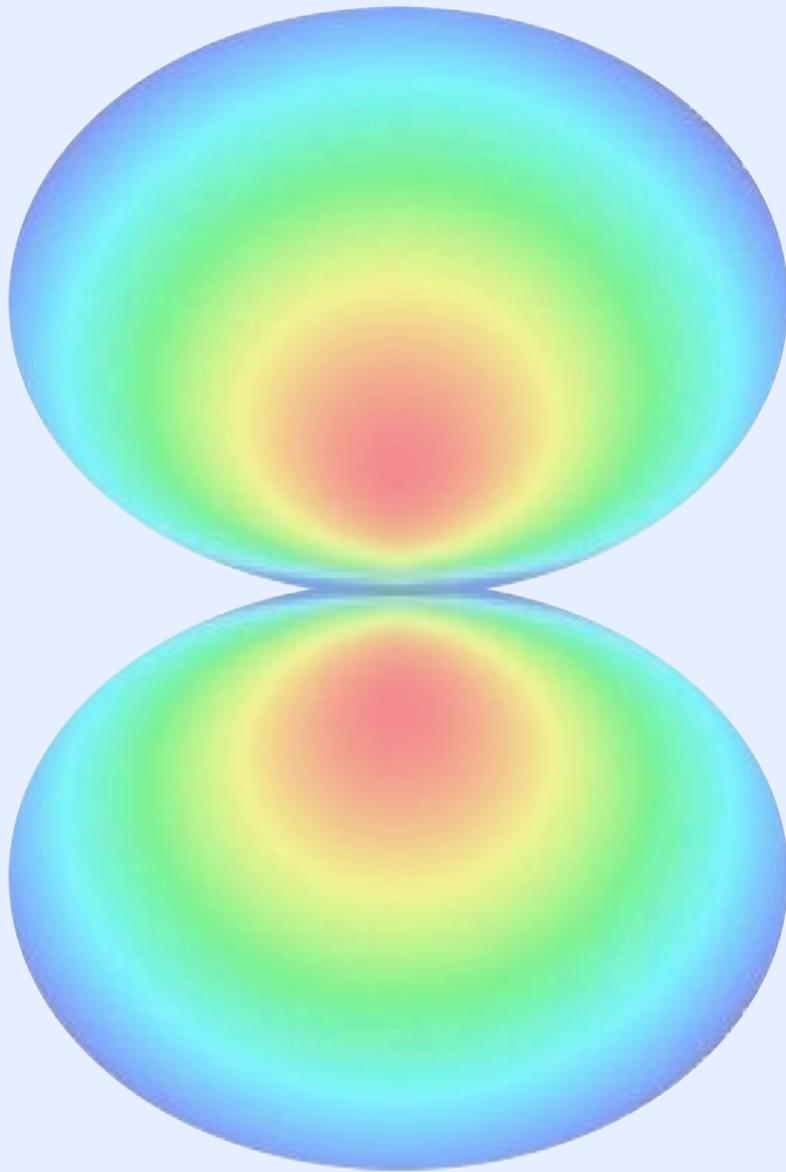


**TaDEM
2015**

**6° Taller de Dinámica y
Estructura de la Materia**



LIBRO DE RESÚMENES

**Instituto de Física, UNAM
15 al 18 de junio de 2015
Ciudad Universitaria
México, D.F.**



TaDEM 2015

6° Taller de Dinámica y Estructura de la Materia

Instituto de Física, UNAM

15 al 18 de junio de 2015

Ciudad Universitaria

México, D.F.

Comité Organizador Local:

Jorge Amin Seman Harutinian

Daniel Sahagún Sánchez

Comité Asesor:

Remigio Cabrera-Trujillo, *Instituto de Ciencias Físicas, UNAM*

José Luis Hernández Pozos, *Departamento de Física, UAM-I*

José Ignacio Jiménez Mier y Terán, *Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*

Antonio M. Juárez Reyes, *Instituto de Ciencias Físicas, UNAM*

Comité Académico Asesor:

Carlos Bunge, *Instituto de Física, UNAM*

Salvador A. Cruz, *Departamento de Física, UAM-I*

Jaime de Urquijo, *Instituto de Ciencias Física, UNAM*

Eugenio Ley Koo, *Instituto de Física, UNAM*

PREFACIO

El Taller de Dinámica y Estructura de la Materia se ha caracterizado por ser un espacio para la presentación y discusión de ideas entre especialistas y estudiantes de las áreas de física atómica, molecular y óptica en México. En esta, su 6ª edición, TaDEM demuestra una vez más su importancia dentro de la comunidad científica mexicana con la copiosa participación de investigadores y alumnos: más de 60 trabajos registrados, lo que hizo necesario extender la duración del Taller un día más.

En esta ocasión hemos querido dar énfasis al carácter didáctico del Taller con la inclusión de siete charlas tutoriales impartidas por distinguidos especialistas nacionales. Los temas de estos tutoriales están relacionados con algunas de las áreas más activas dentro de la comunidad internacional en física atómica, molecular y óptica. Se trata de la física de los átomos fríos, ultrafríos, superfluidez y óptica cuántica. Estas áreas han llevado el estudio de los sistemas atómicos, moleculares y ópticos hacia límites extraordinarios. Han permitido la manipulación y estudio de átomos y fotones individuales, la implementación de diferentes protocolos de información cuántica utilizando los grados internos de libertad de átomos y fotones. La condensación de Bose-Einstein abrió nuevas posibilidades en el estudio de los fenómenos cuánticos macroscópicos, como la superfluidez y las excitaciones cuánticas colectivas. Al mismo tiempo, han hecho posible la construcción de algunos de los aparatos de medida más precisos de la ciencia, como es el caso de relojes atómicos e interferómetros. Así, uno de los objetivos del Taller será la presentación y discusión de ideas en estas áreas que con pasos firmes están creciendo y desarrollándose en nuestro país.

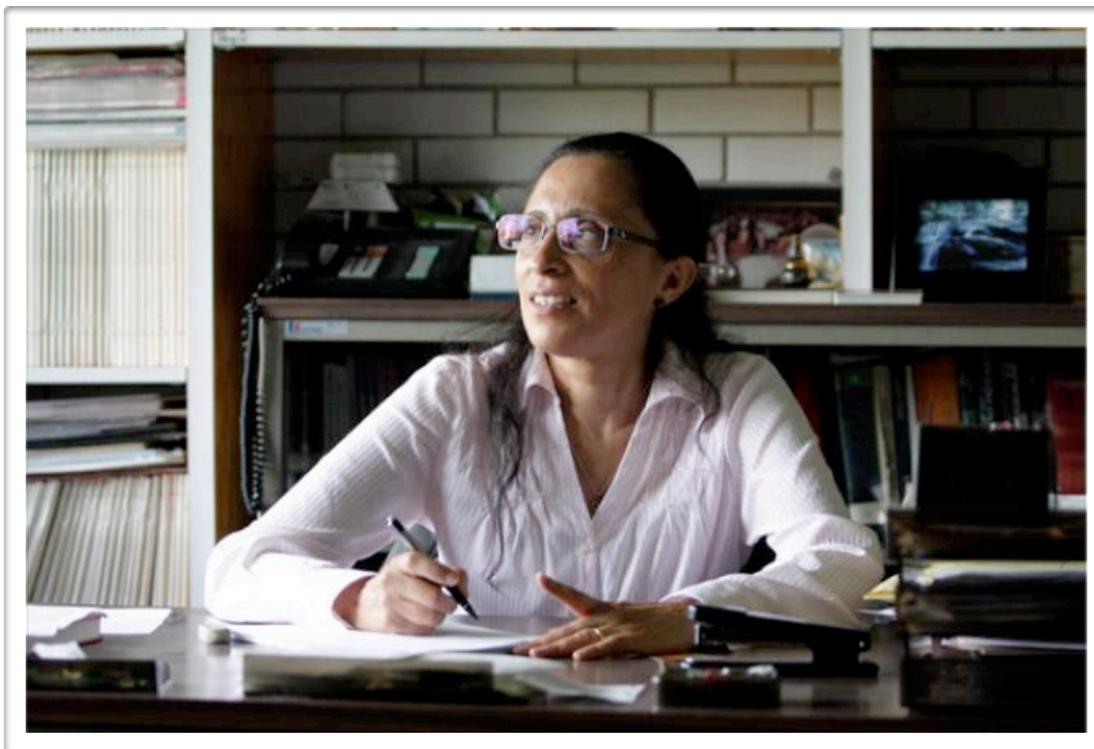
El Taller da continuidad a su ya bien establecida tradición de celebrar la carrera de un destacado investigador nacional. El Comité Académico Asesor formado por los galardonados de las ediciones anteriores del Taller, los Doctores Jaime de Urquijo, Carlos Bunge, Salvador Cruz y Eugenio Ley Koo, han elegido, basándose en los CVs propuestos por colegas asistentes al TaDEM, reconocer a la Dra. Rocío Jáuregui Renaud. ¡Enhorabuena Rocío!

Los organizadores queremos agradecer profundamente a Ma. Teresa Cázares y Miriam Romero, del IF-UNAM y a Liliana Jiménez del ICN-UNAM por su fundamental apoyo administrativo. Queremos también manifestar nuestro agradecimiento a los directores del Instituto de Ciencias Nucleares, del Instituto de Ciencias Físicas y del Instituto de Física de la UNAM, y al jefe de departamento de Física de la UAM-I por los recursos que nos han permitido realizar este taller.

México D.F. 15 de junio de 2015
Comité Organizador Local:

Dr. Daniel Sahagún Sánchez
Dr. Jorge Amin Seman Harutinian

ROCÍO JÁUREGUI RENAUD



Rocío es la sexta de los once hijos del ingeniero mexicano Manuel Jáuregui y de Rosette Renaud, originaria de Haití.

Alumna de 10 durante toda su vida estudiantil, Rocío inició su investigación en física atómica con su trabajo de tesis de licenciatura bajo la dirección de Carlos Bunge, el cual dio lugar a dos publicaciones de alto nivel (Journal of Chemical Physics, 1979 y Physical Review A, 1980).

Inició su maestría con un ambicioso proyecto para el estudio de estados resonantes atómicos. Un buen número de predicciones de nuevos iones negativos metaestables fueron publicadas en un largo artículo en Nuclear Instruments and Methods en 1982, que sentó las bases para uno de los temas de mayor interés de la década.

Durante su doctorado, Jáuregui trabajó con Manuel Berrondo sobre una nueva formulación de la Electrodinámica Cuántica, la cual fue publicada en Physical Review en 1985 bajo el título: Minimal Quantum Electrodynamics.

Realizó un post-doctorado con Joseph Molina en la Universidad de Barcelona, en problemas de relatividad clásica, cuidando al mismo tiempo de Rodrigo, su primogénito. A su regreso a México, Rocío continuó con su trabajo iniciado en Barcelona, pero también se reintegró al grupo de Bunge. En pocos años se asentó como investigadora independiente e inició nuevas líneas de investigación, con las que ha establecido un sinnúmero de colaboraciones nacionales e internacionales.

Desde el punto de vista de docencia, Jáuregui es reconocida como uno de los mejores profesores en la Facultad de Ciencias de la UNAM, así como del Posgrado en Ciencias Físicas. Ha formado muchas generaciones de físicos y ha dirigido con dedicación y entusiasmo a un gran número de estudiantes de todos los niveles, desde licenciatura hasta doctorado, además de varios investigadores post-doctorales.

En el ámbito de la investigación, Rocío ha realizado contribuciones de gran relevancia en diversas áreas de la física teórica, destacando su trabajo en física atómica, que incorpora cálculos relativistas, así como en electrodinámica cuántica y, más recientemente, en óptica cuántica y materia ultrafría. Como un ejemplo, entre los muchos que se podrían mencionar, desarrolló junto con Bunge y Eugenio Ley Koo, un teorema para hamiltonianos relativistas tipo Dirac, que también sentó las bases de un nuevo método para obtener soluciones de Hartree-Fock relativista. Su trabajo comprende hasta la fecha un total de 90 artículos en revistas internacionales, así como varias publicaciones de divulgación, que acumulan en su conjunto más de 800 citas.

Sin duda se puede afirmar que Rocío es una investigadora crucial en la historia del Departamento de Física Teórica del Instituto de Física de la UNAM (IFUNAM) y de la física atómica en México. Pero su trabajo no se limita al ámbito teórico. El entusiasmo de Jáuregui por la física experimental ha sido patente a lo largo de los años, no sólo en su exitosa y cercana colaboración con colegas experimentales, que ha dado lugar a importantes publicaciones que complementan el trabajo experimental con nítidas descripciones teóricas o predicciones de nuevos fenómenos que son posteriormente verificados, sino también en el impulso que ha dado al desarrollo de infraestructura experimental en México. En 2004, por ejemplo, fue impulsora del Laboratorio de Micromanipulación óptica del IFUNAM, que fundó junto con Karen Volke. Rocío ha jugado también un papel notable en el desarrollo de

los laboratorios de Átomos Fríos y Óptica Cuántica en el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, fomentando constantemente la colaboración y planteando proyectos conjuntos.

Actualmente, Rocío Jáuregui es responsable académica del Laboratorio Nacional de Materia Cuántica (LANMAC), proyecto multi-institucional que fue aprobado en 2014 y cuya construcción inició teniendo como base el IFUNAM. Este ambicioso proyecto es el fruto de una ardua labor, desde su concepción, promoción, planeación y gestión, hasta su actual realización, e indiscutiblemente será un parteaguas en el desarrollo de la investigación en física fundamental en México.

Carlos Bunge y Karen Volke

*Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México
15 de junio de 2015*

Programa TaDEM 2015

Auditorio Alejandra Jáidar del Instituto de Física de la UNAM

Charlas de 25 minutos + 5 de preguntas

Tutoriales con duración total de 1h30

	Lunes 15	Martes 16	Miércoles 17	Jueves 18
8:30 – 9:00	Registro	Registro	Registro	
9:00 – 9:30	Apertura	T3: Blas Rodríguez	T4: Alfred U'Ren	T7: Pablo Barberis
9:30 – 10:00	O1: Rocio Jáuregui			
10:00 – 10:30	O2: Eduardo Basurto			
10:30 – 11:00	CAFÉ	CAFÉ	CAFÉ	CAFÉ
11:00 – 11:30	O3: Salvador Cruz	O9: Baldemar López	O14: Adrian Ortega	O19: Debora Contreras
11:30 – 12:15	T1: Eduardo Gómez	T1: Eduardo Gómez	T5: Víctor Romero	T5: Víctor Romero
12:15 – 13:00	T2: Mauricio López	T2: Mauricio López	T6: Fernando Ramírez	T6: Fernando Ramírez
13:00 – 16:00	COMIDA	COMIDA	COMIDA	COMIDA
16:00 – 16:30	O4: Carlos Pineda	O10: Andrea Valdés	O15: José I. Jiménez	O20: Ricardo Méndez
16:30 – 17:00	O5: Víctor Medel	O11: Saeed Hamzeloui	O16: Cristian Mojica	O21: Daniel Nader
17:00 - 17:30	O6: Arturo Camacho	O12: Isaac Pérez	O17: Jorge Hirsch	O22: Eduardo López
17:30 – 18:00	O7: Alexander Franco	O13: Luis Benet	O18: Francisco Sevilla	O23: Carlos Villarreal
18:00 – 18:30	O8: Víctor Velázquez	Carteles	Carteles	Clausura
18:30 – 19:00				

ÍNDICE

Prefacio	5
Semblanza: Rocio Jáuregui Renaud	7
Programa	11
Tutoriales	17
T1 Interferometría atómica para mediciones de precisión	19
Acoplamiento de láseres a cavidades ultra estables	20
T2 Frecuencias ultra estables para la operación de fuentes atómicas	21
T3 Dinámica en modelos cuánticos extendidos de Rabi	21
T4 Generación de parejas de fotones en fibras ópticas y en cristales no lineales, parte I y parte II	22
T5 Condensación de Bose-Einstein en gases ultrafríos, confinados por trampas inhomogéneas. Termodinámica y propiedades críticas	23
T6 Espectroscopia láser, átomos fríos y metrología de tiempo y frecuencia	24
T7 Una pequeña introducción a metrología cuántica	25
Charlas Invitadas	27
O1 Control de las tasas de transición atómicas vía la conformación de luz láser	29
O2 Derivación/validación de secciones eficaces de colisión de iones y electrones a partir de la medición de coeficientes de enjambres	30
O3 Iones Diatómicos y Monoeléctricos Confinados en Ángulos Diedros: De Playa del Carmen a AQC 72 Capítulo 13	31
O4 Multipartite entanglement dynamics in a cavity	32
O5 Cúmulos de Ca dopados con metales de transición frente a moléculas organoazufradas	33
O6 Superfluidez de un gas dipolar de Fermi en 2D en redes ópticas	34
O7 Modelo de enlace fuerte y ecuaciones relativistas: experimentos en microondas	35
O8 Interferencia clásica vs Interferencia cuántica	36

O9	El cociente de participación inverso (IPR) en estados coherentes regulares y caóticos del modelo de Dicke	37
O10	Enredar desenredando	38
O11	Interferometría dual insensible a fluctuaciones de campo magnético	39
O12	Spectral order statistics of Gaussian random matrices: large deviations for trapped fermions and associated phase transitions	40
O13	Probing two-particle exchange processes in two-mode Bose-Einstein condensates	41
O14	Quantum efficiencies in finite disordered networks connected by many-body interactions	42
O15	Avances en el laboratorio de átomos fríos del ICN-UNAM	43
O16	Resultados recientes sobre el estudio de la transición $5P_{3/2} \rightarrow 6P_{3/2}$ en rubidio atómico	44
O17	Átomos en cavidades: caos y transiciones de fase	45
O18	Diagrama de fase Superfluido-Aislante de Mott a temperatura finita	46
O19	Non-equilibrium correlations and entanglement in a hybrid circuit-QED system	47
O20	Efectos de confinamiento en un paquete de ondas de materia ultra fría por un potencial cuadrado cerca del límite de deslocalización: Soluciones analíticas y propiedades de escalamiento	48
O21	Existencia del estado $1u$ del ion H_2^+ en campos magnéticos fuertes	49
O22	Campo de anisotropía magnética en aleación amorfa y película delgada rica en Cobalto. Mediciones mediante resonancia ferromagnética y absorción de potencia de microonda a campo bajo	50
O23	Superfluidez, superconductividad y los gases atómicos ultrafríos	51
Carteles		53
C1	Transiciones Raman con un modulador de fibra	55
C2	Construcción de un horno para calentar celdas de vidrio que contienen Rubidio	56
C3	¿Cuán aleatorios son los números aleatorios generados usando parejas de fotones?	57
C4	Filtrado de frecuencia de un haz modulado en fase para interferometría atómica	58
C5	Estudio vibracional Raman de las fases cristalinas en películas de $Y_3Fe_5O_{12}$ (YIG) sintetizadas por la vía de sol-gel	59

C6	Aproximación semiclásica para cuantificar el caos en el modelo de Dicke	60
C7	Estabilidad de un hidrato de metano con el líquido iónico bromuro de 1-hexil-3-metilimidazolina	61
C8	Radiación electromagnética de nano emisores y efectos laser en cristales 3D en Clúster de percolación	62
C9	Trampas Ópticas de Dipolo en Experimentos con Gases Cuánticos	63
C10	Classical chaos in atom-field systems	64
C11	Generación de Parejas de Fotones mediante Mezclado Espontáneo de Cuatro Ondas	65
C12	Improved model for temperature measurements in cesium fountain clocks	66
C13	Applied Radiation Physics: Etched Ion Tracks for Biotechnology and Optics	67
C14	Estructura electrónica del fosfuro de níquel	68
C15	Condensados de Bose confinados en potenciales inhomogéneos: descripción vía Gross-Pitaevskii	69
C16	Creación del laboratorio de Átomos Fríos y Óptica Cuántica (I y II)	70
C17	Desarrollo de un sistema de modulación de fase de luz láser	71
C18	Efecto optogalvánico en una descarga de Argón y de Neón	72
C19	Diseño de sistema de vacío para experimentos con gases cuánticos de Li	73
C20	Sistema experimental para espectroscopía en átomos fríos	74
C21	El cociente de participación inverso (IPR) en estados coherentes regulares y caóticos del modelo de Dicke	75
C22	Cambios rápidos de campo magnético para interferometría atómica	76
C23	H_2^+ en campos magnéticos débiles	77
C24	Estructura de los niveles de energía en el átomo de Hidrógeno confinado por un a cavidad cilíndrica penetrable	78
C25	Teoría de momento angular en bases de armónicos esferoconales: De Playa del Carmen al AQC 72 Cap. 15	79
C26	Construcción y caracterización de un diodo láser sintonizable y una cavidad Fabry-Perot	80
C27	Diseño, construcción y caracterización de un láser de 1049 nm para la producción de átomos de Rydberg	81

C28	Método de Malla de Lagrange aplicado al estudio del ion molecular H_2^+ confinado por una cavidad esferoidal impenetrable	82
C29	“Paper” Laser: A new concept in Time and Frequency Metrology	83
C30	Sistema experimental para la medición de una transición cuadrupolar eléctrica	84
C31	Perfiles de densidad en gases ultrafríos	85
C32	En la generalización de los ángulos de Euler para el grupo de Lorentz	86
C33	Transferencia de amplitud transversal de un vórtice óptico a un solo fotón por el proceso de Conversión Paramétrica Descendente	87
C34	Macroscopic excitations in confined BEC, searching for quantum turbulence	88
	Lista de participantes	89
	Índice Alfabético	93

TUTORIALES

Interferometría atómica para mediciones de precisión

Eduardo Gómez García

*Instituto de Física
Universidad Autónoma de San Luis Potosí*

e-mail: egomez@ifisica.uaslp.mx

Las mejores mediciones en la física se obtienen usando interferómetros. En particular, los interferómetros atómicos son muy adecuados para el estudio de fuerzas mecánicas muy débiles. En este tutorial presentaré el funcionamiento de un interferómetro atómico con énfasis hacia mediciones de tipo gravitacional.

Acoplamiento de láseres a cavidades ultra estables

J. Mauricio López Romero^{1,2} y Eduardo de Carlos¹

¹Centro Nacional de Metrología

²CINVESTAV Unidad Querétaro, Instituto Politécnico Nacional

e-mail: mauricio.lopez@cenam.mx

Reportes recientes muestran que el nivel de exactitud de relojes atómicos del tipo de rejilla óptica se encuentran en la parte baja de 10^{-18} . Los láseres ultra estables (láseres con dispersiones fraccionales de frecuencia de partes en 10^{-15} o menores) son elementos de la mayor importancia en el desarrollo de los llamados relojes atómicos ópticos. En este tutorial se revisan aspectos teóricos/experimentales relacionados con el acoplamiento de láseres a cavidades de ultra baja expansión térmica, referidas como cavidades tipo ULE. Entre otros aspectos, se revisa la técnica Pound-Drevel-Hall (PDH) para el acople láser/cavidad. Se ilustran los conceptos a través de resultados experimentales en el CENAM sobre el acoplamiento de un láser de 852 nm a una cavidad ULE.

Frecuencias ultra estables para la operación de fuentes atómicas

J. Mauricio López Romero^{1,2}, Eduardo de Carlos¹, S. López L.¹ y Carlos A. Ortiz^{1,2}

¹Centro Nacional de Metrología

²CINVESTAV Unidad Querétaro

e-mail: mauricio.lopez@cenam.mx

La mejor realización experimental de la definición de la unidad de tiempo del Sistema Internacional de Unidades se hace por medio de las llamadas fuentes atómicas de Cesio-133. En esta plática se muestra los progresos del Centro Nacional de Metrología (CENAM) a efecto de operar su fuente atómica de Cesio-133 a partir de frecuencias ultra estables tanto ópticas como de RF. Las frecuencias ópticas utilizadas en los procesos de enfriamiento y manipulación de átomos de Cesio-133 son derivadas del acoplamiento de un láser de 852 nm de onda continua a una cavidad ULE de 10 cm de longitud mientras que las frecuencias de RF (9.192 GHz) para inducir la transición de reloj serán derivadas de un peine de frecuencias de Ti:Sa con frecuencia de repetición de 1.149 GHz desarrollado en el CENAM y estabilizado a una cavidad ULE.

Dinámica en modelos cuánticos extendidos de Rabi

Blas Manuel Rodríguez Lara

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

e-mail: bmlara@inaoep.mx

Revisaremos las nociones básicas para atacar el modelo cuántico de Rabi y algunas de sus extensiones. En particular nos concentraremos en su espectro y evolución temporal.

Generación de parejas de fotones en fibras ópticas y en cristales no lineales, parte I y parte II

Alfred U'Ren

*Instituto de Ciencias Nucleares
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: alfred.uren@nucleares.unam.mx

En esta serie de pláticas se presentarán resultados tanto teóricos como experimentales sobre la generación de parejas de fotones mediante los procesos de conversión paramétrica descendente, en cristales no lineales, y de mezclado de cuatro ondas espontáneo, en fibras ópticas.

Condensación de Bose-Einstein en gases ultrafríos, confinados por trampas inhomogéneas. Termodinámica y propiedades críticas.

Víctor Manuel Romero Rochín

*Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: romero@fisia.unam.mx

Los experimentos actuales con gases ultrafríos, a temperaturas cercanas a los nanokelvin, se realizan en potenciales, o trampas, de origen óptico o magnético, necesarios para confinarlos. Estos potenciales son inhomogéneos, típicamente armónicos, y difieren fuertemente de los experimentos usuales en los que los recipientes que confinan al sistema están compuestos de paredes rígidas. Mostraremos que este confinamiento inhomogéneo no sólo da lugar a que la densidad del gas sea también no uniforme, sino además que su termodinámica se ve fuertemente afectada. En particular, las variables mecánicas usuales de presión y temperatura dejan de serlo y son reemplazadas por variables generalizadas que, aunque también son mecánicas, son las apropiadas para cada tipo de confinamiento. Además de presentar la termodinámica de los gases inhomogéneos, se discutirá su impacto en las propiedades críticas de la transición de un fluido normal a uno que presenta el estado superfluido de la condensación de Bose-Einstein. Se mostrará que existe evidencia de que el orden de la transición, así como su clase de universalidad, pueden depender del confinamiento. Se explorará la forma en que estas propiedades pueden ser obtenidas en los experimentos que actualmente se realizan con vapores alcalinos.

Espectroscopia láser, átomos fríos y metrología de tiempo y frecuencia

Fernando Ramírez Martínez

*Instituto de Ciencias Nucleares
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: ferama@nucleares.unam.mx

En este tutorial comenzaré revisando el problema de la interacción entre los átomos y la radiación electromagnética. A partir de esta información, describiré algunas técnicas experimentales especialmente representativas que se utilizan de manera cotidiana en los laboratorios modernos de física atómica para estabilizar fuentes de radiación láser a resonancias atómicas. A continuación, mostraré los principios básicos del funcionamiento de una trampa magneto-óptica y de los sistemas de imagen más utilizados en los experimentos con átomos fríos. Con base en la información plasmada en este tutorial, describiré los principios de operación de los relojes atómicos de átomos fríos, los sistemas de medición más precisos que ha desarrollado el ser humano. Por último, concluiré mi exposición describiendo la manera en la que los relojes atómicos son utilizados para establecer referencias de tiempo y frecuencia, las cuales son hoy en día la base de la definición de la unidad de tiempo, el segundo.

Una pequeña introducción a metrología cuántica

Pablo Barberis-Blostein

*Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: pbb@iimas.unam.mx

Para estimar un parámetro, por ejemplo: la velocidad de un objeto o la frecuencia de transición entre dos estados de energía de un átomo, uno utiliza una función que toma como argumentos los resultados de un experimento y da como resultado la estimación del parámetro de interés. Esta función se conoce como el estimador. ¿Como saber si el estimador es óptimo? Discutiremos este problema tanto en el caso clásico como en el caso cuántico.

CHARLAS INVITADAS

Control de las tasas de transición atómicas vía la conformación de luz láser

Rocio Jáuregui

*Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: rocio@fisica.unam.mx

Se presenta un análisis sistemático y modular para calcular la viabilidad de modificar las tasas de transición atómicas mediante la adaptación del campo electromagnético de una fuente de luz coherente externa. El formalismo considera tanto al centro de masa y a los grados de libertad internos del átomo, como a todas las propiedades del campo: frecuencia, espectro angular y polarización. Se discuten las características generales de los efectos de retroceso para las transiciones internas prohibidas. Un análisis comparativo de las diferentes fuentes de luz estructurada se trabaja explícitamente. Esto incluye a ondas esféricas, haces gaussianos, haces Laguerre-Gauss y haces invariantes ante propagación. Se muestra que incrementos en el orden de magnitud de las tasas de transición para haces gaussianos y Laguerre-gaussianos, con respecto a los obtenidos en el límite paraxial, requiere de cinturones del orden de la longitud de onda, mientras que los modos invariantes ante propagación pueden mejorar considerablemente las tasas de transición en condiciones más favorables. Para transiciones que pueden ser descritas de forma natural como modificaciones de la cantidad de movimiento angular atómico, esta mejora es máxima (dentro de haces invariantes ante propagación) para los modos de Bessel, los modos de Mathieu se pueden utilizar para enredar los estados interno y de centro de masa involucrados, y los haces Weber suprimen este tipo de transiciones a menos que tengan un componente significativa de los modos impares. Sin embargo, si se permite que un efecto de retroceso de la transición con una simetría adecuada, la tasa de transición global (centro de masa y de movimiento interno) puede también ser mejorada usando modos de Weber. El análisis global presentado refuerza la idea de que un mejor control de las transiciones entre estados atómicos internos requiere tanto de un adecuado control de los estados disponibles del centro de la masa atómico, como de la conformación del campo electromagnético de fondo.

Derivación/validación de secciones eficaces de colisión de iones y electrones a partir de la medición de coeficientes de enjambres

¹Eduardo Basurto Uribe y ²Jaime de Urquijo

¹*Departamento de Ciencias Básicas, UAM – A*

²*Instituto de Ciencias Físicas, UNAM*

e-mail: ebasurto@correo.azc.uam.mx

Se presentan algunos casos seleccionados a partir de trabajo experimental reciente de la medición de las propiedades de transporte y reacción de enjambres de electrones e iones en gases y su utilidad para validar o bien derivar grupos de secciones eficaces de colisión, esenciales para la comprensión, simulación y modelado de muchos tipos de descargas gaseosas. Se analizan varios casos ejemplares de velocidades de arrastre (movilidades) medidas para electrones/iones de deriva, coeficientes de difusión longitudinal, coeficientes de ionización efectiva, y las velocidades de reacción de ion-molécula con gases, a partir de las cuales se han obtenido nuevos conjuntos de secciones eficaces. Todos los sistemas discutidos contemplan la medición del gas puro y su mezcla con N₂ o gases raros, ya que de éstos se cuenta con secciones eficaces muy confiables, sirviendo así como una prueba para determinar o validar las secciones transversales recién derivadas para el gas puro. Al final de la charla se presentarán avances recientes acerca de la fotoionización del gas.

Iones Diatómicos y Monoeléctricos Confinados en Ángulos Diedros: De Playa del Carmen a AQC 72 Capítulo 13.

Salvador A. Cruz¹ y Eugenio Ley-Koo²

¹*Departamento de Física, UAM-I*

²*Instituto de Física, UNAM*

e-mail: cruz@xanum.uam.mx; eleykoo@fisica.unam.mx

Nuestra contribución al Taller Internacional sobre Conceptos de Física Matemática en Química, en homenaje al Profesor Frank Harris y realizado en Playa del Carmen en Diciembre 2014, incluyó la formulación general de la solución exacta de la Ecuación de Schrödinger para iones diatómicos y monoeléctricos confinados en ángulos diedros dentro de la aproximación de Born-Oppenheimer, y resultados preliminares sobre los estados de energía más bajos del ion molecular de Hidrógeno [1]. En nuestra contribución escrita para el Festschrift incluimos información complementaria sobre este ion homonuclear y resultados originales sobre el ion heteronuclear HeH^{2+} [2]. Esta contribución al TADEM VI está enfocada en dar a conocer resultados relevantes de esa información complementaria: Curvas de Energía Potencial y su Parametrización de Dunham, Funciones de Onda Hiperboloidales, Momento Dipolar Eléctrico como funciones del ángulo de confinamiento para el ion homonuclear; y el análisis de los estados (001) y (011) del ion heteronuclear por medio de sus energías electrónicas, curvas de energía potencial y funciones de onda, estableciendo el carácter antiligante del primero para cualquier ángulo de confinamiento, y el carácter metaestable del segundo para ángulos de confinamiento suficientemente grandes.

Referencias

[1] S. A. Cruz and E. Ley-Koo, The Hydrogen Molecular Ion Confined in Dihedral Angles. Workshop on Concepts of Mathematical Physics in Chemistry. In honor of Frank E. Harris. Playa del Carmen, Quintana Roo, México, diciembre 10 – 13, 2014.

[2] S. A. Cruz and E. Ley-Koo, The Hydrogen and Molecular Ions Confined in Dihedral Angles. "Concepts of Mathematical Physics in Chemistry: A tribute to Frank E. Harris" , Adv. Quantum Chem., Chapter 13 (2015), en prensa.

Multipartite entanglement dynamics in a cavity

Carlos Pineda

*Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: carlosp@fisica.unam.mx

We study the dynamics of two kinds of entanglement, and their interplay. On one hand, the intrinsic entanglement within a central system composed by three two level atoms, and measured by multipartite concurrence, on the other, the entanglement between the central system and a cavity, acting as an environment, and measured with purity. Using dipole-dipole and Ising interactions between atoms we propose two Hamiltonians, a homogeneous and a quasi-homogeneous one. We find an upper bound for concurrence as a function of purity, associated to the evolution of the W state. A lower bound is also observed for the homogeneous case. In both situations, we show the existence of critical values of the interaction, for which the dynamics of entanglement seem complex.

Cúmulos de Ca dopados con metales de transición frente a moléculas organoazufradas

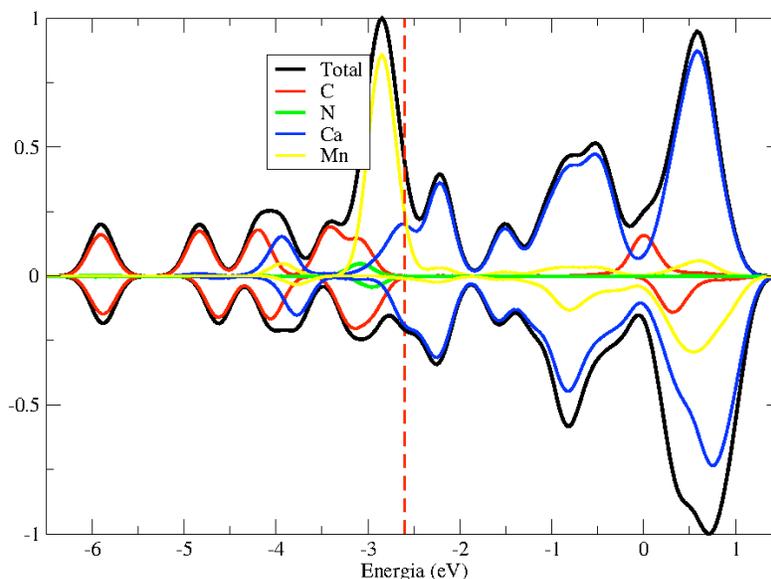
Víctor M. Medel Juárez, José Manuel Domínguez Esquivel e Isidoro García-Cruz

Instituto Mexicano del Petróleo

e-mail: vmmedel@hotmail.com

Se presenta un estudio de cúmulos de Ca dopados con metales de transición y moléculas derivadas del petróleo. Los orbitales moleculares frontera del complejo cúmulo-molécula orgánica es una forma de monitorear la reactividad de la molécula orgánica. En la figura se presenta la densidad de estados del complejo Ca11Mn- carbazol, donde se puede observar que en la región de Fermi, el átomo que más contribuye al orbital HOMO es el metal de transición, Mn, mientras que los átomos de Ca son los que contribuyen al LUMO. Con este estudio, lo que pretendemos encontrar es la combinación del cúmulo que modifique esta región HOMO-LUMO como se muestra en la imagen de la densidad de estados. Al hacer mas importante la contribución de los orbitales atómicos de la molécula orgánica.

Densidad de Estados del Ca11Mn-carbazol



Agradecimientos.

Los autores agradecemos el apoyo del proyecto FCSH No. 177007 que actualmente se lleva a cabo en el IMP.

Superfluidez de un gas dipolar de Fermi en 2D en redes ópticas

Arturo Camacho-Guardian y Rosario Paredes

*Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: jocamacho@ciencias.unam.mx

Se estudia la superfluidez de un gas dipolar de Fermi confinado en un par de redes ópticas paralelas, cuyo momento dipolar se alinea perpendicular al plano de las redes ópticas. Usando técnicas de funcionales integrales y la teoría de Ginzburg-Landau, se investiga el estado BCS a temperaturas finitas. Se presenta la transición de Berezinskii-Kosterlitz-Thouless que permite la formación de estados tipo BEC. La posibilidad de manipular externamente los parámetros del sistema permite identificar el cruce BEC-BCS.

Modelo de enlace fuerte y ecuaciones relativistas: experimentos en microondas

John Alexander Franco-Villafañe, E. Sadurní, S. Barkhofen, U. Kuhl,
F. Mortessagne y T. H. Seligman

*Instituto de Ciencias Físicas
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: jofrabil@fis.unam.mx

Se presenta la realización experimental de dos sistemas relativistas exactamente solubles: el oscilador de Dirac y el giroscopio de Dirac. Un conjunto de resonadores dieléctricos es colocado en medio de un campo electromagnético de tal forma que la descripción del sistema pueda hacerse a través de un modelo de enlace fuerte. Cambiando la interacción entre los resonadores fue posible imitar el comportamiento del oscilador y giroscopio de Dirac en una dimensión.

Agradecimientos.

T. H. S., J. A. F. V. y S. B. agradecen a la Universidad de Niza por la hospitalidad durante varias visitas en el LPMC. T. H. S. y J. A. F. V. al CONACyT Número del Proyecto 79613, número de proyecto PAPIIT-UNAM IG101113 y PAEP-UNAM por los apoyos financieros. E. S. reconoce el apoyo del proyecto PROMEP No. 103.5/12/4367

Interferencia clásica vs Interferencia cuántica

Víctor Velázquez

Facultad de Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de México

e-mail: vicvela@ciencias.unam.mx

No existe realmente ninguna diferencia entre un patrón de interferencia clásica y un patrón de interferencia cuántica. En esta charla contamos como se origina un patrón de interferencia clásica a partir de la interferencia cuántica. La interferencia cuántica tiene su origen en la no localidad de sus estados. Sin embargo, esta no localidad queda oculta en los patrones clásicos. Cómo la decoherencia hace este trabajo es el objetivo de varias de nuestras investigaciones.

El cociente de participación inverso (IPR) en estados coherentes regulares y caóticos del modelo de Dicke

Baldemar López del Carpio¹, Sergio Lerma¹, Jorge Chávez²,
Miguel Bastarrachea² y Jorge Hirsch²

¹Facultad de Física, Universidad Veracruzana

²Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

e-mail: ramedlab1@gmail.com

El modelo de Dicke describe esquemáticamente la interacción entre átomos de dos niveles con un solo modo del campo electromagnético. La dinámica del modelo presenta regiones regulares y caóticas para energías suficientemente altas en la llamada fase superradiante. El Cociente de Participación Inverso (Inverse Participation Ratio o IPR) permite cuantificar el número de estados que participan en la construcción de un cierto estado. En este trabajo se estudia el IPR de estados coherentes respecto a los estados propios del Hamiltoniano de Dicke y se estudia su comportamiento como función del número de átomos en el sistema. Los resultados muestran una clara diferencia en el comportamiento del IPR dependiendo de si el estado coherente está localizado en una región regular o en una caótica. Para ambos casos se observa una ley de potencias para la dependencia con el número de átomos, pero mientras que en los casos regulares la potencia es menor que uno ($\sim 1/2$) en el caso caótico la potencia es muy próxima a 1.

Agradecimientos.

CONACyT, proyecto CB-2009-01/13529.

Enredar desenredando

Andrea Valdés

Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México

e-mail: andreavh@fisica.unam.mx

El enredamiento (o entrelazamiento) es un fenómeno que surge en sistemas cuánticos compuestos de dos o más partes cuya su descripción está contenida en una estructura que —a diferencia de lo que ocurre en el caso clásico— posee información bien definida del sistema como un todo, pero no así de cada una de sus partes. Dicha estructura constituye lo que se conoce como un estado enredado e implica la existencia de correlaciones cuánticas entre los diversos subsistemas, lo que resulta en la aparición de ciertas propiedades físicas del sistema global que están ausentes en su contraparte clásica. El enredamiento es una de las manifestaciones más representativas y enigmáticas del fenómeno cuántico, además de ser un recurso esencial en diversas aplicaciones de la información cuántica. No obstante, el entrelazamiento tiende a degradarse como resultado de la inevitable interacción de los sistemas con el ambiente, en un proceso conocido como decoherencia. En años recientes, sin embargo, el estudio de la dinámica del enredamiento ha mostrado que la decoherencia puede ser usada a favor del entrelazamiento, de tal forma que el desenredamiento de algunos constituyentes del sistema puede venir acompañado del enredamiento de otros componentes, dando lugar a fenómenos como la transferencia y la transformación del enredamiento asistidos por el ambiente. En esta plática presentaremos algunos de estos resultados, que nos permiten avanzar hacia una mejor comprensión de la dinámica y distribución del entrelazamiento.

Interferometria dual insensible a fluctuaciones de campo magnético

Saeed Hamzeloui, D. Martínez-Arias, V. M. Valenzuela y E. Gomez

*Instituto de Física
Universidad Autónoma de San Luis Potosí*

e-mail: s.hamzeloui@gmail.com

En este trabajo presentamos un interferómetro para realizar interferometría insensible a fluctuaciones de campo magnético. La transición entre niveles con $m = 0$ (transición de reloj) es la preferida para interferometria atómica debido a su insensibilidad a fluctuaciones magnéticas. En átomos de ^{87}Rb existe otra transición con características similares entre los niveles $F = 1, m = -1$ y $F = 2, m = 1$. Aquí el mínimo de sensibilidad ocurre a 3.2 Gauss. Nosotros buscamos combinar ambas transiciones para mejorar la sensibilidad magnética. La implementación del interferómetro requiere de una trampa atómica, una molasa óptica, bombeo óptico y oscilaciones de Rabi. Presentaremos resultados experimentales de cada uno de estos pasos, así como de la señal de interferometria atómica con la que obtenemos una sensibilidad de 3 Hz limitada por nuestro tiempo de evolución libre (10 ms).

Financiamiento de CONACYT, UASLP y Fundación Marcos Moshinsky

Spectral order statistics of Gaussian random matrices: large deviations for trapped fermions and associated phase transitions

Isaac Pérez Castillo

Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México

e-mail: isaacpc@fisica.unam.mx

We compute the full order statistics of a one-dimensional gas of spinless fermions (or, equivalently, hard bosons) in a harmonic trap at zero temperature, including its large deviation tails. The problem amounts to computing the probability distribution of the k th smallest eigenvalue $\lambda(k)$ of a large dimensional Gaussian random matrix. We find that this probability behaves for large N as $\mathcal{P}[\lambda(k)=x] \approx \exp[-\beta N^2 \psi(k/N, x)]$, where β is the Dyson index of the ensemble. The rate function $\psi(c, x)$, computed explicitly as a function of x in terms of the intensive label $c=k/N$, has a quadratic behavior modulated by a weak logarithmic singularity at its minimum. This is shown to be related to phase transitions in the associated Coulomb gas problem. The connection with statistics of extreme eigenvalues and order statistics of random matrices is also discussed. We find that, as a function of c and keeping the value of x fixed, the rate function $\psi(c, x)$ describes the statistics of the shifted index number, generalizing known results on its typical fluctuations; as a function of x and keeping the fraction $c=k/N$ fixed, the rate function $\psi(c, x)$ also describes the statistics of the k th eigenvalue in the bulk, generalizing as well the results on its typical fluctuations. Moreover, for $k=1$ (respectively, for $k=N$), the rate function captures both the fluctuations to the left and to the right of the typical value of $\lambda(1)$ (respectively, of $\lambda(N)$).

Probing two-particle exchange processes in two-mode Bose-Einstein condensates

Luis Benet

*Instituto de Ciencias Físicas
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: benet@fis.unam.mx

We study the fidelity decay and its freeze for an initial coherent state of two-mode Bose-Einstein condensates in the Fock regime, considering a Bose-Hubbard model that includes two-particle tunneling terms. By using linear-response theory we find scaling properties of the fidelity as a function of the particle number that prove the existence of two-particle mode-exchange when a non-degeneracy condition is fulfilled. Tuning the energy difference of the two modes serves to distinguish the presence of two-particle mode-exchange terms through the appearance of certain singularities. Numerical results confirm our findings.

Experimental verification of our findings could improve cold atom interferometry. This is joint work with Diego Espitia and Daniel Sahagún.

Quantum efficiencies in finite disordered networks connected by many-body interactions

Adrian Ortega, Manan Vyas y Luis Benet

*Instituto de Ciencias Físicas
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: adrianortega@fis.unam.mx

The quantum efficiency in the transfer of an initial excitation in disordered finite networks, modeled by the k -body embedded Gaussian ensembles of random matrices, is studied for bosons and fermions. The influence of the presence or absence of time-reversal symmetry and centrosymmetry/centrohermiticity are addressed. For bosons and fermions, the best efficiencies of the realizations of the ensemble are dramatically enhanced when centrosymmetry (centrohermiticity) is imposed. For few bosons distributed in two single-particle levels this permits perfect state transfer for almost all realizations when one-particle interactions are considered. For fermionic systems the enhancement is found to be maximal for cases when all but one single particle levels are occupied.

Avances en el laboratorio de átomos fríos del ICN-UNAM

Luis Alcantar¹, Ricardo Colín Rodríguez², Griselda Domínguez¹, Arturo Espino Núñez³, Jesús Flores-Mijangos², Santiago Hernández-Gómez², Esteban Iris Rivera³, Rocío Jáuregui⁴, Oscar Lazo², Oscar López-Hernández², Cristian Mojica-Casique², Eduardo Navarro-Navarrete¹, Francisco S. Ponciano Ojeda¹, Fernando Ramírez², Alfonso Rito Morales⁵, Eduardo Rosales Tristán³, Daniel Sahagún⁴, Víctor Samayoa Donado¹, Armando Vieyra Reboyo¹, Carlos Villegas Burgos¹, Karen Volke-Sepúlveda⁴ y José I. Jiménez-Mier²

¹Facultad de Ciencias, UNAM

²Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

³Facultad de Ingeniería, UNAM

⁴Instituto de Física, UNAM

⁵Facultad de Química, UNAM

e-mail: jimenez@nucleares.unam.mx

Se presenta un panorama general de los avances recientes del laboratorio de átomos fríos. En vapor térmico de rubidio atómico se observó, con resolución de la estructura hiperfina, la transición $5p_{3/2} \rightarrow 6p_{3/2}$ prohibida por la aproximación dipolar eléctrica. Se hicieron cálculos para las intensidades relativas de las líneas espectrales, obteniéndose muy buen acuerdo con los datos experimentales. Se inició el montaje, las pruebas y la caracterización de un modulador espacial de luz para generar haces estructurados a la frecuencia de la transición prohibida. Se realizaron los primeros experimentos de espectroscopia de absorción y fluorescencia con los átomos fríos en la secuencia de excitación $5s \rightarrow 5p \rightarrow 5d$. Se avanzó en el montaje de moduladores acusto-ópticos en doble paso para contar con una referencia interna de frecuencia en los espectros. Se construyó y caracterizó el funcionamiento de un horno que alcanza una temperatura de 60°C para la producción de un vapor denso de rubidio. Se diseñó e inició la construcción de un láser de diodo para explorar la producción de átomos de Rydberg con un nuevo esquema de excitación con tres fotones. Se construyeron interfaces y dispositivos electrónicos para la detección de luz infrarroja, para el control de campos magnéticos y para la medición y el control de la temperatura del horno

Agradecimientos: El laboratorio de átomos fríos opera con el apoyo de los proyectos PAPIIT IA101714 e IN110812, de los proyectos de Ciencia Básica de CONACyT 168451 y 168498, y del Laboratorio Nacional de Materia Cuántica de CONACyT 232652.

