Implementación de un sistema de adquisición y procesamiento de imágenes de la interacción de luz con un vapor atómico

Santiago Villalba

La adquisición de la imagen de luz que interacciona con un sistema atómico permite estudiar proceso como el transporte coherente de la luz en medios atómicos o la distribución espacial de la fluorescencia atómica. La adquisición de imágenes por una cámara requiere el desarrollo de un montaje óptico así como el control de los parámetros de la cámara (tiempo de exposición, ganancia). Además debe realizarse una calibración parámetros de la cámara. Otro aspecto importante es el control de la cámara por una señal de activación (trigger). Las imágenes obtenidas deben procesarse para obtener información relevante de la situación física como distribución estadística de la intensidad y sus correlaciones espaciales. Este trabajo experimental se enmarca en las líneas de trabajo experimental que se llevan a cabo en el Laboratorio de Física Cuántica y Atómica.

Propuesta de Pasantía del Laboratorio de Física Cuántica y Atómica (FCA)

Título: Iniciación a la manipulación, excitación y observación de átomos fríos

Orientadores: Dr. Arturo Lezama, Dr. Horacio Failache.

Resumen:

En el grupo de Física Cuántica y Atómica estudiamos a nivel experimental y teórico la interacción entre átomos y radiación luminosa. Nos interesa particularmente aquellos procesos donde se ponen de manifiesto efectos puramente cuánticos tanto a nivel de los átomos como de la radiación.

El grupo se encuentra actualmente embarcado en un ambicioso proyecto que consiste en manipular átomos previamente enfriados en una trampa magneto-óptica a temperaturas próximas al cero absoluto (30 μK), excitarlos a estados de energía muy elevados (próximos al umbral de ionización) y colocarlos mediante una pinza óptica en las proximidades de un resonador de micro-ondas pasivo. Este dispositivo permitirá modificar, y eventualmente controlar, algunas propiedades cuánticas del sistema atómico y en el futuro se apunta a utilizarlo para el procesamiento cuántico de información.

Se espera que el pasante se familiarice paulatinamente con el montaje experimental y que realice aportes al proyecto en temas tales como la puesta a punto de la trampa magneto-óptica y la pinza óptica, la caracterización del resonador de micro-ondas, el modelado numérico de la detección, la realización de medidas, etc.

Observaciones atmosféricas por medio de la espectroscopía remota

Orientadores: Erna Frins, Nicolás Casaballe

Se propone integrar al Ayudante a los proyectos de monitoreo remoto atmosférico por medio de la espectroscopía de absorción óptica diferencial. Se abordarán temas relativos a la física de la atmósfera enfocados a la interacción de la radiación solar con la atmósfera y otros medios. A nivel de laboratorio, tendrá la oportunidad de conocer las herramientas más modernas de la espectroscopía remota. Los proyectos actuales para involucrarse son: análisis espectral y del conjunto de datos producto del monitoreo continuo de espectros solares, estudio de aerosoles del proyecto AERONET (NASA) y de pruebas y medidas que culminarán con la instalación un equipo en la Estación Antártica.

Microscopía Integral de Matrices de Mueller (Orientador: Dr. Ariel Fernández)

La microscopía polarimétrica permite la obtención de información de naturaleza vectorial de la luz que interactúa con una cierta muestra. Un avance significativo en el aporte de resultados cuantitativos ha sido dado por la incorporación del cálculo de matrices de Mueller. Se trata de una herramienta emergente para determinar características microestructurales de tejidos que ha ganado atención en varios estudios y aplicaciones biomédicos, especialmente diagnóstico patológico por sus significativas ventajas para distinguir cambios en tejidos de forma no invasiva y sin contacto.

La imaginería integral es por otro lado una técnica multiperspectiva bien establecida que permite acceder a información 3D partir de las imágenes elementales obtenidas bajo cada lentilla utilizada en la captura; la combinación de esta técnica en microscopía con sensado polarimétrico de matrices de Mueller resta aún por ser explorado.

La pasantía propuesta involucrará al estudiante en el desarrollo de un montaje de microscopía con capacidad tanto de sensado polarimétrico como de información 3D de la muestra bajo estudio. Adicionalmente, el estudiante participará en el análisis de las imágenes obtenidas con el objetivo de cuantificar, para distintos puntos de vista de la muestra, el grado de polarización lineal así como la matriz de Mueller correspondiente.

Título: **Microscopía Pticográfica de Fourier (*Fourier Ptychografic Microscopy*)**

Orientadora: Dra. Julia Alonso.

