [6].

[1] K. Müller-Dethlefs, P. Hobza, *Chem. Rev.* **100**, 143 (2000).

[2] K. Patkowski, *J. Chem. Phys.* **138**, 154101 (2013).

[3] C. Qu, R. Conte, P. L. Houston, J. M Bowman, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **17**, 8172 (2015).

[4] D. Cappelletti, A. Bartocci, F. Frati, L. F. Roncatti, L. Belpassi, F. Tarantelli, P. Aiswarya, E. Arunan, F. Pirani, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **17**, 30613 (2015).

- [5] M. S. Schuurman, S. R. Muir, W. D. Allen, H. F. Schaefer, *J. Chem. Phys.* **120**, 11586 (2004).
- [6] H.I. Rivera-Arrieta, J.M. Turney, H.F. Schaefer, *J. Chem. Theory Comput.* **13**, 1478 (2017).

Agradecimientos.

H. I. Rivera-Arrieta agradece a CONACYT por la beca de doctorado 259568. A los colaboradores y compañeros del CCQC por la invaluable ayuda durante su estancia en la Universidad de Georgia. Al Dr. Carlos F. Bunge por ser un excelente tutor y amigo.

C25. Cálculo de propiedades atómicas bajo confinamiento a lo largo del eje de una cavidad cilíndrica

Remigio Cabrera-Trujillo¹, Ricardo Méndez-Fragoso² y Salvador Cruz-Jiménez³

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

²*Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior S/N, Ciudad
Universitaria, 04510, Ciudad de México, México.*

³*Departamento de Física,
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Ap. Postal 55-534, 09340,
Ciudad de México, México.*

En la presente contribución se muestra un sistema atómico confinado en una cavidad cilíndrica. Este modelo puede representar el confinamiento de una impureza dentro de un nanotubo o el espacio entre planos de un cristal dependiendo de los parámetros del cilindro. La ecuación de Schrödinger asociada a este sistema es la de un átomo hidrogenoide con restricciones geométricas con un potencial constante sobre un cilindro que simula la cavidad. Esta ecuación no es separable haciendo que sea necesaria una solución numérica, y para ello se utiliza la técnica de diferencias finitas para obtener las energías y eigenfunciones. El tratamiento utilizado permite obtener el espectro en términos de la ubicación del átomo a lo largo del eje de la cavidad confinante. En esta contribución se presentan resultados para diferentes configuraciones del átomo dentro de un cilindro estándar, es decir, un átomo dentro de una cavidad con radio y altura iguales. Se muestran resultados sobre la intensidad de la transición dipolar, $f_{1s \rightarrow 2ps}$, como función de la posición del átomo a lo largo del eje del cilindro. También se presentan resultados sobre la polarizabilidad estática y dinámica para cavidades penetrables e impenetrables. En particular se hace énfasis en el incremento de la polarizabilidad estática conforme la impureza atómica se acerca a las tapas del cilindro.

[1] R. Cabrera-Trujillo, R. Méndez-Fragoso, S. A. Cruz. "Pressure effects on the dipole oscillator strength, polarizability, and mean excitation energy of a hydrogen impurity under cylindrical confinement: Off-center axis effect". *Journal of Physics B: At. Mol. Opt. Phys.*, en prensa (2017).

[2] R. Cabrera-Trujillo, R. Méndez-Fragoso, S. A. Cruz. "Energy-level structure of the hydrogen atom confined by a penetrable cylindrical cavity". *Journal of Physics B: At. Mol. Opt. Phys.*, 49 (2016) 015005.

Los autores agradecen el apoyo otorgado por los proyectos DGAPA PAPIIT IN-110-714 y IA-105-516.

C26. Caracterización y aplicación de películas delgadas nanoestructuradas metálicas para Espectroscopía Raman Amplificada por Superficie (SERS) usando azul de metileno como molécula de prueba.