Resultados recientes sobre el estudio de la transición $5P_{3/2} \rightarrow 6P_{3/2}$ en rubidio atómico

Cristian Adán Mojica Casique y Jesús Flores Mijangos

*Instituto de Ciencias Nucleares
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: xtianadan@gmail.com

En esta plática se presentan los resultados más recientes sobre el estudio de la transición $5P_{3/2} \rightarrow 6P_{3/2}$ en rubidio atómico. Esta transición se lleva a cabo con vapor de rubidio atómico contenido en celdas de vidrio a temperatura ambiente por medio de una doble excitación. La primera da lugar a la transición $5S_{1/2} \rightarrow 5P_{3/2}$ con un láser sintonizado a 780 nm mientras que la segunda produce a la transición $5P_{3/2} \rightarrow 6P_{3/2}$ con un láser sintonizado a 911 nm. Registrando el decaimiento espontáneo de $6P_{3/2} \rightarrow 5S_{1/2}$ que corresponde a luz en 420 nm con un tubo fotomultiplicador se observa la estructura hiperfina del nivel $6P_{3/2}$. Cambiando la potencia del primer haz de 10 a 100 μW así como su estado de polarización se estudian los cambios en la intensidad de los picos de fluorescencia. De manera paralela, se estimó las intensidades de los picos de fluorescencia haciendo uso de un modelo donde se calculan las poblaciones finales en el nivel $5P_{3/2}$ considerando el bombeo óptico generado por el haz de 780 nm durante un tiempo de 10 μs , mientras que para la segunda transición y el decaimiento se usan las probabilidades de transición correspondientes para calcular las alturas de los picos. Usando este modelo, se encuentra un excelente acuerdo con lo registrado en los espectros de lo cual concluimos que este proceso es un excelente ejemplo de cómo el segundo haz permite estudiar la distribución de poblaciones entre los estados del nivel intermedio al tener un efecto prácticamente despreciable sobre la dinámica del bombeo óptico generado por el primer haz.

Átomos en cavidades: caos y transiciones de fase

Jorge G. Hirsch

*Instituto de Ciencias Nucleares
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: hirsch@nucleares.unam.mx

El estudio de átomos en cavidades, o de qubits superconductores, acoplados a la radiación electromagnética muestra una gran riqueza, con diferentes fases y zonas de regularidad y caos que coexisten en el espectro de energía. El análisis semiclásico describe con precisión la densidad promedio de niveles, permitiendo un análisis de las fluctuaciones cuánticas sin ajustes. Se observan zonas de regularidad y caos, usando secciones de Poincaré y redes de Peres para los casos clásico y cuántico, respectivamente.

En esta presentación reportamos trabajo realizado con Miguel Angel Bastarrachea Magnani y Jorge Chávez Carlos, del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM, y con Baldemar López-del-Carpio y Sergio Lerma-Hernández de la Facultad de Física de la Universidad Veracruzana.

Referencias:

- Miguel Angel Bastarrachea-Magnani, Sergio Lerma-Hernández and Jorge G Hirsch, Phys. Rev. A **89** (2014) 032101 y 032102.
- Miguel Angel Bastarrachea-Magnani, Baldemar López-del-Carpio, Sergio Lerma-Hernández and Jorge G Hirsch, Phys. Scr. **90** (2015) 068015.

Diagrama de fase Superfluido-Aislante de Mott a temperatura finita

Francisco J. Sevilla y Miguel Alejandro Pérez Contreras

*Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: fjsevilla@fisica.unam.mx

A través del empleo de métodos estandarizados en Física Estadística, como las funcionales integrales, la funcional de Landau, etc., se calcula la frontera que separa la fase Superfluida de la fase Aislante de Mott, que se observa en gases de Bose en interacción confinados por potenciales periódicos.

FJS and MAPC agradecen el apoyo proporcionado por el proyecto PAPIIT-IN113114

Non-equilibrium correlations and entanglement in a hybrid circuit-QED system

L. Debora Contreras-Pulido

*Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: deboracp@fisica.unam.mx

Circuit quantum electrodynamics systems, where superconducting qubits are coupled to transmission line resonators, have paved the way for new research directions beyond the standard cavity quantum electrodynamics. This architecture offer the possibility to combine the superconducting resonator with solid- state systems, in particular with semiconducting quantum dots. The capabilities of this novel system enable the study of several aspects of Physics, from condensed matter to quantum information processing.

In this talk I will present a theoretical study of a hybrid circuit-QED system in which two non-interacting charge qubits are coupled to a common bosonic mode in a microwave resonator. The qubits are defined in terms of the charge states of two spatially separated double-quantum dots (DQDs). Assuming that the DQDs are open to electronic reservoirs and biased out of equilibrium, I will show that the inelastic current across each DQD reflects an indirect qubit-qubit interaction mediated by off-resonant photons in the resonator. Furthermore, as a result of this interaction, both charge qubits are entangled in the steady state. Finite shot noise cross-correlations between currents across distant DQDs are another manifestation of this nontrivial steady-state entanglement.

Efectos de confinamiento en un paquete de ondas de materia ultra fría por un potencial cuadrado cerca del límite de deslocalización: Soluciones analíticas y propiedades de escalamiento.

Ricardo Méndez Fragoso¹ y Remigio Cabrera-Trujillo²

¹Facultad de Ciencias, UNAM

²Instituto de Ciencias Física, UNAM

e-mail: rich@ciencias.unam.mx; trujillo@fis.unam.mx

La determinación del número máximo de átomos y la función de onda de materia ultra-fría en una guía de ondas, en condiciones de confinamiento por una impureza atractiva cerca del umbral deslocalización, ha sido un problema abierto. En este trabajo, se estudia el efecto de una impureza en una guía de ondas sobre un paquete de materia ultra fría en el umbral de la deslocalización. La impureza es modelada por un pozo cuadrado en 1-D, profundidad V_0 y ancho $2R_0$. También se considera el acoplamiento de una impureza adicional por medio de un potencial de contacto tipo delta con intensidad β en el centro del pozo cuadrado. Para ello se resuelve analíticamente la ecuación de Schrödinger no lineal independiente del tiempo que describe un condensado de Bose-Einstein en el umbral de la deslocalización. Se reportan el perfil de densidad, la constante máxima de acoplamiento no lineal, g_{max} , y el número máximo de átomos, N_{max} , para el estado base y los primeros estados excitados. Se muestra que g_{max} y los perfiles de densidad sólo son funciones del tamaño reducido de la impureza $\xi = \sqrt{V_0}R_0$. Se encuentra que el primer estado excitado en el umbral de deslocalización puede existir para $\xi \geq \pi / 2\sqrt{2}$, y que siempre tiene menos átomos que el correspondiente estado base para el mismo tamaño reducido de impureza. También, la adición del potencial de contacto repulsivo conduce a una constante de acoplamiento no lineal en el umbral deslocalización menor que la del pozo de potencial cuadrado. A pesar del carácter no lineal de la ecuación de Gross-Pitaevskii, se encontró una ley de escalamiento general válida para impurezas con la misma ξ , relacionada con la misma g_{max} , que tienen el mismo perfil de densidad reducido en la dirección cuasi libre. Presentamos el ancho medio relativo al máximo de la función de onda y de su perfil de densidad encontrando una gran dispersión para condiciones de confinamiento reducido. Finalmente se presentan las implicaciones de estos resultados para la determinación de las propiedades de un condensado de Bose-Einstein confinado en un chip atómico con el objetivo de motivar trabajo experimental a futuro.

Agradecemos el apoyo de DGAPA-PAPIIT IN-110-714 y IA-102-414.

Existencia del estado $1u$ del ion H_2^+ en campos magnéticos fuertes

Daniel Julian Nader y Juan Carlos López Vieyra

*Instituto de Ciencias Nucleares
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: daniel.nader@correo.nucleares.unam.mx

Se estudia la posible existencia y estabilidad del estado $1u$ del sistema molecular Coulombiano H_2^+ en presencia de un campo magnético intenso orientado arbitrariamente respecto del eje molecular. El estudio se realiza en la aproximación de Born-Oppenheimer de orden cero (protones infinitamente masivos) no-relativista y mediante el método variacional usando funciones de prueba físicas. Se consideran campos magnéticos en el rango $0.01 \leq B \leq 10$ a.u. que son típicos de las estrellas enanas blancas magnetizadas. Se demuestra que la configuración óptima corresponde al caso en que el eje molecular y la dirección del campo magnético son paralelos, y que el estado $1u$ es estable ante la disociación $H_2^+ \rightarrow H + p$ en el rango de campos magnéticos $0.04 \leq B \leq 6.3$ a.u. También se demuestra que para campos magnéticos $B = 1-2$ a.u. el pozo de potencial es suficientemente profundo para soportar al menos un estado vibracional. Se discute la posibilidad de que la transición entre el estado $1\sigma_u$ y el estado base $1\sigma_g$ pueda ser observada en los espectros de radiación de las estrellas enanas blancas magnetizadas.

Campo de anisotropía magnética en aleación amorfa y película delgada rica en Cobalto. Mediciones mediante resonancia ferromagnética y absorción de potencia de microonda a campo bajo

Eduardo Lopez-Molina^{1,2}, H. Montiel^{2*}, G. Alvarez³, A. Conde-Gallardo⁴, R. Zamorano⁴

¹ *Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM*

² *Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM*

³ *Escuela Superior de Física y Matemáticas, IPN*

⁴ *Departamento de Física CINVESTAV, IPN*

e-mail: eduardolm@comunidad.unam.mx, *herlinda_m@yahoo.com.mx

En este trabajo se analiza el campo de anisotropía magnética en una aleación amorfa y película delgada con composición $\text{Co}_{67}\text{Fe}_4\text{Mo}_1\text{Si}_{17}\text{B}_{11}$ (Vitrovac6030®). La aleación amorfa se obtuvo de la empresa VACCUMSCHMELZE GmbH & Co. KG, ésta aleación se utilizó como blanco para crecer películas delgadas en sustratos de vidrio por el método de erosión catódica DC asistida por magnetrón. Patrones de difracción de rayos X muestran estructuras amorfas similares en la aleación amorfa comercial y la película delgada. Mediciones magnéticas confirman que la aleación amorfa posee propiedades ferromagnéticas ultra-suaves tales como campo coercitivo de 0.035 G, en el caso de la película delgada el campo coercitivo crece a 17 G, indicando la pérdida parcial de las propiedades ferromagnéticas ultra-suaves debido a contribuciones magneto-elásticas promovidas por el método de depósito y por la presencia de la interfaz entre sustrato y película delgada. La anisotropía magnética se analizó por medio de resonancia ferromagnética (FMR) y mediciones de absorción de potencia de microonda a campo bajo (LFMA). El espectro FMR de la aleación amorfa muestra un comportamiento típico de aleaciones base Cobalto con anisotropía magnética transversal. En la película delgada se observa un ensanchamiento del ancho de línea del espectro FMR, el cual se asocia con una amplia distribución de tiempos de relajación debido a contribuciones magneto-elásticas originadas por el método de depósito. Las mediciones LFMA muestran un comportamiento similar al de los espectros FMR, esto sugiere el incremento en el campo de anisotropía magnética debido a efectos magneto-elásticos.

Los autores agradecen al proyecto PAPIIT-UNAM IG100314 por el soporte financiero.

Superfluidez, superconductividad y los gases atómicos ultrafríos

Carlos Villarreal

Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México

e-mail: carlos@fisica.unam.mx

Una de las áreas de mayor interés en las investigaciones de los gases atómicos ultrafríos es la exploración de fenómenos de la materia condensada inherentes al dominio cuántico, como la superconductividad y la superfluidez. En este trabajo se estudian propiedades termodinámicas de estos fenómenos en sistemas bi- y tridimensionales, tanto en sistemas homogéneos como compuestos. Se discute la relevancia de la formación de condensados de Bose-Einstein y la transición al régimen BCS. Finalmente se establecen similitudes y diferencias de la superconductividad de alta temperatura con propiedades de la materia cuántica ultrafría y se discute la posibilidad de desarrollar estudios experimentales asociados.

CARTELES

Transiciones Raman con un modulador de fibra

Vahideh Abediyeh, Nieves Arias, Yasser Jerónimo y Eduardo Gómez

Instituto de Física
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

e-mail: vahide.abediye@gmail.com

En el laboratorio estamos trabajando hacia mediciones de precisión con átomos mediante interferometría atómica. Para implementar un gravímetro se requiere excitar transiciones Raman entre los niveles hiperfinos de rubidio. Excitamos estas transiciones usando un modulador electro óptico de fibra que genera bandas laterales amarradas en fase con la portadora. Presentaremos las transiciones Raman inducidas con este sistema así como cálculos de la dependencia de la frecuencia de Rabi y el corrimiento de luz como función de la desintonía tanto para la parte vectorial como para la tensorial.

Financiamiento de CONACYT, UASLP y Fundación Marcos Moshinsky

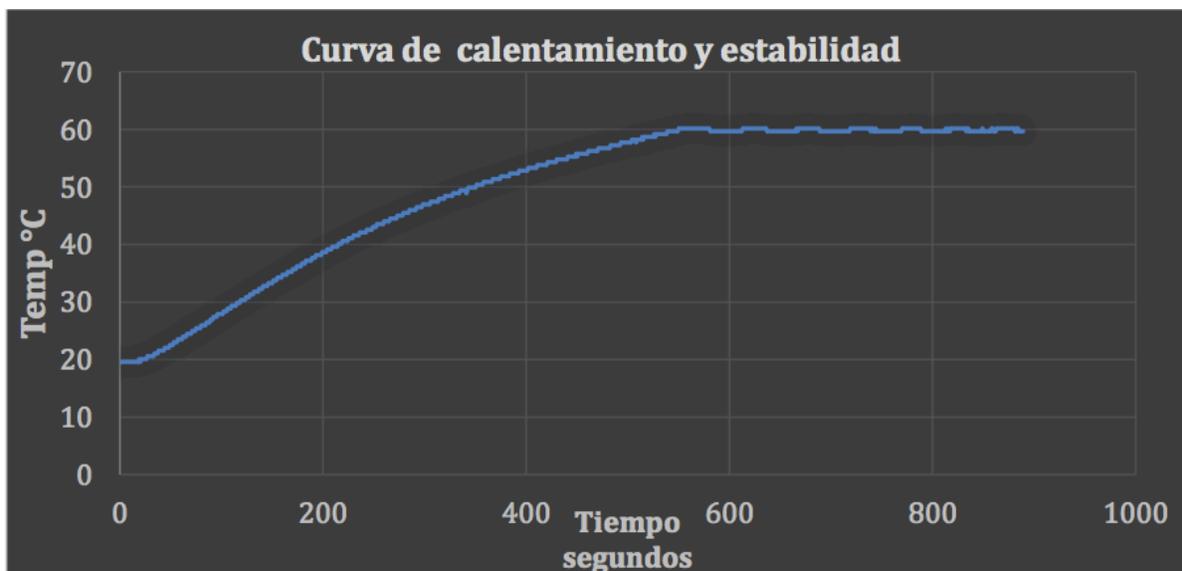
Construcción de un horno para calentar celdas de vidrio que contienen Rubidio

Luis Enrique Alcantar Villegas y Arturo Espino Núñez

*Instituto de Ciencias Nucleares
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: luis.al@ciencias.unam.mx

Se desarrolló un horno para calentar celdas de vidrio con gas de Rubidio monoatómico, como las que posee el laboratorio de Átomos fríos del ICN, con el fin de aumentar el número de átomos disponibles para hacer espectroscopia. Este horno fue maquilado en el taller del instituto; está construido con paredes de PVC un material rígido, resistencias de silicón y se usó fibra de vidrio, uno de los mejores aislantes térmicos para rellenar los huecos entre las paredes del horno y la celda con Rb. El control de la temperatura se hizo con un circuito de lazo cerrado conectado a un Arduino y el desarrollo de un programa basado en lógica difusa. El horno calienta en su interior celdas desde temperatura ambiente (19°C constante en el laboratorio) hasta 80°C , con una estabilidad de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. El aumento considerable de la temperatura resulta muy beneficioso para realizar espectroscopia.



