

**XVI TALLER DE DINÁMICA Y
ESTRUCTURA DE LA MATERIA**

12-14 DE AGOSTO DE 2026



TaDEM

**INSTITUTO DE FÍSICA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ**

Presentación

XVI Taller de Dinámica y Estructura de la Materia (TADEM 2026)

San Luis Potosí, México

12–14 de agosto de 2026

Organizadores

Comité organizador local: Instituto de Física, UASLP

Dr. Eduardo Gómez
Dra. Georgina Olivares Rentería
Dra. Alejandra López Vázquez
Dr. Gustavo Ramírez Meléndez
Dr. Josué Hernández

Comité académico asesor:

Dra. Rocío Jáuregui, Instituto de Física, UNAM
Dr. José I. Jimenez Mier y Terán, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
Dr. Eduardo Gómez, Instituto de Física, UASLP
Dr. Alfred U'Ren, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
Dr. Remigio Cabrera Trujillo, Instituto de Ciencias Físicas, UNAM
Dr. Antonio M. Juárez Reyes, Instituto de Ciencias Físicas, UNAM

El XVI Taller de Dinámica y Estructura de la Materia (TADEM 2026) constituye un espacio de encuentro para investigadores, estudiantes y especialistas interesados en el estudio de los fenómenos fundamentales que gobiernan la materia y su interacción con la radiación. A lo largo de los años, TADEM se ha consolidado como un foro que promueve el intercambio de ideas, la colaboración científica y la formación de nuevas generaciones de físicos, reuniendo contribuciones que abarcan desde la investigación básica hasta desarrollos con impacto tecnológico.

En esta decimosexta edición, el taller tiene el honor de contar con la conferencia magistral del Prof. Jun Ye, uno de los científicos más influyentes en el campo de la física atómica, la óptica cuántica y la metrología de precisión. Contribuciones al desarrollo de relojes ópticos, peines de frecuencia y tecnologías cuánticas han transformado la medición del tiempo y la frecuencia, estableciendo nuevos estándares internacionales y abriendo oportunidades para aplicaciones en navegación, geodesia, pruebas fundamentales de la física y tecnologías cuánticas emergentes. Su participación representa una oportunidad excepcional para la comunidad científica asistente.

La presente edición refleja la diversidad y el dinamismo de la investigación contemporánea en física. Los trabajos reunidos exploran temas que incluyen sistemas cuánticos de muchos cuerpos, condensados de Bose-Einstein, espines, información y correlaciones cuánticas, espectroscopía de alta precisión, metrología, óptica y fotónica, nanoestructuras, microcavidades, materiales avanzados, guías de onda, absorción electromagnética, gravimetría atómica, dinámica molecular y métodos computacionales de frontera. Asimismo, destacan investigaciones que combinan desarrollos analíticos, simulaciones numéricas de alto desempeño e implementaciones experimentales, evidenciando la estrecha relación entre teoría, modelado y experimentación. Los 30 trabajos incluidos en este libro muestran el amplio espectro de líneas de investigación que actualmente impulsan el avance de la física moderna.

Uno de los rasgos distintivos de TADEM 2026 es la participación de grupos de investigación provenientes de diversas instituciones nacionales e internacionales, lo que favorece la creación de redes de colaboración y el intercambio de perspectivas interdisciplinarias. La presencia de estudiantes de licenciatura, posgrado e investigadores consolidados fortalece el carácter formativo del taller y contribuye a la difusión de avances recientes en áreas estratégicas para el desarrollo científico y tecnológico.

Este libro de resúmenes reúne las contribuciones que serán presentadas durante el taller y ofrece una visión representativa del estado actual de la investigación en dinámica y estructura de la materia. Esperamos que estas páginas sirvan no sólo como memoria del evento, sino también como punto de partida para nuevas colaboraciones, discusiones científicas y proyectos que impulsen el avance del conocimiento.

Agradecemos profundamente a todos los autores, revisores, conferencistas, participantes, instituciones y patrocinadores cuyo compromiso hizo posible la realización de

esta decimosexta edición del TADEM. Confiamos en que el intercambio académico que tendrá lugar durante estos días contribuirá al fortalecimiento de nuestra comunidad científica y a la consolidación de nuevas iniciativas de investigación.

Atentamente
El Comité Organizador Local

Hora	Miercoles 12	Jueves 13	Viernes 14	
9:00 - 9:10	Charla premio TADEM	Jun Ye	Tutorial S4	
9:10 - 9:20			S4a S4b S4c S4d S4e S4f	
9:20 - 9:30				
9:30 - 9:40				Tutorial S1
9:40 - 9:50				
9:50 - 10:00	S1a			
10:00 - 10:10	S1b	Competencia de presentación breve	S4e	
10:10 - 10:20	S1c		S4f	
10:20 - 10:30	S1d		Trivial de la sesión	
10:30 - 10:40	S1e	Mesa abierta retos y perspectivas en FAMO	Café	
10:40 - 10:50	S1f			
10:50 - 11:00	Trivial de la sesión			
11:00 - 11:10	Café	Café	Tutorial S5	
11:10 - 11:20			S5a S5b S5c S5d S5e S5f	
11:20 - 11:30				
11:30 - 11:50	Tutorial S2	Tutorial S3		
11:40 - 11:50				
11:50 - 12:00	S2a	S3a		
12:00 - 12:10	S2b	S3b		
12:10 - 12:20	S2c	S3c		
12:20 - 12:30	S2d	S3d		
12:30 - 12:40	S2e	S3e	Trivial de la sesión	
12:40 - 12:50	S2f	S3f	Votación de pláticas del día por sesión	
12:50 - 13:00	Trivial de la sesión	Trivial de la sesión	Votación entre ganadores por sesión	
13:00 - 13:10	Votación de pláticas del día por sesión	Votación de pláticas del día por sesión	Discusión de las sesiones	
13:10 - 13:20	Discusión de las sesiones	Discusión de las sesiones	Premiación mejor trabajo, ganador trivia	
13:20 - 13:30			TADEM con los años y hacia el futuro	

Eventos

Competencia presentación TaDEM 2026

Es un reto dinámico y estimulante: cada participante contará con 1 minuto y 30 segundos para presentar un proyecto o prototipo tecnológico, con el objetivo de convencer al jurado de otorgar financiamiento. La evaluación se basará en cinco criterios clave: claridad de la propuesta, creatividad, potencial de impacto, viabilidad técnica y operativa, y capacidad de persuasión. Una oportunidad para transformar ideas en proyectos con futuro.

Mesa abierta FAMO 2026

Es una actividad donde esperamos la participación de todos ya que la física atómica, molecular y óptica (FAMO) vive un momento de transformación sin precedentes. La Mesa Abierta: Retos y perspectivas FAMO se presenta como un espacio de diálogo y reflexión, donde estudiantes e investigadores podrán compartir inquietudes, imaginar futuros posibles y fortalecer el papel de nuestra disciplina en el desarrollo científico y tecnológico de México.

Trivia TADEM 2026

Al finalizar cada bloque temático, los asistentes podrán participar en una trivia interactiva basada en las preguntas planteadas por los ponentes. Esta actividad busca reforzar los conceptos más relevantes de cada sesión, fomentar la atención activa y promover la discusión científica de una manera dinámica y participativa. Los participantes con mayor número de respuestas correctas podrán obtener reconocimientos.

