Láseres ultraintensos

Por Tsuneyuki Ozaki

Los láseres son una de las invenciones más importantes del siglo xx y este año están cumpliendo su 60 aniversario. Su historia ha estado marcada por un progreso sorprendente que ha impactado múltiples campos en la ciencia y la tecnología. La particularidad de la luz láser radica en su coherencia que le permite producir ondas de luz con una relación de fase constante, tanto en el tiempo como en el espacio. Tal característica espacial y temporal permite concentrar la luz en pulsos muy breves del orden de femtosegundos[1] y en micrómetros.[2] Como resultado se pueden generar intensidades láser mayores a 10^{22} W·cm^{-2} (Nam *et al*., 2019), que equivalen a concentrar toda la luz solar incidente sobre la Tierra y enfocarla en una mancha de algunas decenas de micrómetros (mucho menor al grosor de un cabello), durante instantes tan breves como algunas decenas de femtosegundos.

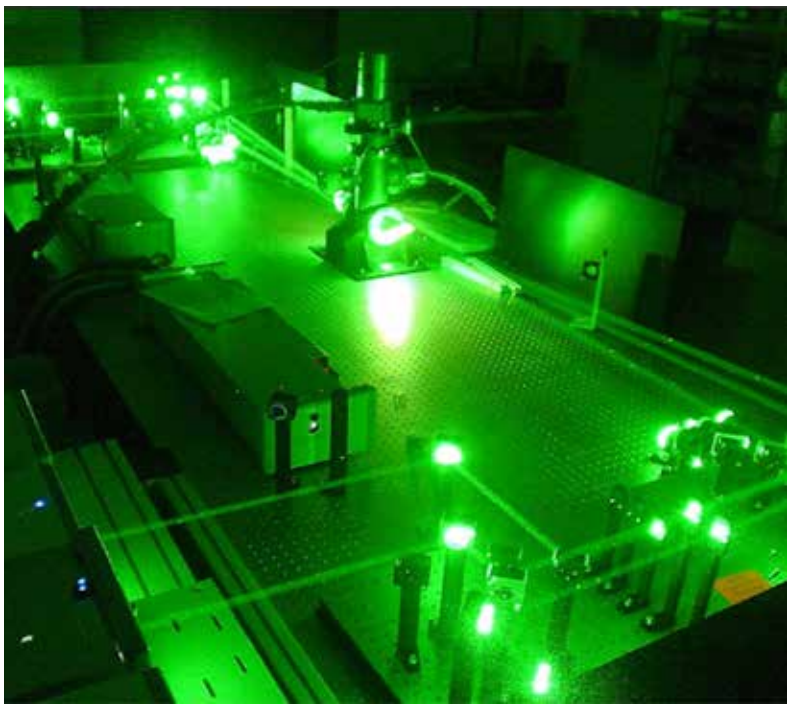

Foto: Tsuneyuki Ozaki

Los láseres ultraintensos están abriendo nuevos horizontes en la ciencia; por ejemplo, los científicos los usan para estudiar los fenómenos ópticos altamente no lineales, llamados generación de armónicos, para crear destellos de luz con attosegundos de duración[3] (Corkum y Krausz, 2007). Tales pulsos de luz extremadamente cortos pueden ser usados para conocer y controlar el movimiento de los electrones que orbitan las moléculas, permitiendo así el estudio avanzado de procesos cruciales en la química y la biología. Así, los láseres ultraintensos no sólo se usan para estudiar lo ultrapequeño ni lo ultrarrápido, sino también lo ultragrande, como sucede con los fenómenos astrofísicos de las supernovas y del medio interestelar (Remington, 2005).

Estos estudios son posibles escalando las leyes que relacionan la hidrodinámica de las interacciones del plasma

[1] Femtosegundo, milbillonésima parte de un segundo.
[2] Micrómetro, millonésima parte de un metro.
[3] Attosegundo, milésima parte de un femtosegundo.

láser ultraintenso con la de las estrellas masivas en nuestra galaxia. Estos láseres también están siendo aplicados en varios sectores de extrema importancia para la humanidad, como acelerar partículas cargadas (electrones y protones, por ejemplo) a muy altas energías (Malka *et al*., 2008). La aceleración de partículas con láseres puede ser mil veces mayor a la que se logra con aceleradores convencionales, volviéndolos así mucho más compactos. Tales aceleradores están encontrando aplicaciones potenciales en el tratamiento del cáncer (Linz y Alonso, 2016). Además, su compacidad eventualmente podrá permitir el diseño y desarrollo de aceleradores de peta-electronvolts,[4] que abrirán horizontes más allá del actual Modelo Estándar para la física de las partículas elementales.

