

Fundamentos e Información Cuántica

Martes 27 de septiembre

Centro de Posgrado Sergio Karakachoff

203

14:00 - Entropías generalizadas en teorías estadísticas

Holik F¹, Bosyk G¹, Bellomo G², Portesi M¹

¹ Instituto de Física La Plata, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP-CONICET

² Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires

Estudiamos las entropías introducidas por Salicrú y colaboradores en una amplia familia de modelos probabilísticos [1]. Nuestro abordaje incluye a la mecánica cuántica [2] y a las teorías estadísticas clásicas como casos particulares. Describimos un método para generalizar la noción de espectro de un estado dado. Esto nos permite introducir una relación de mayorización en modelos generalizados [1]. Discutimos el rol que juega la mayorización en el estudio de las propiedades de las entropías generalizadas y algunos ejemplos [2].

[1]. F. Holik, G. M. Bosyk and G. Bellomo. Quantum Information as a Non-Kolmogorovian Generalization of Shannon's Theory. *Entropy*, (2015), 17 (11), 7349-7373; doi:10.3390/e17117349.

[2]. G. M. Bosyk, S. Zozor, F. Holik, M. Portesi and P. W. Lamberti. A family of generalized quantum entropies: definition and properties. *Quantum Information Processing*, (2016), Volume 15, Issue 8, pp 3393-3420.

14:23 - EPR-steering: cuántico y post-cuántico

Sainz A B¹

¹ Perimeter Institute for Theoretical Physics (Waterloo, ON, Canada)

El descubrimiento de que la naturaleza es incompatible con los modelos de variables ocultas locales ha revolucionado nuestra manera de entender la realidad y abre la puerta al desarrollo de tecnologías cuánticas. EPR-steering es una forma de no-localidad similar a la de los escenarios de Bell en un paradigma "semi-device-independent". En EPR-steering, algunas de las partes involucradas en el experimento no consideran sus procedimientos experimentales como si fuesen cajas negras. En esta charla daré una introducción sobre el fenómeno de EPR-steering, poniendo énfasis en las predicciones de teorías clásicas, cuántica y post-cuánticas.

14:46 - Generación e implementación de qudits espaciales multidimensionales

Varga J J M¹, Rebón L², Ledesma S¹, Lemmi C¹

¹ Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - Universidad de Buenos Aires

² Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata

Presentamos una arquitectura óptica que hace posible preparar y caracterizar tomográficamente estados cuánticos en un espacio de Hilbert de alta dimensión. Tanto la preparación del estado como el proceso tomográfico son llevados a cabo mediante pantallas de cristal líquido, trabajando como moduladores espaciales de luz puros de fase. En el primer dispositivo, mediante una codificación apropiada, es posible generar qudits espaciales a través de estados de rendija que discretizan el momento transversal de los fotones incidentes. La modulación compleja nos permite sintetizar estados arbitrarios, tanto puros como con diferentes grados de pureza, de manera eficiente y controlada. Un segundo modulador es utilizado para la implementación del proceso tomográfico mediante mediciones proyectivas en bases arbitrarias. Los resultados muestran que esta arquitectura, compuesta por unos pocos elementos ópticos, permite preparar y medir estados cuánticos de dimensión $D \geq 2$ con alta fidelidad. Una vez caracterizado el sistema es posible implementar canales cuánticos que modifiquen los estados de entrada. Esto se realiza mediante tomografía de procesos cuánticos, la cual permite obtener una representación del proceso que realiza el canal cuántico. Este método consiste en una serie de tomografías de estados sobre una base de reconstrucción que ha sido afectada por este canal. Hemos caracterizado procesos computacionales típicos como bit flips y canales depolarizantes obteniendo altas fidelidades de reconstrucción.

15:09 - Transición dinámica y acoplamiento con el entorno en qubits superconductores forzados

Domínguez D^{1 2}, Ferron A³, Gramajo A L^{1 2}, Sánchez M J^{1 2}

¹ Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica

² Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo

³ Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (CONICET - Universidad Nacional del Nordeste)

La realización experimental de la interferometría de Landau-Zener-Stueckelberg (LZS) ha emergido como una herramienta para el estudio de coherencia cuántica en sistemas fuertemente forzados. En sistemas de dos niveles bajo una fuerza ac la fase acumulada luego de la repetición periódica de eventos de tunelaje LZS en cruces evitados, da lugar a interferencias constructivas o destructivas dependiendo de la amplitud de la fuerza ac y de la distancia ("detuning") respecto del cruce evitado. Hemos estudiado interferometría LZS en qubits superconductores acoplados a un baño Ohmico. Encontramos una transición dinámica en donde hay un cambio en la simetría

de la estructura del patrón de interferencia LZS, en función de la amplitud ac y del "detuning". Discutimos el efecto del tipo de acoplamiento entre el qubit y el baño Ohmico y compararemos con experimentos en qubits de flujo.