José Guadalupe Morales Méndez¹, Tania. M. Aguilar Sánchez¹, Luis Escobar Alarcón², Emmanuel Haro Poniatowski¹

¹UAM- Iztapalapa *Departamento de Física, San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, Iztapalapa, C.P. 09340, México*

²ININ, *Carretera México- Toluca s/ n, C.P. 52750 La Marquesa Ocoyoacac, México*

La influencia de la morfología y distribución de nanoestructuras metálicas, sobre el plasmón de superficie y SERS es estudiada. Las películas delgadas nanoestructuradas metálicas se realizan por ablación láser usando un Nd:Yag emitiendo en el tercer armónico, con una longitud de onda de 355 nm y una frecuencia de 10 Hz. Se realizaron varias zonas nanoestructuradas en un mismo sustrato variando el número de pulsos. Las nanoestructuras se caracterizaron con microscopía TEM y espectroscopía UV-Vis. La banda asociada con el plasmón de superficie muestra una fuerte dependencia con la morfología de las nanoestructuras (tamaño y forma), estas van cambiando gradualmente desde nanoesferas hasta formas más complejas (como frijoles y gusanos) que después de pasar por un estado cuasipercolado, finalmente generan una película continua. Para el estudio de SERS se utilizó como molécula de prueba el azul de metileno. Se encontró una relación directa entre la señal SERS (intensidad) y la morfología de la superficie.

C27. El oscilador armónico confinado

Elizabeth Cruz Osorio, Norberto Aquino Aquino

*Departamento de Física
Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa, Apartado Postal 55-534,
México, Ciudad de México.*

En el presente trabajo se realizó el estudio del oscilador armónico bidimensional confinado en una región circular de radio ρ_0 , y paredes impenetrables. Sus funciones propias están sujetas a la condición de frontera de Dirichlet sobre la frontera circular $\rho = \rho_0$. Haciendo uso de la Teoría de Perturbaciones independiente del tiempo a primer orden, y el método variacional lineal, se obtuvieron los valores propios de las energías. Al aplicar el método variacional lineal, la función de onda aproximada del sistema en estudio se desarrolló en la base de las funciones de onda de una partícula libre dentro en un círculo de radio ρ_0 ; así, los eigenvalores de energía se obtuvieron diagonalizando la matriz hamiltoniana del sistema. Graficamos los valores propios de la energía en función de ρ_0 . Además, graficamos algunas funciones de onda (parte real) y su módulo al cuadrado.

Agradecimientos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

C28. Preparación de nanopartículas de Cu por la técnica de ablación láser en líquidos.

Tania Aguilar Sánchez¹, José Gpe. Morales Mández¹, Patricia Castillo², L. Escobar Alarcón ³, Emmanuel Haro Poniatowski¹

¹Departamento de Física, ²Microscopia Electrónica, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco No. 186, Col. Vicentina, C.P. 09340 México D.F., México.

³Departamento de Física, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Carretera México-Toluca S/N, C.P. 52750 La Marquesa Ocoyoacac, Estado de México.

La técnica de ablación láser en líquidos resulta adecuada para preparar nanopartículas (NP's) metálicas. En este trabajo presentamos la síntesis y caracterización de NP's de cobre utilizando este método. El láser empleado es un Nd:YAG pulsado (10 ns, 10 Hz) la energía es del orden de 100 mJ. El blanco utilizado es cobre puro 99.99 % de 1" de diámetro y 1/5" de espesor sumergido en agua tri-distilada. A partir de un tiempo de irradiación de 10 minutos correspondiente a 6000 pulsos láser la solución se empieza a colorear en un tono rojizo indicativo de la presencia de nanopartículas en suspensión. Las NP's se caracterizaron por microscopia electrónica de alta resolución (HRTEM) y por espectroscopia de absorción. En este trabajo presentamos los resultados obtenidos.

C29. Parámetros de transporte electrónico e ionización de gas Cloro puro por el método pulsado de Townsend

Olmo González-Magaña, Jaime de Urquijo

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

Estudios sobre el transporte electrónico e ionización en gas cloro son notablemente escasos. En la literatura no se tiene reporte de mediciones simultáneas de parámetros de transporte e ionización en avalanchas de electrones en gas cloro puro. Bozin y Goodyear midieron el coeficiente Townsend de ionización efectiva en 1966, mientras Bailey y Healey reportaron la velocidad de arrastre electrónico en 1935. Durante décadas se han mantenido controversias entre la comunidad de plasmas de bajas energías por estos únicos valores disponibles. La razón principal para la falta de datos en cloro se debe a que es un gas electronegativo altamente corrosivo y tóxico que presenta serios desafíos técnicos en la medición. Para resolver este problema, se diseñó y construyó una nueva cámara del método pulsado de Townsend con paredes de vidrio, inerte a los efectos corrosivos del gas cloro. Cabe mencionar que esta nueva cámara puede utilizarse con fines de docencia.