Índice

P1. Quantum engineering for clocks and fundamental physics	1
S. Tutoriales	3
S1a. Dinámica en el Cruce BCS-BEC y teoría efectiva dinamica de LPDA	4
S1b. Probabilidad de configuraciones y funciones de correlación en la dinámica de sistemas de espín-1	5
S1c. Acoplamiento espín-órbita en un sistema de dispersión de dos partículas con espín	6
S1d. Dinámica continua de cadenas de espín con simetría SU(3) . .	7
S1e. Formación de solitones inducida por autoorganización en condensados de Bose-Einstein acoplados a cavidades ópticas de alta reflectancia	8
S1f. Enredamiento cuántico en redes bosónicas con interacciones de largo alcance mediadas por luz	9
S2a. Evaluación y corrección de efectos sistemáticos en el reloj de fuente atómica CENAM -CsF1	10
S2b. Towards primary thermometry using high-accuracy laser spectroscopy in atomic gases: linking thermodynamic temperature to optical frequencies	11
S2c. Hacia una medición de alta exactitud de la constante octupolar hiperfina del ^{133}Cs	12
S2d. Espectroscopía de doble peine de frecuencias: implementación experimental y perspectivas de mejoramiento cuántico	13
S2e. Diseño y Construcción de una Trampa de Iones Tipo Paul Generalizada	14
S2f. Miniaturización de un sistema láser para un gravímetro atómico portátil	15
S3a. Espectros de fotoemisión de superficies de Al(111): comparación entre potenciales Jellium y BSB.	16

S3b. Propiedades ópticas de arreglos de nanoislas de cobre fabricados mediante depósito por láser pulsado: un estudio experimental y computacional	17
S3c. Análisis de las transiciones electrónicas de puntos cuánticos esféricos	18
S3d. Geometría nodal y entropía en el oscilador cuántico degenerado	19
S3e. El ion molecular H_2^+ confinado por una cavidad esferoidal y en presencia de un campo magnético	20
S3f. Resonancias inducidas por confinamiento dinámico en una cavidad esférica oscilante	21
S4a. Correlaciones No Clásicas en Hardware Cuántico: Un Enfoque vía Purificación de Estados.	22
S4b. Efectos de la geometría de potenciales atractivos sobre el potencial químico de un condensado de Bose-Einstein atractivo en una dimensión	23
S4c. Fermiones sin masa en el régimen de Luttinger	24
S4d. Strong coupling and linewidth redistribution in a low-Q multiexciton microcavity	25
S4e. Polariton Condensation in arbitrary planar potentials in Hybrid AlGaAs/PSi Microcavities	26
S4f. Teoría no perturbativa de ionización atómica mediante trenes de pulsos de attosegundos	27
S5a. Interferómetro de frecuencia modulada en configuración de dos moduladores electro-ópticos	28
S5b. Patrón de Moiré para identificación de picos de transmisión en una cavidad Fabry-Pérot	29
S5c. Absorción perfecta multimodal de microondas mediante elementos discretos de FR4 en guías de onda	30
S5d. Diseño y caracterización de arquitecturas pasivas para la absorción electromagnética perfecta en guías de onda	31

S5e. Fenómenos anómalos en guías de onda y grafos de microondas	32
S5f. Tomografía Molecular – Diagnosticar lo Cuántico	33
C. Competencia presentación breve	34

P1. Quantum engineering for clocks and fundamental physics

Jun Ye

JILA, National Institute of Standards and Technology and University of Colorado

State engineering and many-body physics provide coherent quantum systems at increasingly large sizes, revolutionizing the performance of clocks and promising new discovery opportunities. Minute-long optical atomic coherence has been demonstrated for tens of thousands of atoms. Spin entanglement is also being utilized in clock operations near the state of the art. Recently emerged nuclear clocks provide another power platform for performance scaling. The permeation of quantum metrology to all corners of physics sparks new ideas for testing fundamental laws of nature and searching for new physics.



Jun Ye es físico del NIST y del JILA —instituto conjunto del NIST y la Universidad de Colorado—, además de profesor adjunto en la Universidad de Colorado en Boulder. Obtuvo su doctorado en 1997 bajo la dirección de John L. “Jan” Hall, galardonado con el Premio Nobel de Física en 2005, y regresó a JILA en 1999 como investigador asociado. Desde entonces ha liderado estudios pioneros sobre la interacción entre luz y materia, el control de átomos y moléculas ultrafríos, y el desarrollo de láseres ultraestables y peines de frecuencia óptica. Sus trabajos han establecido récords de precisión en relojes atómicos y abierto nuevas

fronteras en la metrología cuántica.

La investigación de Ye se centra en átomos ultrafríos, moléculas ultrafrías y mediciones de precisión basadas en láser. En 2018, su equipo en JILA demostró un reloj cuántico de gas 3D con una precisión de frecuencia de 2.5×10^{-19} en seis horas, un hito que apunta a aplicaciones en geodesia relativista, búsqueda de materia oscura, simulaciones cuánticas de muchos cuerpos y estudios fundamentales sobre la naturaleza de la luz y la materia. También ha impulsado investigaciones con átomos de estroncio para ciencia de la información cuántica en colaboración con figuras como Mikhail Lukin, Ana Maria Rey y Peter Zoller.

La trayectoria de Ye ha sido reconocida con más de veinte premios nacionales e internacionales, entre ellos el Premio Breakthrough en Física Fundamental (2022), la Medalla de Honor del Instituto Niels Bohr (2022) y el Premio Micius Quantum (2020), además de múltiples distinciones de la APS, IEEE y el Departamento de Comercio de EE. UU. Estos galardones reflejan su liderazgo mundial en la física cuántica.

Con más de 60,000 citas y un índice h superior a 120, Ye figura de manera constante entre los Investigadores Altamente Citados de Clarivate, consolidándose como una de las voces más influyentes en la física atómica experimental contemporánea.

S. Tutoriales



S1. Santiago Caballero

¿Qué diferencia aparece cuando se describe un sistema de muchos cuerpos contra lo que ocurre con un solo cuerpo?



S2. Carlos Ortíz

¿Cómo funciona el método de Ramsey para medir diferencias de energías entre niveles con alta precisión?



S3. Remigio Cabrera

¿Cómo y por qué cambia la energía de un átomo al confinarlo?



S4. Ricardo Méndez

¿Qué consecuencias y complicaciones aparecen cuando uno pasa de un sistema lineal a uno no lineal?



S5. Alex Franco

¿Cómo se describe un sistema multicapas y cuál es la conexión con su matriz S ?

S1a. Dinámica en el Cruce BCS-BEC y teoría efectiva dinamica de LPDA

Santiago Francisco Caballero Benitez y Cesar Enrique Terán Cisneros

Instituto de Física, UNAM

Estudiando el cruce BCS-BEC, desarrollamos una teoría efectiva dinámica para $T=0$ basada en la teoría independiente del tiempo PLDA[1]. PLDA puede obtener estados estacionarios del systema, i.e. el estado base debido a deformaciones espaciales suaves de un potencial. Con nuestra nueva teoría es posible estudiar la dinámica temporal de manera eficiente implementando las ecuaciones resultantes con métodos pseudo-espectrales utilizando GPU's. La ecuación es valida en todo el cruce BCS=BEC y es posible extenderla de la misma manera que LPDA a T finita[1]. Discutiremos algunas propiedades de soluciones de solitones oscuros[2,3], su estabilización y otras posibles aplicaciones de nuestra teoría efectiva, como la dinámica de arreglos de vortices[6,7]. Nuestro tratamiento dinámico se podría extender con correcciones adicionales utilizando la teoría mPLDA[4,5].

Agradecemos el apoyo de los proyectos DGAPA-PAPIIT: AG101826 y IN118823, fondos de NVIDIA (2024) y el uso de GPU's NVIDIA RTX 6000 Ada. Asimismo, a los apoyos de SECIHTI-México: CF-2023-G-15, CONAHCYT-CB: A1-S-30934 y Apoyo Coordinación de la Inv. Cient. UNAM para LANMAC 2025.

- [1] S. Simonucci and G. C. Strinati, Phys. Rev.B 89, 054511 (2014)
- [2] A. Cetoli, J. Brand, R. G. Scott, F. Dalfovo, and L. P. Pitaevskii, Phys. Rev. A 88, 043639 (2013)
- [3] M. D. Reichl and E. J. Mueller, Phys. Rev. A 95, 053637 (2017)
- [4] L. Pisani ,V. Piselli, and G. C. Strinati, Phys. Rev B 108, 214503 (2023)
- [5] L. Pisani ,V. Piselli, and G. C. Strinati, Phys. Rev. B 108, 214504 (2023)
- [6] D Hernández-Rajkov, N Grani, F Scazza, et.al. Nature Physics 20 (6), 939-944 (2024)
- [7] N Grani, D Hernández-Rajkov, C Daix, et.al. Nature Communications 16 (1), 10245 (2025)

S1b. Probabilidad de configuraciones y funciones de correlación en la dinámica de sistemas de espín-1

Luis Eduardo Ramos Solís¹, Eduardo Ibarra García Padilla¹, Freddy Jackson Poveda Cuevas³

¹Instituto de Física, UNAM

²Department of Physics, Harvey Mudd College

³ Investigador por México SECIHTI - Instituto de Física, UNAM

A diferencia de los sistemas de espín-1/2, los sistemas de espín-1 poseen mayores grados de libertad que les permiten adoptar configuraciones más complejas. En interacciones de un solo enlace (pares de espines-1), esto da lugar no solo a los clásicos ordenamientos magnéticos (ferro y antiferromagnéticos), sino también a estados ferro y antiferrocuadrupolares [1]. Estos órdenes cuadrupolares han cobrado relevancia reciente en el modelado de fases nemáticas dentro de materiales superconductores [2,3,4,5].

En este estudio, calculamos las probabilidades de que el sistema asuma sus distintas configuraciones permitidas sobre el eje z . Estas expresiones matemáticas vinculan la probabilidad cuántica con funciones de correlación de corto alcance, las cuales pueden evaluarse tanto empírica como numéricamente. Posteriormente, implementamos este marco analítico utilizando el algoritmo TEBD [6] para simular la dinámica en cadenas de 128 sitios, revelando una relación directa entre la evolución temporal de estas probabilidades y el transporte de magnetización.

- [1] L. Ramos-Solís, S. Choudhury, F. Poveda-Cuevas, and E. Ibarra-García-Padilla, “Quantum quenches in a spin-1 chain with tunable symmetry,” arXiv:2604.18425.
- [2] N. Papanicolaou, “Unusual phases in quantum spin-1 systems,” Nuclear Physics B, vol. 305, no. 3, pp. 367–395, 1988.
- [3] D. Yamamoto, C. Suzuki, G. Marmorini, S. Okazaki, and N. Furukawa, “Quantum and thermal phase transitions of the triangular SU(3) Heisenberg model under magnetic fields,” Phys. Rev. Lett., vol. 125, p. 057204, Jul 2020.
- [4] R. Yu and Q. Si, “Antiferroquadrupolar and Ising-nematic orders of a frustrated Bilinear-Biquadratic Heisenberg model and implications for the magnetism of FeSe,” Phys. Rev. Lett., vol. 115, p. 116401, Sep 2015.
- [5] C. Luo, T. Datta, and D.-X. Yao, “Spin and quadrupolar orders in the spin-1 Bilinear-Biquadratic model for iron-based superconductors,” Phys. Rev. B, vol. 93, p. 235148, Jun 2016.
- [6] G. Vidal, Efficient simulation of one-dimensional quantum many-body systems, Phys. Rev. Lett. 93, 040502 (2004).

S1c. Acoplamiento espín–órbita en un sistema de dispersión de dos partículas con espín

Avril Azul Rodríguez Rosas¹, Freddy Jackson Poveda Cuevas²

¹Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México

²Investigador por México SECIHTI - Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México

En los gases fríos y ultrafríos, obtener una descripción detallada de la dinámica microscópica exige caracterizar las colisiones entre partículas con distintos momentos angulares, lo cual requiere una aproximación en ondas parciales [1,3]. El presente estudio examina el sistema compuesto por dos partículas, en el cual una de ellas actúa como blanco ($s=0$) y la otra como proyectil ($s=1/2$). Siguiendo las reglas de acoplamiento de momentos angulares [1], se resuelve la función de onda total del sistema en la región de colisión, incorporando explícitamente el acoplamiento entre el momento angular orbital y el espín. A partir de esta construcción, y dentro del marco de la teoría de dispersión en amplitudes de onda parcial [2,3], se investigan las características de la dispersión y se analiza la influencia que el espín ejerce sobre la dinámica del proceso.

[1] K. T. Hecht, Quantum Mechanics (Springer, New York, 2000).

[2] J. A. Oller, Lectures on scattering theory in partial-wave amplitudes, arXiv:1901.02862 (2019).

[3] J. Taron, Am. J. Phys. 81, 603 (2013).

S1d. Dinámica continua de cadenas de espín con simetría $SU(3)$

Stephanie Dondé Rodríguez¹, Freddy Jackson Poveda Cuevas²

¹Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México

²Investigador por México SECIHTI - Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México

El estudio de sistemas magnéticos de baja dimensión ha sido fundamental para comprender la evolución clásica de la magnetización en cadenas ferromagnéticas y otros medios ordenados [1]. En particular, el límite continuo de los modelos de Heisenberg ha permitido formular ecuaciones efectivas capaces de describir fenómenos no lineales, como solitones, paredes de dominio y excitaciones localizadas [1-4]. A partir de este marco, se presenta una extensión natural hacia modelos con simetrías internas más complejas, como las cadenas de espín asociadas al grupo $SU(3)$. Estos sistemas exhiben una estructura algebraica más extensa que la del caso $SU(2)$, lo que les permite incorporar grados de libertad adicionales y establecer conexiones con ecuaciones no lineales integrables y super integrables [3].

En el presente trabajo, se lleva a cabo el estudio de la formulación continua de una cadena de espín con simetría $SU(3)$, partiendo del hamiltoniano discreto y mediante el análisis del procedimiento de límite continuo. A partir de esta construcción, se obtienen las ecuaciones de movimiento de los campos efectivos que describen la dinámica del sistema. Además, mediante un análisis analítico respaldado por simulaciones numéricas, se examina la estructura dinámica del modelo y el comportamiento de las excitaciones localizadas en el régimen continuo.

[1] L. Landau and E. Lifshitz, Phys. Z. Sowjet. 8, 153 (1935).

[2] J. Tjon and J. Wright, Phys. Rev. B 15, 3470 (1977).

[3] R. Sasaki and Th.W. Ruijgrok, Physica A 113, 388 (1982).

[4] K.A. Long and A.R. Bishop, J. Phys. A: Math. Gen. 12, 1325 (1979).

S1e. Formación de solitones inducida por autoorganización en condensados de Bose-Einstein acoplados a cavidades ópticas de alta reflectancia

César E. Terán-Cisneros, Brahyam Ríos-Sánchez & Santiago F. Caballero-Benítez

Instituto de Física, LSCSC-LANMAC, Universidad Nacional Autónoma de México

Se analiza la viabilidad teórica y experimental de la formación de solitones de brecha en condensados de Bose-Einstein cuasi-unidimensionales dentro de una cavidad óptica de alta reflectancia [1,2,3]. Debido a la dinámica acoplada entre luz y materia en este tipo de sistemas que exhiben un comportamiento de retroalimentación positiva, se examina la existencia y estabilidad de estados con distribuciones de densidad atómica localizadas, vinculados a recientes estudios de supersolidez en cavidades ópticas [4,5,6]. Para estos estados, reminiscentes de los solitones de brecha que emergen en redes ópticas estáticas bajo interacciones atómicas repulsivas [7,8], se examina la estabilidad dinámica entre los átomos localizados en unos cuantos sitios de la red y el modo acoplado de la luz, el cual es generado por un haz de bombeo longitudinal cuasi-resonante. Se propone un protocolo físico para la generación de dichos estados, cuantificando el número de fotones emitidos en la cavidad para su posterior comparación con la luz producida por los modos de Bloch no lineales.

Agradecimientos:

Agradecemos el apoyo de los proyectos DGAPA-PAPIIT: AG101826, fondos de NVIDIA (2024) y el uso de GPU's NVIDIA RTX 6000 Ada.

Asimismo, a los apoyos de SECIHTI-México: CF-2023-G-15, UNAM-DGAPA-PAPIIT: IN118823, CONAHCYT-CB: A1-S-30934, UNAM-PAEP-PCF por el equipo de cómputo otorgado y a la beca doctoral SECIHTI.

Bibliografía:

- [1] T. Esslinger, et al. (2010). Nature, 464(7293), 1301-1306.
- [2] F. Mivehvar. et al. (2021). Advances in Physics, 70(1), 1-153.
- [3] T. Donner et al. (2017) Nature, 543(7643), 87-90.
- [4] J. Qin & L. Zhou (2020) Phys. Rev. A 102, 063309.
- [5] L. Zhou & J. Qin (2022) Phys. Rev. E 105, 054214.
- [6] Hao Lyu, Yongping Zhang, & T. Busch, (2024) Phys. Rev. Research 6, L042010.
- [7] E. Ostrovskaya & Y. Kivshar (2003) Phys. Rev. Lett. 90, 160407.
- [8] J. Yang, (2010) Nonlinear Waves in Integrable and Nonintegrable Systems. SIAM, Philadelphia.

S1f. Enredamiento cuántico en redes bosónicas con interacciones de largo alcance mediadas por luz

Humberto Emiliano Hernández López¹, Dr. Santiago Francisco Caballero Benítez²,
Dr. John Alexander Franco Villafañe¹

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

²Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México

Este trabajo estudia la entropía de enredamiento bipartito SA como parámetro para diagnosticar fases y transiciones cuánticas en modelos extendidos de Bose-Hubbard (EBHM) con interacciones sintéticas de largo alcance mediadas por luz. Dichas interacciones surgen del acoplamiento de bosones ultrafríos en redes ópticas a los modos cuánticos de una cavidad de alta reflectancia. En particular, se analiza el modelo extendido (JD), donde la interacción global actúa como un acoplamiento de densidad, generando una estructura de subredes par/impar.

Las soluciones del modelo extendido (JD) se obtienen en concordancia con la literatura establecida, implementando el formalismo de “bosones esclavos” alrededor de las soluciones de campo medio y validando los resultados mediante diagonalización exacta. La entropía SA resulta ser un indicador sensible de los puntos de transición y de la estructura interna de las fases presentes en el modelo: superfluida, aislante de Mott, supersólida y de onda de densidad. La principal contribución de este trabajo es construir una descripción y aplicación unificada de la metodología, calcular SA a densidad promedio fija mediante un enfoque variacional, y sentar las bases para su aplicabilidad futura a modelos extendidos relacionados.

Agradecimientos:

Agradezco a mis asesores, Dr. Santiago y Dr. John, por su guía y discusiones, así como el apoyo institucional de la UASLP y de la UNAM. Agradecimientos especiales a mi gatita Masha, esencial para la elaboración del trabajo en su rol como inspectora de calidad. Este trabajo fue apoyado parcialmente por los proyectos UNAM-DGAPA-PAPIIT IN118823, UNAM-DGAPA-PAPIIT IG101826, UNAM-CIC Apoyo a Laboratorios Nacionales 2025 y CONAHCYT/SECIHTI LNC-2023-51.

S2a. Evaluación y corrección de efectos sistemáticos en el reloj de fuente atómica CENAM -CsF1

E. I. Vidal Delgado^{1,2}, S. Martínez Sánchez^{1,2}, V. Nieto Peralta^{1,2}, A. A. Villarreal Wong^{1,2}, C.A. Ortiz Cardona², E. de Carlos López², and J. M. López Romero¹

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav), Unidad Querétaro, Libramiento Norponiente No. 2000, Fracc. Real de Juriquilla, 76230, Querétaro, Mexico

²Dirección de Tiempo y Frecuencia, Centro Nacional de Metrología (CENAM), km 4.5 Carretera a Los Cues, El Marqués, 76246, Querétaro, Mexico

La fuente de átomos fríos de cesio es un experimento en el que se manipulan estados cuánticos del átomo de Cs-133 mediante luz láser y campos de microondas. Su principio de operación se basa en preparar, lanzar e interrogar una nube de átomos fríos para medir la transición hiperfina del estado fundamental del cesio, cuya frecuencia no perturbada, igual a 9 192 631 770 Hz, define el segundo del Sistema Internacional de Unidades (SI). Para que una fuente atómica sea reconocida como patrón primario de frecuencia, se debe identificar, evaluar y corregir los efectos físicos que desplazan la frecuencia medida respecto de la frecuencia ideal no perturbada del átomo, así como determinar sus incertidumbres.

Entre los efectos que desplazan la frecuencia se encuentran aquellos debidos a campos magnéticos (efecto Zeeman), temperatura ambiental (radiación de cuerpo negro), densidad atómica (colisiones atómicas), campo gravitatorio (dilatación temporal), distribución de velocidades (efecto Doppler) y las perturbaciones asociadas al campo de microondas.

Este trabajo presenta los principios físicos que permiten utilizar átomos fríos de cesio como referencia de frecuencia, se describen los principales efectos sistemáticos que determinan la exactitud de una fuente atómica y se discute el trabajo experimental orientado a su caracterización, corrección y reducción de incertidumbre.

Agradecimientos:

Los autores agradecen el apoyo financiero otorgador por SECIHTI a través del programa de becas de doctorado, así como el apoyo técnico y científico otorgado por el CINVESTAV y el CENAM.

S2b. Towards primary thermometry using high-accuracy laser spectroscopy in atomic gases: linking thermodynamic temperature to optical frequencies

S. Martínez Sánchez^{1,2}, E. I. Vidal Delgado^{1,2}, V. Nieto Peralta^{1,2}, A. A. Villarreal Wong^{1,2}, L. Lira Cortés², C.A. Ortiz Cardona², E. de Carlos López², and J. M. López Romero¹

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav), Unidad Querétaro, Libramiento Norponiente No. 2000, Fracc. Real de Juriquilla, 76230, Querétaro, Mexico

²Centro Nacional de Metrología (CENAM), km 4.5 Carretera a Los Cues, El Marqués, 76246, Querétaro, Mexico

We present progress towards optical determination of thermodynamic temperature using Doppler-broadening thermometry (DBT) in atomic gases. The method is based on measuring the Doppler width $\Delta\nu_D$ of an absorption line, which originates from the Maxwell–Boltzmann velocity distribution of atoms in thermal equilibrium and provides a direct relation between thermal energy kBT and optical frequency ν . Since the numerical value of the Boltzmann constant (kB) was fixed in the International System of Units (SI) in 2019, the determination of thermodynamic temperature is effectively reduced to a frequency measurement—the physical quantity that can be measured with the highest accuracy.

Accurate temperature retrieval requires detailed modeling of the absorption line shape and detailed evaluation of systematic effects that influence the measured linewidth, together with a high-performance experimental setup. The optical system employs a master–slave laser frequency stabilization scheme via optical phase-lock, with the master locked to an Ultra-Low Expansion (ULE) cavity. The absolute optical frequency of the master laser is measured with an optical frequency comb referenced to Coordinated Universal Time of CENAM, UTC(CNM). A cesium vapor cell is enclosed in a copper chamber and surrounded by concentric μ -metal shields to minimize thermal gradients and magnetic field perturbations.

Acknowledgements:

S. Martínez Sánchez, E. I. Vidal Delgado, V. Nieto Peralta, and A. A. Villarreal Wong acknowledge financial support from SECIHTI through Ph.D. scholarships, and scientific and technical support from Cinvestav and CENAM.

S2c. Hacia una medición de alta exactitud de la constante octupolar hiperfina del ^{133}Cs

Nieto Peralta, V.^{1,2}, Villarreal Wong, A.^{1,2}, Martínez Sánchez, S.^{1,2}, Vidal Delgado, E.^{1,2}, De Carlos López, E.², Ortiz Cardona, C.², López Romero, J. M.¹

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav), Unidad Querétaro,

²Centro Nacional de Metrología (CENAM)

La estructura hiperfina del ^{133}Cs describe la interacción entre el núcleo atómico y el electrón de valencia, y se caracteriza mediante tres constantes multipolares: la dipolar magnética (A), la cuadrupolar eléctrica (B) y la octupolar magnética (C). Entre ellas, la constante C resulta particularmente interesante debido a su sensibilidad a detalles de la estructura nuclear y a las dificultades experimentales asociadas con su determinación.

La pequeña contribución de la interacción octupolar a la estructura hiperfina exige mediciones espectroscópicas de muy alta exactitud, en las que los efectos sistemáticos pueden limitar significativamente la calidad de los resultados. En este trabajo se presentan los principales retos experimentales involucrados en la determinación de la constante C del ^{133}Cs , así como las fuentes de incertidumbre que afectan la medición de las frecuencias de transición relevantes.

Finalmente, se describe el desarrollo de un sistema experimental basado en un haz atómico térmico y un láser ultraestable, diseñado para minimizar dichos efectos sistemáticos. Asimismo, se presenta el avance en la elaboración de un presupuesto de incertidumbre orientado a identificar y cuantificar las contribuciones dominantes que limitarán la exactitud de la medición.

Agradecimientos: A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (Secihti) por la beca de doctorado, al Centro Nacional de Metrología (CENAM) por facilitarme su infraestructura para la implementación de mi proyecto.

S2d. Espectroscopía de doble peine de frecuencias: implementación experimental y perspectivas de mejoramiento cuántico

Villarreal Wong, A.^{1,2}, Nieto Peralta, V.^{1,2}, Martínez Sánchez, S.^{1,2}, Vidal Delgado, E.^{1,2}, Gutiérrez Gómez, R.², Ortiz Cardona, C.², E. De Carlos López², López Romero, J. M.¹

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav), Unidad Querétaro,

²Centro Nacional de Metrología (CENAM).

La espectroscopía es una herramienta fundamental para la identificación y caracterización de materiales a partir de sus transiciones energéticas características. Sin embargo, las técnicas convencionales enfrentan limitaciones derivadas del compromiso entre resolución espectral, ancho de banda y velocidad de adquisición, lo que restringe su capacidad para realizar mediciones simultáneamente rápidas y de alta exactitud.

En este seminario se presentarán los fundamentos de la espectroscopía de doble peine (Dual-Comb Spectroscopy, DCS), una técnica basada en peines de frecuencia óptica que permite espectroscopía de alta resolución y amplio ancho de banda sin elementos mecánicos móviles. Gracias a la estabilidad y trazabilidad metrológica de los peines, la técnica tiene el potencial de realizar mediciones espectrales con exactitud metrológica en distintas regiones del espectro óptico.