Impulsados por su enorme potencial para el avance de la ciencia y la tecnología, existen varias instalaciones de láseres ultraintensos en funcionamiento o en desarrollo alrededor del mundo. La Unión Europea, por ejemplo, está invirtiendo 850 millones de euros para establecer su Extreme Light Infrastructure (Infraestructura de Luz Extrema), un proyecto ambicioso que busca generar las intensidades láser más altas y así estudiar las interacciones de la luz con la materia bajo condiciones extremas. En las instalaciones del Instituto Nacional de la Investigación Científica, cerca de Montreal, Canadá, la Advanced Laser Light Source (Fuente Avanzada de Luz Láser) ha realizado láseres ultraintensos desde el 2005. En reconocimiento a los avances científicos que están siendo posibles gracias a los láseres ultraintensos, el Premio Nobel en Física del 2018 fue otorgado a los profesores Donna Strickland y Gérard Mourou, dos pioneros en el desarrollo de la tecnología para incrementar significativamente los picos de intensidad de los láseres.

[4] Miles de billones de electronvoltios.

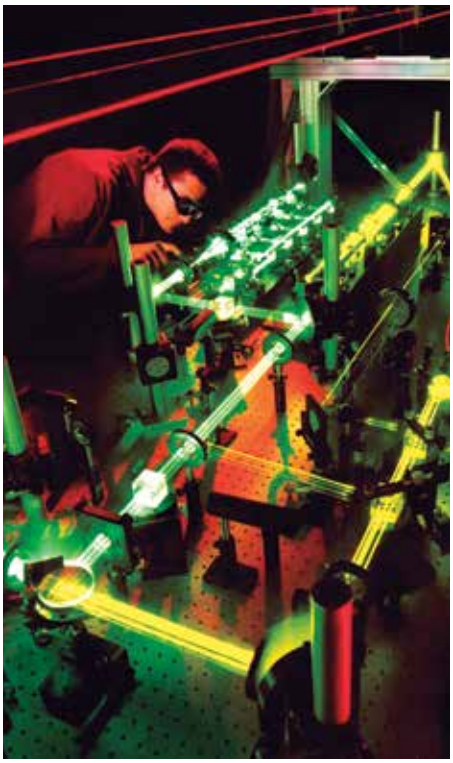

Foto: pixabay.com

Referencias

Corkum, Paul Bruce y Ferenc Krausz (2007). "Attosecond science", en *Nature Physics*, vol. 3, núm. 6, pp. 381–387.

Linz, Ute y Jose Alonso (2016). "Laser-driven ion accelerators for tumor therapy revisited", en *Physical Review Accelerators and Beams*, vol. 19, núm. 12, pp. 124802–8.

Malka, Victor *et al.* (2008). "Principles and applications of compact laser-plasma accelerators", en *Nature Physics*, vol. 4, noúm. 6, pp. 447–453.

Nam, Chang Hee *et al.* (2019). "Achieving the laser intensity of 5.5×1022 W/cm² with a wavefront-corrected multi-PW laser", en *Optics Express*, vol. 27, núm. 15, pp. 124802–8.

Remington, Bruce A. (2005) "High energy density laboratory astrophysics", en *Plasma Physics and Controlled Fusion*, vol. 47, núm. 5A, pp. A191–A203.



Tsuneyuki Ozaki es profesor en el Institut National de la Recherche Scientifique de Canadá. Del 2006 al 2012 dirigió el laboratorio de la Advanced Laser Light Source. Realiza investigación en radiación THz de alta intensidad y sus aplicaciones, generación de armónicos de altos órdenes y el uso de los láseres en la medicina. Ha sido miembro de la Junta Directiva del International Committee on Ultra-high Intensity Lasers (ICUIL) del 2008 al 2017, y desde el 2018 es el coordinador de la Comisión 17 en Física de Láseres y Fotónica, de la International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP).