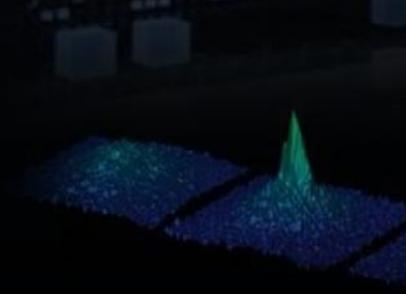
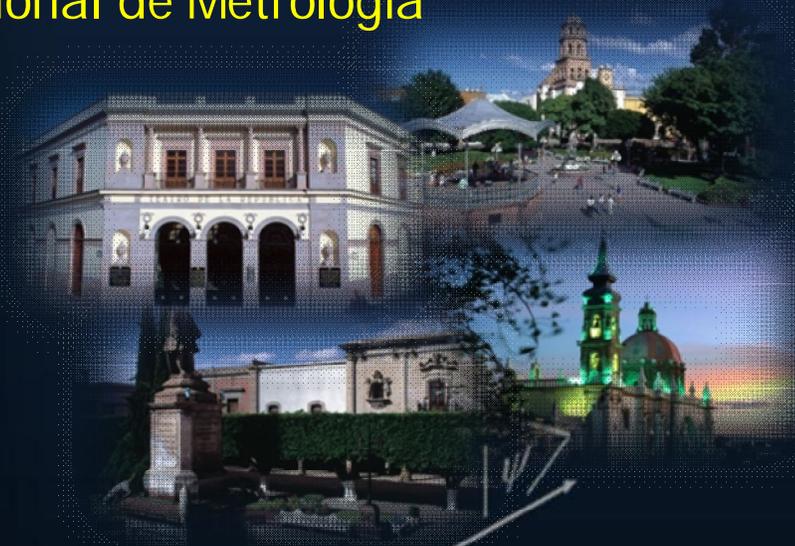


División de Información Cuántica de la SMF

4ª Reunión

28 al 30 de Abril de 2011
Centro Nacional de Metrología



Jueves 28 de Abril

08h00 – 09h00	Registro Edificio A
09h00 – 09h30	Inauguración Auditorio A
09h30 – 10h00	O1 Modelo no convencional BEC-BCS para sistemas confinados y la superconductividad de alta Tc Carlos Villarreal Luján, Instituto de Física, UNAM
10h00 – 10h30	O2 La entropía y el problema de la inseparabilidad en sistemas cuánticos moleculares Edmundo Segundo Carrera Martínez, Universidad Autónoma Metropolitana
10h30 – 11h00	Receso
11h00 -12h00	P1 Autosincronización de espín y largos tiempos de coherencia en gases atómicos atrapados Fernando Ramírez Martínez, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
12h00 – 12h30	O3 Characterization of generic single qubit channels Carlos Pineda, Instituto de Física, UNAM
12h30 – 13h30	Comida
13h30 – 15h00	Sesión de Carteles M1 Edificio A
15h00 – 15h30	O4 Reconstrucción teórica del espectro de EPR del imán monomolecular Fe8 Jorge Arturo Campos González Angulo, Insitituto de Ciencias Nucleares, UNAM
15h30 – 16h00	O5 Proyectos de Metrología Eléctrica Cuántica en el CENAM Carlos David Avilés Castro, Centro Nacional de Metrología
16h00 – 16h30	O6 Medición de la transición cuadrupolar eléctrica $5p \ ^2 P_{3/2} > 6p \ ^2 P_{1/2}$ en una trampa magneto-óptica de rubidio José I. Jiménez Mier y Terán, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
16h30 – 17h00	Receso
17h00 – 17h30	O7 Enredamiento de fotones a partir de pares individuales Gustavo Armendáriz Peña, Facultad de Ciencias, UNAM
17h30 – 18h00	O8 El experimento de Young cuántico Víctor Velázquez Aguilar, Facultad de Ciencias, UNAM
18h00 – 18h30	O9 Combinaciones pares e impares de estados coherentes no lineales José Récamier Angelini, Instituto de Ciencias Físicas, UNAM

Viernes 29 de Abril

09h00 – 09h30	O10 SUSY para partículas atrapadas interactuando a través de potenciales de contacto Rocio Jauregui Renaud, Instituto de Física, UNAM
09h30 – 10h00	O11 Propiedades termodinámicas en el Cruce BEC-BCS en la aproximación de densidad local Rosario Paredes Gutiérrez, Instituto de Física, UNAM
10h00 – 10h30	O12 Generación de tripletes de fotones mediante conversión paramétrica descendente de tercer orden en fibras ópticas Karina Garay Palmett, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
10h30 – 11h00	Receso
11h00 -12h00	P2 Hacia la Nueva Ciencia de la Química de Información Rodolfo O. Esquivel Olea, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa
12h00 – 12h30	O13 El origen termodinámico del Contacto Victor Romero Rochin, Instituto de Física, UNAM
12h30 – 13h30	Comida
13h30 – 15h00	Sesión de Carteles M2 Edificio A
15h00 – 15h30	O14 Ajuste Privado (PrS) en la Distribución Cuántica de Llave Criptográfica (QKD) Luis Adrián Lizama Pérez, ITESM-CEM/CENAM
15h30 – 16h00	O15 Estados de Gato de Schrödinger: Generación y Propiedades Julio Alberto Lopez Saldivar, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
16h00 – 16h30	O16 Como implementar un protocolo probabilístico de corrección de errores cuántico usando electrodinámica cuántica de cavidades Pablo Barberis Blostein, IIMAS-UNAM
16h30 – 17h00	Receso
17h00 – 17h30	O17 Nuevo método para mediciones de temperatura en gases ultra fríos Eduardo de Carlos López, División de Tiempo y Frecuencia, CENAM
17h30 – 18h00	O18 Descripción analítica del régimen superradiante en el Modelo de Dicke Ramón López-Peña, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM
18h00 – 18h30	O19 Singularidades y divergencias en el modelo de Dicke Jorge Gustavo Hirsch Ganievich, Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM

Sábado 30 de Abril

09h00 – 09h30	O20 Análisis alternativo a la teoría de perturbaciones Juan Martínez Carranza, Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica
09h30 – 10h00	O21 Modelos bimodales para condensados de Bose-Einstein atrapados en pozos asimétricos Hernandez Salinas Christopher Gerardo, Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas
10h00 – 10h30	O22 Transformadas canónicas que son matrices de Hadamard Kurt Bernardo Wolf, Instituto de Ciencias Físicas, UNAM
10h30 – 11h00	Receso
11h00 -12h00	P3 Quantum Sensors Marco Lanzagorta, Quantum Technologies Group, ITT Corporation
12h00 – 12h30	O23 Función de correlación vs. Espectro de Potencias en Estadística de Fotones Edna Magdalena Hernández González, Facultad de Ciencias, UNAM
12h30 – 13h00	O24 Fase de Pancharatnam-Berry en sistemas ópticos arbitrarios Julio Cesar Gutierrez Vega, Tecnológico de Monterrey
13h00 -14h00	Comida

Sesiones plenarias

P1

Autosincronización de espín y largos tiempos de coherencia en gases atómicos atrapados

Fernando Ramírez Martínez, C. Deutsch, C. Lacroute, F. Reinhard, T. Schneider, J. N. Fuchs, F. Piéchon, F. Laloe, G. Kleine Buning, J. Will, W. Ertmer, E. Rasel, J. Arlt, C. Klempt, J. Reichel and P. Rosenbusch.

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.

ferama@nucleares.unam.mx

Se reportan largos tiempos de coherencia obtenidos en un reloj con átomos atrapados basado en la tecnología de los chip atómicos [C.Lacroute et al., IEEE TUFFC, 57, 106-110, (2010)]. Átomos de ^{87}Rb son enfriados a 0.2microK , ligeramente por encima de la temperatura crítica para la condensación de Bose-Einstein. Los estados atrapables $|F, m_F\rangle = |1, -1\rangle$ y $|2, 1\rangle$ definen la transición de dos fotones del reloj. Con base en un análisis de las condiciones de operación de este sistema, el tiempo de defasaje esperado es de alrededor de 1.5s [P.Rosenbusch, APB, 95, 227-235, (2009)] y previos trabajos experimentales registraron tiempos de defasaje de hasta 2.8s [D.M.Harber et al., PRA, 66, 053616, (2002) y P.Treutlein et al., PRL, 92, 203005, (2004)]. Nosotros medimos el tiempo de defasaje/coherencia a través de la reducción en el contraste de las franjas de Ramsey al variar el tiempo de precesión libre. La medición del contraste muestra una caída de 7% en 5s , equivalente a un tiempo de decaimiento $1/e$ de $50 \pm 12\text{s}$. Esto es más de 30 veces mayor que el valor estimado, al menos 16 veces más largo que los resultados experimentales anteriores y constituye un récord en experimentos con átomos neutros. Así mismo, se han registrado franjas de Ramsey récord de 100mHz (ancho máximo a la mitad del máximo) con un contraste aceptable, lo cual corresponde a un factor de calidad de casi 10^{11} . El efecto de rotación de espines idénticos, el cual se ha identificado como el origen del fenómeno de ondas de espín [F. Piechon et al., PRL, 102, 215301, (2009)], produce una sincronización de las fases atómicas dando como resultado los largos tiempos de coherencia observados [C.Deutsch et al., PRL, 105, 020401, (2010)]. La generalidad de este efecto ha sido demostrada en un segundo aparato experimental, en el que una nube de átomos de ^{87}Rb confinada en una trampa dipolar óptica de 1064nm es sujeta a una interrogación de Ramsey en la transición $|1, 0\rangle \rightarrow |2, 0\rangle$, donde se han observado largos tiempos de coherencia de hasta 21s . Estos resultados son relevantes para el desarrollo de relojes atómicos ópticos ultraestables con átomos neutros [H. Katori et al. PRL, 91, 173005 (2003)], candidatos para el desarrollo de múltiples aplicaciones como mejorados sistemas de navegación por satélite, mejores métodos de seguimiento de sondas para la exploración del espacio profundo, sensibles pruebas de la relatividad general, mediciones de alta precisión de constantes fundamentales, y podrían incluso tener como resultado la redefinición de la unidad de tiempo del sistema internacional de medidas, el segundo.