Se describirá la implementación experimental desarrollada en CENAM, basada en láseres de femtosegundos de Ti:Zafiro, generación de supercontinuo, estabilización de los peines de frecuencia y adquisición de interferogramas para el análisis espectral de materiales. Como perspectiva, se presentará la incorporación de estados no clásicos de la luz para reducir el ruido de disparo y explorar esquemas de espectroscopía con mejoramiento cuántico.

Agradecimientos: A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (Secihti) por la beca de doctorado, al Centro Nacional de Metrología (CENAM) por facilitarme su infraestructura para la implementación de mi proyecto.

S2e. Diseño y Construcción de una Trampa de Iones Tipo Paul Generalizada

Luis Alberto Nava Rodriguez, José Luis Hernández Pozos

Universidad Autónoma Metropolitana

El potencial eléctrico generado en una trampa de iones tipo Paul es un potencial cuadrupolar y las ecuaciones de movimiento de un ion confinado son lineales y con soluciones analíticas conocidas. Presentamos un potencial eléctrico que es generado por una trampa con geometría superelíptica, de la cual, y dependiendo de dos parámetros, las trampas Paul circular y elíptica son geometrías particulares. Las ecuaciones de movimiento para un ion resultantes de este potencial generalizado son un sistema acoplado y no-lineal. Se resuelven las ecuaciones numéricamente, se determinan las zonas de estabilidad para diferentes geometrías y mostramos los casos donde las soluciones exhiben comportamiento caótico.

S2f. Miniaturización de un sistema láser para un gravímetro atómico portátil

Luis Fernando Jiménez Cordero, Emilio Andrés Domínguez Macías, Alejandra López Vázquez, Raúl Josué Hernández y Eduardo Gomez

Instituto de Física, UASLP, San Luis Potosí

Los gravímetros atómicos requieren sistemas láser compactos, con estabilidad espectral y de potencia, además de una potencia óptica suficientemente alta para manipular átomos fríos. En este trabajo presentamos avances en la miniaturización de un sistema láser para el desarrollo de un gravímetro atómico portátil.

La nueva arquitectura reduce el número de caminos ópticos y elimina el modulador acusto óptico usado en el sistema anterior, permitiendo obtener un sistema de aproximadamente $14\text{ cm} \times 14\text{ cm} \times 15\text{ cm}$. También se presenta el diseño de un filtro de calcita con sintonización angular, más rápido y energéticamente eficiente que los esquemas basados en control térmico del cristal, así como el diseño compacto del módulo de amplificación, orientado a obtener potencias del orden de watts en un camino óptico reducido.

Para optimizar el diseño mecánico del sistema, se midió la sensibilidad angular de los acopladores de fibra. Estas mediciones permitieron establecer criterios de tolerancia para definir aspectos como el grosor y el tamaño de la base del sistema.

Agradecimientos:

SECIHTI y LANMAC.

S3a. Espectros de fotoemisión de superficies de Al(111): comparación entre potenciales Jellium y BSB.

Martín Barlari^{1,2}, Renata Della Picca³, Darío M. Mitnik¹ and Diego G. Arbó^{1,2,4}

¹Instituto de Astronomía y Física del Espacio - IAFE (CONICET-UBA), 1428 Buenos Aires, Argentina

²Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 1428 Buenos Aires, Argentina

³Instituto Balseiro (UNCuyo), Centro Atómico Bariloche (CNEA) and CONICET, 8400 Bariloche, Argentina

⁴Ciclo Básico Común, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

Comparamos de forma teórica los espectros de fotoemisión de una superficie de Al(111) bajo un pulso láser corto utilizando dos modelos unidimensionales: jellium y band-structure-based (BSB). Resolvemos la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo y proyectamos la función de onda propagada sobre los estados de scattering mediante el scattering projection method para obtener espectros limpios, libres de oscilaciones espurias. La principal diferencia entre los resultados de jellium y BSB consiste en un desplazamiento de los picos multifotónicos de aproximadamente 5 eV en energía. Encontramos que dentro del modelo BSB existe un efecto combinado de las capas atómicas del material sumado a la suavidad del potencial de la interfaz superficie-vacío que explica el desplazamiento de energía del primer pico multifotónico. También presentamos un análisis de bandas de energía de los espectros de fotoionización que explica su estructura con ambos modelos de superficie.

Agradecimientos:

Agradecemos al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) (Argentina) por el apoyo económico para la realización de esta investigación.

S3b. Propiedades ópticas de arreglos de nanoislas de cobre fabricados mediante depósito por láser pulsado: un estudio experimental y computacional

Luis G. Mendoza-Luna^a, Cesar A. Guarín^b, Estefania Castañeda de la Vega^b, Felipe Neri Navarro Sánchez^b, Emmanuel Haro-Poniatowski^b, José L. Hernández-Pozos^b

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

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

En este trabajo se presenta un estudio, tanto experimental como computacional, sobre la evolución morfológica y el comportamiento óptico de nanopartículas de cobre agregadas en forma de nanoislas sobre sustratos dieléctricos. Utilizando la técnica de depósito por láser pulsado (PLD), se controló el crecimiento de los depósitos mediante la variación del número de pulsos láser. Las imágenes obtenidas por microscopía electrónica de transmisión (TEM) revelaron una transición estructural clara: desde cúmulos aislados y dispersos de nanopartículas para bajas densidades de pulso, hasta la formación de arreglos densos de nanoislas que alcanzan y superan el umbral de percolación, donde las estructuras comienzan a coalescer en capas continuas pero geométricamente irregulares.

Para complementar los hallazgos experimentales, se implementaron simulaciones numéricas basadas en la aproximación de dipolo discreto (DDA) y el método de los momentos (MoM), modelando los depósitos a través de geometrías de nanoislas distribuidas al azar y de conjuntos de elipsoides oblatos. Ambos enfoques computacionales proporcionaron una descripción cualitativa robusta del espectro de transmisión, demostrando que la respuesta óptica del sistema está determinada primordialmente por la relación de cobertura y la distribución espacial de las islas sobre el sustrato.

S3c. Análisis de las transiciones electrónicas de puntos cuánticos esféricos

César Martínez-Flores

División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Av. San Pablo 180, 02200, Ciudad de México, México

Entre las nanoestructuras semiconductoras, los puntos cuánticos esféricos multicapa destacan por sus propiedades electrónicas y ópticas que dependen críticamente de su geometría, tamaño y composición química. En este trabajo se presentan resultados preliminares del estudio teórico de las transiciones electrónicas en puntos cuánticos esféricos multicapa de arseniuro de galio y arseniuro de aluminio y galio (GaAs/AlGaAs). El comportamiento electrónico del sistema se analiza mediante la solución de la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo, empleando la aproximación de masa efectiva y potenciales de confinamiento multicapa. Estos resultados preliminares muestran el cambio en las eigenfunciones, las eigenenergías y las probabilidades de transición electrónica del sistema. Se espera que la descripción fundamental de estos sistemas contribuya en el diseño de dispositivos optoelectrónicos y fotónicos avanzados, tales como sensores ópticos, tecnología QLED y sistemas de bioimagen.

Agradecimientos:

C.M.-F. agradece el apoyo del Sistema Nacional de Investigadores para la realización de este proyecto de investigación.

S3d. Geometría nodal y entropía en el oscilador cuántico degenerado

C. A. Escobar, H. Olivares-Pilón y A. M. Escobar-Ruiz

Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa,

En este trabajo estudiamos la estructura nodal de estados degenerados del oscilador armónico isotrópico bidimensional. A energía fija, los estados cuánticos pueden escribirse como un factor gaussiano multiplicado por un polinomio, de modo que sus nodos quedan determinados por una curva algebraica real. Esta descripción permite analizar cómo la geometría nodal puede cambiar dentro de una misma capa energética sin modificar el valor de la energía.

El estudio muestra que las transiciones en la forma y conectividad de las curvas nodales están organizadas por condiciones algebraicas asociadas con singularidades finitas y degeneraciones proyectivas. Además, se emplean diagnósticos entrópicos, como la entropía de dominios nodales, la información mutua cartesiana y la suma entrópica posición-momento, para cuantificar la redistribución de probabilidad y las correlaciones espaciales inducidas por dichos cambios geométricos.

