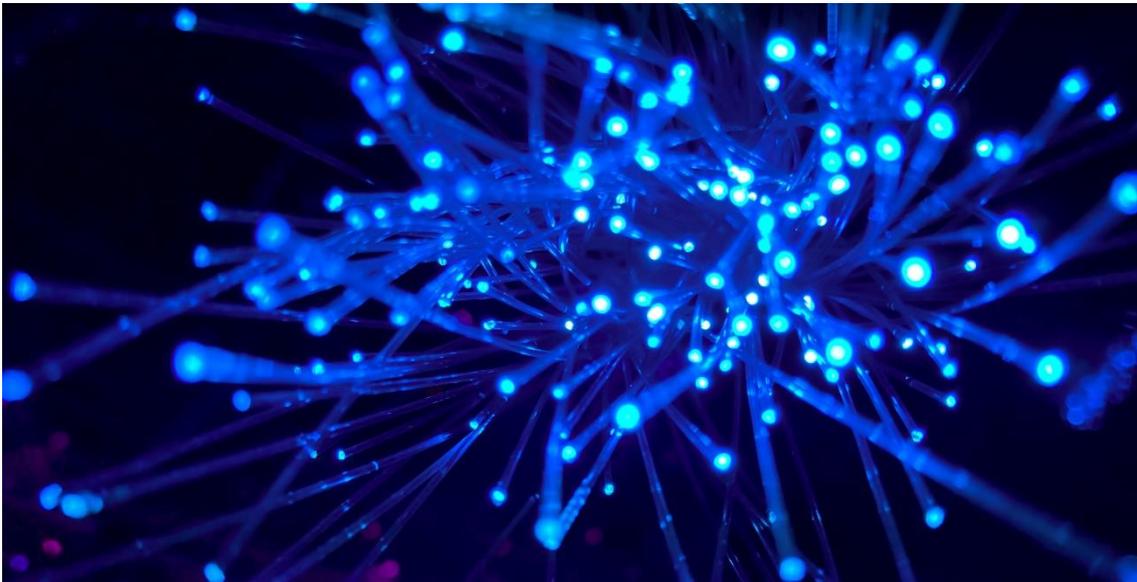




Madrid, martes 25 de octubre de 2022

Descubren la existencia de una ley física que crea un nuevo escenario de la fuerza que la luz ejerce sobre la materia

- Un equipo con participación del CSIC demuestra la existencia de un fenómeno que subyace en la presión de radiación de la luz y otras ondas electromagnéticas sobre la materia
- El hallazgo amplía la comprensión para el diseño en la manipulación óptica y la propulsión mediante la luz



El hallazgo constituye, según los científicos, un nuevo paradigma de la eficiencia mecánica de la luz sobre la materia. / Unsplash

Medir eficazmente la fuerza que la luz ejerce sobre ciertas moléculas y células es uno de los campos más relevantes de los últimos años en Física, Química y Biología. Hasta ahora, los trabajos utilizan la llamada Ley de conservación del tensor de Maxwell, que proporciona la fuerza real, o presión de radiación, que un haz de luz ejerce sobre un objeto. Una investigación con participación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) ha demostrado la existencia universal de una fuerza reactiva que se

opone y, por tanto, merma dicha presión de radiación. El hallazgo amplía la comprensión para el diseño en la manipulación óptica y la propulsión mediante la luz

El estudio, que se publica en la revista [Light: Science & Applications](#), ha sido elaborado por **Manuel Nieto-Vesperinas**, del [Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid](#) (ICMM-CSIC), y **Xiaohao Xu**, de la Academia China de Ciencias, demuestra que la teoría usada hasta la fecha, que únicamente hace uso del tensor de esfuerzos de Maxwell, solo describe la mitad de la física que entraña la presión de radiación. La otra mitad, que los investigadores desvelan y cuya ley formulan, viene caracterizada por la parte imaginaria de un tensor de esfuerzos complejo, que introducen los científicos y del cual el tensor de Maxwell es solo su parte real.

“Hemos descubierto la existencia de un fenómeno universal relativo a las fuerzas electrodinámicas, y ópticas en particular, que ejercen la luz u otras ondas electromagnéticas sobre una distribución de cargas y corrientes eléctricas en general, y de cuerpos o partículas en particular”, explica **Nieto-Vesperinas**.

El científico destaca que este hallazgo “constituye un nuevo paradigma de la eficiencia mecánica de la luz sobre la materia, y completa el panorama de las fuerzas electromagnéticas en la fotónica y la electrodinámica”. “Además, amplía nuestra comprensión para el diseño, tanto de la iluminación como de la materia, en la manipulación óptica y la propulsión mediante la luz, controlando la potencia de incidente y, por lo tanto, también permitirá reducir la disipación y el calentamiento provocado por la interacción”, añade.

Tensor de esfuerzos

Nieto-Vesperinas explica todo esto con una ley análoga de la Electrodinámica: el teorema de Poynting sobre la conservación de la energía electromagnética. Según este, el transporte de energía se mide de acuerdo a dos variables: una real, que es conocida, y otra imaginaria, que depende de los electrones y es alterna. Esta última, también llamada energía reactiva o reactancia, afecta de forma directa a la primera, y es esencial para los ingenieros que trabajan en el diseño de circuitos y antenas. Conocer esta potencia reactiva es crucial para poder optimizar la eficiencia de la energía que se emite. Ocurre igual con la luz, pero, hasta esta investigación, no se sabía de la existencia de esa fuerza imaginaria.

La ley de conservación de la cantidad de movimiento de las ondas electromagnéticas sirve para medir la fuerza de la luz sobre la materia y, hasta ahora, trabaja siempre con una única variable, que es real: el tensor de esfuerzos de Maxwell. Ahora, este nuevo trabajo demuestra que existe, además, una parte imaginaria de un tensor de esfuerzos complejo. Esto toca de lleno los fundamentos de la Electrodinámica en todo lo relativo a la propulsión de materia por la presión de radiación, a la creación de enlaces ópticos y a la manipulación de objetos por acción de la luz. Todo ello es, hoy en día, uno de los puntos calientes en el desarrollo de la macro y nano-ciencia. “Es una ley de conservación tan básica que, con el tiempo, es probable que sea incluida en los libros de texto de licenciatura y doctorado en Física e Ingeniería”, aventura Nieto Vesperinas.

Los autores reconocen las dificultades prácticas involucradas en el control preciso de la propulsión y la manipulación fotónica. Sin embargo, consideran que los rápidos avances “y la madurez actual de la propulsión y manipulación óptica de la materia justifican ahora la formulación de esta teoría”. Desde su punto de vista, este novedoso escenario completa un panorama interpretativo de la dinámica en la ciencia de la luz y la electrodinámica, y puede ser de gran utilidad para optimizar máquinas. “Además, sugiere la existencia de fuerzas reactivas en la acción mecánica de las ondas de sonido, fluidos, y de las ondas de materia, abriéndose así un enorme campo de investigación”, concluyen.

ICMM Comunicación / CSIC Comunicación

Manuel Nieto-Vesperinas y Xiaohao Xu. **The complex Maxwell stress tensor theorem: The imaginary stress tensor and the reactive strength of orbital momentum. A novel scenery underlying electromagnetic optical forces.** *Light: Science & Applications*. DOI: [10.1038/s41377-022-00979-2](https://doi.org/10.1038/s41377-022-00979-2)