En los microscopios ópticos convencionales existe un compromiso entre la visualización de una mayor área de una muestra (*Field-of-View*) y la amplificación de una determinada región para observar detalles con mayor resolución. Abarcar un gran FoV, implica obtener una imagen de baja resolución y si se quiere una imagen con mayor resolución, puede amplificarse la imagen de la muestra ópticamente, pero a costa de un FoV reducido. Esto se conoce como producto de ancho de banda espacial de un microscopio. Para superar esta limitación óptica, una de las técnicas más novedosas es la microscopía pticográfica de Fourier. En este método, se adquieren múltiples imágenes con gran FoV y baja resolución, cada una iluminando a la muestra bajo diferentes ángulos (arreglo de LEDs). Cada una de estas imágenes está vinculada a una región en el dominio de frecuencias (espectro de Fourier). El objetivo es sintetizar un espectro mucho más amplio a partir de todas las imágenes, al cual luego se le aplica la transformada de Fourier, para reconstruir una imagen de la muestra de alta resolución y con gran FoV simultáneamente. La pasantía consiste en la familiarización con el método, así como el montaje de un dispositivo para una implementación sencilla.

Propiedades Ópticas de Semiconductores

Daniel Gau y Ricardo Marotti

Grupo de Física del Estado Sólido, Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República.

Esencialmente se trabajará midiendo las propiedades ópticas de materiales semiconductores. Se medirán espectros de transmitancia y fotoluminiscencia a temperatura ambiente y también su dependencia con la temperatura. Los potenciales materiales a estudiar son perovskitas de halogenuros metálicos y ZnO. En estos materiales se puede observar la formación de excitones (un sistema similar a un átomo de hidrógeno formado por un electrón y un hueco) incluso a temperatura ambiente. Variando la temperatura entre 10 a 300 K por medio de un crióstato óptico se pueden conocer los procesos a los que este excitón está sometido. Se estudiarán estas propiedades dependiendo de las condiciones de preparación de las muestras. Como las potenciales aplicaciones de las perovskitas son en celdas solares fotovoltaicas, de disponerse de las mismas, también se podrán realizar caracterizaciones optoelectrónicas. En el caso de las perovskitas también es interesante estudiar su estabilidad.

Título: ***Estudio de materiales grafénicos bidimensionales.***

Responsable: Enrique A. Dalchiele *(Laboratorio del Grupo de Física del Estado Sólido, Instituto de Física, Facultad de Ingeniería.)*

Resumen: Síntesis y caracterización de materiales grafénicos bidimensionales (2D). Estudio del óxido de grafeno (OG) y óxido de grafeno reducido (OGr). Estudio de sus propiedades estructurales (difracción de Rayos-X, espectroscopía Raman), química superficial, ópticas y eléctricas. Síntesis de puntos cuánticos de grafeno a partir del OG. Aplicaciones en sistemas de conversión de energía.

---.

Efecto de la compactación en las propiedades electrónicas de nanotubos de titanatos de sodio hidratados.

Sofia Favre, Lucia Amy.

Los materiales nanoestructurados de titanatos de sodio presentan muy buenas propiedades para ser aplicados como el material constituyente de los ánodos en las Baterías de Ión Sodio, que se presentan como una alternativa prometedora a las baterías de ion Litio, siendo este elemento costoso y escaso. Sin embargo el sodio es el cuarto elemento más abundante. Los titanatos no solo son empleados en la fabricación de baterías, sino que también pueden utilizarse en la conversión de energía fotovoltaica, aplicaciones biomédicas, sistemas catalíticos, aplicaciones ambientales (ej. purificación de agua y aire), sensores de humedad.

Se propone sintetizarlos empleando dos condiciones de síntesis mediante el método hidrotermal bajo presión endógena, donde ya se conoce que se obtienen nanotubos de titanato de sodio hidratados, para evaluar el efecto de la compactación en las propiedades estructurales, ópticas y de conducción. Es decir, que se realizarán pastillas con diferente presión de prensado y se estudiará cómo cambia el band gap óptico, la presencia de defectos en la estructura de bandas, los procesos y cambios de conducción con la temperatura, y de observarse, como se alteran las propiedades estructurales. Esto permitirá un mayor entendimiento de la performance del material para ser utilizado posteriormente en una batería.