Agradecimientos.

SEP-CONACYT 168451-11, "Medición de la transición cuadrupolar eléctrica $5p\ 2P_{3/2} \rightarrow 6p\ 2P_{1/2}$ en rubidio en una trampa magneto-óptica

PAPIIT IN110812, "Medición de la transición cuadrupolar eléctrica $5p\ 2P_{3/2} \rightarrow 6p\ 2P_J$ en átomos fríos de rubidio"

Laboratorio Nacional de Materia Cuántica: Materia Ultrafría e Información Cuántica (LANMUIC)

¿Cuán aleatorios son los números aleatorios generados usando parejas de fotones?

Alí Michel Angulo Martínez, Aldo Solís, Roberto Ramírez,
Hector Cruz Ramírez, Alfred B U'Ren y Jorge G Hirsch

*Instituto de Ciencias Nucleares
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: ali.angulo@gmail.com

La aleatoriedad es fundamental en la teoría cuántica y tiene muchas implicaciones prácticas y filosóficas. Discutiremos el concepto de aleatoriedad algorítmica, que nos permite imponer una condición necesaria para la existencia de aleatoriedad. Hemos realizado dos tipos de experimentos utilizando una fuente cuántica de pares de fotones (SPDC) para generar cadenas binarias y utilizamos la normalidad de Borel como una herramienta para investigar la aleatoriedad de éstas. En cadenas binarias de 10 millones de datos hemos encontrado que se cumplen los criterios de aleatoriedad sin dificultades.

https://www.researchgate.net/publication/272752304_How_random_are_random_numbers_generated_using_photons

Filtrado de frecuencia de un haz modulado en fase para interferometría atómica

Nieves Arias, V. Avediyeh y E. Gomez

*Instituto de Física
Universidad Autónoma de San Luis Potosí*

e-mail: ntellez.005@gmail.com

Una de las técnicas más empleadas para hacer interferometría atómica son las transiciones Raman. Para éstas se requieren dos haces amarrados en fase con una diferencia en frecuencia igual a la separación hiperfina en rubidio. Nosotros generamos los haces amarrados en fase utilizando un modulador electro óptico de fase debido a las múltiples ventajas que presenta. Con este método sin embargo se generan dos pares Raman que a desintonías grandes interfieren y se cancelan. En este trabajo presentamos los filtros ópticos que hemos implementado para suprimir una de las bandas laterales de la modulación a manera de evitar la cancelación antes mencionada. Un filtro utiliza un interferómetro de Michelson y otro mejorado utiliza un interferómetro de Sagnac con una fibra birrefringente. Con estos filtros hemos podido caracterizar el ruido de fase de nuestro sistema.

Financiamiento de CONACYT, UASLP y Fundación Marcos Moshinsky

Estudio vibracional Raman de las fases cristalinas en películas de $Y_3Fe_5O_{12}$ (YIG) sintetizadas por la vía de sol-gel

José Francisco Barron-López, H. Montiel y J.M. Saniger

CCADET

Universidad Nacional Autónoma de México

e-mail: jf.barron82@gmail.com

Se presenta un estudio por espectroscopia Raman de la formación de fases cristalinas en películas del óxido magnético $Y_3Fe_5O_{12}$ (YIG: granate de hierro e itrio). El depósito se realizó por *spin-coating* sobre sustratos de cuarzo a partir de un precursor polimérico obtenido por la vía de sol-gel de Pechini. Las películas fueron tratadas térmicamente a $T_{ann} = 450^\circ C, 600^\circ C, 700^\circ C, 800^\circ C$ y $900^\circ C$ bajo aire atmosférico. Mediante espectroscopia Raman se estudió la formación de fases cristalinas en función de T_{ann} . Las películas tratadas a una T_{ann} menor a $800^\circ C$ se caracterizan por la presencia de una banda ancha localizada en $600-750\text{ cm}^{-1}$, la cual indica la existencia de un orden de corto alcance en una matriz amorfa de óxidos. Las películas tratadas a $T_{ann} \geq 800^\circ C$ presentan un conjunto de bandas bien definidas que corresponden al espectro Raman del YIG puro. Las películas tratadas a $T_{ann} = 900^\circ C$ presentan un comportamiento magnético suave, caracterizado por su ciclo de histéresis con un campo coercitivo de $H_c = 26\text{ Oe}$.

Agradecimientos.

A DGAPA-UNAM, por el apoyo financiero mediante el proyecto PAPIIT No. IG100314. J.F. Barrón-López agradece el apoyo de CONACyT-México por la beca No.59119 y de DGAPA-UNAM.

Aproximación semiclásica para cuantificar el caos en el modelo de Dicke

Miguel Angel Bastarrachea Magnani¹, S. A. Lerma Hernández² y J. G. Hirsch¹

¹*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*

²*Departamento de Física, Universidad Veracruzana*

e-mail: mamigre4008@gmail.com

El modelo de Dicke describe un conjunto de N sistemas de dos niveles interactuando con un oscilador. Ha sido usado para modelar átomos en cavidades, qubits superconductores y polaritones, entre otros sistemas. Aún cuando el Hamiltoniano parece bastante sencillo gracias a sus propiedades algebraicas, posee una riqueza teórica que continuamente lleva a investigar sus propiedades. El Hamiltoniano presenta una transición de fase cuántica de estados excitados (ESQPT) que está relacionada con la aparición de caos cuántico. Sin embargo, la relación entre la ESQPT y el caos aún no es clara. En este trabajo exploramos la mezcla de caos y regularidad en regiones del espectro cercanas a la ESQPT, donde el caos es manifiesto. Como aproximación para cuantificarlo, estudiamos el escalamiento del cociente de participación inversa (IPR) de un estado coherente definido a través de la aproximación semiclásica del Hamiltoniano, desarrollado en la base de eigenestados del Hamiltoniano.

Estabilidad de un hidrato de metano con el líquido iónico bromuro de 1-hexil-3-metil-imidazolina

Graciela Bravo-Pérez¹, Isidoro García-Cruz² y Humberto Saint-Martin³

¹Gerencia de Desarrollo de Materiales y Productos Químicos de la Dirección de Investigación en Transformación de Hidrocarburos, Instituto Mexicano del Petróleo

²Gerencia de Refinación de la Dirección de Investigación en Transformación de Hidrocarburos Instituto Mexicano del Petróleo

³Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México

e-mail: gbperez777@gmail.com

Existen tres estructuras cristalinas de clatratos, denominadas tipo sI, sII y H, y se diferencian de acuerdo a las dimensiones de la jaula de moléculas de agua que las componen. Los tamaños de las jaulas se describen por el número y tipo de caras que las forman. Para el hidrato de metano, la estructura I es la más común, pero otras estructuras también se han detectado. Las estructuras II y H son formas muy comunes para moléculas huésped diferentes al metano, aunque también el metano las presenta, pero normalmente a mayores presiones.

En este estudio, hemos considerado un clatrato de metano formado por una jaula de 15 moléculas de agua ($n = 15$) y una molécula huésped de metano, en interacción con un líquido iónico (LI), que en este caso es el bromuro de 1-hexil-3-metil-imidazolina. La estructura $n = 15$ de clatrato fue previamente obtenida por Bravo y Saint-Martín [1], incluidos efectos dispersivos, y resultó ser muy estable. Este hidrato es precursor del clatrato $n = 20$, donde cinco de las moléculas de agua yacen en la segunda esfera de hidratación, y es 1.2 kcal/mol más estable que la estructura 512 (dodecaedro), bien conocida por ser la unidad del cristal I.

En este trabajo, hemos puesto en interacción este clatrato de $n = 15$ con el LI usando un funcional de la densidad con fuerzas de dispersión tipo van der Waals (vdW). La correcta descripción de las fuerzas de dispersión (vdW) es crucial en este tipo de sistemas, con interacciones intermoleculares, en macromoléculas y nanopartículas [2,3]. Hemos considerado tres orientaciones en la interacción: una vertical y otra horizontal, ambas apuntando al hidrato hacia una de sus caras hexagonales y siendo respectivamente una perpendicular tomando el eje mayor del LI y la otra paralela. Se llevó a cabo además una tercera orientación, con una interacción lateral del LI hacia el hidrato de metano, acercándose lateralmente a la misma cara hexagonal. Los resultados muestran que la interacción horizontal y lateral tiende a estabilizar al hidrato, mientras que la interacción vertical, desestabiliza notablemente a la jaula de agua.

[1] G. Bravo, H. Saint-Martin. *Int. J. Quant. Chem.* **112**, 3655 (2012)

[2] A. Tkachenko, M. Scheffler. *Phys. Rev. Lett.* **102**, 073005 (2009)

[3] E. R. McNellis, J. Myer, K. Reuter. *Phys. Rev. B.* **80**, 205414 (2009)

Agradecimientos.

Agradecemos el apoyo de los proyectos FCSH No. 177007 y D.10015 que actualmente se desarrollan en el IMP.

Radiación electromagnética de nano emisores y efectos laser en cristales 3D en Clúster de percolación

Yessica Yazmín Calderón-Segura, Gennadiy Burlak

*Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Universidad Autónoma del Estado de Morelos*

e-mail: ycalderons@uaem.mx

En este artículo se muestra el procedimiento para encontrar un campo electromagnético en un clúster de percolación, con el objetivo es mejorar la calidad de nano emisiones en un sistema no lineal. Por los resultados obtenidos se puede comprobar en que tiempo se encuentra la mejor intensidad de radiación en una estructura de percolación con un tamaño y distancia de poro específico en una malla tridimensional de $90 \times 90 \times 90$.

Trampas Ópticas de Dipolo en Experimentos con Gases Cuánticos

Jesús Ernesto Carro Martínez, Eduardo Ibarra García-Padilla y Jorge A. Seman

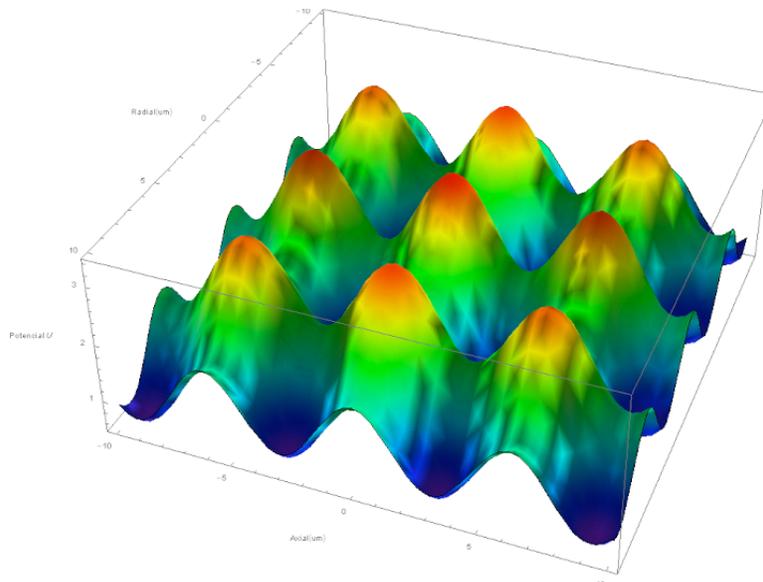
*Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: lololobo93@ciencias.unam.mx

En este trabajo se presenta el diseño de trampas ópticas de dipolo para realizar experimentos con gases cuánticos. Los modelos desarrollados se utilizarán en el experimento de gases cuánticos que forman parte del Laboratorio Nacional de Materia Cuántica.

Las trampas de potenciales ópticos de dipolo se basan en la fuerza conservativa, producida por la interacción entre un átomo y un campo de luz; de tal fuerza se puede obtener un potencial, el cual es empleado para atrapar los átomos. Bajo este concepto se modelaron diferentes potenciales y redes de confinamiento.

La Figura muestra el potencial producido por dos haces Gaussianos contrapropagándose a 90 grados.



Agredecemos el financiamiento proporcionado por CONACyT, por el fondo de gastos concurrentes de la UNAM y por DGAPA.

Classical chaos in atom-field systems

Jorge Chávez Carlos¹, M. A. Bastarrachea Magnani¹,
Sergio Lerma Hernández² y Jorge G. Hirsch¹

¹*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*

²*Facultad de Física, Universidad Veracruzana*

e-mail: jorge.chavez@correo.nucleares.unam.mx

The emergence of chaos in an atom-field system is studied employing both semiclassical and numerical quantum techniques, taking advantage of the character of the Hamiltonian. The semiclassical Hamiltonian is calculated as the expectation value of the quantum Hamiltonian of Dicke¹ between Glauber (for the field) and Bloch (for the atoms) coherent states², its Poincaré sections exhibit regular and chaotic regions³. An analytical expression for the semiclassical energy density of states is obtained by the available phase space which provides an exact unfolding to extract the Lyapunov exponent. If the maximal Lyapunov exponent for the orbits is positive, the reference orbit is chaotic, if the Lyapunov exponent is zero, the orbit is regular⁴. The Poincaré section are a powerful visual tool to identify individual states belonging to a regular or chaotic region and the Lyapunov exponent provide a measure quantitative to describe this.

Generación de Parejas de Fotones mediante Mezclado Espontáneo de Cuatro Ondas

Daniel Cruz-Delgado¹, Jorge Monroy-Ruz¹, Erasto Ortíz-Ricardo¹, Héctor Cruz-Ramírez¹, Roberto Ramírez-Alarcón¹, Karina Garay-Palmett² y Alfred B. U'Ren¹

¹*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*

²*Departamento de Óptica, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*

e-mail: daniel.cruz@correo.nucleares.unam.mx

Presentamos un estudio teórico y experimental de las parejas de fotones generados mediante Mezclado Espontáneo de Cuatro Ondas (SFWM), basado en el empatamiento de fase por birrefringencia, en una fibra óptica que soporta más de un modo transversal. Se ha medido la estructura espectral de la pareja de fotones y se ha asociado cada pico con una combinación específica de modos trasversales de las ondas de bombeo, señal y acompañante.

Improved model for temperature measurements in cesium fountain clocks

Eduardo de Carlos López¹, J. M. López Romero¹, C. A. Ortiz Cardona^{1,2},
S. López López¹, L. Hernández Díaz¹

¹*Dirección de Tiempo y Frecuencia, Centro Nacional de Metrología*

²*CINVESTAV Unidad Querétaro, Instituto Politécnico Nacional*

e-mail: edlopez@cenam.mx

We present an alternative experimental and analytic study of the velocity distribution of atoms cooled in a cesium fountain primary frequency standard. Usually the temperature of the Cs cloud in an atomic fountain clock is inferred from the width of the velocity distribution. For some experimental velocity distributions, it turns out that a Gaussian function is not the one that best reproduces the experimental data. We use a simple method to fit experimental velocity distribution data of the cold atoms to double Gaussian. The results show that a double Gaussian provides a better fit to some experimental velocity distributions and shows that two regions with different temperatures coexist in the atomic cloud. This new approach provides an improved method that allows more accurate temperature measurements in Cs fountain clocks.

Applied Radiation Physics: Etched Ion Tracks for Biotechnology and Optics

Dietmar Fink^{1,3}, G. Muñoz H.¹, H. García-Arellano², S. A. Cruz¹, J. Vacik³, A. Kiv⁴, L. Alfonta⁵

¹*Departamento de Física, UAM – Iztapalapa*

²*Departamento de Ciencias Ambientales, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM – Lerma*

³*Nuclear Physics Institute, 25068 Řež, Czech Republic*

⁴*Department of Materials Engineering, Ben-Gurion University of the Negev
PO Box 653, Beer-Sheva 84105, Israel*

⁵*Avram and Stella Goldstein-Goren Department of Biotechnology Engineering,
Ben-Gurion University of the Negev, PO Box 653, Beer-Sheva 84105, Israel*

e-mail: fink@xanum.uam.mx

Since the 1990s, irradiation of matter by swift heavy ions (SHI) has become a well-known tool for material's modification. Especially SHI irradiation of thin polymeric films and subsequent etching was used to produce square-kilometers of nano-porous foils, especially for filtration in electronics and medicine. In spite of the decade-long study of SHI tracks, there are still quite a number of questions open in this field, such as some closer details of the track etching process and the problem of ion track ageing, as well as peculiarities of the track's electronic behaviour. These points will be emphasized in this talk.