En este trabajo se presentan mediciones sobre velocidad electrónica y coeficiente efectivo de ionización en cloro puro y se comparan con los únicos datos disponibles. Además, se reportan resultados con mezclas de N_2 . En un futuro próximo, nuestros resultados se incorporarán a la base de datos especializada LXcat (fr.lxcat.net) de la que el grupo de física de plasmas de baja temperatura de la UNAM forma parte.

Los autores agradecen a Armando Bustos y Guillermo Bustos del ICF-UNAM por su invaluable apoyo técnico durante la realización de este trabajo. Olmo GM agradece al CONACyT por la beca posdoctoral otorgada (apoyo 240073).

Financiamiento: CONACyT 240073, PAPIIT 108417 y PAPIME PE103815

C30. Emisión Cónica Anómala con Haces Bessel

Áulide Martínez Tapia*, José Luis Hernández Pozos**

*aulide@xanum.uam.mx, **jlhp@xanum.uam.mx

*Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco
No 186. Col. Vicentina. México. D.F.*

En este trabajo se presenta el avance de un estudio experimental sobre emisión cónica anómala en sistemas gaseosos de dos niveles usando un haz con estructura espacial tipo Bessel. Se utiliza un láser de Nd:YAG para bombear láseres de pigmento en las transiciones resonantes del sistema. La generación del haz Bessel se realiza por medio de lentes axicón.

C31. Detección remota de frecuencia cardiaca por medio de la reflexión de un láser en piel.

J. Olmos Peña¹, N.P. Castellanos Ábrego¹, J.L. Hernández Pozos²

¹Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México D.F., México

²Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México D.F., México

El objetivo de este trabajo es medir el ritmo cardiaco con un método de no contacto a través de la luz reflejada en piel con un instrumento portátil. El sistema fue diseñado para iluminar con el láser piel humana y detectar la reflexión de alguna vena que este latiendo (ayudado por una cinta reflejante), amplificar y procesar esta señal por computadora para obtener el espectro de potencias para así obtener el ritmo cardiaco. Se llevaron a cabo experimentos de prueba con señales sinusoidales, triangulares y cuadradas en el intervalo de frecuencias de 0.5 a 4 Hz y posteriormente se usó el sistema en humanos (10 hombres, 10 mujeres). Para las señales de prueba se encontró un error en la medición del 5% y para humanos ligeramente menor a este 5%, además este error decrece al aumentar el ritmo cardiaco del sujeto. Hemos desarrollado un instrumento que puede ser usado para medir el ritmo cardiaco de manera confiable y remota.

C32. Medición remota de frecuencia cardiaca por medio de la reflexión de luz verde en el rostro.

Efraín Francisco Pérez¹, N.P. Castellanos Abrego¹, J.L. Hernández Pozos²

¹*Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México D.F., México.*

²*Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México D.F., México*

La frecuencia cardiaca es un parámetro fisiológico empleado para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Realizar esta medición por métodos sin contacto físico tiene diversas aplicaciones y se han propuesto diversos métodos. En este trabajo se propone un método de no contacto para la medición de este importante parámetro por medio de la reflexión de luz a $\lambda=532$ nm. Utilizando una cámara digital, la frecuencia cardiaca (FC) fue medida a partir de la imagen de video con foco en la frente del rostro humano. Después de la adquisición de video, se obtuvo la señal característica de la variación de intensidad de la luz reflejada por 15 segundos a 30 fotogramas por segundo la cual fue filtrada con un pasa-banda de 0.4 y 4 Hz y mediante la transformada rápida de Fourier se obtuvo la frecuencia dominante del espectro en frecuencias

C33. Visualización del sistema arterial en extremidades usando transiluminación láser.

Óscar Pacheco del Moral¹, N.P. Castellanos Ábrego¹, J.L. Hernández Pozos²

¹Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México D.F., México.

²Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México D.F., México

Este trabajo presenta un sistema para visualizar las venas de las extremidades superiores por medio de una imagen digital. Dicho sistema cuenta con dos módulos: el primero corresponde a la parte de adquisición de la imagen y el segundo a la del procesamiento. El módulo de adquisición emplea un láser de 650 nm como fuente de iluminación y una cámara científica de bolsillo para la captura de la imagen. El módulo de procesamiento se desarrolló a partir del software MATLAB empleando una técnica de procesamiento de imagen llamada ecualización adaptativa del histograma (AHE por sus siglas en inglés).