

Science News

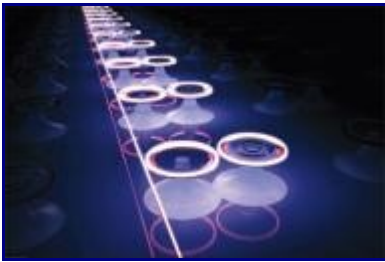
: Home_Casa / 08 de mayo 2010; Vol.177 # 10 / Característica

Más allá de la emisión con láser de luz

Los físicos se centran en su conjunto los nuevos tipos de ondas, desde las vigas del sonido y el plasma se hincha a la búsqueda de ondas en el espacio-tiempo

Por [Lisa Grossman](#)

[08 de mayo 2010; Vol.177 # 10](#) (P. 28)



Phonon LASERNEXT GENERATION LÁSERES: Una serie de láseres fonones, que utilizan pares de dispositivos-como parche de tambor (ver foto) para producir y amplificar las vibraciones, podría dirigir las ondas de sonido coherente. El láser fonón es sólo un ejemplo de lo que se viene en la ciencia del laser.Jiangang Zhu, Yang Lan

[Ver una lista de algunas de las instalaciones del mundo láser principales en la parte inferior de este artículo.](#)

Los láseres y la luz parecen tan inseparables como la nieve y el frío: Si usted tiene uno, usted tiene que tener el otro. Desde la presentación punteros a sable láser de Darth Vader, los láseres se han convertido en sinónimo de colores brillantes rayos de luz visible.

Pero no siempre fue así.

Los láseres que comenzó como una variedad especial del MASER - corto para la amplificación de microondas por emisión estimulada de radiación - que cambió la "luz" para "microondas". Poco después de la invención de estos dispositivos, los científicos propusieron otros "-asers" para las ondas electromagnéticas a través de la espectro, como "uvasers" para la luz ultravioleta o "grasers" para los rayos gamma. Estas siglas nunca prendió. Pero láser se convirtió en un nombre familiar.

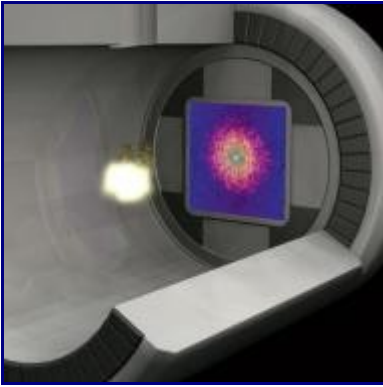
Y ahora, a los 50 años, el láser se ha extendido su dominio más allá del reino de la luz. Los físicos han tenido éxito en la construcción de láseres que emiten diferentes tipos de olas. Rayo láser "dura" pulsos de rayos X, por ejemplo, puede congelar los átomos en su camino, proporcionando una vista ringside de las reacciones químicas. Y láseres fonón bóveda de la tecnología de espectro electromagnético completo, la creación de haces coherentes de sonido.

láseres de luz se basaron desempeñar un papel destacado en la exploración de otros tipos de onda. Inducido por láser ondas de plasma puede acelerar partículas a velocidades de vértigo en el espacio de un metro. Y un telescopio espacial propuesto usan láser para buscar estremece sutiles en el espacio-tiempo invisibles a los telescopios convencionales.

En todas partes se van, los láseres muestran que son algo más que luz.

Superfast flashes

Un torrente de propuestas para otros dispositivos de longitud de onda del pulso láser siguió a la primera. Pero tuvieron que pasar un tiempo para que algunas de esas ideas para madurar. Los rayos láser que emiten el menor tipo de rayos X, por ejemplo, se han construido sólo en los últimos años.



Linacpulsos de rayos X de Linac Fuente SLAC de luz coherente se podría utilizar para tomar imágenes holográficas (plaza púrpura en la ilustración de este artista) de una molécula. Cortesía del laboratorio nacional del acelerador SLAC

Estos rayos X duros, las ondas electromagnéticas con energías de hasta 10.000 veces la de la luz visible, han demostrado su valía como motor de la proyección de imagen de diagnóstico médico. Debido a que tienen longitudes de onda cercana a la anchura de un átomo, estos rayos tienen el potencial para capturar los movimientos detrás de química básica.

"Si quieres ver las cosas pequeñas, el nanomundo, ¿qué necesitas?", Se pregunta Keith Hodgson del SLAC National Accelerator Laboratory, en Menlo Park, California "Se necesita una longitud de onda que es más o menos lo mismo que los objetos que desea estudio ", respondió en una charla en San Diego en febrero en la reunión anual de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia. "Si usted quiere estudiar los átomos y las distancias entre los átomos, es decir rayos X duros."

Pero hay un problema: la vieja escuela fuentes de rayos X toma imágenes borrosas debido a que la radiación producida no es uniforme. Estas fuentes son "más como una linterna de un láser", dijo el físico Margaret Murnane de la Universidad de Colorado en Boulder en otra charla en la reunión de la AAAS.

Mediante la generación de rayos-X que marchar al mismo paso, como las ondas de luz de un láser de hacer, los científicos deberían ser capaces de deshacerse de esa imagen borrosa. Los pulsos de rayos-X como podría servir como una luz estroboscópica para tomar instantáneas de los átomos y moléculas en movimiento.

Los científicos consiguió uno de esos flash año pasado en forma de Linac Fuente SLAC de luz coherente, lo que aceleró el 10 de abril de 2009. La fuente de luz utiliza el último tercio del acelerador de dos millas de largo SLAC de acelerar electrones y luego enviarlos moviendo a través de una serie de ondulaciones similares a dientes imanes. Cuando los electrones pasan a través, que lanzaba excepcionalmente brillantes rayos-X. Aunque los rayos X son todavía hacia fuera, crean campos electromagnéticos que obligan a los electrones en racimos pequeños y compactos. Los racimos emiten ráfagas de brillantes y unificada rayos-X.

Con menos de 100 latidos femtosegundos (una décima parte de una billonésima de segundo) de distancia, este flash puede exponer a las proteínas despliegue y la ruptura de enlaces - Química en acción en la escala atómica.

"Realmente tenemos la capacidad de capturar cualquier movimiento, el electrón o un átomo, que es relevante para nuestro mundo natural", dijo Murnane.

Un ruido alegre

Al igual que el láser de rayos X duros, el láser fonón - que no produce las ondas electromagnéticas en absoluto - se tarda mucho en llegar. En abril de 1961, Charles Kittel de la Universidad de California, Berkeley propuso láseres que disparan fonones, cuantizada "partículas" del sonido. Un láser óptico construye un haz de luz haciendo que libera electrones fotones idénticos mediante un

proceso denominado emisión estimulada; un láser fonón construiría una onda de sonido por la conducción de un tambor para liberar vibraciones idénticas.



La cresta de la ola Ver la versión más grande | Científicos creen que un láser bombeado a través de plasma podría abrir el camino para una nueva generación de aceleradores de partículas. Como un láser (color rosa) le dispara a través del plasma, el pulso crea una estela que se dispersa electrones. Los iones positivos se dejan en un pozo detrás del láser, y el patrón resultante de las cargas genera una ola que sigue detrás del láser. Por divertirse sobre esa onda, los electrones son empujados hacia y acelerados a velocidades muy altas. Nicolle Rager Fuller

Desde fonones y fotones son un tipo de partícula llamada bosón de una, la traducción de la luz al sonido debe ser fácil, Kittel argumentó. Una de las cualidades definitorias de los bosones es que varias de las propiedades cuánticas misma pueden apilar juntos en la misma energía. El haz de luz coherente que salían de un láser es una manifestación física de los bosones de ser bosones.

Resulta que hace un cacharro suceder con fonones en el laboratorio no era tan fácil, y el sueño Kittel no se realizó hasta 2008. El avance se produjo cuando un grupo del Instituto Max Planck de Óptica Cuántica en Garching, Alemania, produjo una corriente de rayo láser de fonones coherente desde un átomo de magnesio vibrante atrapado en un campo láser. Un documento sobre los resultados aparecieron en *Nature Physics* en agosto de 2009 con un título sencillo, "Un fonón láser".

"Eso fue un estímulo importante para mí", dice el físico de Caltech Vähälä Kerry, quien estaba de visita en el Instituto Max Planck, cuando el aparato fue construido. Un año después de regresar a California, que había construido su propia versión de un láser de fonones.

Aunque el láser grupo alemán se parecía a un tipo que usa las vibraciones atómicas para producir fotones, Vähälä dice que su equipo es "casi idéntica a la forma en que los láseres ópticos primero se hicieron realidad."

Vähälä configuración incluye dos parches de vidrio, resonadores llama susurrando en modo de galería, a unos 63 micrómetros de diámetro. Cuando un láser tradicional basada en la luz brilla en los parches, que de zumbidos a una frecuencia ajustable, un efecto Vähälä aprovechada para crear el láser fonón.

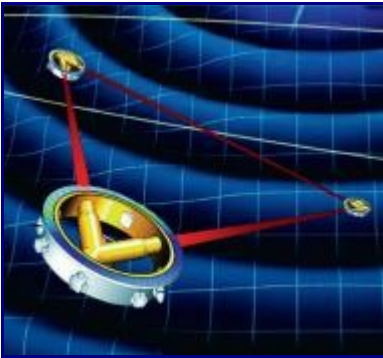
Los resonadores son susurrando el nombre de galerías, los espacios bajo cúpulas donde las palabras en voz baja que se hablan en una pared puede ser escuchado con claridad en otro, como el que en la catedral de St. Paul en Londres. Así como las ondas de un techo abovedado guías de sonido alrededor de un cuarto casi sin pérdida de volumen, los resonadores susurrando en modo de galería-guía de la luz láser en un círculo sin perder el brillo.

Cuando hay dos resonadores, el toque círculos para formar una figura de ocho. A medida que la luz se desliza alrededor, ejerce una fuerza sobre los resonadores, haciendo vibrar a producir fonones. Esa emisión, Vähälä dice, es análogo a un flash haciendo expulsar electrones fotones en un láser tradicional. Él y sus colegas enviaron más luz y más de láser zumbando alrededor de los resonadores para hacer más fonones de la frecuencia correcta, amplificando la señal para crear un haz coherente de sonido.

láser Vähälä los fonones, publicado en *Physical Review Letters* en febrero, produce ondas sonoras con una frecuencia de poco más de 20 a 400 megahertz - demasiado alto para los seres humanos para escuchar, pero no lo suficientemente altos para las imágenes médicas, de grabado o de otras aplicaciones propuestas. "En términos de dónde pueden ir los láseres de fonones", dice, "es sólo el

comienzo."

Coger una ola



[Ampliar](#)

La gravedad del buscador LISA (que se muestra en esta ilustración) constará de tres naves espaciales que utilizan láseres para buscar ondas gravitacionales. Agencia Espacial Europea

láser basada en la luz no están ayudando sólo para hacer las ondas sonoras. Los dispositivos se pueden producir otro tipo de onda que pueden marcar el comienzo de la próxima generación de aceleradores: ondas de plasma.

Los físicos de partículas, llevado a descifrar el carácter fundamental de la materia, han construido aceleradores cada vez más grandes para romper las partículas, junto a energías más y más alto. Estos esfuerzos han culminado en el Gran Colisionador de Hadrones, un monstruo subterráneo ambos lados de la frontera entre Suiza y Francia. Pero algunos se preocupan de que el LHC puede estar empujando el límite de los recursos y bienes raíces lo puede apoyar.

"Los aceleradores han hecho la transición increíble de algo que es de mano a algo que es del tamaño de un pequeño país de Europa", dijo Wim Leemans del Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley en California en una charla en la reunión de la AAAS. "¿Qué hacemos para hacer un bis?" Para explorar nuevos reinos, los aceleradores tienen que llegar a cada vez más altas energías. "¿Cómo podemos construir esta cosa?", Preguntó Leemans.

Una nueva idea que podría tanto reducir el tamaño del acelerador se basa e impulsar la energía de láser. Luminoso en un láser de plasma, un estado de la materia gaslike donde los electrones flotan libremente fuera de sus átomos, podría hacer una onda de los electrones a surfear.

Aunque nadie ha construido como un acelerador, sin embargo, los plasmas se han hecho muchas veces en el laboratorio y el concepto de aceleración láser-plasma ha estado haciendo olas en la comunidad física. En octubre, en Washington, DC, en los aceleradores para el simposio el Futuro de América, seis físicos del acelerador se les preguntó qué harían si tuvieran 10 millones de dólares anuales durante los próximos 10 años para dedicarse a la investigación básica y el desarrollo. Cuatro de ellos mencionó la aceleración láser de motor.

He aquí cómo funciona: Un pulso de luz láser se estrella a través del plasma, empujando los electrones que flotan libremente fuera del camino, como la proa de un barco de gaviotas dispersión. Los iones positivos se quedan atrás y los electrones se reúnen en un grupo con carga negativa detrás del pulso del láser. El patrón resultante de las cargas forma una onda de plasma, que contiene un campo eléctrico intenso.

"¿Qué tiene de especial el campo eléctrico es que es igual que la estela detrás de la lancha - es el siguiente pulso láser", dijo Leemans. "Como este pulso de láser a través del plasma de barriles, detrás de esta estructura es la aceleración de bonito".

Al igual que los surfistas coger una ola en el momento justo, los electrones pueden colgar a diez, a caballo por la ola de plasma y recoger la energía a medida que avanzan. De este modo, las partículas pueden alcanzar energías similares a las alcanzadas en aceleradores convencionales en

una fracción de la distancia.

Una cascada de los avances en los aceleradores de plasma láser ha llegado en la última década. Leemans grupo 'tiene el récord de la mayor cantidad de energía en la menor distancia. En 2006, con la ayuda de Simón Hooker de la Universidad de Oxford en Inglaterra, el equipo empujó electrones a un mil millones de electrón-voltios en sólo 3,3 centímetros - cincuenta la energía del acelerador lineal SLAC en un cien milésima parte de la distancia.

Y teóricamente, no hay límite en cuanto a energía de los aceleradores puede conseguir. Ahora mismo equipo Leemans es de tiro para 10 mil millones de electrones voltios - más de una milésima de la energía máxima de un haz de protones en el LHC - en menos de un metro. Los investigadores también están mirando el encadenamiento de varios aceleradores de ondas de plasma y combinar sus energías. En lugar de que abarca dos países, un futuro colisionador podría caber en un patio trasero.

Una arruga en el espacio-tiempo

Así como las ondas de plasma impulsado por láser puede llevar a la física de partículas a nuevos territorios, los láseres pueden impulsar a la astrofísica del espectro electromagnético para coger un nuevo tipo de onda.

Telescopios, como el láser, son mejor conocidos por su estrecha relación con la luz. Al observar todo tipo de ondas electromagnéticas, los detectores pueden descubrir la estructura de las galaxias y los lugares de nacimiento de estrellas. Sin embargo, científicos están creando un nuevo tipo de telescopio. LISA, puesta en marcha en 2020 como muy pronto, se escucha una vibración diferente. Y su "L" representa el láser.

Abreviatura de Antena Espacial de Interferómetro Láser, LISA buscará ondas gravitacionales, ondulaciones en el espacio-tiempo que Einstein predijo pero aún no han sido encontrados. Estas ondas se sacudido cuando un cuerpo masivo se acelera, y tendrían una gran ventaja sobre la luz: "Ellos no se dispersan y no son absorbidos como el espacio-tiempo recorrer", dice el físico Robert Stanford Byer. "Te dan una mirada muy cerca de los objetos que les irradian," objetos como pares de bailar el vals de las estrellas superdensa y la fusión de agujeros negro.

LISA consta de tres naves dispuestas en un triángulo, 5 millones de kilómetros a cada lado, que voltereta alrededor del sol justo detrás de la Tierra. Dentro de cada nave espacial será un cubo de 2 kilogramos de aleación de oro y platino. La nave espacial han sido cuidadosamente diseñados para proteger a los cubos de todas las influencias externas, excepto las ondulaciones del espacio-tiempo.