Since ~2000 we used these foils to develop also biosensors and new electronic devices, and recently also the possibility has shown up to apply them in medical luminescent imaging. An overview about these new developments and achievements is given.

Estructura electrónica del fosfuro de níquel, Ni_xP_y

Víctor Medel, Samantha Flores-López e Isidoro García-Cruz

Instituto Mexicano del Petróleo

e-mail: igarcia@imp.mx

Los fosfuros de metales de transición como el Ni_2P presentan características electrónicas y magnéticas muy importantes, por lo que se les consideran como materiales catalíticos para reacciones de hidordesulfuración (HDS) y de Hidrodenitrogenación (HDN). La estructura de bulto del Ni_2P está formado por dos capas, una de Ni_3P y otra de Ni_3P_2 [1].

En este trabajo de investigación, se ha estudiado la estructura electrónica del bulto del Ni_2P y generado la superficie (001)- Ni_2P con una, dos tres capas de Ni_2P . Por medio teoría de funcionales de la densidad, incluyendo el término de dispersión de acuerdo a Tkachenko y Scheffler (TS). Además, se han determinado las propiedades electrónicas de la estructura de bulto de Ni_2P y la energía superficial de la estructura de (001)- Ni_2P . Los resultados muestran que la estructura de bulto de Ni_2P y la superficie (001)- Ni_2P , presenta un carácter metálico, esto último es lo que hace que el Ni_2P presente propiedades interesantes para actuar como un buen catalizador para las reacciones de HDS y HDN. El efecto del término de dispersión de acuerdo a TS tiene una gran influencia en la estructura electrónica y de enlazamiento del Ni_2P , así como en la energía superficial de (001)- Ni_2P mejorando sustancialmente su estabilidad [2,3].

[1] S. Rundqvist. J. Solid State Chem. **13**, 258 (1975)

[2] A. Tkachenko, M. Scheffler. Phys. Rev. Lett. **102**, 073005 (2009)

[3] E. R. McNellis, J. Myer, K. Reuter. Phys. Rev. B. **80**, 205414 (2009)

Agradecimientos.

Agradecemos el apoyo del proyecto SENER-Conacyt

Condensados de Bose confinados en potenciales inhomogéneos: descripción vía Gross-Pitaevskii

Luis Antonio González García y Rosario Paredes

*Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: fluis@fisica.unam.mx

Se estudia un fluido cuántico de Bose confinado en un potencial inhomogéneo descrito a través de la ecuación de Gross-Pitaevskii (GP). El objetivo es determinar la influencia de potenciales desordenados estáticos en los estados estacionarios del condensado y la evolución dinámica del condensado en presencia de desorden dinámico. Los potenciales desordenados estáticos y dinámicos representan un modelo de la técnica experimental de speckle optical para el estudio de localización de Anderson en átomos neutros. Se presentan las soluciones estacionarias a la ecuación de GP, en particular los perfiles de densidad del condensado confinado por una red óptica y un potencial armónico para el caso unidimensional, así como su cotraparte en presencia de desorden. Los resultados ponen de manifiesto la existencia de estados localizados análogos a los experimentales. El presente estudio constituye el inicio del análisis para los casos 2D y 3D.

Creación del laboratorio de Átomos Fríos y Óptica Cuántica (I y II)

Jorge G. Acosta Montes, Diego Martínez Cara, Julio C. Izquierdo Azuara,
Carlos L. Hernández Cedillo y Daniel Sahagún

Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México

e-mail: carlosluis@fisica.unam.mx

El laboratorio de Átomos Fríos y Óptica Cuántica del IF-UNAM está dedicado a crear sistemas de materia y luz para realizar estudios en información, tomografía y/o metrología cuántica. Nuestro primer proyecto es construir una trampa magneto-óptica (MOT) de rubidio para llevar a cabo procesos de mezclado de cuatro ondas para producir luz correlacionada cuánticamente capaz de interactuar eficientemente con átomos del mismo elemento. En este trabajo mostramos nuestros avances en el diseño y construcción del aparato experimental que consisten en: (1) el desarrollo de un láser de diodo esclavo que podrá ser modulado con microondas, (2) el diseño de un sistema de ultra-alto vacío, (3) los avances del diseño de las bobinas para generar el campo magnética de la MOT, (4) un detector para caracterizarlo, y (5) el desarrollo de un sistema de control para coordinar todos los componentes experimentales.

Desarrollo de un sistema de modulación de fase de luz láser

Santiago Hernández-Gómez, P. Ortega-Escorza y F. Ramírez-Martínez

*Instituto de Ciencias Nucleares
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: shgao@ciencias.unam.mx

La motivación de este proyecto es generar la transición cuadrupolar eléctrica $5P_{3/2} \rightarrow 6P_{3/2}$ en rubidio atómico [1] utilizando un haz con momento angular orbital para probar la dependencia de la probabilidad de transición en función de la estructura espacial del haz [2]. En este trabajo se presenta la caracterización de un modulador de fase espacial de cristal líquido (LC-SLM) así como el sistema de control desarrollado en *Julia* [3] (OS Ubuntu).

El montaje experimental consiste en un láser de Titanio-Safiro operando a 911 nm, el LC-SLM para dar estructura al haz y un sistema óptico para monitorear esta estructura (juego de lentes y webcam).

El programa de control nos permite mandar imágenes al SLM en el formato adecuado (resolución 800×600 , blanco y negro a 8-bits).

Se agradece el apoyo de los proyectos PAPIIT No. IN110812, Ciencia Básica SEP-CONACYT No. 168451-11 y del Laboratorio Nacional de Materia Cuántica: Materia Ultrafría e Información Cuántica (LANMUIC) en la realización de este trabajo.

[1] Colín-Rodríguez et al. Polarization effects in the interaction between multi-level atoms and two optical fields. *Physica Scripta*, **90**(6), 068017 (2015).

[2] R. Jáuregui. Control of atomic transition rates via laser-light shaping. *Phys. Rev. A* **91**, 043842 (2015)

[3] julialang.org

Efecto optogalvánico en una descarga de Argón y de Neón

Lina M. Hoyos y Antonio M. Juarez

*Instituto de Ciencias Físicas
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: linamaho@fis.unam.mx

Una de las interacciones entre radiación y materia más complejas ocurre cuando una descarga o plasma es iluminado por radiación electromagnética de frecuencia resonante con los niveles de energía de los átomos o moléculas presentes en el seno de ésta. Cuando este proceso ocurre, se producen cambios en las propiedades eléctricas de la descarga. Estos cambios, pequeños en magnitud, permiten realizar experimentalmente mediciones de la interacción entre los átomos o moléculas que constituyen la descarga. Este proceso es llamado efecto optogalvánico, y ha permitido conocer las propiedades de numerosos átomos, moléculas, radicales de vida corta isótopos e incluso materiales sólidos durante los últimos años. El efecto optogalvánico ha permitido varios avances en el entendimiento de las interacciones entre átomos en estados excitados y estados metaestables [1]. En este trabajo, mostramos nuestros resultados de efecto optogalvánico en una descarga de Argón y una de Neón utilizando una configuración de electrodos paralelos y un láser de Nd:YAG. Dichos resultados coinciden de forma satisfactoria con los reportados en la literatura, confirmando así que contamos con una poderosa herramienta de análisis que nos permitirá estudiar otros sistemas de interés.

Lina M. Hoyos agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México por su beca de doctorado en el PCF-UNAM. Este trabajo es financiado por el proyecto CONACYT CB-2011/167631.

[1] B. Barbieri, N. Beverini, and A. Sasso. *Rev. Mod. Phys.* **62**, 603 (1990).

Diseño de sistema de vacío para experimentos con gases cuánticos de Li

Eduardo Ibarra-García-Padilla, Jesús Ernesto Carro Martínez y Jorge A. Seman

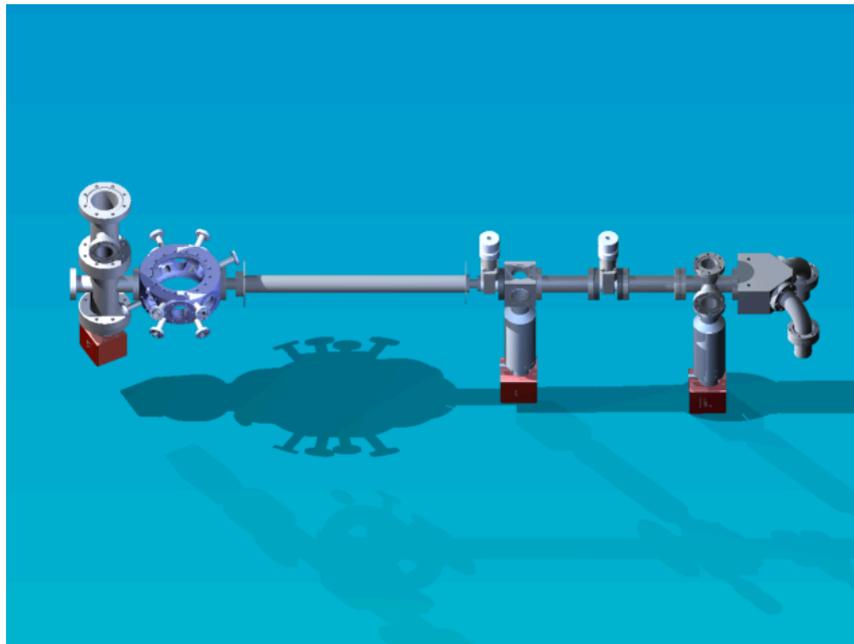
*Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: ibarragp92@gmail.com

En este trabajo presentamos el diseño de un sistema de ultra alto vacío para realizar experimentos con gases cuánticos. Nuestro sistema está proyectado para producir tanto condensados de Bose Einstein de ${}^7\text{Li}$ como gases cuánticos de Fermi de ${}^6\text{Li}$. Este sistema se utilizará en el experimento de gases cuánticos que forma parte del Laboratorio Nacional de Materia Cuántica.

Una de las herramientas principales en el diseño de este sistema fue la analogía que existe entre las ecuaciones que describen los sistemas de ultra alto vacío y aquellas que describen circuitos eléctricos. Esto nos permitió modelar la respuesta de diferentes tuberías, bombas y cámaras que integran al sistema y determinar así sus requerimientos y características.

La Figura muestra un esquema del sistema de vacío diseñado. En rojo las bombas iónicas, en morado la cámara principal. Los hornos y la cámara de mezclado se muestran en la derecha.



Agredecemos el financiamiento proporcionado por CONACyT, por el fondo de gastos concurrentes de la UNAM y por DGAPA.

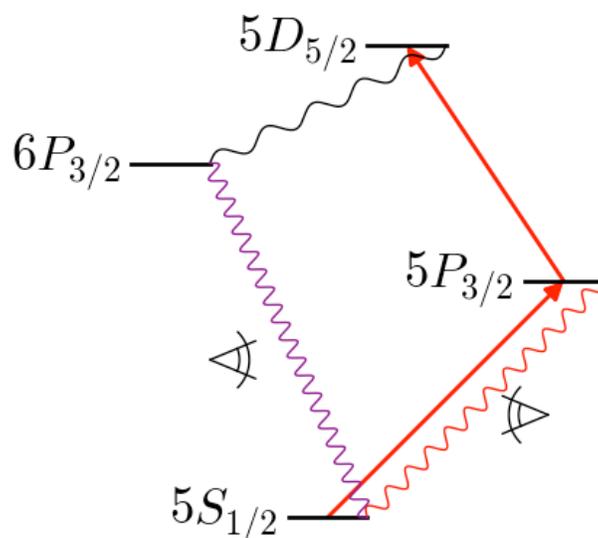
Sistema experimental para espectroscopía en átomos fríos

Oscar Gerardo Lazo-Arjona, G-Domínguez, C. Mojica-Casique, J. Flores-Mijangos,
F. Ramírez-Martínez, J. Jiménez-Mier

*Instituto de Ciencias Nucleares
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: oscar.lazo@correo.nucleares.unam.mx

Se presenta un sistema experimental para registrar espectros de uno y dos fotones detectando cambios en la fluorescencia emitida por una nube de átomos de rubidio atrapada en una trampa magneto-óptica. Los átomos son excitados usando una o dos componentes de luz generadas por láseres sintonizables. La fluorescencia generada por la emisión espontánea de radiación en el decaimiento de los estados superiores involucrados en el esquema de excitación es capturada y dirigida hacia un fotodetector usando un sistema de lentes. Los espectros se construyen registrando la cantidad de fluorescencia como función de la frecuencia de los láseres a medida que son sintonizados a través de las resonancias atómicas. Los espectros resultantes son comparados con un modelo que simula la dinámica de la matriz de densidad de los estados atómicos al interactuar con los campos de radiación.



Quisiera agradecer a los siguientes mecanismos de financiamiento por su apoyo:

- PAPIIT IA101714, "Excitación de átomos de rubidio a estados de Rydberg con tres fotones"
- SEP-CONACYT 168498-11, "Producción de estados de Rydberg en átomos de Rb por medio de la excitación con tres fotones"
- Laboratorio Nacional de Materia Cuántica: Materia Ultrafría e Información Cuántica

El cociente de participación inverso (IPR) en estados coherentes regulares y caóticos del modelo de Dicke

Baldemar López del Carpio¹, Sergio Lerma¹, Jorge Chávez²,
Miguel Angel Bastarrachea² y Jorge Hirsch²

¹Facultad de Física, Universidad Veracruzana

²Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

e-mail: slerma@uv.mx

El modelo de Dicke describe esquemáticamente la interacción entre átomos de dos niveles con un solo modo del campo electromagnético. La dinámica del modelo presenta regiones regulares y caóticas para energías suficientemente altas en la llamada fase superradiante. El Cociente de Participación Inverso (Inverse Participation Ratio o IPR) permite cuantificar el número de estados que participan en la construcción de un cierto estado. En este trabajo se estudia el IPR de estados coherentes respecto a los estados propios del Hamiltoniano de Dicke y se estudia su comportamiento como función del número de átomos en el sistema. Los resultados muestran una clara diferencia en el comportamiento del IPR dependiendo de si el estado coherente está localizado en una región regular o en una caótica. Para ambos casos se observa una ley de potencias para la dependencia con el número de átomos, pero mientras que en los casos regulares la potencia es menor que uno ($\sim 1/2$) en el caso caótico la potencia es muy próxima a 1.

Agradecimientos.

CONACyT, proyecto CB-2009-01/1352

Cambios rápidos de campo magnético para interferometría atómica

Daniel Martínez-Arias, Saeed Hamzeloui y Eduardo Gómez

*Instituto de Física
Universidad Autónoma de San Luis Potosí*

e-mail: danielmartinezarias@gmail.com

Las mediciones de precisión han incrementado su sensibilidad considerablemente en los últimos años gracias al uso de técnicas interferométricas. Un ejemplo es el método de campos separados de Ramsey que utiliza dos pulsos $\pi/2$ son separados por un tiempo de evolución libre en oscuridad. Durante este tiempo es importante controlar el campo magnético. En este trabajo presentamos un sistema que nos permite cambiar rápidamente (7 ms) el campo magnético entre dos valores utilizando un arreglo de switches IGBT y resistencias de potencia. Caracterizamos los cambios de campo magnético utilizando transiciones entre niveles Zeeman mediante una antena de radio frecuencia y transiciones hiperfinas usando un cuerno de microondas. Combinamos ambos campos de radiación para inducir la transición de dos fotones que nos interesa.

