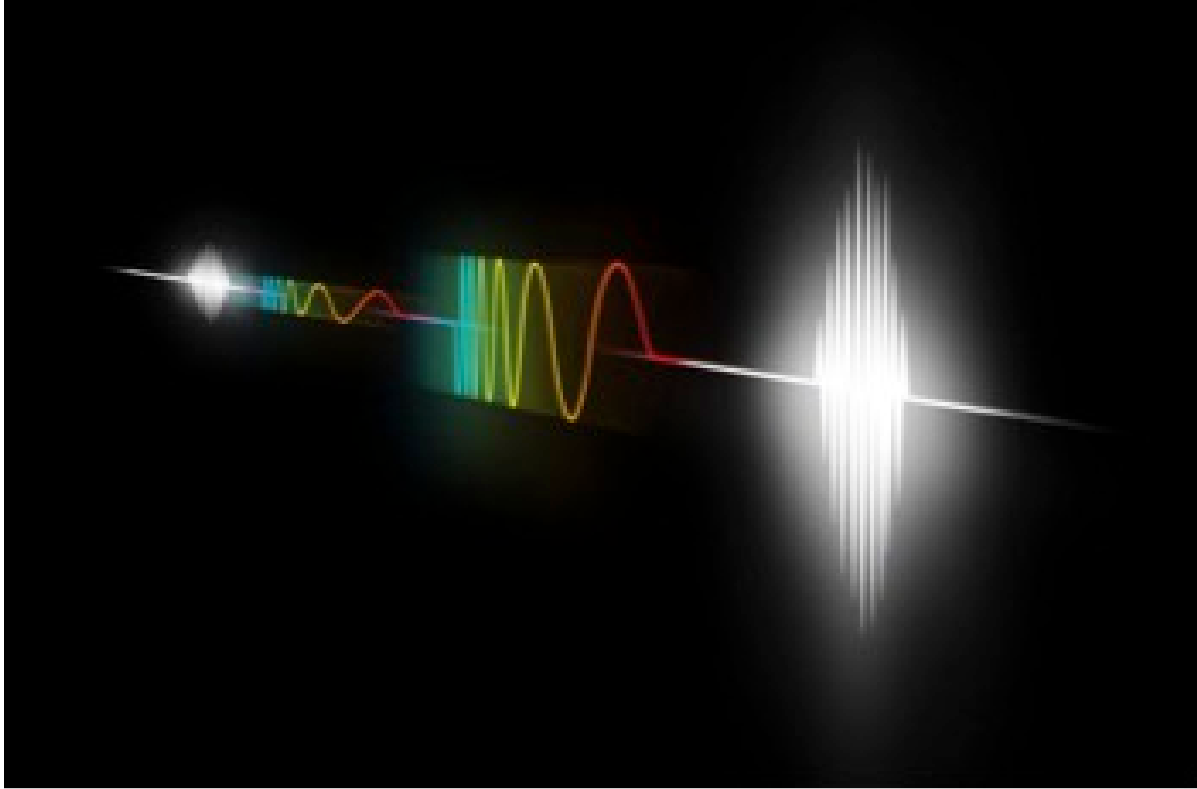


Premio Nobel de Física 2018

Herramientas hechas de luz



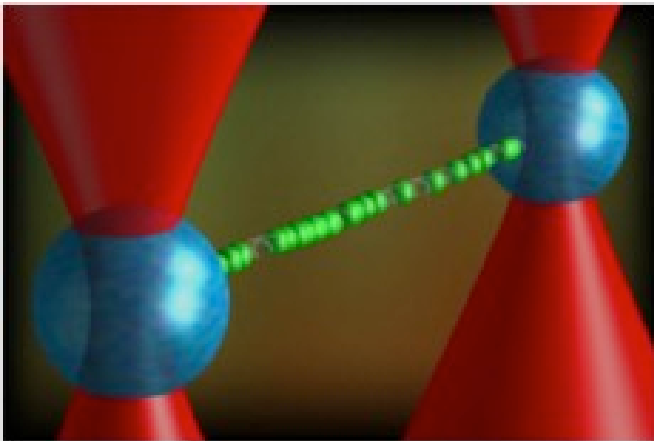
© Johan Jarnestad / The Royal Swedish Academy of Sciences