Aquí es donde vienen los rayos láser pulg Para saber si los cubos se han dio un codazo, cada nave tiene un láser infrarrojo en cada otras naves espaciales. Los rayos láser se reflejan en los cubos de prueba y una firma vuelve a la nave original, que cuenta con longitudes de onda para ver si tienen los cubos quedó donde estaba. Cualquier movimiento, por pequeño, podría ser una señal de ondas gravitacionales.

Y el movimiento sería ligero efecto. "Si usted piensa en el espacio como como un tejido, o una hoja de goma, lo que sucede cuando una onda gravitacional pasa es que se extiende en una dirección," dice el físico Jeffrey Livas de Goddard de la NASA Space Flight Center en Greenbelt, Maryland, tirando una capa de caucho de demostrar. "Esto no da para mucho."

"Tampoco el espacio", añade su colega James Goddard Ira Thorpe. A los cuerpos cósmicos LISA está sintonizada, los láseres se deben detectar los movimientos de alrededor de un picometer - una billonésima de un metro - de sus viajes de 5 millones de kilómetros entre naves espaciales. Eso es como tratar de medir el radio de un átomo de helio, que es tan lejos como el sol.

En sus primeros meses después del lanzamiento, LISA observará algunos sistemas conocidos que se espera que las ondas gravitacionales. Esta detección sólo sería motivo de celebración, lo que demuestra que las ondas gravitatorias son reales y que permite a los físicos a estudiarlos en detalle.

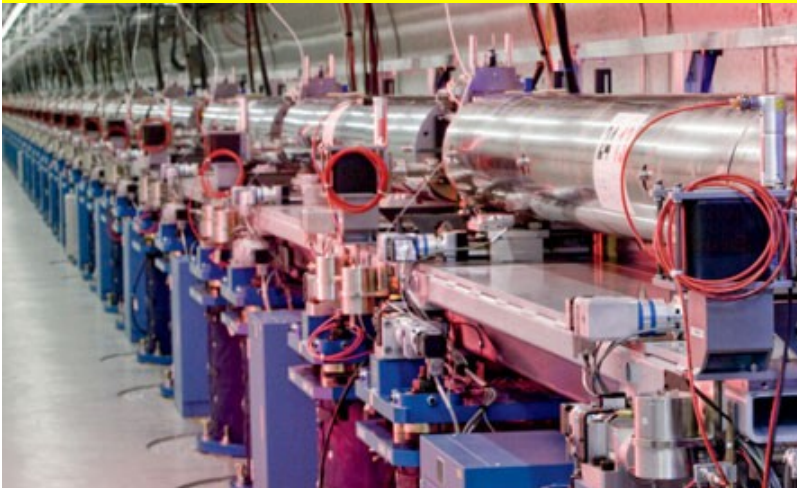
Pero las fuentes inesperado será la parte más emocionante - al igual que las aplicaciones inimaginables del láser, una vez famoso, llamado "una solución en busca de un problema", son los que revolucionó la sociedad.

"Es la materia que usted no sabe que está ahí fuera que lo hace un experimento interesante", dice Thorpe.

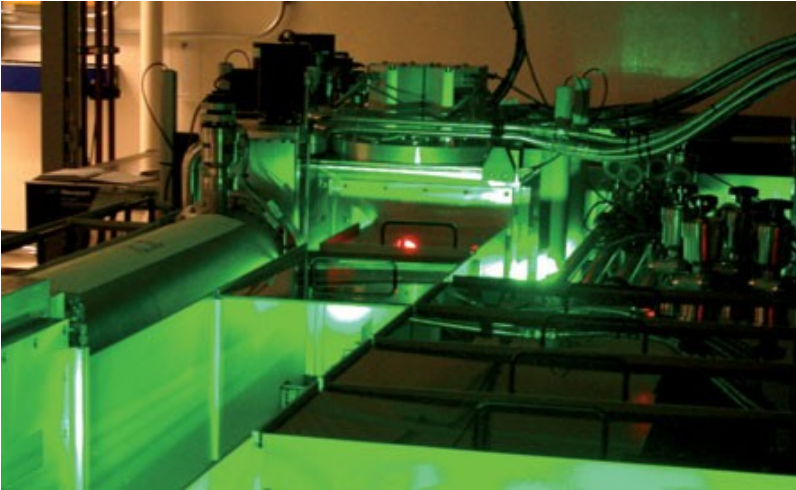
Lo mismo ocurre con los láseres de rayos X, los láseres de fonones y la aceleración del plasma. Los científicos tienen su lista de deseos de las aplicaciones, pero aún más transformador, los usos pueden surgir imprevistos, Vähälä dice. "Las solicitudes serán estimulados - sin juego de palabras - por el propio dispositivo."