Los primeros niveles del oscilador revelan una jerarquía clara: mientras que la primera capa sólo presenta rotaciones simples de una línea nodal, las capas superiores muestran transiciones más ricas, incluyendo cambios cónicos y regímenes cúbicos organizados por discriminantes algebraicos. Estos resultados sugieren que la geometría nodal puede funcionar como una herramienta sensible para caracterizar estados degenerados y proponen posibles aplicaciones en sistemas ópticos estructurados y plataformas cuánticas aproximadamente armónicas.

S3e. El ion molecular H_2^+ confinado por una cavidad esferoidal y en presencia de un campo magnético

José Roberto Esperón García y Horacio Olivares Pilon

Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa

Debido a su simplicidad, el ión molecular H_2^+ es un modelo fundamental para la comprensión y el análisis de la estructura electrónica de los sistemas moleculares. Dentro de la aproximación de Born-Oppenheimer, los protones se consideran fijos y el problema electrónico se analiza en función de la distancia internuclear R . Esta característica, permite estudiar la evolución de las propiedades físicas del sistema cuando se incorporan restricciones espaciales y además es colocado en presencia de un campo magnético B .

En este trabajo se analiza el ion molecular H_2^+ considerando cuatro configuraciones físicas: i) el sistema libre, ii) el sistema confinado por una cavidad esferoidal prolata, iii) el sistema en presencia de un campo magnético y iv) el sistema confinado por una cavidad esferoidal prolata y en presencia de un campo magnético. La comparación entre estos casos permite distinguir el efecto del confinamiento, la influencia del campo externo y la respuesta del sistema cuando ambos factores actúan de manera simultánea.

Para el estudio se emplea el método de malla de Lagrange y en el análisis se obtienen las curvas de energía potencial, algunos valores esperados, densidades de probabilidad y medidas entrópicas del estado base $1s\sigma_g$ y del primer estado excitado $2p\sigma_u$. Al introducir el confinamiento espacial, la frontera restringe la extensión de la función de onda y modifica la distribución electrónica, efecto que se vuelve más notable para cavidades pequeñas. La presencia de un campo magnético produce una modificación adicional, relacionada con la deformación de la distribución electrónica, especialmente en la dirección transversal al campo magnético. En el caso de confinamiento espacial y en presencia de un campo magnético se observa la acción conjunta de estos mecanismos, lo que permite estudiar la reorganización electrónica del sistema.

Como complemento al análisis energético y espacial, se calcula la entropía de Shannon en el espacio de posiciones y en el espacio de momentos, así como la entropía total $S_t = S_r + S_p$. En conjunto, el estudio de energías, valores esperados, densidades y entropías proporciona una caracterización integral del ion molecular H_2^+ .

S3f. Resonancias inducidas por confinamiento dinámico en una cavidad esférica oscilante

Colver E. Cruz-Román, R. Cabrera-Trujillo y Santanu Mondal

Instituto de Ciencias Físicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Cuernavaca, México

Estudiamos la dinámica de una partícula cuántica confinada en una cavidad esférica impenetrable cuyo radio oscila periódicamente en el tiempo. En este sistema, las condiciones de frontera dependientes del tiempo actúan como un mecanismo efectivo de excitación capaz de inducir transiciones entre estados cuánticos aun en ausencia de campos externos. La dinámica se analiza mediante el método de canales acoplados, propagación numérica de la ecuación de Schrödinger utilizando el esquema de Crank–Nicolson y teoría de Floquet.

Mostramos que, para amplitudes pequeñas de oscilación, el sistema puede describirse mediante un modelo efectivo de dos niveles que presenta oscilaciones tipo Rabi cuando la frecuencia de la cavidad coincide con la diferencia de energía entre estados resonantes. Asimismo, identificamos situaciones en las que tres niveles se encuentran simultáneamente acoplados de manera resonante, dando lugar a desdoblamientos tipo Autler–Townes inducidos exclusivamente por la frontera móvil. El análisis de Floquet reproduce la estructura de estas resonancias y permite interpretar el origen de las ramas observadas. Finalmente, empleamos entropías de Shannon y Fisher para caracterizar la deslocalización de la función de onda y los efectos no adiabáticos asociados al confinamiento dinámico. Estos resultados muestran que las fronteras dependientes del tiempo constituyen una herramienta efectiva para controlar y estudiar sistemas cuánticos fuera del equilibrio.

Agradecimientos:

CECR agradece el apoyo otorgado por SECIHTI mediante la beca de doctorado al CVU-1230849.

S4a. Correlaciones No Clásicas en Hardware Cuántico: Un Enfoque vía Purificación de Estados.

M. en C. Fernando Nieto Guadarrama, Dr. Fernando Rojas Iñiguez.

Centro de Nanociencias y Nanotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Este trabajo establece una conexión explícita entre la Incertidumbre Cuántica Local (LQU), la información de skew de Wigner-Yanase y las funciones de correlación bipartitas, mediante el formalismo de purificación de estados. Partiendo de la definición de LQU como el mínimo de la información de skew sobre observables locales, se muestra que dicha cantidad puede expresarse como la diferencia entre un momento local de segundo orden y un correlador bipartito definido sobre el estado purificado. Esta descomposición revela que la LQU captura contribuciones genuinamente cuánticas que no factorizan en valores de expectación clásicos.

El formalismo se extiende a sistemas de n qubits mediante la expansión en cadenas de Pauli, donde la LQU queda determinada por el eigenvalor mínimo de una determinada matriz M - W , que depende de los momentos antes mencionados. Para el caso particular $2 \times d$, se recupera el resultado de Girolami et al., donde la LQU se relaciona directamente con la pureza del subsistema.

Finalmente, se proponen circuitos cuánticos concretos basados en la prueba de Hadamard para medir los elementos de las matrices M y W en hardware cuántico digital actual, haciendo de la LQU una cantidad accesible experimentalmente mediante mediciones sistemáticas de cadenas de Pauli.

Se ejemplifica con el modelo de Heisenberg de espines acoplados en equilibrio térmico.

Agradecimientos:

Ambos autores agradecen al CNyN-UNAM, como institución de origen. Fernando Nieto agradece a la SECHITI por el apoyo económico mediante la beca de doctorado otorgada.

S4b. Efectos de la geometría de potenciales atractivos sobre el potencial químico de un condensado de Bose-Einstein atractivo en una dimensión

Juan Pablo Cordero Santiago y Ricardo Méndez Fragoso

Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México

En este trabajo analizamos como influyen los parámetros de ancho y profundidad de potenciales atractivos y acotados sobre un Condensado de Bose-Einstein (CBE) en una dimensión espacial. Utilizamos la Ecuación No Lineal de Schrödinger (ENLS) con constante de acoplamiento no lineal, considerando los potenciales de tipo pozo cuadrado, pozo parabólico y pozo gaussiano.

En el caso del pozo cuadrado mediante soluciones analíticas asociadas a los primeros cuatro estados ligados con el fin de examinar cómo se comporta el potencial químico con respecto a los parámetros de ancho y profundidad del pozo cuadrado. Para el pozo parabólico y potencial gaussiano atractivo se obtuvieron soluciones numéricas asociadas a los primeros cuatro estados ligados junto con su potencial químico.

En los tres potenciales, se obtuvo como resultado que el potencial químico es una función no monótona que alcanza un valor mínimo, si la profundidad del potencial en cuestión es fija y el ancho es variable. Pero, si el ancho es fijo y la profundidad es variable, el potencial químico es una función monótona decreciente. La demostración matemática de este resultado, al menos para el caso del pozo cuadrado, se sustentó en el teorema de la función implícita.

Agradecimientos: A SECIHTI por la beca con número de CVU 996782 y al proyecto PAPIIT IN105924

S4c. Fermiones sin masa en el régimen de Luttinger

Alonso Imanol Bustos Jiménez¹, Freddy Jackson Poveda Cuevas²

¹Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México

²Investigador por México SECIHTI - Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México

El líquido de Luttinger representa un paradigma fundamental para la descripción analítica de sistemas fermiónicos unidimensionales, que difiere del líquido de Fermi y su postulación de cuasipartículas. Por ello, en este trabajo se estudia una cadena de fermiones sin masa en una dimensión con interacciones por pares [1,2], lo que permite identificar los efectos cinemáticos y examinar las excitaciones colectivas del sistema [2,3]. Con este fin, se formula el hamiltoniano efectivo y se halla la solución exacta de la distribución de momentos, mostrando, además, la eliminación de la discontinuidad en la superficie de Fermi [1,2,4,5]. Varias propiedades de los fluidos cuánticos se evidencian; entre ellas, las características no fermiónicas del líquido de Luttinger [3].