Montevideo, 06 de octubre de 2023

Presentación de propuesta para el llamado de grado 1 con perfil experimental del Instituto de Física de Facultad de Ingeniería.

a) **TÍTULO**:

Construcción de un elipsómetro utilizando una impresora 3D y su utilización en la determinación del espesor de películas delgadas

b) **DOCENTES PARTICIPANTES:**

Javier Pereyra, Paulo Valente, Lorenzo Lenci

c) **RESUMEN:**

La elipsometría es una técnica que utiliza luz polarizada para caracterizar muestras de películas delgadas, permitiendo determinar los espesores e índice de refracción de los materiales involucrados. Sin embargo, los elipsómetros comerciales son instrumentos demasiado caros para nuestra realidad actual. En el GFES se ha implementado en forma casera medidas de los parámetros de Stokes utilizando láseres, polarizadores y retardadores de fase, obteniendo informaciones similares a las obtendidas por la elipsometría, pero estando limitada a la longitud de onda utilizada.

Una publicación reciente [1] sugiere una versión simplificada de elipsómetro que utiliza una impresora 3D para generar los suportes mecánicos que pueden ser adaptados a elementos ópticos ya existentes en el Laboratorio de Propiedades Ópticas del GFES, como las fuentes de luz, elementos polarizadores, detectores y espectrómetros.

La propuesta consiste en poner en práctica la construcción de dicho aparato para obtener un elipsómetro que pueda ser utilizado para medir el espesor y el índice de refracción de películas delgadas. El pasante deberá interpretar los planos y corroborar la compatibilidad con los elementos ópticos disponibles, generar las piezas utilizando las impresoras disponibles (Grupo de Óptica Aplicada – IFFI y Taller Mecánico de Fac de Ciencias), efectuar el ensamblado del aparato y efectuar las medidas sobre diferentes materiales.

[1] M. Mantia and T. Bixby, Am. J. Phys. 90 (6), (2022).

LABORATORIO DE ENERGÍA SOLAR
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

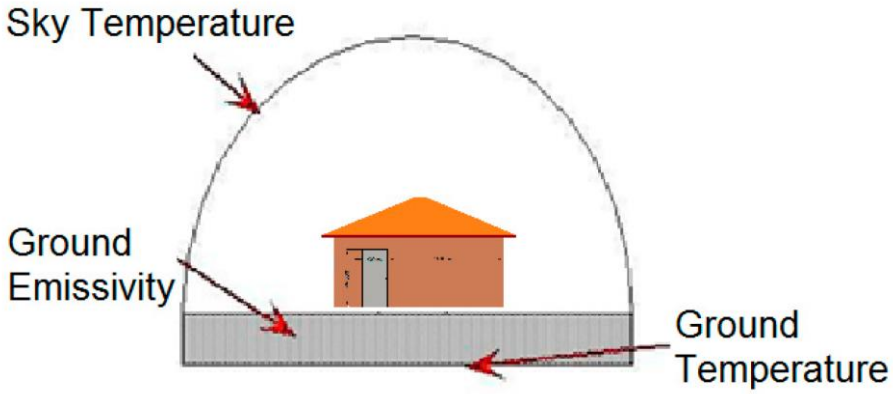
Propuesta de trabajo en el Laboratorio de Energía Solar, octubre 2023:

Estudio modelístico experimental de la Temperatura del Cielo

Orientadores: Italo Bove, Agustín Laguarda, Rodrigo Alonso

Resumen

Para calcular la transferencia de calor entre un objeto y el ambiente es necesario conocer la Temperatura del Cielo (TC). Existen modelos para estimar su valor en función de la temperatura ambiente, humedad, hora del día, y nivel de nubosidad. Si bien las tres primeras son fácilmente medibles, caracterizar el nivel de nubosidad tiene una mayor dificultad, sobre todo el poder hacerlo durante las noches.

Nuestro laboratorio cuenta con Pirgeómetros que miden la radiación infrarroja atmosférica, con lo que se puede estimar TC. Se cuenta además con una base de datos de imágenes de satelitales con canales de radiación infrarroja. Sin embargo, se tiene poca información sobre nubosidad, fundamentalmente nocturna.

Los trabajos a desarrollar pasan primero por revisar la bibliografía sobre el tema. Luego, se procesarán las bases de datos existentes buscando las variables relevantes para los diferentes modelos, así como ajustar los experimentos necesarios para la obtención de los datos faltantes. Con dichos datos se procede a probar los modelos de TC que se puedan aplicar a la región. Por último, se analizará si la información de los canales satelitales de radiación infrarroja puede aportar en el análisis de TC buscando una correlación en los datos.