15:32 - Implementación fotónica de un simulador de clonación de estados cuánticos

Knoll L T^{1 2}, López Grande I H^{1 2}, Larotonda M A^{1 2}

¹ Departamento de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CITEDEF) - UNIDEF - CONICET

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

Se presentan los resultados de la implementación experimental de un algoritmo cuántico que simula una máquina de clonación de estados cuánticos sobre el ecuador de la esfera de Bloch (PCCM por sus siglas en inglés). En esta implementación fotónica, un qubit codificado en el estado de polarización de un fotón es clonado a un qubit de camino del mismo fotón, que es identificado como un posible espía en un protocolo de distribución cuántica de claves. El arreglo tiene la flexibilidad para simular máquinas de clonación óptimas y no-óptimas, así como también versiones espejadas que permiten clonar de manera óptima los estados sobre el hemisferio norte o sur de la esfera de Bloch. Realizando una secuencia aleatoria de estos dos clonadores simétricos el espía puede disminuir la cantidad de ruido agregado a la copia y por lo tanto ocultar su presencia.

Miércoles 27 de septiembre

Centro de Posgrado Sergio Karakachoff

203

14:00 - Laboratorio de iones y átomos fríos: avances y proyectos

Schmiegelow C T¹

¹ Departamento de Física e Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA, UBA-CONICET)

Contaré de el grado de avance de la instalación de Laboratorio de Iones y Átomos Fríos en el Departamento de Física e Instituto de Física de Buenos Aires, UBA-CONICET. Los primeros experimentos que estamos haciendo, los que se vienen pronto y un plan a mediano y largo plazo. Estos incluyen experimentos con iones y átomos fríos, así como nano y micro partículas. Estamos interesados en poder observar nuevos regímenes en los que la luz interactúa con la materia y poder utilizarlos para aprender sobre los fundamentos de la Mecánica Cuántica así como aplicar estas ideas al desarrollo de tecnologías cuánticas.

14:23 - Optimizando sensores cuánticos con teoría de la estimación y control dinámico cuántico

Zwick A¹, Álvarez G A¹, Kurizki G²

¹ Centro Atómico Bariloche - CONICET, Comisión Nacional de Energía Atómica

² Weizmann Institute of Science, Israel

Los sensores cuánticos son tecnologías cuánticas en pleno auge, revolucionarias por traspasar los límites de resolución en aplicaciones que van desde termometría y magnetometría hasta el diagnóstico por imágenes en medicina. Para consolidar esta nueva tecnología es imprescindible el control de la unidad de información cuántica, el qubit, que sirve de sensor. En este seminario contaré como optimizar la funcionalidad de un sensor cuántico, mediante control dinámico, para maximizar y caracterizar la información que se puede extraer de su entorno.

Además, revelaré un comportamiento crítico, similar a una transición de fase, de la información extraíble por el sensor, sobre el tiempo de memoria de las fluctuaciones del entorno. Esta transición de fase de la información del entorno es un aspecto fundamental que caracteriza la dinámica de sistemas cuánticos abiertos y facilita la mayor precisión en la estimación del tiempo de memoria del entorno bajo restricciones experimentales.

Las estrategias de control dinámico de qubits que discutiré, sirven además para manipular la información cuántica para diversos fines.

14:46 - Asamblea de división

Jueves 28 de septiembre

Centro de Posgrado Sergio Karakachoff

203

14:00 - Transición cuántico-clásica para la distribución de la probabilidad de trabajo en sistemas caóticos

García-Mata I¹

¹ Universidad Nacional de Mar del Plata

La distribución de trabajo es una cantidad fundamental en la termodinámica fuera del equilibrio principalmente debido a su relación con los teoremas de fluctuaciones. En este trabajo desarrollamos una aproximación semiclásica a la probabilidad de trabajo, para un proceso tipo quench y sistemas caóticos genéricos, que permite una conexión entre las distribuciones clásica y cuántica. Nos basamos en la dephasing representation (de Vanicek y Heller) del eco de Loschmidt y en la conjetura ergódica, que dice que la función de Wigner de autoestados típicos de un Hamiltoniano caótico está equidistribuida en la capa de energía. Usamos simulaciones numéricas en un sistema paradigmático como es el estadio para mostrar la precisión de nuestra expresión.

14:23 - Estabilización de resonancias de dos electrones en puntos cuánticos semiconductores dentro de un nanohilo

Garagiola M¹, Pont F M¹, Osenda O¹

¹ Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba

La presencia de un campo magnético en sistemas de pocos electrones tiene grandes consecuencias, como por ejemplo, modificar el espectro del sistema y hasta generar estados ligados. En el presente trabajo se estudia como las resonancias (estados metaestables) de uno y dos electrones en puntos cuánticos se convierten en estados ligados bajo la acción de un campo magnético. El punto cuántico se encuentra confinado dentro de un nanohilo y la geometría y dimensiones, tanto del nanohilo como del punto cuántico, son similares a los usados en configuraciones experimentales. Inicialmente se resuelve el problema tridimensional de un electrón. Usando magnitudes físicas provenientes de la teoría de la Información Cuántica, se analiza la separabilidad de la función de onda de la resonancia respecto a las coordenadas. Con estos resultados se proponen e implementan diferentes formas de realizar una aproximación de confinamiento lateral con el objetivo de obtener un modelo simple para la obtención del campo magnético crítico para el cual el estado resonante se torna un estado ligado.

Finalmente se aplica la aproximación de confinamiento lateral al problema de dos electrones en el nanohilo, se observa que dentro de esta aproximación es posible encontrar los campos críticos para la ligadura tanto de un electrón como de dos electrones. Más aun, se observa que la ligadura de la resonancia de dos electrones puede ocurrir para campos magnéticos mayores a los críticos de un electrón.

14:46 - Factorización en sistemas de espines: resultados rigurosos e ingeniería de estados separables

Cerezo M^{1 2}, Rossignoli R^{1 2 3}, Canosa N^{1 2}

¹ Instituto de Física, Facultad de Cs. Exactas, Universidad Nacional de La Plata

² Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata

³ Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires

Los sistemas de espines interactuantes ofrecen una representación escalable de qubits apta para implementar esquemas de procesamiento cuántico de información. Típicamente, los autoestados exactos de estos sistemas son estados entrelazados, aun en presencia de campos magnéticos externos. No obstante, bajo ciertas condiciones los mismos pueden poseer un estado fundamental exactamente separable (es decir, "factorizado") en el que los espines no están necesariamente alineados en la dirección del campo aplicado. En este trabajo se presentan resultados rigurosos sobre el fenómeno de factorización bajo campos generales, no necesariamente uniformes o transversos.

Se demuestra que dadas direcciones de alineación arbitrarias de los espines en una red, siempre existen campos magnéticos y acoplamientos tipo XYZ no nulos entre cada par de espines tales que el Hamiltoniano asociado posee un estado fundamental exactamente separable, no degenerado, con los espines alineados en las direcciones especificadas. Se demuestra también que en cadenas abiertas con acoplamientos arbitrarios fijos de primeros vecinos, siempre existen campos tales que el sistema posee un estado fundamental exactamente separable, compatible con una dirección de alineamiento arbitraria elegida en uno de los sitios. Finalmente, se demuestra que el entrelazamiento de pares siempre adquiere propiedades críticas en la inmediata vecindad de estos puntos. Asumiendo cierto control sobre los campos y/o acoplamientos, estos resultados permiten diseñar una ingeniería de estados separables, aptos para ser utilizados como estados iniciales en algoritmos cuánticos o esquemas de quantum annealing. Se discuten asimismo ejemplos específicos tales como espirales de espín en sistemas XXZ.

15:09 - Entropías de entrelazamiento de un modelo quasi-exactamente soluble

Pont F M¹, Osenda O¹, Serra P¹

¹ *Facultad de Matemática Astronomía y Física - Universidad Nacional de Córdoba*

El modelo de Calogero regularizado es quasi-exactamente soluble. Por regularizado se entiende que en el modelo de Calogero se introduce una distancia de corte que previene que el potencial de interacción entre partículas sea divergente cuando la distancia entre las mismas tiende a cero. El carácter de quasi-exactamente soluble implica que el espectro y las correspondientes auto-funciones son conocidas exactamente para valores particulares de los parámetros del Hamiltoniano. En el caso en estudio, las soluciones exactas son conocidas sobre curvas en el espacio de parámetros formado por la distancia de corte y la intensidad de la interacción entre las partículas. Se muestra que cuando sobre dichas curvas es posible obtener las funciones de onda de dos partículas, la matriz densidad reducida de una partícula y el espectro de entrelazamiento, todos en forma exacta. Además, se muestra que estudiando la entropía de Rényi para valores arbitrarios de los parámetros del Hamiltoniano es posible re-obtener los valores donde el sistema es exactamente soluble.

15:32 - Simulación del efecto Casimir Dinámico con iones atrapadosFarías M B¹, Paz J P¹

¹ *Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires and Instituto de Física de Buenos Aires, CONICET, Ciudad Universitaria, Buenos Aires 1428, Argentina*

En este trabajo estudiamos de manera teórica la posibilidad de simular el efecto Casimir dinámico utilizando la menor cantidad posible de iones fríos atrapados en una trampa de Paul lineal. Se plantea la posibilidad de utilizar el Efecto Casimir dinámico para entrelazar el estado electrónico de los iones.