



La microscopia espaciotemporal como potente herramienta para estudiar los fenómenos de transporte

Una revisión publicada recientemente en *Advanced Electronic Materials* por investigadores del ICN2, el ICFO y la Universidad de Vrije analiza la microscopia espaciotemporal como una técnica prometedora y versátil para observar y controlar los fenómenos de transporte. En ella, presentan las ventajas de esta técnica sobre las convencionales, muestran descubrimientos recientes en el transporte de partículas y calor, describen sus implementaciones experimentales y ofrecen información sobre posibles aplicaciones futuras.

February 26, 2024

Comprender los fenómenos de transporte -procesos que se originan a partir del movimiento de masa, carga o calor, ya sea espontáneo o inducido por una fuerza- es fundamental para la investigación de materiales y su adaptación a aplicaciones específicas. El estudio y control

de los fenómenos de transporte permite a los científicos observar procesos complejos que ocurren en la materia y, potencialmente, aprender como dirigirlos y explotarlos.

Algunas técnicas convencionales utilizadas para estudiar el transporte de carga o calor requieren contactos físicos (para aplicar estímulos y/o leer respuestas), lo que puede provocar efectos no deseados. Además, no siempre facilitan la distinción entre diferentes especies de partículas o portadores. Por el contrario, las técnicas ópticas no requieren contactos electrónicos y permiten a los investigadores centrarse en especies específicas de interés, gracias a la selectividad de la longitud de onda. Entre estas técnicas, **la microscopía espaciotemporal (SPTM, del inglés spatiotemporal microscopy)** se erige como un método particularmente prometedor para **estudiar los fenómenos de transporte visualizando la difusión o traslación espacial de las especies observadas en función del tiempo.**

El **Dr. Guillermo Brinatti-Vázquez** y **Giulia Lo Gerfo Morganti** del **Instituto de Ciencias Fónicas (ICFO, España)**, en colaboración con investigadores del Instituto Catalán de Nanociencia y Nanotecnología (ICN2, España) y la Universidad Vrije de Amsterdam (VU, Países Bajos), son los primeros autores de una revisión sobre microscopía espaciotemporal publicada recientemente en *Advanced Electronic Materials*. El ensayo analiza **sus implementaciones experimentales y algunas aplicaciones**, aportando ejemplos de fenómenos físicos interesantes descubiertos gracias a esta técnica.

Con la intención de ofrecer una visión general del tema, el artículo describe los principios de las mediciones ópticas resueltas temporalmente y la ventaja de observar tanto la evolución temporal como espacial del sistema estudiado. También se consideran los casos de transporte regidos por partículas o cuasipartículas y del calor electrónico o fonónico.

Varias implementaciones experimentales de la SPTM (como son la microscopía correlacionada en el tiempo, imágenes de campo amplio, escaneo de puntos y técnicas basadas en rejillas) son analizadas, destacando escenarios en los que una puede ser preferible a las demás. Después de proporcionar un breve resumen de la teoría del transporte, los autores proceden a presentar descubrimientos recientes relacionados con el transporte de partículas que han sido posibles gracias a estudios espaciotemporales, tanto en el caso de partículas como de transporte de calor. De hecho, esta técnica ofrece **ventajas notables en términos de escalas de tiempo, pudiendo resolver hasta los femtosegundos, y escalas de longitud, llegando hasta los nanómetros.**

Finalmente, se proporciona una perspectiva sobre **las aplicaciones o extensiones emergentes y futuras** de esta técnica. Los autores sugieren que la SPTM basada en fotocorriente desempeñará un papel crucial a la hora de conectar la dinámica del transporte con la funcionalidad y el rendimiento del dispositivo. Las SPTM de banda ancha y multidimensionales también son prometedoras, ya que permitirían separar las contribuciones de transporte de diferentes especies. Se requieren más desarrollos para habilitar el uso de esta técnica a la hora de resolver estructuras nanométricas cerca de interfaces o en otras situaciones en las que los fenómenos de difracción pueden dificultar su rendimiento. Otra

dirección de desarrollo interesante es la sustitución de los haces ópticos por haces de electrones, lo que conduciría a una resolución espacial muy alta.

La revisión pretende ser una introducción de referencia a la microscopía espaciotemporal para el estudio de los fenómenos de transporte en diferentes contextos y proporcionar directrices para los científicos interesados ??en incluir la SPTM en su i¿½caja e herramientasi¿½ para la investigac

Referencia bibliográfica

Guillermo D. Brinatti Vazquez, Giulia Lo Gerfo Morganti, Alexander Block, Niek F. van Hulst, Matz Liebel, Klaas-Jan Tielrooij, **Spatiotemporal Microscopy: Shining Light on Transport Phenomena**. Advanced Electronic Materials, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1002/aelm.202300584>