El 27 de noviembre de 1895, Alfred Nobel firmó su tercera y última voluntad en el Club Sueco-Noruego en París. Cuando se abrió y se leyó después de su muerte, la voluntad causó mucha controversia tanto en Suecia como a nivel internacional, ya que Nobel había dejado gran parte de su riqueza para el establecimiento de un premio. A pesar de la oposición inicial de su familia y allegados, cinco años más tarde, en 1901, se concedería el primer "Premio Nobel". El área de física fue la primera en ser nombrada en el testamento de Alfred Nobel estando considerada en esta época, a finales del s. XIX, como la más importante de las ciencias; puede que el mismo Nobel también lo viese de esta manera al disponerlo así. Desde esta fecha, se han concedido un total de 112 premios en esta área a un total de 210 científicos de los cuales sólo tres son mujeres: Marie Curie en 1903 (también premiada con el Premio Nobel de Química en 1911), Maria Goeppert-Mayer en 1963 y, en el presente año, ha sido concedido a Donna Strickland, quien ha compartido el premio con los investigadores Arthur Ashkin y Gérard Mourou.

De forma literal, tal y como lo podemos encontrar descrito en la web original de "Nobel Prize" el Premio Nobel de Física 2018 se ha otorgado "por inventos innovadores en el campo de la física láser" concediendo una mitad a Arthur Ashkin "por las pinzas ópticas y su aplicación a los sistemas biológicos", y la otra mitad de forma conjunta a Gérard Mourou y Donna Strickland "por su método de generar pulsos ópticos ultra cortos de alta intensidad". Arthur Ashkin, afiliado en el momento de ser premiado a los laboratorios Bell (Holmdel, NJ, USA), es el científico más longevo en recibir tal honor. A sus 96 años de edad sigue en activo en sus investigaciones; es más, en una entrevista telefónica donde se le anuncia el premio, al preguntarle si irá a celebrarlo, responde que está inmerso en un artículo importante y que por el momento no tendrá tiempo de celebraciones.

Uno de sus primeros trabajos relacionado con este tema lo publicó el laureado en 1970^[1] donde se pone de manifiesto el enorme potencial de la radiación láser como herramienta de manipulación espacial y temporal de

objetos. En este trabajo pionero se explica cómo atrapar partículas esféricas de tamaño micrométrico utilizando un gradiente de fuerzas generado por un láser continuo. Así mismo, sugiere diversas hipótesis de aplicación en átomos o moléculas y también, en el estudio de cinética de reacciones químicas. Posteriormente, a esta técnica se la denominaría comúnmente como “pinzas ópticas” y ha sido especialmente útil en el estudio de una gran variedad de sistemas biológicos como virus, células vivas o moléculas de ADN [2][3]. Con respecto a sus aplicaciones en el campo de la biología, en este último trabajo en concreto la bióloga Karin Schütze colabora con el premiado, Arthur Ashkin, en el desarrollo de experimentos donde se utiliza este tipo de pinzas ópticas para medir de forma cuantitativa las fuerzas motoras a nivel molecular en células vivas.