[1] J. M. Luttinger, J. Math. Phys. 4, 1154 (1963)

[2] D. C. Mattis y E. H. Lieb, J. Math. Phys. 6, 304 (1965)

[3] F. D. M. Haldane, J. Phys. C: Solid State Phys. 14, 2585 (1981)

[4] J. M. Luttinger, Phys. Rev. 119, 1153 (1960)

[5] J. M. Luttinger, Phys. Rev. 121, 942 (1961)

S4d. Strong coupling and linewidth redistribution in a low-Q multiexciton microcavity

Edgar A. Cerda-Mendez¹, Yuri G. Rubo², K. Biermann³, A. Camacho-Guardian⁴, A. S. Kuznetsov³, and P. V. Santos³

¹Instituto de Investigación en Comunicación Óptica, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 78210, San Luis Potosí, México

²Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México, 62580 Temixco, Morelos, México

³Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik im Forschungsverbund Berlin e.V., 10117 Berlin, Germany

⁴Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 Ciudad de México, México

Strong light-matter coupling is typically associated with high-quality optical microcavities, where long photon lifetimes enable the formation of coherent exciton-polariton states. Here, we investigate a regime that challenges this conventional picture by studying a hybrid planar semiconductor microcavity with a low quality factor ($Q \approx 200\text{--}300$) containing GaAs quantum wells supporting both heavy- and light-hole excitonic resonances.

Spatially resolved reflectivity measurements performed across a continuous detuning gradient reveal the formation of three polariton branches arising from the simultaneous coupling of the cavity mode to both excitonic transitions. Remarkably, as the cavity mode approaches resonance, the polariton linewidths exhibit a pronounced spectral narrowing despite the intrinsically broad cavity resonance. The total linewidth of the coupled system decreases by approximately a factor of two, while the cavity-like upper polariton branch narrows by nearly a factor of four.

To analyze these observations, the experimental results are compared with transfer-matrix calculations, a multilevel non-Hermitian Hamiltonian model, and a Green-function formalism. Although these approaches accurately reproduce the polariton dispersions, they do not fully account for the observed linewidth redistribution within the commonly used constant-loss approximation. This suggests that additional mechanisms, such as frequency-dependent self-energies, correlated dissipation channels, or interference effects associated with multiexciton coupling, may play an important role.

These findings demonstrate that strong coupling and enhanced spectral coherence can emerge even in low- Q microcavities, opening new perspectives for the design of polaritonic systems and highlighting the need for theoretical descriptions beyond conventional constant-loss models.

S4e. Polariton Condensation in arbitrary planar potentials in Hybrid AlGaAs/PSi Microcavities

Javier Martinez-Capristano¹, Eliseo García-Ramírez¹, Jacob Barranco-Cisneros¹, Klaus Biermann², Paulo V. Santos² and Edgar A. Cerda-Mendez¹

¹Instituto de Investigación en Comunicación Óptica

²Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik, Leibniz-Institut im Forschungsverbund Berlin e.V., 10117

This work presents the control of quantum fluids of light through the implementation of confinement potentials within a hybrid optical microcavity (MC). Exciton-polaritons, as light-matter hybrid quasiparticles formed by strong light-matter coupling in MCs, offer an ideal platform to explore a non-equilibrium bosonic condensation at temperatures significantly higher than those of ultracold atomic gases, due to their extremely low effective mass. We will discuss a hybrid MC architecture integrating an epitaxial AlGaAs Distributed Bragg Reflector (DBR) and GaAs quantum well active zone, a lithographically fabricated arbitrary planar potential and a porous silicon (PSi) DBR. This platform reduces fabrication technological complexity and enhances the capabilities of the device.

The polaritons are generated by non-resonant, remote optical pumping with a linear (20 x 2 μm) laser spot. The polaritons flow from the high-potential region of the exciton reservoir generated by the laser towards the pre-defined confinement sites, travelling several tens of micrometers. The arbitrary potential is fabricated by electron beam lithography (EBL) and physical vapor deposition (PVD) of TiO₂ patterns which act as potential traps by modulation of the optical component of the polaritons. Experimental results, obtained by spectral tomography, demonstrate the formation of localized exciton-polariton condensates at the optical potential minima of several meV of depth. Observations across different patterns show efficient confinement and intense emission. These findings validate the efficiency of the confinement methodology to favor the condensation of polaritons and modulate the spatial distribution of the light fluid. These advances establish a basis for future research on flat-band formation, enhanced nonlinearities, and the emergence of topological states in polaritonic systems, for example.

S4f. Teoría no perturbativa de ionización atómica mediante trenes de pulsos de attosegundos

Matías Ocello, Diego Arbó

Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE-UBA-CONICET) - Universidad de Buenos Aires - Argentina

Los avances en la generación y control de pulsos de attosegundos han permitido estudiar la dinámica electrónica en escalas temporales comparables al movimiento natural de los electrones en átomos y moléculas. En este trabajo investigamos la ionización atómica inducida por trenes de pulsos de attosegundos en presencia de un campo láser infrarrojo intenso, enfocándonos en el régimen no perturbativo.

Se analizan los espectros fotoelectrónicos resueltos en energía y ángulo mediante un modelo semiclásico y simulaciones numéricas basadas en la ecuación de Schrödinger dependiente del tiempo. Los resultados muestran la aparición de estructuras de interferencia asociadas a diferentes trayectorias electrónicas y permiten identificar las condiciones bajo las cuales el modelo semiclásico reproduce adecuadamente la dinámica cuántica.

Además, se estudia la evolución de estas características al variar la intensidad del campo del probe, revelando los límites de validez de la descripción clásica y la transición hacia regímenes dominados por efectos cuánticos. Estos resultados contribuyen a una mejor comprensión de los mecanismos fundamentales de fotoionización ultrarrápida y al desarrollo de técnicas de metrología en escalas de attosegundos.

Agradecimientos:

Agradezco a los integrantes del grupo de investigación por las valiosas discusiones y el permanente intercambio de ideas. Asimismo, agradezco a la organización de TaDEM 2026 por brindar este espacio de encuentro y difusión científica.

S5a. Interferómetro de frecuencia modulada en configuración de dos moduladores electro-ópticos

Haydee Ochoa, Gustavo Ramírez Meléndez, Josué Hernández y Eduardo Gomez.

Instituto de física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Las técnicas de interferometría son comúnmente usadas para la detección de muestras moleculares y atómicas. Interferómetros como el de Mach-Zehnder, Hartman y Young, ya se han puesto a prueba, empleando luz visible en todos los casos. Siguiendo esta línea de investigación y buscando resolver problemas como la estabilidad en temperatura, recientemente se propuso una nueva técnica: el interferómetro de frecuencia modulada [1].

Esta nueva técnica de interferometría aprovecha el fuerte acoplamiento de la luz para interrogar una muestra, y la robustez de las microondas para la parte de la interferencia. Con este interferómetro se demostró una estabilidad en temperatura 18600 veces mayor que la obtenida para interferómetros ópticos. Este nuevo método presenta dos complicaciones al aplicarse en moléculas: la capacidad de generar bandas con separación de cientos de GHz, y la necesidad de un detector capaz de detectar los batidos producidos por dichas bandas. Lo anterior debido al hecho de que los niveles vibracionales en moléculas ocurren en el orden los THz.

Proponemos un nuevo arreglo que elimina por completo el uso de un detector rápido. El método consiste en pasar un laser por dos moduladores electroópticos, cuyas frecuencias de modulación sean ligeramente diferentes una de la otra. Es así, que si las frecuencias de modulación son Ω y $\Omega + \delta$, obtenemos batidos a frecuencias que son múltiplos de δ una frecuencia baja que entra en el rango de los detectores tradicionales.

Nuestro método comparte similitudes con la aclamada técnica de espectroscopía de peine dual, la cual utiliza dos peines de frecuencia con frecuencias de repetición ligeramente diferentes [2]. Aunque la técnica es poderosa, uno de los inconvenientes es que, al usar dos fuentes de luz, se tiene que poner especial cuidado para mantener la coherencia entre ambas. Este problema no se presenta en nuestro arreglo ya que hacemos uso de una fuente de luz única para los moduladores, además que su complejidad técnica es considerablemente menor.

Referencias:

- [1] Haydee Guadalupe Ochoa et al. "Temperature insensitivity of a modulated interferometer for determination of phase changes in Raman excitation", J. Opt. 28, 045401 (2026)
- [2] Ian Coddington, Nathan Newbury, and William Swann, "Dual-comb spectroscopy," Optica 3, 414-426 (2016).