Financiamiento de CONACYT, UASLP y Fundación Marcos Moshinsky

H_2^+ en campos magnéticos débiles

Héctor Medel Cobaxin¹, A. Alijah², J. C. López Vieyra³, A. Turbiner³

¹*Departamento de Investigación ITSSAT*

²*GSMA, Université de Reims Champagne-Ardenne*

³*Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM*

e-mail: hjmedel@gmail.com

En la aproximación de Born-Oppenheimer se estudia la energía electrónica del estado $1\sigma_g$ del ion molecular H_2^+ en presencia de campos magnéticos uniformes $0 < B \leq 0.2 B_0$ (ó 4.7×10^4 Tesla) con orientaciones arbitrarias. Usando funciones de prueba adecuadas físicamente se obtienen superficies de energía como función de la distancia internuclear y el ángulo de inclinación de la molécula con respecto al campo. Se demuestra que la configuración paralela es la de mínima energía, y se presentan niveles vibracionales y rotacionales. Asimismo, se presenta el comportamiento de la susceptibilidad magnética para las contribuciones diamagnéticas y paramagnéticas tomando en cuenta diferentes orientaciones.

Agradecimientos.

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca posdoctoral CONACyT No. 202139. Este trabajo también fue apoyado por el fondo binacional México-Francia CONACyT-CNRS No. 2618 y por los proyectos de CONACyT 116189 y DGAPA IN109512. Asimismo, se agradece al Centro de Cómputo ROMEO de la Universidad de Reims Champagne-Ardenne. Además, al Departamento de Investigación del ITSSAT por las facilidades ofrecidas para la continuación de este trabajo.

Estructura de los niveles de energía en el átomo de Hidrógeno confinado por un a cavidad cilíndrica penetrable

Ricardo Méndez-Fragoso¹, R. Cabrera-Trujillo² y S. A. Cruz-Jiménez³

¹*Facultad de Ciencias, UNAM*

²*Instituto de Ciencias Físicas, UNAM*

³*Departamento de Física, UAM-I*

e-mail: rich@ciencias.unam.mx

Se presenta el espectro de energía y las eigenfunciones del átomo de Hidrógeno confinado por una cavidad cilíndrica penetrable resolviendo la ecuación estacionaria de Schrödinger utilizando diferencias finitas. La cavidad confinante se caracteriza por tener radio R_0 , altura H y una barrera de potencial constante V_0 . Se muestran los resultados para el comportamiento de los estados ligados en términos de R_0 , H y V_0 , simulado diferentes situaciones de confinamiento. Se observa que, en contraste con el caso del átomo libre, varios niveles de energía se cruzan como función del volumen de confinamiento y conforme la barrera de confinamiento se incrementa. También se analiza el efecto sobre los niveles de energía cuando el núcleo atómico se desplaza sobre el eje del cilindro. Finalmente, se discuten las consecuencias del confinamiento en el comportamiento de la respuesta electrónica del sistema, las tensiones de oscilador dipolar (DOS), energía media de excitación, polarizabilidades y secciones eficaces de transferencia de energía electrónica.

Los autores agradecen el apoyo otorgado por los proyectos DGAPA-PAPIIT IN-110-714 y IA-102-414.

Teoría de momento angular en bases de armónicos esferoconales: De Playa del Carmen al AQC 72 Cap. 15.

Ricardo Méndez-Fragoso¹ y Eugenio Ley Koo²

¹*Facultad de Ciencias, UNAM*

²*Instituto de Física, UNAM*

e-mail: rich@ciencias.unam.mx

El título principal de esta contribución para el TADEM VI coincide con el utilizado en el programa del taller internacional sobre CONCEPTOS DE FÍSICA MATEMÁTICA EN QUÍMICA, en honor del Profesor Frank Harris realizado en Playa del Carmen en Diciembre 2014 [1], y en la versión escrita del capítulo para el Festschrift [2]. Se reconoce que la presentación en el taller destacó las simetrías en las rotaciones de moléculas asimétricas al nivel de la separación del Hamiltoniano total en sus contribuciones de rotador esférico y de distribución de asimetría, de sus eigenfunciones y de sus eigenenergías con los respectivos regalos simbólicos para el festejado de un volante de Mercedes-Benz, globos y flores que interpolan entre los armónicos esféricos, y niveles de energía con líneas antisimétricas en el plano de parámetro de asimetría versus eigenenergías. También se destacó el papel especial de los estados más simétricos de las moléculas más asimétricas y sus conexiones mediante los operadores de escalera de cuatro pasos de Piña [3], y también sus conexiones con estados con la misma magnitud de momento angular y diferentes especies usando los operadores de las componentes cartesianas del momento angular [4]. En la presentación en el TADEM se destaca el regalo adicional en el Festschrift para Frank del QUANTUM LEGO, que además de los operadores del párrafo anterior incluye a los operadores de las componentes cartesianas del momento lineal que producen desplazamientos horizontales entre niveles de energía con valores vecinos de momento angular y paridades opuestas para moléculas con cualquier asimetría; se ilustra la equivalencia de cuatro aplicaciones sucesivas de los últimos a un estado inicial apropiado con la aplicación correspondiente de los operadores de Piña para las moléculas más asimétricas. También se analiza e ilustra la estructura de las matrices de los operadores de momento angular y de momento lineal en las bases de armónicos esferoconales para cualquier asimetría.

Los autores agradecen el apoyo otorgado por el proyecto DGAPA-PAPIIT IA 102414.

[1] R. Méndez-Fragoso, E. Ley-Koo. "Angular Momentum Theory in Bases of Lamé Spheroidal Harmonics". Concepts of Mathematical Physics in Chemistry (2015) p 9.

[2] R. Méndez-Fragoso, E. Ley-Koo. "Angular Momentum Theory in Bases of Lamé Spheroidal Harmonics". Advances in Quantum Chemistry, (2015) Chap. 15 (En prensa 2015).

[3] E. Piña. Some properties of the spectra of asymmetric molecules. Journal of Molecular Structure (Theochem) 493 (1999) 159–170.

[4] Ley-Koo, E. Rotations of the most asymmetric molecules via 4-step and 1- step ladder operators. Proceedings 30th International Symposium on Methods of Group Theory in Physics, Journal of Physics: Conference Series 579 (2015) 012055.

Construcción y caracterización de un diodo láser sintonizable y una cavidad Fabry-Perot

Luis Alberto Nava Rodríguez y Heliodoro Osuna Villegas

*Departamento de Física
Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa*

e-mail: xxl_db_lxx@hotmail.com

En la UAM-I estamos creando la infraestructura necesaria para el desarrollo de una trampa de iones de Ba^+ tipo Paul, para ello se requiere un láser sintonizado a la transición de enfriamiento y otro a la transición de rebombeo.

En este cartel presentamos los resultados obtenidos a la fecha de la construcción de un sistema de diodo láser sintonizable a 659 nm y las pruebas de espectroscopia hechas en una celda de I_2 . También presentamos los avances logrados en la construcción de una cavidad Fabry-Perot que será utilizado para monitorear la longitud de onda del sistema sintonizable.

Diseño, construcción y caracterización de un láser de 1049 nm para la producción de átomos de Rydberg

Eduardo Navarro-Navarrete, V. Samayoa-Donado, J. Flores-Mijangos,
F. Ramírez-Martínez, J. Jiménez Mier

*Instituto de Ciencias Nucleares
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: rssi_2nava@ciencias.unam.mx

En el presente trabajo se expondrá el diseño, la construcción y la caracterización de un láser de cavidad extendida en configuración Littrow, con una longitud de onda de 1049 nm, para la producción de niveles bajos de Rydberg en átomos de Rubidio. Dicha configuración utiliza una rejilla de difracción por reflexión con 1200 surcos/mm, con su dirección normal orientada a un ángulo de 39° con respecto a la dirección de propagación de la radiación emitida por el diodo. De este modo, el haz incidente coincide con el

orden $m=1$ del haz difractado, el cual es retroalimentado dentro del diodo generando una cavidad resonante y por consiguiente un aumento en la ganancia de los modos longitudinales externos en la región activa. De esta forma se obtiene un control muy fino en la sintonía de la frecuencia, ya sea por medio de variaciones en la corriente suministrada al diodo, en la temperatura del mismo, o en el voltaje aplicado a dos elementos piezoeléctricos, colocados uno detrás de la rejilla y el otro en el brazo del pivote de la montura del diodo. Además, el sistema reportado presenta una gran estabilidad en los modos de emisión y una considerable disminución en el ancho de banda del orden de MHz. Todo esto se logra gracias a la simplicidad de la geometría del láser, la rigidez de sus componentes óptico-mecánicos y a un diseño compacto, mediante el cual las resonancias mecánicas, generadas por vibraciones externas, son desplazadas a frecuencias altas. Así pues, este diseño cumple con los requerimientos necesarios para la realización de experimentos sistemáticos de espectroscopias de precisión y experimentos con átomos fríos para la producción de los estados de Rydberg con $n=17$.

Agradecimientos

Al Conacyt por el apoyo en el proyecto de SEP-CONACYT 168498-11.

Al Laboratorio Nacional de Materia Cuántica: Materia Ultrafría e Información Cuántica

Método de Malla de Lagrange aplicado al estudio del ion molecular H_2^+ confinado por una cavidad esferoidal impenetrable

Horacio Olivares Pilon y Salvador A. Cruz

*Departamento de Física
Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa*

e-mail: horop@xanum.uam.mx

El ion molecular H_2^+ confinado dentro de una cavidad esferoidal prolata impenetrable es estudiado dentro del marco del método de Malla de Lagrange. Para el estado base $1s\sigma_g$ y el primer estado excitado $1s\sigma_u$ se presenta la superficie de energía total como función de la distancia internuclear R y la coordenada esferoidal ξ_0 que define a la cavidad de confinamiento. Adicionalmente, la energía electrónica de otros estados excitados en función del parámetro ξ_0 son presentados y comparados con resultados exactos disponibles [1]. La alta precisión de los cálculos de malla permite definir con mayor exactitud los valores de ξ_0 para los cuales se obtiene la energía exacta presentada en [1]. Transiciones dipolares eléctricas son obtenidas como función de los parámetros R y ξ_0 . El método empleado permite obtener resultados muy precisos: 11 dígitos significativos en la energía, y 7 dígitos significativos en la tensión dipolar.

[1] E. Ley-Koo and S. A. Cruz, J. Chem. Phys. 74, 4603 (1981).

“Paper” Laser: A new concept in Time and Frequency Metrology

Carlos Andrés Ortiz Cardona^{1,2}, E. de Carlos López¹,
J. M. López Romero¹ and S. López López¹

¹Dirección Metrología de Tiempo y Frecuencia, Centro Nacional de Metrología

²CINVESTAV Unidad Querétaro, Instituto Politécnico Nacional

e-mail: cortiz@cenam.mx

The Dirección de Metrología de Tiempo y Frecuencia of the Centro Nacional de Metrología (CENAM) has developed and implemented a novelty strategy to improve the frequency stability of a laser. That strategy consists in generate a “paper” laser using some ideas of the algorithm employed on time scales [1] but in the frequency domain. Particularly, we used a *GaAs* laser (852 nm) coupled to an Ultra Low Expansion (*ULE*) optical cavity. The laser’s light is splitted to be controlled in frequency by Acousto-optic modulators (*AOM*’s), which are arranged using cat’s eye configuration [2]. Each *AOM* is frequency stabilized through independent and analogous FM-spectroscopy experiments, using the most probable Cesium’s-133 D_2 line transition [$|6^2s_{1/2}, F=4\rangle \rightarrow |6^2p_{3/2}, F'=5\rangle$].

In order to measure simultaneously the frequency of each member of the ensemble every second, a portion of the signal that is feed to the *AOM*’s, is sent to a frequency counter to establish the frequency variations as a time function. From data of frequency measurements, the equation (1) is used to calculate a frequency value $\nu_k(t + \tau)$ and generate a “paper” laser.

$$\nu_k(t + \tau) = \sum_{j=1}^N \omega_j [\nu_j(t) - \nu_{jk}(t + \tau)] \quad (1)$$

In the equation (1), ω_j represents the weight of each member of the ensemble. Of course, the condition of normalized weights is given by $\sum_{j=1}^N \omega_j = 1$. The term $\nu_{jk}(t + \tau)$, corresponds with frequency differences between members of the ensemble.

References

- [1] J. M. López Romero, and N. Diaz-Muñoz, “ Progress in the Generation of the UTC(CNM) in terms of a virtual clock”, *Metrologia*, vol. 45, pp. S59-S65, Dec. 2008.
- [2] E. A. Donley, T. P. Heavner, F. Levi, M. O. Tataw, and S. R. Jefferts, “Double-pass acousto-optic modulator system”, *Review of Scientific Instruments*, vol. 76, 063112, Jun. 2005.

Sistema experimental para la medición de una transición cuadrupolar eléctrica

Francisco Ponciano-Ojeda, O. López-Hernández, S. Hernández-Gómez, C. Mojica-Casique, R. Colín-Rodríguez, J. Flores-Mijangos, F. Ramírez-Martínez, J. Jiménez-Mier

*Instituto de Ciencias Nucleares
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: francisco.ponciano@correo.nucleares.unam.mx

Se presenta la construcción de un sistema experimental para la medición de la transición cuadrupolar eléctrica $5P_{3/2} \rightarrow 6P_{3/2}$ en rubidio atómico a temperatura ambiente. Este sistema permite hacer mediciones de la fluorescencia producida por el decaimiento del estado $6P_{3/2}$ al estado base con niveles de señal a ruido altos ($> 10:1$) en ambos isótopos. Los espectros obtenidos también permiten realizar mediciones de la estructura hiperfina del estado $6P_{3/2}$.

El sistema consiste de dos láseres de onda continua que se utilizan para excitar los átomos de Rb al estado $5P_{3/2}$ con una componente de 780nm (línea D_2) y posteriormente al estado $6P_{3/2}$ con radiación de 911nm. La frecuencia del primer láser se fija usando espectroscopia de polarización a la transición cíclica. La frecuencia del laser contrapropagante a 911nm es barrida a lo largo de la estructura hiperfina de la transición $5P_{3/2} \rightarrow 6P_{3/2}$. La potencia del segundo láser necesita ser alta ($\sim 100\text{mW}$) para compensar las bajas probabilidades de transición. Esta excitación de dos fotones es realizada en una celda de rubidio aislada de luz ambiental y campos magnéticos. La detección de la excitación al estado $6P_{3/2}$ se efectúa mediante la detección de la fluorescencia de 420nm producida en el decaimiento de dicho estado al estado base. Los fotones producidos son colectados por un sistema óptico compuesto de dos lentes y un filtro pasa banda que enfocan la fluorescencia en el cátodo de un tubo fotomultiplicador. Esta señal posteriormente es registrada por un detector de fase para extraer el espectro de fluorescencia del fondo de ruido de la señal.

Se agradece el apoyo de los proyectos PAPIIT No. IN110812, Ciencia Básica SEP-CONACYT No. 168451-11 y del Laboratorio Nacional de Materia Cuántica: Materia Ultrafría e Información Cuántica en la realización de este trabajo.

Perfiles de densidad en gases ultrafríos

Ignacio Reyes Ayala y Víctor Manuel Romero Rochín

Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México

e-mail: nacho.reyes.ayala@gmail.com

El presente trabajo va enfocado en la obtención de funciones de densidad en gases ultrafríos. A partir de una imagen bidimensional tomada a un gas por medio de cámaras CCD y arreglo ópticos se obtiene su de densidad discreta en tres dimensiones por medio de técnicas numéricas y transformadas integrales. La función de densidad permite el estudio de la termodinámica del gas, muy útil en condensados de Bose y/o Fermi.

En la generalización de los ángulos de Euler para el grupo de Lorentz

Edgar Sánchez y Matias Moreno

*Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: edgarandres@fisica.unam.mx

En este trabajo se propone una representación alternativa del grupo de Lorentz sobre los espinores de cuatro componentes masivos, de Dirac, en la cual la acción del grupo de Lorentz se reduce a rotaciones simultáneas de dos grupos $SU(2)$ sobre espinores de dos componentes. Presentamos aplicaciones sencillas en los espinores de partícula libre y en la construcción de transformaciones resultantes después de aplicar dos transformaciones seguidas. Así mismo, se discute la aplicación a la transformación de las secciones diferenciales eficaces bajo cambio de sistema de referencia para el efecto Compton Inverso y se evidencia la conexión que hay con las transformaciones del espacio de Minkowski (otra representación del grupo de Lorentz).

Transferencia de amplitud transversal de un vórtice óptico a un solo fotón por el proceso de Conversión Paramétrica Descendente

Verónica Vicuña Hernández, José Tomás Santiago Cruz, Roberto Ramírez Alarcón,
Hector Cruz Ramírez y Alfred U'Ren.

*Instituto de Ciencias Nucleares
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: veronica.vicuna@correo.nucleares.unam.mx

A través del proceso de Conversión Paramétrica Descendente, estudiamos como el bombeo puede transferir su amplitud transversal a uno de los fotones emitidos en par cuando este es anunciado por la detección de su compañero. Presentamos este mecanismo a través de la discusión del “*régimen de cristal delgado*”, donde esta transferencia se lleva a cabo de manera exitosa. Mostramos resultados experimentales para el caso de un bombeo con haces Bessel-Gauss de órdenes uno y dos, los cuales tienen un vórtice óptico debido a su valor de “ l ”, y verificamos que la transferencia de amplitud transversal del bombeo hacia el fotón individual anunciado ocurre. Dicha transferencia es comprobada a través del patrón de difracción en plano lejano, donde es bien conocido que para el caso de haces clásicos con Momento Angular Orbital, el patrón de difracción está en función del valor de “ l ”, lo cual es reproducible a nivel de un sólo fotón con lo que se verificó que el fotón individual anunciado hereda el valor de “ l ” del bombeo y por lo tanto la transferencia de amplitud del bombeo a el fotón ocurre de manera exitosa[1,2].

[1] Classical to Quantum transfer of optical vortices, Optics Express, Vol. 22, Issue 17, pp. 20027- 20037 (2014).

[2] Amplitude transfer experiments based on the process of spontaneous parametric downconversion, Physica Scripta (accepted)

Macroscopic excitations in confined BEC, searching for quantum turbulence

Roberto Zamora-Zamora, Omar Adame-Arana y Víctor Romero-Rochín

*Instituto de Física
Universidad Nacional Autónoma de México*

e-mail: razz@fisica.unam.mx

The increment of interest in observe and characterize superfluid turbulence until now has focus on Kolmogorov ideas, so theoretical and computation efforts has been focused on studying systems more similar to classical ones rather that quantum ones. Currently ultracold atomic gases serve as a new system for study turbulent states, carrying new questions to solve. Recent directions for theoretical studies of turbulence in Bose Einstein Condensates deal with the problem of dissipation and with effects of inhomogeneity and finite size systems that emerge from consider experimental traps. Other direction such as wave turbulence theory set the problem from a general point of view. Following our previous works [1, 2] , we solve the 3D Gross-Pitaevskii equation for an initial condition near to ground state, then we add an excitation to the system and take distinct global observables that suggest that this simple system can sustain temporally the Kolmogorov $-5/3$ law without an energy dissipation mechanism. Instead of viscous phenomena, the system can migrate kinetic energy to distinct type of excitations. We observe, via the excitation spectrum, that after putting energy into the system, it responds transferring kinetic energy to other excitations. In this transient regime, turbulence appears as the mechanism that transfers kinetic energy into other forms of energy within the cloud. After a period of time, the system reaches a stationary, non equilibrium state in which clearly turbulent behavior is not present.

[1] R. Zamora-Zamora, M. Lozada-Hidalgo, S. F. Caballero- Benítez, and V. Romero-Rochín, Phys. Rev. A **86**, 053624 (2012).

[2] B. Villaseñor, R. Zamora-Zamora, D. Bernal, and V. Romero-Rochín, Phys. Rev. A **89**, 033611 (2014).

PARTICIPANTES

Vahideh Abediyeh
vahide.abediye@gmail.com
Instituto de Física, UASLP

Luis Enrique Alcantar Villegas
luis.al@ciencias.unam.mx
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Alí Angulo
ali.angulo@gmail.com
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Ma. Nieves Arias Téllez
ntellez.005@gmail.com
Instituto de Física, UASLP

Pablo Barberis Blostein
pbb@iimas.unam.mx
Instituto de Investigaciones en Matemáticas
Aplicadas y en Sistemas, UNAM

José Francisco Barrón López
jf.barron82@gmail.com
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo
Tecnológico, UNAM

Miguel Angel Bastarrachea Magnani
mamigre4008@gmail.com
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Eduardo Basurto Uribe
ebasurto@correo.azc.uam.mx
Departamento de Ciencias Básicas, UAM - A

Luis Benet
benet@fis.unam.mx
Instituto de Ciencias Físicas, UNAM

Graciela Bravo Pérez
gbperez777@gmail.com
Instituto Mexicano del Petróleo

Carlos Bunge
bunge@fisica.unam.mx
Instituto de Física, UNAM

Remigio Cabrera Trujillo
trujillo@fis.unam.mx
Instituto de Ciencias Físicas, UNAM

Arturo Camacho-Guardián
jocamacho@ciencias.unam.mx
Instituto de Física, UNAM

Yessica Yazmin Calderón Segura
ycalderons@uaem.mx
Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias
Aplicadas, UAEM

Eduardo de Carlos López
edlopez@cenam.mx
Centro Nacional de Metrología

Ernesto Carro Martínez
lololobo93@ciencias.unam.mx
Instituto de Física, UNAM

Jorge David Castaño Yepes
jorge.castano@correo.nucleares.unam.mx
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Jorge Chávez Carlos
jorge.chavez@correo.nucleares.unam.mx
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Debora Contreras Pulido
deboracp@fisica.unam.mx
Instituto de Física, UNAM

Daniel Cruz Delgado
daniel.cruz@correo.nucleares.unam.mx
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Salvador Cruz Jiménez
cruz@xanum.uam.mx
Departamento de Física, UAM-I

Javier Israel De la Cruz Moreno
javierdelacruz@ciencias.unam.mx
Facultad de Ciencias, UNAM

Dietmar Fink
fink@xanum.uam.mx
Departamento de Física, UAM-I

John Alexander Franco
jofravig@fis.unam.mx
Instituto de Ciencias Físicas, UNAM

Isidoro García Cruz
igarcia@imp.mx
Instituto Mexicano del Petróleo

Eduardo Gómez García
egomez@ifisica.uaslp.mx
Instituto de Física, UASLP

Luis Antonio González
fluis@fisica.unam.mx
Instituto de Física, UNAM

Saeed Hamzeloui
s.hamzeloui@gmail.com
Instituto de Física, UASLP

Carlos Luis Hernández Cedillo
carlosluis@fisica.unam.mx
Instituto de Física, UNAM

Santiago Hernández Gómez
shgao@ciencias.unam.mx
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

José Luis Hernández Pozos
jlhp@xanum.uam.mx
Departamento de Física, UAM-I

Jorge Hirsch
hirsch@nucleares.unam.mx
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Lina Marieth Hoyos Campo
linamaho@fis.unam.mx
Instituto de Ciencias Físicas, UNAM

Oscar Hurtado González
oscar_hg@ciencias.unam.mx
Facultad de Ciencias, UNAM

Eduardo Ibarra García-Padilla
ibarragp92@gmail.com
Instituto de Física, UNAM

Rocio Jáuregui Renaud
rocio@fisica.unam.mx
Instituto de Física, UNAM

José Ignacio Jiménez Mier y Terán
jimenez@nucleares.unam.mx
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Antonio M. Juárez Reyes
juarez@fis.unam.mx
Instituto de Ciencias Físicas, UNAM

Oscar Gerardo Lazo Arjona
oscar.lazo@correo.nucleares.unam.mx
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Sergio Adrián Lerma Hernández
slerma@uv.mx
Facultad de Física, Universidad Veracruzana

Eugenio Ley Koo
eleykoo@fisica.unam.mx
Instituto de Física, UNAM

Baldemar López del Carpio Juárez
rmedlab1@gmail.com
Facultad de Física, Universidad Veracruzana

Eduardo López Molina
eduardolm@comunidad.unam.mx
Instituto de Investigaciones en Materiales,
UNAM

Mauricio López Romero
mauricio.lopez@cenam.mx
Centro Nacional de Metrología

Daniel Martínez-Arias
danielmartinezarias@gmail.com
Instituto de Física, UASLP

Héctor Medel Cobaxin
hjmedel@gmail.com
Departamento de Investigación ITSSAT

Víctor Manuel Medel Juárez
vmmedel@hotmail.com
Instituto Mexicano del Petróleo

Ricardo Méndez Frago
rich@ciencias.unam.mx
Facultad de Ciencias, UNAM

Cristian Mojica
xtianadan@gmail.com
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Daniel Julián Nader
daniel.nader@correo.nucleares.unam.mx
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Luis Alberto Nava Rodríguez
xxl_db_lxx@hotmail.com
Departamento de Física, UAM-I

José Eduardo Navarro Navarrete
rssi_2nava@ciencias.unam.mx
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Horacio Olivares Pílon
horop@xanum.uam.mx
Departamento de Física, UAM-I

Adrián Ortega
adrianortega@fis.unam.mx
Instituto de Ciencias Físicas, UNAM

Carlos Andrés Ortiz Cardona
cortiz@cenam.mx
Centro Nacional de Metrología

Isaac Pérez Castillo
isaacpc@fisica.unam.mx
Instituto de Física, UNAM

Carlos Pineda Zorrilla
carlosp@fisica.unam.mx
Instituto de Física, UNAM

Francisco Sebastián Ponciano Ojeda
francisco.ponciano@correo.nucleares.unam.mx
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Fernando Ramírez Martínez
ferama@nucleares.unam.mx
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Ignacio Reyes Ayala
nacho.reyes.ayala@gmail.com
Instituto de Física, UNAM

Blas Manuel Rodríguez Lara
bmlara@inaoep.mx
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y
Electrónica

Víctor Manuel Romero Rochín
romero@fisica.unam.mx
Instituto de Física, UNAM

Edgar Andrés Sánchez García
edgarandres@fisica.unam.mx
Instituto de Física, UNAM

Francisco Sevilla
fjsevilla@fisica.unam.mx
Instituto de Física, UNAM

Alfred U'Ren
alfred.uren@nucleares.unam.mx
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Jaime de Urquijo
jdu@fis.unam.mx
Instituto de Ciencias Físicas, UNAM

Andrea Valdés Hernández
andreavh@fisica.unam.mx
Instituto de Física, UNAM

Víctor Manuel Velázquez Aguilar
vicvela@ciencias.unam.mx
Facultad de Ciencias, UNAM

Verónica Vicuña Hernández
veronica.vicuna@correo.nucleares.unam.mx
Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Carlos Villarreal
carlos@fisica.unam.mx
Instituto de Física, UNAM

Roberto Antonio Zamora Zamora
razz@fisica.unam.mx
Instituto de Física, UNAM

ÍNDICE ALFABÉTICO

Abediyeh, Vahide	55, 58	Cruz-Delgado, Daniel	65
Acosta Montes, Jorge	70	Cruz Jiménez, Salvador A.	31, 67, 78, 82
Adame-Arana, Omar	88	Cruz-Ramírez, Hector	57, 65, 87
Alcantar Villegas, Luis Enrique	43, 56	Domínguez, Griselda	43, 74
Alijah, A.	77	Domínguez Esquivel, J. M.	33
Alfonta, L.	67	Espino Núñez, Arturo	43, 56
Álvarez, G.	50	Fink, Dietmar	67
Angulo Martínez, Alí Michel	57	Flores-López, Samantha	68
Arias, Nieves	55, 58	Flores-Mijangos, Jesús	43,44, 74, 81, 84
Barberis Blostein, Pablo	25	Franco-Villafañe, John A.	35
Barkhofen, S.	35	Garay-Palmett, Karina	65
Barrón López, José Francisco	59	García-Cruz, Isidoro	33, 61, 68
Bastarrachea Magnani, M. A.	35, 60, 64, 75	Gómez García, Eduardo	19, 39, 55, 58, 76
Basurto Uribe, Eduardo	30	González García, Luis A.	69
Benet, Luis	41, 42	Hamzeloui, Saeed	39, 76
Bravo-Pérez, Graciela	61	Hernández Cedillo, C. L.	70
Burlak, Gennadiy	62	Hernández Díaz, L.	66
Cabrera-Trujillo, Remigio	48, 78	Hernández-Gómez, S.	43, 71, 84
Calderón-Segura, Yessica Y.	62	Hirsch, Jorge G	37, 45, 57, 60, 64, 75
Camacho-Guardian, Arturo	34	Hoyos, Lina M.	72
Carlos López, Eduardo de	20, 66, 83	Ibarra Garcia-Padilla, E.	63, 73
Carro Martínez, Jesús Ernesto	63, 73	Iris Rivera, Esteban	43
Chávez Carlos, Jorge	37, 64, 75	Izquierdo Azuara, Julio C	70
Colín Rodríguez, Ricardo	43, 84	Jáuregui Renaud, Rocio	29, 43
Contreras-Pulido, Debora L	47	Jerónimo, Yasser	55

Jiménez-Mier, José Ignacio	43, 74, 81, 84	Olivares Pílon, Horacio	82
Juárez, Antonio M.	72	Ortega, Adrián	42
Kiv, A.	67	Ortega-Escorza, P.	71
Kuhl, U.	35	Ortiz Cardona, Carlos A.	20, 66, 83
Lerma Hernández, Sergio A.	37, 60, 64, 75	Ortíz-Ricardo, Erasto	65
Ley Koo, Eugenio	31, 79	Osuna Villegas, Heliodoro	80
Lazo-Arjona, Óscar Gerardo	43, 74	Paredes, Rosario	34, 69
López del Carpio, Baldemar	37, 75	Pérez Castillo Isaac	40
López Hernández, Oscar	43, 84	Pérez Contreras, Miguel A.	46
López-Molina, Eduardo	50	Pineda, Carlos	32
López Romero, Mauricio J.	20, 66, 83	Ponciano Ojeda, Francisco S.	43, 84
López López, S.	20, 66, 83	Ramírez, Roberto	57
López Vieyra, Juan Carlos	49, 77	Ramírez-Alarcón, Roberto	65, 87
Martínez-Arias, Daniel	39, 76	Ramírez Martínez, Fernando	24,43,71,74,81,84
Martínez Cara, Diego	70	Reyes Ayala, Ignacio	85
Medel Cobaxin, Héctor	77	Rito Morales, Alfonso	43
Medel Juárez, Víctor M.	33, 68	Rodríguez Lara, Blas Manuel	21
Méndez-Fragoso, Ricardo	48, 78, 79	Romero-Rochín, Víctor M.	23, 85, 88
Mojica Casique, Cristian Adán	43, 44, 74, 84	Rosales Tristán, Eduardo	43
Montiel, Herlinda	50, 59	Sadurní, E.	35
Monroy-Ruz, Jorge	65	Sahagún Sánchez, Daniel	43, 70
Moreno, Matias	86	Saint-Martin, Humberto	61
Mortessagne, F.	35	Samoyoa Donado, Víctor	43, 81
Muñoz H., G.	67	Sánchez, Edgar	86
Nader, Daniel Julián	49	Saniger, J. M	59
Nava Rodríguez, Luis Alberto	80	Santiago Cruz, José Tomás	87
Navarro-Navarrete, Eduardo	43, 81	Seligman, T. H.	35

Seman Harutinian, Jorge Amin	63, 73	Velázquez Aguilar, Victor Manuel	36
Sevilla Pérez, Francisco Javier	46	Vicuña Hernández, Verónica	87
Solis, Aldo	57	Vieyra Reboyo, Luis Armando	43
Turbiner Rosenbaum, Alexander	77	Villarreal, Carlos	51
U'Ren, Alfred	22, 57, 65, 87	Villegas Burgos, Carlos	43
Urquijo, Jaime de	30	Volke-Sepúlveda, Karen	43
Vacik, J.	67	Vyas, Manan	42
Valenzuela, V. M.	39	Zamora-Zamora, Roberto	88
Valdés Hernández, Andrea	38	Zamorano, R.	50