Uno de los ejemplos donde se ha usado esta tecnología láser se puede ver en esta ilustración, donde se ha representado un experimento en el que se usaron dos pinzas ópticas (en color rojo) para estirar una única hebra de ADN entre un par de nanoesferas (en color azul). El análisis de la luz emitida por las moléculas fluorescentes (en color verde) proporcionó información sobre los cambios estructurales del ADN bajo las fuerzas de tensión de estas pinzas ópticas K. Schakenraad y otros “Hyperstretching DNA,” Nat. Commun. 8, 2197 (2017)

En esta modalidad de Premio Nobel compartido, se ha concedido una segunda mitad relacionada también con las aplicaciones de los láseres pero, en este caso,

con láseres especiales muy potentes capaces de emitir pulsos de luz ultracortos. El diseño de los láseres de pulsos cortos tiene muchas aplicaciones, sobre todo en física y en química, pero estas aplicaciones se incrementaron desde un punto de vista científico y también a nivel industrial cuando se pudieron obtener láseres de pulsos cortos e intensos. A la hora de amplificar un pulso corto existen algunas limitaciones relacionadas con la resistencia del material amplificador el cual puede verse dañado durante el proceso restringiendo la intensidad máxima que se podría alcanzar.

La solución a esta barrera la propusieron Gérard Mourou y Donna Strickland mientras trabajaban en la Universidad de Rochester, Nueva York, en la década de 1980. [4] Desarrollaron un ingenioso método denominado “Chirped Pulse Amplification” que podría ser traducido como “Amplificación de Pulso Gorjeado” aunque se conoce para abreviar como técnica CPA. Desde que este método se comenzó a aplicar en la década de 1980 la intensidad de los pulsos cortos ha experimentado un aumento progresivo permitiendo conseguir pulsos con potencias pico muy altas por encima de los 1021 W/cm². La técnica CPA está basada en una serie de pasos que, de forma simplificada, se pueden resumir como una modulación de la fase del pulso del láser que permite aumentar o disminuir la frecuencia instantánea obteniendo, finalmente, un pulso comprimido producto de la suma de todos los fotones en fase y con la misma frecuencia, originando un aumento de la intensidad del pulso final. El perfeccionamiento, la mejora y la gran versatilidad de los láseres ultrarrápidos del orden de picosegundo (10-12 s) o femtosegundo (10-15 s) junto con la técnica CPA han posibilitado numerosas aplicaciones que antes eran inalcanzables desde el punto de vista experimental y han ayudado en las investigaciones interdisciplinarias así como en el avance de determinados campos como la biomedicina [5][6] o la oftalmología y técnicas de la visión. [7] Para más información sobre todos los Premios Nobel tanto de este año como de años anteriores y muchas otras curiosidades sobre los mismos se puede consultar la página oficial: <http://www.nobelprize.org/> .



De izquierda a derecha: Arthur Ashkin, nacido el 2 septiembre de 1922 en Nueva York (USA) trabaja en los Laboratorios Bell en Holmdel (USA); Gérard Mourou, nacido el 22 de junio de 1944 en Albertville (Francia) trabaja en la Escuela Politécnica de Palaiseau (France) y Universidad de Michigan en Ann Arbor (USA); Donna Strickland, nacida el 27 de mayo de 1959 en Guelph (Canadá) trabaja en la Universidad de Waterloo (Canadá); . Imágenes de Niklas Elmehed. © Nobel Media

Referencias

¹Ashkin A. Acceleration and Trapping of Particles by Radiation Pressure. *Phys. Rev. Lett.* 24: 156-159 , 1970.

²Ashkin A y otros. Observation of a single-beam gradient force optical trap for dielectric particles. *Opt. Lett.* 11: 288–290 , 1986.

³Ashkin A y otros. Force generation of organelle transport measured in vivo by an infrared laser trap. *Nature* 348: 346, 1990.

⁴Strickland D y Mourou G. Compression of amplified chirped

optical pulses. *Opt. Commun.* 56: 219, 1985.

⁵König K y otros. Clinical two-photon microendoscopy. *Microsc. Res. Tech.* 70: 398-402, 2007.

⁶Barretto RPJ. y otros. Time-lapse imaging of disease progression in deep brain areas using fluorescence microendoscopy. *Nat. Med.* 17: 223–228 , 2011.

⁷Kessel L y otros. Non-invasive bleaching of the human lens by femtosecond laser photolysis. *PLoS ONE* 5: e9711, 2010.