Barra lateral | ¿Quién es quién de las instalaciones de láser

FLASH: Un láser de electrones libres en Hamburgo, Alemania, FLASH hizo su primera pulsos rayo láser de rayos X en 2005. FLASH produce la luz láser en el ultravioleta extremo y rayos X blandos intervalos de tiempo, útil para estudiar la estructura atómica de moléculas grandes, y tomando imágenes de objetos en nanoescala - aunque una vez que los flashes de cámara, los objetos explotar.



Linac fuente de luz coherente (LCLS): Esta fuente de luz en el SLAC National Accelerator Laboratory, en Menlo Park, California, afirmó el récord de láser de longitud de onda más corta del mundo de rayos X en 2009. Es el primer láser de electrones libres (imanes ondulado se muestran) para producir pulsos de rayos X duros, la luz cuya longitud de onda se encuentra cerca de la anchura de un átomo. Los físicos ya están utilizando el láser para investigar el funcionamiento interno de los átomos y moléculas.



Godzilla, T-REX y Chihuahua: Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley en California tiene un ejército de rayos láser de gran alcance. Nombrado Godzilla, T-REX y Chihuahua, estos láseres pueden ayudar a acelerar partículas cargadas a velocidades sin precedentes gracias a un fenómeno llamado la aceleración láser-plasma. En 2006, T-REX (amplificador se muestra) estableció el récord de la más alta energía en el menor espacio, la aceleración de electrones de cero a mil millones de electrón-voltios en 3,3 centímetros. El próximo láser hermano que se construirá, BELLA, podría llegar a 10 mil millones de electrones voltios en 80 centímetros.

AS-1: La AS-1 línea de luz en el Instituto Max Planck de Óptica Cuántica en Garching, Alemania, tiene el récord de más corta del pulso láser de la historia: 80 atto-segundos, o segundos 8×10^{-17} . El ultra parpadea comenzar con pulsos de un láser llamado: FP-1. El AS-1 de instalación para luego concentrarse en esas explosiones en una fibra hueca entre espejos especiales que comprimen el pulso a la mayor brevedad, golpes de extrema ultravioleta. Con tales pulsos breves, los físicos pueden tomar instantáneas de los electrones en torno a comprimir los átomos (*SN: 3/27/10, p. 16*).



National Ignition Facility (NIF): Esta facilidad en el Lawrence Livermore National Laboratory de California tiene como objetivo reproducir - en un edificio de 10 pisos - las reacciones que hacen que las estrellas brillan. La instalación, que comenzó a operar en marzo de 2009, se centrará 192 láseres ultravioleta en un espacio del tamaño de una goma de borrar a los núcleos de la fusión del hidrógeno y generan enormes cantidades de energía (dispositivo que alinea las vigas se muestra).

Texas petawatt láser: Situado en la Universidad de Texas en Austin, este láser cuenta con una potencia instantánea de 1,1 petawatts, o vatios 1.1×10^{15} . Es arrastrarse para arriba en el récord mundial de todos los tiempos, 1,25 petawatts, que un láser, ahora dado de baja en el Lawrence

Livermore se había llegado en 1996. El láser en el infrarrojo cercano tejanos se producen pulsos de alta energía duradera 150 femtosegundos (1.5×10^{-13} segundos) para simular la formación de estrellas y supernovas.

Créditos: A la derecha, de arriba a la izquierda: Cortesía de W. Leemans; Laboratorio Nacional Lawrence Livermore, Brad Plummer, Cortesía del Laboratorio SLAC National Accelerator

Fuente:

http://www.sciencenews.org/view/feature/id/58504/description/Lasing_Beyond_Light