P2

Hacia la Nueva Ciencia de la Química de Información

Rodolfo O. Esquivel, Juan Carlos Angulo, Juan Antolín, Jesús S. Dehesa, A. R. Plastino, Edmundo Martínez Carrera, Nelson Flores-Gallegos, Moyocoyani Molina-Espiritu, Cristina Luga.

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Instituto Carlos I de Física Teórica y Computacional, Granada España.

esquivel@xanum.uam.mx

En esta charla presentaré las aportaciones más recientes de nuestro grupo para consolidar una nueva área de investigación que permite describir aspectos fundamentales de la reactividad química difícilmente asequibles por medio de otras metodologías químico-cuánticas. Estos rasgos de la reactividad química son accesibles a través de "información teórica", referida al concepto de información física y no necesariamente aquella que proviene del análisis de una mera colección de datos fisicoquímicos. Los conceptos de la "información" se encuentran actualmente en la frontera del desarrollo de las ciencias físicas, atrayendo la atención de numerosos investigadores en campos muy diversos. Esta área del conocimiento está proporcionando nueva luz acerca de los fundamentos conceptuales de la Física, la Química y la Biología y constituye la piedra angular de la novedosa Teoría de Información Cuántica, la cual prevé el desarrollo tecnológico de la esperada era de la "información cuántica", basada en conceptos tales como el entrelazado, teleportación, la criptografía y la computación cuánticas. Con este espíritu hemos emprendido diversos proyectos de investigación multidisciplinaria empleando el concepto de "información" en dos niveles: clásico (medidas de Shannon, Fisher, desequilibrio, divergencias y de complejidad estadística) y cuántico (entropía de von Neumann y medidas de "entrelazado"). En la charla abordaré someramente algunos ejemplos de interés químico y en nanoestructuras.

P3

Quantum Sensors

Marco Lanzagorta.

Technical Fellow and Director, Quantum Technologies Group, ITT Corporation.

Recent developments in quantum information science have allowed greater insight in the ways to harness quantum phenomena and enhance the performance of sensors. Indeed, quantum sensors can be mathematically described as noisy quantum channels, while quantum control techniques developed within the context of quantum computation are also useful for quantum sensing hardware. In this seminar I will offer a general overview of the quantum sensing programs currently under development at ITT Corporation, one of the largest providers of science and technology to the US Department of Defense. I will briefly discuss the unique potential advantages

of quantum radar, a biologically-inspired quantum sensor for magnetic anomaly detection in anti-submarine warfare, and a biologically-inspired quantum photo-sensor for high-bandwidth underwater optical communications.

Sesiones orales

01

Modelo no convencional BEC-BCS para sistemas confinados y la superconductividad de alta Tc

Carlos Villarreal Luján, M. Lomnitz, M. de Llano y C. Villarreal.

Instituto de Física, UNAM.

carlos@fisica.unam.mx

Se estudia un modelo con una interacción no convencional BCS para un sistema de fermiones confinados, tanto en onda s , como en onda p y linealmente dispersivos. Se calcula la termodinámica de los pares de Cooper asociados y se derivan fórmulas analíticas que permiten describir propiedades generales de superconductores de alta T_c tales como el valor mismo de la temperatura crítica, el calor específico, el comportamiento ante campos magnéticos externos y la resistividad. El acuerdo de las predicciones del modelo con los resultados experimentales es adecuado.

02

La entropía y el problema de la inseparabilidad en sistemas cuánticos moleculares

Edmundo M. Carrera, Rodolfo O Esquivel.

Universidad Autónoma Metropolitana.

e2cm@xanum.uam.mx

En las últimas décadas, uno de los fenómenos más estudiados debido a sus implicaciones tecnológicas y fundamentales dentro de la ciencia, son aquellos que tienen que ver con la inseparabilidad de un sistema cuántico compuesto y la posibilidad de caracterizar y medir las interacciones y correlaciones entre los subsistemas que lo componen. Ejemplo de ello son las correlaciones cuánticas, las cuales, son fundamentales en el desarrollo del cómputo cuántico y donde la teoría de la información provee las herramientas necesarias para su estudio y desarrollo. Es así, que la reciente integración de la mecánica cuántica y la teoría de la información son un importante paso en el entendimiento de las propiedades fundamentales de sistemas cuánticos; como por ejemplo, las moléculas. Con los avances tecnológicos actuales, se han llevado a cabo varios experimentos donde se observan correlaciones cuánticas en moléculas y átomos. Por lo tanto, el límite entre el comportamiento o correlaciones clásicas y cuánticas se encuentra justamente en las moléculas, de tal manera que el puente entre dichos comportamientos es la

química. Por ello, en este trabajo se mostrarán los primeros pasos para enfrentar el problema de la inseparabilidad en moléculas y el estudio de sus correlaciones a través de principios generales surgidos a partir de la teoría de la información. Con ello, se espera obtener un formalismo que construya sistemas cuánticos más complejos a partir de los subsistemas que la constituyen.

O3

Characterization of generic single qubit channels

Carlos Pineda.

Instituto de Física, UNAM.

carlospgmat03@gmail.com

Single qubit channels induced by a strongly interacting system, with statistical unitary symmetry, are calculated exactly. The resulting family of channels depend only on 2 point correlations of the Hamiltonian of the environment. At Heisenberg time two point correlations in the spectra produce non-markovianity, whereas at times defined by the spectral span, its behavior is dominated by the Fourier transform of the level density. Calculations of the fluctuation show that the results are valid for particular models, provided that the dimension of the system is big enough. Two examples are explored, a random matrix model, as a prototype of a chaotic system, and a Poissonian model as one for integrable.

O4

Reconstrucción teórica del espectro de EPR del imán monomolecular Fe8

Jorge A. Campos, Jorge G. Hirsch.

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.

jorge.campos@nucleares.unam.mx

Se plantea un método para la reproducción computacional de espectros de resonancia paramagnética electrónica contemplando todos los parámetros involucrados en el hamiltoniano hasta segundo orden, así como las consideraciones térmicas. Aplicado al imán monomolecular Fe₈, se logra una muy buena correlación con los resultados experimentales en cuanto a valores de campo magnético de resonancia e intensidades de transición.

O5

Proyectos de Metrología Eléctrica Cuántica en el CENAM

Carlos David Avilés Castro, Felipe Hernández Márquez, Dionisio Hernández Villaseñor, Benjamín Rodríguez Medina.

Centro Nacional de Metrología.

caviles@cenam.mx

En este trabajo se describen los proyectos que actualmente tiene el Grupo de Patrones Eléctricos Cuánticos del CENAM. De acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI) la unidad eléctrica de base es el ampere. En la práctica las unidades eléctricas incluidas el ampere se derivan del volt y del ohm realizados a partir de fenómenos cuánticos macroscópicamente observables. El volt se reproduce en el CENAM desde 1994 a partir del efecto Josephson en corriente alterna y el ohm se reproduce desde el año 1998 a partir del efecto Hall cuantizado. Actualmente se realizan dos proyectos en efecto Josephson, el efecto Josephson programable y el efecto Josephson polarizado por pulsos. El efecto Josephson programable permitirá generar señales de referencia en tensión eléctrica continua y alterna hasta 1 kHz. El patrón Josephson polarizado por pulsos permitirá generar señales de hasta varios MHz. El efecto Hall cuantizado ha sido observado en muestras de grafeno a temperatura ambiente, el proyecto que se está realizando actualmente en colaboración con el NIST pretende explorar las posibilidades de aplicación de muestras de grafeno como una referencia de resistencia eléctrica para metrología. Los comparadores criogénicos de corriente (CCC) están basados en el efecto Meissner, son los instrumentos más exactos que se conocen para la medición de resistencia eléctrica. En el CENAM se está construyendo un CCC para aplicaciones a valores medios de resistencia eléctrica.

O6

Medición de la transición cuadrupolar eléctrica $5p \ ^2 P_{\{3/2\}} > 6p \ ^2 P_{\{1/2\}}$ en una trampa magneto-óptica de rubidio

José I. Jiménez Mier y Terán, M. Carrillo-Fuentes, J. Flores-Mijangos, R. Jáuregui, J. Jiménez-Mier, A. M. Juárez, C. Mojica-Casique, F. Ramírez-Martínez, D. Sahagún-Sánchez, K. Volke-Sepúlveda.