S5b. Patrón de Moiré para identificación de picos de transmisión en una cavidad Fabry-Pérot

Roberto Hinojosa, Daniel Terán, Alejandro Sandoval, Josué Hernández, Eduardo Gomez

Instituto de física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Las cavidades Fabry-Pérot son usadas en numerosas aplicaciones, entre ellas como referencias de frecuencia. Existen muchas técnicas para mantener su estabilidad durante periodos largos de tiempo. Sin embargo, cuando los picos de transmisión de una cavidad tienen una pequeña separación espectral entre ellos resulta complicado identificar la frecuencia de un pico específico. Una solución es recurrir a medidores de frecuencia, cuya desventaja es su gran tamaño y su costos elevados para aplicaciones de campo. Una segunda alternativa es usar una cavidad auxiliar con diferente rango libre espectral, ajustada tal que un pico de la segunda cavidad coincida con un pico particular de la primera y sin ninguna coincidencia con los otros picos. En este trabajo se presenta una tercera alternativa, en donde se involucran dos cavidades cuya separación entre sus espejos es ligeramente diferente. Como consecuencia, la diferencia en frecuencia entre picos adyacentes de ambas cavidades aumenta con la frecuencia hasta el punto en que difieren un rango libre espectral y coinciden nuevamente. Esto forma un patrón de Moiré, en donde se aprovecha el efecto Vernier para la identificación de picos de transmisión en un rango de frecuencia determinado. Presentamos resultados experimentales preliminares basados en esta técnica, como primer acercamiento sobre su desempeño en la identificación de picos de transmisión.

Agradecimientos: A la SECIHTI por el financiamiento en estos proyectos.

S5c. Absorción perfecta multimodal de microondas mediante elementos discretos de FR4 en guías de onda

C. A. Flores-Castro¹, S. D. Villanueva-Aragón¹, G. Fuentes-Sánchez¹, G.A. Olivares-Rentería¹, M. Martínez-Mares², J.E. Tora-Zavaleta², V. Domínguez-Rocha², J. A. Franco-Villafañe¹

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

² Departamento de Física, Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa, 09340, Ciudad de México, México

La absorción controlada de radiación electromagnética en microondas es un problema de interés en física aplicada, con aplicaciones en telecomunicaciones y control de energía. En este trabajo presentamos una estrategia para lograr absorción perfecta (PA) en guías de onda rectangulares mediante el uso de elementos dieléctricos discretos de bajo costo basados en FR4.

El sistema consiste en una guía de onda con condiciones de frontera metálicas ideales, en la cual se introducen secciones de FR4 posicionadas a distancias irregulares específicas. La optimización de estas posiciones se realiza mediante el método Sequential Quadratic Programming (SQP), permitiendo minimizar simultáneamente la reflexión y la transmisión, y alcanzar una absorción cercana a la unidad ($A \approx 0.999$) [1].

Nuestro objetivo principal es mostrar que es posible obtener AP multimodal simultánea para los modos TE_{01} , TE_{11} , TE_{10} y TE_{20} . Para lograrlo se desarrolló un modelo teórico basado en matrices de transferencia, complementado con simulaciones numéricas de elemento finito y validaciones experimentales en guías de onda WR90 en el rango de 16 a 18 GHz.

Nuestra propuesta permite no solo absorción perfecta (PA) en frecuencias específicas, sino también ensanchamiento de banda y absorción multimodal simultánea. En particular, se reporta la absorción de múltiples modos (TE_{01} , TE_{11} , TE_{10} y TE_{20}).

Agradecemos al Instituto de Física de la UASLP y al Laboratorio de Fenómenos Ondulatorios en Medios Complejos por el apoyo y a SECIHTI por el apoyo en financiamiento.

[1] Fernández-Marín, A. A., Flores-Castro, C. A., Ramírez-Hintze, E., Domínguez-Rocha, V., & Franco-Villafañe, J. A. (2024). Tunable perfect absorption of microwave radiation via dielectric slabs in irregular arrangements. *Physical Review Applied*, 22(6), L061001.

S5d. Diseño y caracterización de arquitecturas pasivas para la absorción electromagnética perfecta en guías de onda

S. D. Villanueva-Aragon¹ , G. E. Fuentes-Sánchez¹ , G. A. Olivares-Rentería¹ , C. A. Flores-Castro¹ , J. E. Toral² , M. Martinez-Mares², V. Domínguez-Rocha², and J. A. Franco-Villafañe³

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

²Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, 02128 Ciudad de México, México.

³SECIHTI - Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 78290 San Luis Potosí, S.L.P., México.

En este trabajo se presenta el diseño, implementación y caracterización de arquitecturas pasivas para la absorción electromagnética perfecta en guías de onda. El estudio explora la utilización de materiales con índices de permeabilidad complejos y mecanismos de interferencia. Experimentalmente, se desarrolló un arreglo para evaluar la respuesta del sistema en el rango de frecuencias de 6.5 GHz a 20 GHz, utilizando sustratos de FR4 y acopladores especializados. A partir de la evaluación de decenas de configuraciones y el análisis de la interacción electromagnética se demostró la viabilidad del método de absorción perfecta multimodal de luz logrando absorción de forma experimental y mejorando las optimizaciones cuadráticas para la caracterización reclutando datos de arreglos no aleatorios.

Agradecimientos:

Se agradece el apoyo de las instalaciones y recursos brindados por el Instituto de Física de la UASLP, el respaldo del Grupo Unificado de Absorción Perfecta de Ondas (GUAPO) y de la Beca Secithi para estudios de posgrado.

S5e. Fenómenos anómalos en guías de onda y grafos de microondas

Isaac Uriel Anguiano Gómez, John Alexander Franco Villafañe

Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)

En este trabajo se analiza la propagación electromagnética en redes de microondas formadas por cables coaxiales con pérdidas, utilizando la teoría de grafos no hermitianos. Partiendo de las ecuaciones de Maxwell y la teoría de líneas de transmisión, usamos un cable coaxial como modelo para obtener sus parámetros de propagación y atenuación. Posteriormente, representamos la red mediante grafos para describir matemáticamente su dinámica. Para validar nuestro modelo teórico, empleamos dos métodos computacionales. Primero, realizamos simulaciones 3D y 2D en COMSOL Multiphysics para caracterizar los campos electromagnéticos bajo condiciones de frontera realistas y confirmar que ambas teorías coinciden. Segundo, utilizamos Python para simular numéricamente la matriz de dispersión de nuestra red. En ambos modelos se calcularon los coeficientes de reflexión y transmisión para ubicar los picos de absorción, lo que nos permite identificar fenómenos anómalos en sistemas abiertos. Este enfoque demuestra una excelente correspondencia entre las simulaciones tridimensionales y las predicciones numéricas, estableciendo una base sólida para la validación experimental.

Agradecimientos:

Agradezco al Instituto de Física de la UASLP y al SECIHTI por el apoyo brindado para el desarrollo de este proyecto.

S5f. Tomografía Molecular – Diagnosticar lo Cuántico

Jan Martin Berglund

Instituto de física UASLP

El tema de la tecnología cuántica estudia tecnologías que se rigen de las leyes de la mecánica cuántica y que presentan propiedades que otorgan una ventaja sobre sistemas clásicas, utilizando por ejemplo interferencia y entrelazamiento cuántica. La tecnología cuántica requiere un control exacto del sistema utilizado para su funcionamiento. Por lo tanto, es indispensable saber el estado inicial del sistema. La tomografía es un método que permite medir la información de la función de onda (más general la matriz de densidad) de un sistema cuántico. En esta exposición me enfocaré en los iones moleculares, y cómo medir su matriz de densidad.

Agradecimientos:

Agradezco el apoyo de mi asesor Dr. John Alexander Franco Villafañe y a mis colegas Dra. Gina Olivares Rentería y Guillermo Alberto Moreno Blanco.

C. Competencia presentación breve

NOMBRE	INSTITUCIÓN
Luis Eduardo Ramos Solís	Instituto de Física, UNAM
Sebastián Martínez Sánchez	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN
Oswaldo Alejandro Sandoval León	Instituto de Física de la UASLP
César Enrique Terán Cisneros	Instituto de Física, UNAM
Carlos Alberto Flores Castro	Instituto de Física de la UASLP
Emilio Andrés Domínguez Macías	Instituto de Física, UASLP
Victor Eduardo Rodríguez Zapata	Instituto de Física de la UASLP
Guillermo Alberto Moreno Blanco	Instituto de Física de la UASLP
Javier Eduardo Martínez Capristano	Instituto de Investigación en Comunicación Óptica
Gabriel Emilio Fuentes Sánchez	Instituto de Física de la UASLP