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.

jimenez@nucleares.unam.mx

El proyecto que se presenta busca contribuir al desarrollo de estudios experimentales y teóricos de transiciones prohibidas en la aproximación dipolar eléctrica (E1). Se realizará espectroscopía de alta resolución en la transición cuadrupolar eléctrica (E2) $5p \ ^2 P_{\{3/2\}} > 6p \ ^2 P_{\{1/2\}}$ con átomos de Rb confinados en una trampa magneto-óptica (MOT). Se estudiará el efecto que la

estructura de amplitud, fase, polarización y ancho espectral del haz de excitación (estructura interna) tiene en la dinámica atómica, comparando los efectos generados tanto por haces gaussianos así como por haces con estructura interna, tales como aquellos con momento angular orbital. La interpretación de las observaciones experimentales se sustentará en la descripción teórica detallada de las probabilidades de transición mediante cálculos de primeros principios del sistema atómico elegido, realizando descripciones teóricas precisas de los estados estacionarios involucrados y el cálculo de las probabilidades de transición correspondientes en diferentes escenarios (haces gaussianos, haces estructurados). Se obtendrán funciones de onda estacionarias utilizando las técnicas más sofisticadas como interacción de configuraciones y teoría de perturbaciones de muchos cuerpos. La descripción de transiciones atómicas en haces estructurados, un tema teórico de frontera, se estudiará utilizando métodos perturbativos dependientes del tiempo donde el papel del centro de masa atómico será incorporado.

07

Enredamiento de fotones a partir de pares individuales

Gustavo Armendáriz Peña, Víctor M. Velázquez Aguilar, Enrique López Moreno, Marcela D. Grether González.

Facultad de Ciencias, UNAM.

fishergap@gmail.com

Un láser violeta bombea un cristal no-lineal BBO tipo 1. Aquí, por medio de la conversión paramétrica descendente (PDC), se producen pares de fotones igualmente polarizados y correlacionados tempO y espacialmente. Uno de los fotones de estos pares, pasa por una lámina retardadora de fase de media onda para girar su polarización 90°. Una vez hecho esto, los fotones (inputs) son redirigidos a un divisor de haz no polarizante (BS) pero teniendo mucho cuidado en aspectos técnicos respecto a la fase de tales inputs. A la salida del BS, los estados (outputs) pasan por seleccionadores de polarización (un cubo divisor de haz polarizante PBS, y una lámina retardadora de fase de media onda) para ser analizados por los detectores (fotodiodos de avalancha). La prueba usada para mostrar el enredamiento de los fotones es la desigualdad de Bell.

O8

El experimento de Young cuántico

Victor Velázquez, Luis F. Quezada, Raúl Caudillo, Marcela Grether, Enrique López Moreno, Aurora Vargas y Sergio Vergara.

Facultad de Ciencias UNAM, Facultad de Ciencias de la Electrónica BUAP.

vicvela@ciencias.unam.mx

En otras ocasiones hemos realizado el experimento de interferencia cuántica utilizando un interferómetro de Mach-Zehnder. Aunque este es un dispositivo muy versátil, el alineamiento suele ser complicado. Una de las razones es que los fotones individuales obtenidos por conversión paramétrica descendente (SPDC), tienen una longitud de coherencia del orden de veinte micrómetros cuando utilizamos un láser de bombeo continuo en 405 nm en un cristal no lineal BBO-I. El experimento para demostrar la interferencia cuántica de fotones individuales se simplifica muchísimo si se utiliza una doble rendija. En esta contribución mostramos cómo en el experimento de Young cuántico la interferencia se obtiene de manera natural y nos permite hablar de enredamiento espacial entre pares de fotones obtenidos por SPDC.

O9

Combinaciones pares e impares de estados coherentes no lineales

José Récamier Angelini, Octavio de los Santos Sánchez.

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM. Instituto de Física, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

pepe@fis.unam.mx

Se construyen combinaciones pares e impares de estados coherentes para potenciales tipo Posch-Teller con espectro discreto finito e infinito. Se generalizan los estados coherentes como eigenestados del operador de aniquilación deformado y como los estados que se obtienen al aplicar el operador de desplazamiento deformado. Se evalúan algunas propiedades estadísticas de estos estados tales como la función de correlación de segundo orden.

O10

SUSY para partículas atrapadas interactuando a través de potenciales de contacto

Rocio Jauregui Renaud, José Récamier, Oscar Rosas.

Instituto de Física, UNAM.

rocio@fisica.unam.mx

Los estados estacionarios para dos partículas atrapadas en un potencial de oscilador armónico e interactuando a través de un pseudopotencial de onda- l son estudiados para cualquier valor del momento angular l . Las funciones de onda tienen singularidades no removibles que requieren para su interpretación de teoría de distribuciones. Se discuten los conceptos básicos en mecánica cuántica para estos estados (p. e. hermiticidad) y la viabilidad de aplicar técnicas supersimétricas para identificar operadores de ascenso y descenso así como hamiltonianos pareja.

O11

Propiedades termodinámicas en el Cruce BEC-BCS en la aproximación de densidad local

Rosario Paredes Gutiérrez, Eleazar Neri Medina, Víctor Manuel Romero Rochín.

Instituto de Física, UNAM

rosario@fisica.unam.mx

Se estudian las propiedades termodinámicas de una mezcla de fermiones con interacción confinados en una trampa armónica, a lo largo del cruce BEC-BCS. Dicho análisis se realiza en el marco de la teoría BCS (J. Bardeen et.al. 1957) más la renormalización propuesta por Leggett (A. Leggett 1980) para evitar la divergencia introducida por el uso de un potencial de contacto como modelo para la interacción entre fermiones. En este contexto es posible identificar a la variable que describe la interacción entre partículas, la longitud de dispersión, como una variable termodinámica nueva capaz de describir el cruce de un estado tipo BCS a un estado tipo BEC. Para tomar en cuenta el carácter inhomogéneo del potencial que confina los átomos, se trabaja en la aproximación de densidad local y se determinan las propiedades termodinámicas en la trampa armónica, a partir de su contraparte homogénea determinada en la teoría de campo medio. En particular, se hace un énfasis especial en el estudio de la variable conjugada a la longitud de dispersión, el contacto, recientemente introducida por S. Tan (S. Tan 2008), que pone de manifiesto junto con las otras variables que describen el estado del sistema, que las propiedades a temperatura cero, dentro de las aproximaciones usadas en el presente estudio, no son universales cuando la longitud de dispersión diverge. Este enunciado es conclusión de recientes trabajos en el régimen de interacciones fuertes, como lo es el sistema en consideración.

O12

Generación de tripletes de fotones mediante conversión paramétrica descendente de tercer orden en fibras ópticas

Karina Garay Palmett, María Corona y Alfred B. U'Ren.

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.

karina.garay@nucleares.unam.mx

La implementación de tecnologías cuánticas depende de la disponibilidad de fuentes de luz no-clásica, por lo que la generación de estados enredados multi-fotónicos se ha constituido en un reto de vital importancia en óptica cuántica. Parejas de fotones, generados comúnmente por el proceso de conversión paramétrica descendente (PDC), han sido las fuentes más utilizadas en experimentos que precisan del enredamiento cuántico. Recientemente, hemos desarrollado un estudio exhaustivo del proceso de conversión paramétrica descendente espontánea de tercer orden (TOSPD) en fibras ópticas, mediante el cual se generan de manera directa tripletes de fotones enredados. Nuestro estudio comprende el proceso de TOSPD en los regímenes de bombeo pulsado y monocromático. Por otro lado, hemos propuesto el uso de dos modos transversales diferentes de una fibra muy delgada guiada por aire, para obtener el emparejamiento de fases necesario para lograr TOSPD eficiente. En particular, consideramos que los fotones generados se propagan en el modo fundamental de la fibra, mientras que el bombeo se propaga en el primer modo excitado. A partir de este estudio hemos podido proponer diseños experimentales específicos de fuentes de tripletes de fotones.

O13

El origen termodinámico del Contacto

Victor Romero Rochín.

Instituto de Física, UNAM.

romero@fisica.unam.mx

Como puede inferirse de experimentos recientes en gases ultrafríos, la longitud de dispersión es una cantidad que determina el estado termodinámico del gas. Como tal, debe existir una variable termodinámica conjugada a dicha longitud. En esta plática mostramos que la variable CONTACTO recientemente introducida, es la variable conjugada al inverso de la longitud de onda. Mostramos que esta identificación, y usando aproximaciones bien conocidas, permite una deducción sencilla de los tres resultados más relevantes del contacto, que son, su relación al cambio adiabático de la energía, la expresión general de la energía y el teorema del virial generalizado. Mostramos también que la presente identificación del contacto depende ciertamente de la aproximación de

contacto del potencial intermolecular, pero es independiente de su intensidad y de que el gas sea de fermiones o de bosones.

O14

Ajuste Privado (PrS) en la Distribución Cuántica de Llave Criptográfica (QKD)

Luis Adrián Lizama Pérez, J. Mauricio López, Eduardo De Carlos, Salvador E. Venegas.

ITESM-CEM/CENAM

adrianlizama@gmail.com

A diferencia de los protocolos discretos para la Distribución Cuántica de Llave Criptográfica (QKD), los cuales codifican un bit clásico aleatorio por cada estado cuántico, los protocolos QKD de Variable Continua (CV) permiten que Alice codifique dos bits en cada estado, uno de los cuales es aleatoriamente descartado por Bob. Por otra parte, los ataques más sofisticados provienen del hecho de que, el intruso Eve conoce las bases que Bob seleccionó para realizar sus mediciones, debido a que éstas son anunciadas a través del canal público durante la fase de Ajuste Público (PuS) de la llave. Sin embargo, aprovechando la ventaja que Alice posee mayor información, presentamos aquí un nuevo esquema para lograr el Ajuste Privado (PrS) de la llave, el cual se obtiene aplicando simples operaciones X-Or. Con PrS los umbrales de seguridad se incrementan cuando se aplica una modulación Gaussiana de estados coherentes. Una ventaja importante de PrS es que puede ser incorporado como un módulo de software de un servicio de alto nivel pudiéndose incorporar en la mayoría de los protocolos CV QKD.

O15

Estados de Gato de Schrödinger: Generación y Propiedades

Julio A. López Saldívar, Octavio Castaños Garza.

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.

julio.lopez@nucleares.unam.mx

Este trabajo tiene como finalidad; observar la generación de estados llamados de Gato de Schrödinger mediante la evolución de un sistema y caracterizar sus propiedades ópticas y estadísticas. Los estados de gato de Schrödinger son superposiciones de estados coherentes que portan las propiedades de un determinado grupo finito. Mostramos que estos estados presentan el fenómeno de compresión, tienen estadísticas sub-poissonianas y presentan distribuciones oscilatorias en el número de fotones. Se presenta una forma de generación de dichos estados, mediante un sistema descrito por el modelo de Jaynes-Cummings. Este modelo consiste en un

Hamiltoniano resultado de la interacción de un átomo de dos niveles con un campo electromagnético externo. Encontramos que la evolución de un estado coherente en este Hamiltoniano genera un estado con una fidelidad del 75% de un estado de gato. Para mostrar su comportamiento usamos las funciones de distribución de Wigner y Husimi.

O16

Como implementar un protocolo probabilístico de corrección de errores cuántico usando electrodinámica cuántica de cavidades

Pablo Barberis Blostein, D. G. Norris, L. A. Orozco, H. J. Carmichael.

IIMAS-UNAM.

pablobb@gmail.com

Se muestra como se puede implementar un protocolo probabilístico de corrección de errores en un sistema cuántico abierto. El sistema consiste en un átomo con estructura Zeeman en su estado base y excitado, en una cavidad forzada de dos modos. La superposición de estados base es manipulada y controlada a través de mediciones condicionales y campos externos que protegen la coherencia y corrigen errores cuánticos. Un modelo teórico realista muestra la posibilidad de realizar el protocolo propuesto en el laboratorio.

O17

Nuevo método para mediciones de temperatura en gases ultra fríos

Eduardo de Carlos López, J. Mauricio López Romero, M. Guadalupe Espinosa Olivares, Sergio López López, L. Adrián Lizama Pérez.

División de Tiempo y Frecuencia, CENAM.

edlopez@cenam.mx

En las últimas décadas la manipulación y enfriamiento de átomos con luz ha generado un progreso considerable en diversas áreas de la física y la tecnología. En la actualidad se pueden encontrar un gran número de aplicaciones de átomos ultra fríos: Espectroscopia de alta resolución, computación cuántica, física nuclear, por mencionar solo algunos. En algunos casos la medición de temperatura en gases ultra fríos es importante para la caracterización apropiada del experimento, como puede ser en los relojes de fuente atómica y gravímetros de interferometría atómica. Un método ampliamente utilizado para medir la temperatura en gases ultra fríos es el llamado tiempo de vuelo (TOF). Las señales de tiempo de vuelo proveen información acerca de la distribución espacial de la nube atómica y esta información puede ser usada para inferir su temperatura.

Típicamente las señales TOF son ajustadas a un modelo teórico, asumiendo que las velocidades de los átomos fríos obedecen a una distribución normal. Sin embargo esta suposición no es necesariamente válida, ya que en ciertas circunstancias los gases ultra fríos son sistemas fuera del equilibrio termodinámico. Una medición de la temperatura más precisa puede ser determinada directamente de la distribución de velocidades de los átomos fríos. En este trabajo se presenta un método novedoso para medir la distribución de velocidades en gases ultra fríos, la cual es obtenida a partir de dos mediciones, en regiones y tiempos diferentes, de la distribución espacial de la nube atómica empleando el método TOF. Se utiliza un proceso simple para determinar la distribución de velocidades calculando la velocidad cuadrática punto por punto a partir de dos distribuciones espaciales. Se muestran los resultados experimentales de las mediciones de temperatura en una nube de átomos fríos de Cesio generados en el reloj de fuente atómica del CENAM, encontrándose temperaturas mínimas de hasta $612(193)$ nK.

O18

Descripción analítica del régimen superradiante en el Modelo de Dicke

Ramón López-Peña, O. Castaños, E. Nahmad-Achar, J.G. Hirsch.

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.

lopez@nucleares.unam.mx

Por muchos años se ha afirmado que la transición al régimen superradiante en el modelo de Dicke, el cual describe la interacción de átomos de dos niveles con un modo del campo de radiación, es imposible. Sin embargo, resultados experimentales recientes han mostrado que esta transición sí se puede realizar en la Naturaleza. En esta contribución mostramos el alcance del uso de los estados coherentes con simetría restaurada en la descripción de la fase superradiante del modelo de Dicke. Estos estados de simetría adaptada permiten una descripción analítica del estado base y del primer estado excitado. A partir de ésta, se obtienen resultados analíticos para los valores esperados de las principales observables de interés, válidos para cualquier número de átomos. Todos los resultados obtenidos son exactos en el límite termodinámico.

019

Singularidades y divergencias en el modelo de Dicke

Jorge Gustavo Hirsch Ganievich, Octavio Castaños, Ramón López-Peña, Eduardo Nahmad-Achar, Jorge G. Hirsch.

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.

hirsch@nucleares.unam.mx

El Hamiltoniano de Dicke describe el sistema más simple en el que interactúan átomos con fotones dentro de una cavidad. Este sistema exhibe una transición a una fase superradiante, a temperatura cero. Esto implica que, cuando la interacción entre los átomos y el campo electromagnético alcanza un valor crítico, tanto el número de fotones como el de átomos en el estado excitado dentro de la cavidad, junto con sus fluctuaciones, muestra un incremento súbito desde cero. Empleando estados coherentes adaptados a la simetría del Hamiltoniano, en este trabajo mostramos que el valor esperado de estos observables, al aproximarse al punto crítico, escala con el número de átomos en la cavidad, que su divergencia en este punto representa el límite cuando el número de átomos tiende a infinito, y que en ese límite estas cantidades permanecen divergentes en la fase superradiante. Esto implica que, contrario a lo reportado recientemente en varias publicaciones, en experimentos futuros no se observará un comportamiento singular alrededor de la transición de fase, ni en el número de fotones, ni en el número de átomos excitados, ni en sus fluctuaciones o en las cuadraturas del campo electromagnético. La comparación con soluciones numéricas confirma plenamente estas predicciones.

020

Análisis alternativo a la teoría de perturbaciones

Juan Martínez Carranza, Francisco Soto-Eguibar, Hector Manuel Moya-Cessa.

Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica.

jmartinez@inaoep.mx

En este trabajo desarrollamos un método alternativo a la teoría de perturbaciones independientes del tiempo de la mecánica cuántica no relativista. Este método tiene la ventaja que proporciona la corrección a la energía y a la función de onda en una sola operación, además nos permite analizar la evolución tiempo del sistema. Para verificar los resultados obtenidos, aplicamos este método al oscilador armónico perturbado por un potencial lineal y por un potencial cuadrático, y utilizamos estados comprimidos para establecer una relación entre ellos. Finalmente mostramos que este

modelo puede ser asociado con la series de Dyson, proporcionando expresiones que pudieran ser alternativas para efectuar cálculos complicados.

O21

Modelos bimodales para condensados de Bose-Einstein atrapados en pozos asimétricos

Hernandez Salinas Cristopher Gerardo, Pablo Barberis Blostein.

Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas.

crisopher0310@gmail.com

Los estudios de modelos de dos modos para un BEC atrapado en un pozo doble asimétrico son escasos, incluso cuando estos sistemas son más fáciles de crear experimentalmente. De hecho, según nuestro conocimiento, no hay estudios dedicados a los modelos de segunda cuantización de tales sistemas. En este trabajo desarrollamos un nuevo tipo de modelo que se aplica a este tipo de sistemas. La derivación de nuestro modelo es análoga a la derivación de los modelos aplicables a pozos dobles simétricos hallados en la literatura, los cuales están basados en soluciones de la ecuación Gross-Pitaevskii. Proponemos una solución variacional de la ecuación Gross-Pitaevskii. Utilizamos esta solución para determinar los coeficientes de nuestro modelo. Estos coeficientes dependen de un conjunto de parámetros que determinan la forma del pozo doble. Mostramos algunos ejemplos de espectros de energía, donde la dependencia de las diferentes formas del pozo doble se hace evidente.

O22

Transformadas canónicas que son matrices de Hadamard

Kurt Bernardo Wolf, John J. Healy.

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM.

bwolf@fis.unam.mx

El grupo simpléctico $Sp(2, \mathbb{R})$ de transformaciones canónicas lineales tiene un núcleo integral el cual es una fase lineal y cuadrática. Su contraparte discreta transforma señales (vectores) de N puntos mediante matrices de $N \times N$, cuyos elementos tienen valor absoluto constante, aunque no forman una representación de ese grupo. Aquellas matrices que también son unitarias, son matrices de Hadamard. Investigamos las variedades de estas matrices en $Sp(2, \mathbb{R})$ y encontramos que están sobre coclases bilaterales. Determinamos representantes que -bajo un criterio de equivalencia reducido- dan lugar a colecciones de bases mutuamente equilibradas. Presentamos un algoritmo

para encontrarlas, el cual es completo para N prima. Para N no-prima el algoritmo funciona pero probablemente no proporciona todas.

O23

Función de correlación vs. Espectro de Potencias en Estadística de Fotones

Edna Magdalena Hernández González, Marcela Grether, Ruben Fossion, Enrique López Moreno y Víctor Velázquez.

Facultad de Ciencias, UNAM.

whirim2@gmail.com

La caracterización de la estadística de fotones de fuentes de luz es importante para decidir la aplicabilidad de una fuente. En particular las fuentes cuánticas de luz son importantes en las necesidades relacionadas con la información cuántica. La función de correlación de segundo orden ha sido utilizada ampliamente para distinguir la correlación de fotones de cada tipo de fuente. De la misma forma los intervalos de tiempo entre fotones. En este trabajo estudiamos el espectro de potencias como una herramienta con información complementaria y mostramos los límites estadísticos en los cuales puede ser utilizada.

O24

Fase de Pancharatnam-Berry en sistemas ópticos arbitrarios

Julio Cesar Gutierrez Vega.

Tecnológico de Monterrey.

juliocesar@itesm.mx

Fase de Pancharatnam-Berry en sistemas ópticos arbitrarios En este trabajo analizamos el problema de calcular la fase geométrica (Pancharatnam-Berry), la fase dinámica, y la fase total introducida por un sistema óptico arbitrario caracterizado por una matriz de polarización de Jones con eigenvectores tanto ortogonales como no ortogonales. Encontramos que las tres fases se pueden calcular con una ecuación cerrada muy sencilla que tiene una interpretación elegante sobre la esfera de Poincaré y además establece una conexión con la fase geométrica asociada a ciclos no cerrados sobre la esfera de Poincaré.

Sesión de posters M1

Densidad espectral de fotones en la fibra óptica BICRON BCF-91A

José Rolando González González, Víctor Velázquez, Marcela Grether y Enrique López-Moreno.

Facultad de Ciencias, UNAM.

debian_777@hotmail.com

La fibra de centelleo BICRON BCF-91 genera fotones de cuyo color está centrado en 514 nm con un ancho espectral considerable. En este trabajo estudiamos las fluctuaciones en intensidad con dependencia en la frecuencia. Para ello hacemos dos métodos: A) Las señales que salen de la fibra óptica cuando se excita con un haz violeta de 405 nm son enviadas a un analizador espectral para obtener su ley de potencias. B) La luz de excitación de la fibra es enviada al analizador espectral después de hacerse pasar por un monocromador. Realizamos un espectro de potencias para cada intervalo de color. Finalmente comparamos los resultados.

Quantum Entanglement and the Dissociation Process of Diatomic Molecules

Gabriel Moyocoyani Molina Espíritu, Rodolfo O. Esquivel, Nelson Flores-Gallegos, Moyocoyani Molina-Espíritu, A. R. Plastino, Juan Carlos Angulo, Juan Antolín and Jesús S. Dehesa.

Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa.

gamoles@gmail.com

In this work we investigate quantum entanglement related aspects of the dissociation process of some selected, representative homo- and heteronuclear diatomic molecules. This study is based upon high-quality ab initio calculations of the (correlated) molecular wavefunctions involved in the dissociation processes. The values of the electronic entanglement characterizing the system in the limit cases corresponding to (i) the united-atom representation and (ii) the asymptotic region when atoms dissociate are discussed in detail. It is also shown that the behaviour of the electronic entanglement as a function of the reaction coordinate R exhibits remarkable correspondences with the phenomenological description of the physically meaningful regimes comprising the processes under study. In particular, the extrema of the total energies and the electronic entanglement are shown to be associated with the main physical changes experienced by the molecular spatial electronic density, such as charge depletion and accumulation or bond cleavage regions. These structural changes are characterized by several selected descriptors of the density, such as the Laplacian of the electronic molecular distributions (LAP), the Molecular Electrostatic Potential (MEP) and the atomic electric potentials fitted to the MEP.

Medición del espectro angular de parejas de fotones generadas por conversión paramétrica descendente espontánea

Roberto Ramírez Alarcon, Hector Cruz Ramirez, Alfred U'Ren.

DCI Universidad de Guanajuato.

roberto.ramirez@nucleares.unam.mx

Realizamos un estudio teórico y experimental detallado del efecto del enfocamiento del haz de bombeo en el proceso de generación paramétrica descendente sobre la distribución de momento transversal de las parejas de fotones generadas, así como de los fotones individuales que constituyen a las parejas. Se observa que al reducir las dimensiones transversales del haz de bombeo en el plano del cristal no lineal, la distribución angular de fotones individuales producidos adquiere una asimetría mediada por la separación angular entre el vector de Poynting y el vector de onda. Asimismo, la distribución de cuentas coincidentes se ve afectada por el enfocamiento del haz de bombeo, reduciendo el grado de correlación en momento transversal. En este trabajo se obtiene una excelente concordancia entre las simulaciones y los resultados experimentales.

Termodinámica de un gas de fermiones con interacción en la aproximación de campo medio

Eleazar Neri Medina, Rosario Paredes Gutiérrez.

Instituto de Física, UNAM.

eleazarneri@gmail.com

Este trabajo presenta un análisis termodinámico de un gas de fermiones en el régimen de bajas temperaturas incluyendo la longitud de dispersión como una variable de estado adicional al sistema. Esto es posible debido a que en el régimen de bajas temperaturas la interacción entre pares de partículas viene caracterizada por la longitud de dispersión; así, siguiendo el formalismo de la teoría BCS de la superconductividad se logra una descripción completa del sistema de fermiones incluyendo la longitud de dispersión como una variable. Este trabajo está motivado en los experimentos que se vienen realizando con gases atómicos, fermiones en dos estados de espín, a temperaturas del orden de nanokelvins a los cuales, a través de campos magnéticos externos, es posible modificar su longitud de dispersión. Esto ha permitido pasar de un estado tipo BCS donde la interacción es atractiva débil (longitud de dispersión es negativa), y los fermiones del gas forman pares de Cooper; a un estado donde la intensidad de la interacción permite formar moléculas bosónicas entre pares de fermiones con espín opuesto y por lo tanto presentar propiedades de un Condensado de Bose-Einstein.

Espectroscopia de súper alta resolución en Cesio 133

María Guadalupe Espinosa Olivares, J. Mauricio López R., Eduardo de Carlos López, Sergio López.

División de Ciencias e Ingenierías Campus León/CENAM

maria@fisica.ugto.mx

El sistema Internacional de Unidades define al segundo como “la duración de 9 192 631 770 periodos de la radiación correspondiente a la transición entre los niveles hiperfinos del estado base del átomo de Cesio-133”. La utilización de Cesio-133 ultra frío ha permitido la realización experimental de la unidad de tiempo del SI con incertidumbres al nivel de 10^{-16} . La realización experimental de la definición de la unidad de tiempo con muy alto nivel de exactitud (física con 16 cifras significativas) requiere de una evaluación exhaustiva de diversos efectos que “perturban” la separación energética de los dos niveles hiperfinos del estado base de átomo de Cesio-133. Entre los efectos más significativos se encuentran efectos relativistas, efectos de colisión entre átomos, radiación de cuerpo negro y efecto Zeeman. En este trabajo se presentan los avances en el Centro Nacional de Metrología (CENAM) en la realización de la espectroscopia del estado base del Cesio-133 utilizando técnicas de enfriamiento de átomos con luz con miras a medición de tiempo al nivel de partes en 10^{16} .

Acondicionamiento de Parejas de Fotones a través de conversión paramétrica ascendente y descendente

Ricardo Gutierrez Jauregui, Alfred B. U'Ren Cortes.

Instituto de Física, UNAM

gricardo@fisica.unam.mx

Se estudia una técnica experimental para lograr el acondicionamiento de las propiedades de enredamiento espectral en parejas de fotones generadas por conversión paramétrica descendente espontánea. Las propiedades de enredamiento de parejas de fotones en este proceso dependen crucialmente de la dispersión que experimentan los modos ópticos participantes en el medio no lineal. La técnica que aquí proponemos, utiliza un segundo cristal en el cual se hace incidir uno de los dos fotones (señal), de cada pareja de fotones, junto con un haz escolta. Se eligen las propiedades del segundo cristal de forma tal que se cumpla la condición de empatamiento de fases correspondiente al proceso de suma de frecuencias entre el foton señal y el haz escolta. Se estudia la generación del fotón resultante de este proceso de suma de frecuencias (fotón generado), y en particular las propiedades de enredamiento resultantes entre los fotones acompañante y generado. Obtenemos una forma analítica aproximada de la función de amplitud conjunta, $G(\omega_g, \omega_i)$, que se ajusta con buena precisión a las predicciones numéricas, y que permite entender la dependencia de $G(\omega_g, \omega_i)$ respecto a diferentes parámetros experimentales.

Se encuentra una forma en la que con un sistema en cascada se puede hacer que la correlación entre los fotones acompañante y generado sea positiva, negativa o cero, variando los parámetros correspondientes al cristal donde se efectúa la suma de frecuencias.

Cambio en el enredamiento cuántico bajo transformaciones de Lorentz

Esteban Castro Ruiz, Eduardo Nahmad-Achar.

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.

encorz@yahoo.com.mx

Consideramos el enredamiento de un sistema de dos partículas masivas de espín 1 antes y después de una transformación de Lorentz. Tomamos el espín y el momento como los grados de libertad del sistema y calculamos el cambio en el enredamiento con respecto a diferentes particiones del espacio de Hilbert completo. El análisis se restringe a estados propios de momento, de modo que el subespacio asociado a esta variable es discreto. Consideramos diferentes casos de enredamiento de espín y de momento como estados iniciales y mostramos que el enredamiento no es una cantidad que se conserva en general. El cambio depende fuertemente de la rotación de Wigner inducida por la transformación, así como del estado inicial. Sin embargo, existe una base de estados invariantes ante las transformaciones de Lorentz consideradas, de modo que el cambio en el enredamiento es siempre cero para cualquier vector de este conjunto.

Transiciones de fase en imanes monomoleculares

Jacqueline Vazquez Corona, Jorge G. Hirsch.

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.

jainelinevazcor@yahoo.com.mx

El modelo usado para describir los imanes monomoleculares, en particular el compuesto superparamagnético Fe₈, es una expresión matemáticamente semejante al modelo Lipkin-Meshkov-Glick. En este trabajo se presenta un análisis de las transiciones de fase cuántica para el modelo Lipkin-Meshkov-Glick, cuando el parámetro axial E tiende a cero. Para el análisis semiclásico del Hamiltoniano se utilizan los estados coherentes de $SU(2)$. Se estudia la separatriz en el espacio de parámetros del modelo, la región en la que el estado base del sistema tiene cambios cualitativos cuando los parámetros del modelo son variados. Se realiza un estudio de las intensidades de transición vs diferencia de energía correspondiente a los niveles entre los que ocurre la transición.

Estructura Analítica del Operador de Aniquilación

Emilio Pisanty Alatorre, Eduardo Nahmad-Achar y Emilio Pisanty

Facultad de Ciencias e Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.

episanty@gmail.com

Se sabe que el operador de aniquilación para un oscilador armónico cuántico tiene un juego completo de vectores propios, los estados coherentes. En esta contribución se muestra que renormalizando la base de número el operador de aniquilación obtiene fácilmente una estructura de un único bloque de Jordan infinito. Se encuentra además, para cada vector propio, una base ortogonal de vectores propios generalizados de manera que el operador de aniquilación tiene la estructura de bloque de Jordan con el valor propio escogido. Estos estados coherentes generalizados forman conjuntos completos ya sea fijando el valor propio o el índice dentro del ciclo de Jordan. Se encuentran los productos internos entre distintos estados coherentes generalizados en términos de los polinomios de Laguerre generalizados, y se les relaciona con la base de número mediante el operador de desplazamiento.

REVISIÓN CRÍTICA DE LAS SOLUCIONES ANALÍTICAS DEL MODELO DE DICKE

Miguel Angel Bastarrachea Magnani, Jorge G. Hirsch.

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.

mamigre4008@gmail.com

El modelo de Dicke sólo tiene soluciones exactas, analíticas, en los límites en los que la interacción entre los átomos contenidos en la cavidad y el campo electromagnético se anula, o en el caso en el que se hace infinitamente grande. Para obtener soluciones analíticas en el límite termodinámico, que es cuando el número de átomos y las variables extensivas se hacen muy grandes pero las variables intensivas permanecen finitas, en la literatura se ha usado extensamente el mapeo de Holstein-Primakoff para representar los operadores de momento angular asociados a los grados de libertad atómicos, en términos de bosones. En este trabajo se revisa la descripción de las fases normal y super-radiante empleando este formalismo, y se hace una crítica del uso de Hamiltonianos truncados en la fase super-radiante, que traen asociado un rompimiento de la simetría de paridad del Hamiltoniano original.

Programación de librerías en Python para cómputo y óptica cuántica

Victor Sánchez-Cordero Canela, Vicente Rodríguez Gómez.

UNAM, IIMAS.

victorscc@gmail.com

Uno de los problemas que hay cuando se estudia un sistema físico, es el de, a partir del hamiltoniano del sistema, obtener y resolver el conjunto de ecuaciones diferenciales que describen la evolución del sistema. Cuando los grados de libertad del hamiltoniano son muchos, se puede hacer uso de librerías implementadas en sistemas de álgebra computacional, como Mathematica o Matlab, para resolver el problema de manera eficiente. Sin embargo, generalmente estos sistemas comerciales tienen licencias con costos muy elevados. El presente trabajo consiste en programar librerías (al conjunto de las cuales se le ha llamado Openket) a ser usadas en software libre, en específico Python, que permitan la manipulación simbólica de objetos matemáticos de la mecánica cuántica, como por ejemplo: estados en notación de Dirac, operadores, hamiltonianos, operadores densidad, etc. El desarrollo de estas librerías permitirá a la comunidad científica nacional ahorrar dinero en licencias de programas comerciales que son usados para manipulación algebraica computacional. La metodología consiste en programar en Python librerías (conjunto de funciones) que sustituyan y mejoren las librerías que funcionan sobre plataformas comerciales. Mediante ejemplos concretos se mostrará la funcionalidad de las librerías, con aplicación directa a la computación cuántica.

Invariancia de la propagación de la información con respecto a rotaciones de qubits

Pablo Vera González, Manuel Avila Aoki, Fernando Monroy Tenorio.

Universidad Autónoma del Estado de México.

pablillomx83@hotmail.com

A partir de un Hamiltoniano con interacciones de Ising entre los espines de los qubits se deriva un vector de Poynting efectivo que resulta proporcional al Hamiltoniano original. Una rotación de los qubits es efectuada y hallado que el vector de Hamiltoniano es invariante bajo dicha operación. Se concluye entonces que el vector de Poynting también es invariante bajo rotaciones.

Oscilaciones de Bloch en presencia de un campo magnético

Victor Valenzuela Jiménez, Lorenzo Hernández Días y Eduardo Gómez García.

Instituto de Física de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

vjimenez@dec1.ifisica.uaslp.mx

Las oscilaciones de Bloch se han usado para realizar mediciones de alta precisión, por ejemplo, la medición de la aceleración gravitacional (g). Sin embargo, la presencia de un gradiente de campo magnético introduce un efecto sistemático en estas mediciones. Resolvemos las oscilaciones de Bloch en un gradiente magnético para un espinor. Proponemos un método para determinar la aceleración gravitacional en un gradiente distinto de cero. El sistema funciona también como sensor de gradiente de campo magnético. El arreglo experimental para su implementación requiere una infraestructura muy similar a la existente actualmente en nuestro laboratorio.

Sesión de posters M2

Estudio de parejas de fotones producidas por una fuente PDC dentro de una cavidad óptica

Yasser Jerónimo Moreno, Alfred B. U'Ren, Saul Rodríguez Benavides.

Instituto de Física, UNAM.

yjeronimo@fisica.unam.mx

A partir de una fuente de parejas de fotones generadas por conversión paramétrica descendente (PDC) situada dentro de una cavidad óptica no lineal se muestran resultados para dos configuraciones de la cavidad: i) cavidad con resonancia sencilla donde la cavidad es resonante a la frecuencia de los fotones señal y acompañante, y ii) cavidad con resonancia doble donde la cavidad también es resonante a la frecuencia del haz de bombeo. Esta técnica permite el acondicionamiento espectral de las parejas de fotones emitidas en donde debido a las múltiples reflexiones de la pareja de fotones en los espejos que conforman la cavidad resulta en una redistribución en el espacio de frecuencias señal y acompañante de la amplitud espectral conjunta la cual estará determinada por los modos permitidos de la cavidad. Cuando se aísla un solo modo resultante en la cavidad sencilla, es posible obtener parejas de fotones factorizables con ancho de banda cercano a monocromático y centrados en la longitud de onda de interés lo cual es relevante para aplicaciones donde fotones individuales interactúan con transiciones atómicas específicas. Otra de las ventajas que presenta esta técnica es en la brillantez de la fuente, la cual se mejora de manera sustancial con respecto a la fuente sin cavidad, tanto en la cavidad con resonancia sencilla como en la cavidad con resonancia doble, en este último régimen se incrementa de manera sustancial la brillantez.

Transparencia inducida electromagnéticamente en vapor de rubidio atómico a partir de las transiciones $5S_{1/2} \rightarrow 5P_{3/2} \rightarrow 5D_{J}$.

Jesús Flores-Mijangos, Alejandro M. Hernández y Hernández, Cristian A. Mojica Casique, Miriam P. Carrillo Fuentes, Daniel Sahagún, Fernando Ramírez-Martínez, José Jiménez-Mier.

Instituto de Ciencia Nucleares, UNAM.

ferama@nucleares.unam.mx

En este trabajo se estudia el proceso de transparencia inducida electromagnéticamente (EIT) en el perfil de absorción de la transición $5S_{1/2} \rightarrow 5P_{3/2}$ de rubidio. El proceso ocurre en una celda con vapor de rubidio a temperatura ambiente que interactúa con dos haces contrapropagantes sintonizados a 780.42 y 776.16 nm, ambos son generados por dos láseres de construcción local. El primero, denominado haz de prueba, tiene una intensidad menor a la intensidad de saturación

(1.6 mW/cm²) y está linealmente polarizado. El segundo, el haz de acoplamiento, induce la transparencia en el vapor de rubidio al sintonizar la transición 5P_{3/2}→5D_J. Se estudia el efecto sobre la curva de absorción del haz de prueba al hacer incidir el haz de acoplamiento circularmente polarizado para producir una anisotropía óptica. El análisis de la rotación de las componentes de polarización del haz de prueba permite generar una señal de dispersión útil que puede emplearse para anclar en frecuencia el láser de 776 nm sin usar la técnica DAVLL propuesta por Becerra[1]. Nuestros resultados son consistentes con trabajos anteriores como Gea-Banacloche[2], Grove[3] y se amplían las posibilidades de anclaje de láser a transiciones entre estados excitados propuestos por Becerra[1]. La fluorescencia de 420nm asociada al decaimiento 6P_J→5S_{1/2} fue observada. [1] F. E. Becerra, et. al., JOSA B, 26, (2009). [2] J. Gea-Banacloche, et. al., Phys Rev A, 51, (1995). [3] T. T. Grove, et. al., Phys Scripta, 52, (1995).

Tomografía de sistemas de espín

Armando Figueroa y Octavio Castaños.

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.

figueroarmando@yahoo.com.mx

Se presentan métodos de reconstrucción de la matriz densidad para sistemas de espín definido. (A) en términos de los valores esperados de productos de operadores de espín ; (B) de mediciones dipolares del espín en 4s +1 ángulos azimutales y a un ángulo polar fijo; (C) por medio de una integración del tomograma correspondiente; y (D) la utilización de inversas de matrices no cuadráticas.

Procesos de adquisición de imagen en el laboratorio de átomos fríos del ICN. Control de obturación de una cámara CCD y su calibración en tiempo e intensidad.

M. Carrillo Fuentes, F. Ramírez-Martínez, C. Mojica, J. Flores Mijangos, J. Jiménez-Mier.

Instituto Ciencias Nucleares, UNAM.

m.azulcielo@gmail.com

Se presentan avances en el desarrollo del sistema de adquisición de imágenes por absorción del laboratorio de átomos fríos. La obturación de una cámara CCD (Charged-Coupled Device) es controlada mediante un programa desarrollado en LabVIEW para el chasis PXI-1042Q. Una tarjeta PXI-6602 genera pulsos de disparo con secuencias temporales bien definidas, los cuales son responsables de controlar la obturación de la cámara CCD determinando tanto el momento de inicio de la exposición como la duración de la misma. La imagen obtenida se transfiere a la computadora mediante un módulo PXI-1411. Utilizando este sistema se determinó un tiempo de

retraso de 4 microsegundos entre el pulso de disparo y el momento de inicio de la obturación. Así mismo, se realizó la calibración de la señal registrada en las imágenes en función de la potencia luminosa que incide sobre el CCD para diferentes tiempos de obturación. Con este fin en mente se hizo incidir sobre el chip CCD un haz láser colimado con una longitud de onda de 780nm y un perfil gaussiano ovalado. Se registraron series de imágenes con diferentes tiempos de obturación y con diferentes valores de la potencia incidente. Piormente se analizaron las imágenes adquiridas y se reconstruyó el perfil del haz pixel por pixel con el fin de conocer el valor de la constante de proporcionalidad entre el número de cuentas generadas y la potencia luminosa incidente sobre cada pixel. En conclusión, este procedimiento nos permitirá en un futuro determinar el número de átomos registrado por nuestro sistema de detección, así como el rango de operación por debajo del límite de saturación del CCD.

Efficient construction of Hamiltonian operators for adiabatic quantum computation of SAT

William de la Cruz de los Santos, Guillermo MOes-Luna.

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN.

cwilliam@computacion.cs.cinvestav.mx

Adiabatic Quantum Computation (AQC) was introduced by E. Farhi et al. and applied to solve optimization problems. It is based in the construction of an initial Hamiltonian operator which is easy to construct and a final Hamiltonian operator which codify the optimal solution of the given optimization problem. AQC makes use of the Adiabatic Theorem to approximate solutions of the Schrodinger equation in which a slow evolution occurs. The Hamiltonian operators constructed in AQC, for convenience are required to be locals. Local Hamiltonian operators are represented as a sum of Hamiltonians which operate in a finite number of qubits. A complete treatment of AQC applied to the MAX-SAT problem is given, the initial and final Hamiltonian are constructed in order to simulate AQC in a efficient way. We propose a procedural construction of the Hamiltonian operators for AQC to avoid the direct tensor product construction.

Desarrollo de un dispositivo versátil de enfocamiento láser de alta resolución

Alejandro Kayum Jiménez Zenteno, Mathieu Hautefeuille, Víctor Manuel Velázquez Aguilar.

Facultad de Ingeniería, Facultad de Ciencias, UNAM.

zen.kayum@gmail.com

Se presenta el desarrollo de una plataforma versátil permitiendo el enfocamiento preciso de un haz láser con varias aplicaciones en electrónica, biología y óptica. El sistema óptico de un quemador multifunción CD/DVD enfoca haces láser de dos longitudes de onda (650nm y 780nm) a

escala micrométrica de forma estable y en un amplio rango de potencias eléctricas. Aprovechando esa tecnología existente, se elaboró un equipo de bajo costo que permite un control preciso de los parámetros de tiempo de exposición, distancia focal y potencia del haz, críticos en la fabricación directa de microestructuras 3D por grabado o crecimiento localizado. El equipo es también una alternativa para pinzas ópticas, acelerómetro y enfocamiento en cristales no lineales. Con este fin, se modificó una base de microscopio para ofrecer un control micrométrico de altura (eje z) al sistema óptico con un motor de pasos rotacional de $0.72^\circ/\text{paso}$. Una plataforma motorizada en el plano (x,y) proporciona dos grados de libertad adicionales con micromotores de pasos longitudinales. Se desarrolló un sistema electrónico de encendido de haz que establece tiempo y potencia de exposición. Finalmente, el punto de enfocamiento se puede determinar visual y eléctricamente con un arreglo óptico y un fotodetector. El dispositivo tridimensional de grabado láser se controla completamente por computadora vía Visual Basic. La implementación final permite reportar resultados preliminares de microfabricación muy prometedores.

Anomalías en los gases ideales de Bose y de Fermi a bajas dimensiones

Israel Chavez Villalpando, Marcela Grether, Manuel de Llano.

Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM.

israelito@ciencias.unam.mx

En el gas ideal de Fermi se dio una interpretación física a una curiosa “joroba” que aparece [1] tanto en el potencial químico $\mu(T)$ como en el calor específico en función de la temperatura absoluta T para cualquier dimensión espacial $d < 2$, entera o no. Esto contrasta con el familiar decremento monótono para $d \geq 2$. La altura de la joroba se incrementa sin límite cuando d disminuye a cero donde $\mu = +\infty$. Esta divergencia positiva en $d = 0$ (punto cuántico) se argumenta como una clara manifestación del Principio de Exclusión de Pauli en donde dos fermiones sin espín no pueden situarse uno sobre otro en el espacio de configuración. La joroba es así un obvio precursor de esta manifestación. También se reexamina el gas ideal de Bose para $d < 2$ y se encuentra [2] que es imposible confinar ni un solo bosón en $d = 0$ al exhibir la divergencia opuesta, $\mu = -\infty$. Se puede argumentar que ambas divergencias son debido al Principio de Incertidumbre de Heisenberg. 1.M. Grether, M. de Llano & M.H. Lee, Int. J. Mod. Phys. B 23, 4121-4128 (2009) 2.I. Chávez, M. Grether & M. de Llano, Physica E. Enviado.

Un caso de estudio para transferencia adiabática de población en un sistema de cuatro niveles: producción de estados de Rydberg en rubidio.

José I. Jiménez Mier y Terán, J. Flores-Mijangos, F. Ramírez-Martínez, D. Sahagún-Sánchez, C. Mojica, y M. Carrillo.

Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM.

jimenez@nucleares.unam.mx

El empleo de pulsos laser en secuencia contraintuitiva para transferir población de manera eficiente entre estados con vida media larga (STIRAP) es un proceso bien conocido y probado con sistemas de tres niveles. Ha habido también una amplia discusión sobre esquemas de transferencia adiabática para más de tres niveles. En este trabajo se presentan resultados de cálculos STIRAP para la transferencia de población en la escalera $5s \rightarrow 5p_{3/2} \rightarrow 5d \rightarrow n\ell$ en rubidio atómico, conectados por láseres de prueba (W_p), de acoplamiento (W_c) y Stokes (W_s). Los cálculos emplean parámetros accesibles a los sistemas empleados en nuestro laboratorio. Se demuestra que si se utiliza la secuencia contraintuitiva (se inicia con pulso Stokes y se concluye con pulso de prueba) y el láser de acoplamiento de mantiene en resonancia durante el proceso completo, se debe lograr una transferencia eficiente de población a los estados de Rydberg $n\ell$. La población de los estados intermedios de vida corta nunca supera al 1%. El cálculo también permite estudiar las escalas de tiempo para satisfacer la condición de transferencia adiabática. Se presentan también los resultados de cálculos para probabilidades de transición dipolar eléctrica entre el nivel $5d$ y estados de Rydberg que permiten evaluar la conveniencia del proceso STIRAP de cuatro niveles.

Correlaciones estacionarias de dos átomos forzados interactuando con el campo electromagnético

Luis Octavio Castaños Cervantes, R. Jáuregui.

Instituto de Física, UNAM.

locj@yahoo.com

Consideramos dos átomos de dos niveles en posiciones fijas forzados por un láser monocromático e interactuando colectivamente con el campo electromagnético del vacío. Se usa una ecuación maestra markoviana en la forma de Lindblad para describir la dinámica de los dos átomos y el estado estacionario se obtiene analíticamente para dos configuraciones de los átomos. Se determinan las poblaciones estacionarias de los niveles de energía de los átomos, así como, el enredamiento, discordia cuántica y grado de mezcla. Se encuentra que forzar a los dos átomos es ineficiente para la creación de correlaciones estacionarias cuando los átomos están en posiciones equivalentes. Cuando los átomos están en posiciones no equivalentes se pueden generar enredamiento y discordia cuántica con valores considerables. Se muestra que se puede obtener un

estado X para intensidades altas del campo del láser y se investiga el comportamiento y relaciones entre las correlaciones como función de la distancia entre los átomos y de la intensidad del campo del láser.

Dinámica semiclásica de átomos térmicos en redes ópticas

Jesús Alonso Castañeda Montes, R. Pérez Pascual y R. Jáuregui.

Instituto de Física UNAM y Posgrado en Ciencias, Universidad Autónoma de Estado de Morelos.

tabacaria@fisica.unam.mx

Se estudia la dinámica semiclásica de átomos neutros atrapados en redes ópticas generadas por haces Bessel. Esta dinámica puede ser caótica, lo que depende de parámetros como la intensidad del campo y el desintonamiento entre la frecuencia de éste y la frecuencia de la transición atómica. Trabajamos con desintonamientos grandes para simular una trampa FORT y mantenernos en un régimen cuasi hamiltoniano. También mostramos indicios de difusión anómala en estos sistemas.

Estudio de las propiedades espectro-tempOes de fotones individuales anunciados

X. Sánchez-Lozano, Alfred B. U'Ren, J. L. Lucio.

División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato, Campus León.

xochitlsl@gmail.com

En este trabajo estudiamos fuentes anunciadas de fotones individuales, construidas a partir de fuentes de parejas de fotones basadas en el proceso de conversión paramétrica descendente. Específicamente, estudiamos las propiedades espectro-tempOes de los fotones individuales anunciados en función de las propiedades de enredamiento de las parejas de fotones. Analizamos la utilización de un bombeo pulsado con chirp, i.e. obtenido al transmitir los pulsos de bombeo por un medio dispersivo, sobre las propiedades de los fotones individuales. Encontramos que el chirp en el haz de bombeo constituye una herramienta poderosa para acondicionar las propiedades de los fotones individuales anunciados.

Fluctuaciones de fotones en puntos cuánticos de CdSe y CdS

Cristian Selene Coria Monroy, Pilar Carreón, Mérida Sotelo, María del Carmen Ortega Alfaro, José Guadalupe Cortés, Enrique López Moreno, Marcela Grether y Víctor Velázquez.

Facultad de Ciencias, UNAM.

corimone@yahoo.com.mx

Fabricamos películas delgadas con puntos cuánticos de CdSe y CdS. Analizamos la distribución espectral de la emisión para ambas muestras, así como su densidad sobre la película. Realizamos una comparación de la emisión de los puntos cuánticos de CdS cuando son irradiados con rayos gamma. Finalmente revisamos la transición entre las diferentes estadísticas de fotones para diferentes ventanas de coincidencia en un arreglo de Hanbury-Brown y Twiss. Los puntos cuánticos de CdS fueron sintetizados e irradiados en el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM.

Correlación espacial de fotones con momento angular orbital

Nidia Escamilla Bojorgues, Sara Cruz y Cruz, y Víctor Velázquez.

UPIITA, IPN.

nidiapoet@hotmail.com

Las fuentes de luz pueden ser clasificadas por sus estadísticas: Super-Poisson, Poisson y Sub-Poisson. La última fuente se considera ideal para experimentos de óptica cuántica. Fenómenos como los estados enredados o alta correlación se utilizan ahora en las herramientas tecnológicas. El enredamiento en las propiedades del fotón como energía, momento angular y momento lineal, se pueden desarrollar con los avances de la óptica no lineal. En este trabajo presentamos un estudio de la correlación en el Momento Angular Orbital (MAO) de los fotones producidos por conversión espontánea paramétrica descendente (SPDC).

Indistinguibilidad de fotones y la interferencia cuántica

Luis Fernando Quezada Mata, Enrique López Moreno, Marcela Grether y Víctor Velázquez.

Facultad de Ciencias, UNAM.

lfqm1987@gmail.com

En este trabajo regresamos al experimento de la interferencia con fotones individuales para revisar varias sutilezas del experimento que provienen del carácter cuántico de la fuente:

Indistinguibilidad y suma sobre las historias. En un patrón de interferencia, para cada diferencia de camino óptico, se tiene una probabilidad de que el fotón salga por una de las dos salidas del divisor de haz, esto puede entenderse utilizando la diferencia de camino óptico entre los dos caminos posibles dentro del interferómetro de Mach-Zehnder, pero también puede explicarse en términos de la diferencia de probabilidades de que el fotón entre por cada uno de los dos puertos posibles del interferómetro. En este experimento obtenemos interferencia cuántica de fotones individuales producidos por conversión paramétrica descendente utilizando un cristal no lineal BBO-I, bombeado por un láser violeta de 405 nm de 25 mW.

Enredamiento espacial de fotones producidos por conversión paramétrica descendente.

Raúl Caudillo Viurquez, Enrique López Moreno, Marcela Grether y Víctor Velázquez.

Facultad de Ciencias, UNAM.

rc_viurquez@ciencias.unam.mx

En un experimento de producción de fotones individuales con cristales no lineales, podemos obtener pares de fotones que tienen enredamiento espacial y/o en frecuencia. Este tipo de enredamiento se conoce como enredamiento en variables continuas. Obtenemos la matriz de coincidencias espaciales de fotones que provienen de un cristal BBO-I de 100 micrómetros de longitud, bombeado por un láser violeta de 125 mW. Para los filtros utilizados (810 nm \pm 10 nm) obtenemos un factor de enredamiento espacial en términos del índice de correlación espacial.

GENERACION DE HACES DE LUZ NO CONVENCIONALES TEORIA Y ALGUNOS EXPERIMENTOS

Gerardo Daniel Fernandez Sanchez, Victor Velazquez.

Faculta de Ciencias, UNAM.

xxgfs@yahoo.com

El estudio de la luz en tiempos recientes ha permitido avances en su comprensión y también resulta posible ahora confeccionar haces de luz a la medida para diversos propósitos, como por ejemplo pinzas ópticas, luz que mueve partículas, o potentes rayos láser. En este trabajo presentamos un modelo matemático relativamente sencillo que ha permitido explicar muchos resultados ya conocidos y hacer otras predicciones detalladas y también hace factible modelar haces de luz con propiedades específicas, como por ejemplo invariancia de translación (haces invariantes), momento angular, difracción controlada, interacciones cuánticas y otras más.

Estudio de la simetría del cono de fotones SPDC en coincidencias de fotones en cuatro detectores

Nadia Ramírez Cruz, Cuauhtli Martínez Guerrero, Miguel Bastarrachea Magnani y Víctor Velázquez.

Facultad de Ciencias, UNAM.

cuauhtli_86@hotmail.com

En la producción de fotones individuales por el método de conversión paramétrica descendente (SPDC) los fotones producidos en pares tienen simetría axial. En esta versión de detección de pares utilizamos un arreglo de cuatro detectores de avalancha dispuestos en forma de cruz. Nuestra estadística de pares de fotones proviene de los cuatro detectores. Esto nos permite realizar comparaciones simultáneas de la producción en dos lugares diferentes del cono. Medimos la simetría de producción y las desviaciones entre los fotones producidos en las cuatro zonas. Estrictamente hablando, medimos la función de correlación cuántica de cuarto orden. Realizamos una factorización de la misma en términos de un producto de funciones de correlación cuántica de segundo orden.

Electrónica de coincidencia de señales en 10 ns

Raul Martínez Ray, Víctor Velázquez, Marcela Grether, Enrique López-Moreno y Mark Beck.

Facultad de Ciencias, UNAM.

butsu_do@hotmail.com

En este trabajo mostramos la implementación de la electrónica necesaria para la detección de pares de fotones en intervalos de tiempo de 10 ns. En versiones anteriores, hemos trabajado con ventanas de coincidencia de 30 ns, ya que tomamos en cuenta que los pulsos que provienen de detectores de avalancha tienen un ancho temporal de 25 ns. Este nuevo dispositivo incluye un adelgazador de señales tipo TTL que permite reducir el tiempo de coincidencia. En este trabajo mostramos las pruebas de coincidencia aplicadas al experimento: La prueba de la existencia del fotón. El dispositivo fue ideado por M. Beck.

Impacto de la rutina de calibración a la seguridad de un sistema de distribución de claves cuánticas

Carlos Herman Wiechers Medina.

División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato, Campus León.

carherwm@gmail.com

Caracterizar las propiedades físicas del canal de transmisión y la calibración del hardware del sistema de criptografía son los prerequisites para establecer un canal cuántico para la distribución de claves cuánticas (QKD). Una implementación inapropiada de la rutina de calibración puede generar fatales problemas de seguridad. Se propone y se demuestra experimentalmente un método que induce un gran desajuste temporal entre las eficiencias de los detectores en un sistema de distribución de claves comercial al hackear la rutina de calibración de la longitud del canal. El desajuste inducido del orden de 450 ps, sirve como punto de partida para introducir un ataque de corrimiento temporal con estados falsificados. Calculamos la tasa de generación de errores cuánticos en una simulación de la operación de la rutina de calibración, usando todos los parámetros físicos bajo condiciones realistas. Se demuestra que el ataque propuesto genera una tasa de errores cuánticos menor al límite superior de tolerancia en protocolos de comunicación propuestos para este tipo de sistemas. Además proponemos una solución que permite evitar este tipo de hackeo, consecuentemente inutiliza el ataque que se propone.