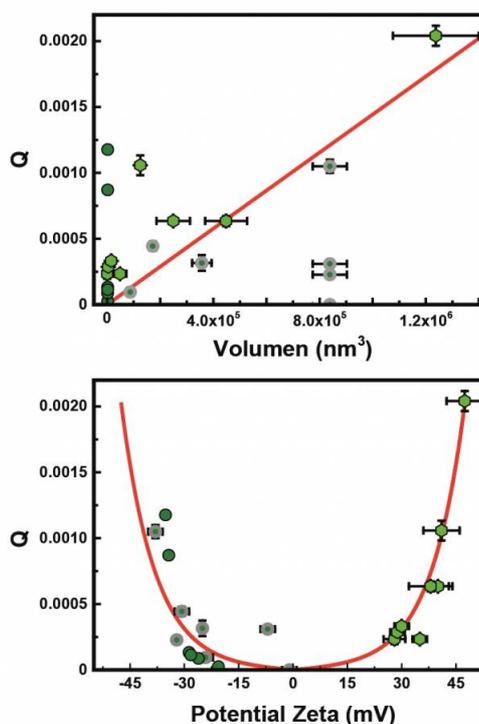
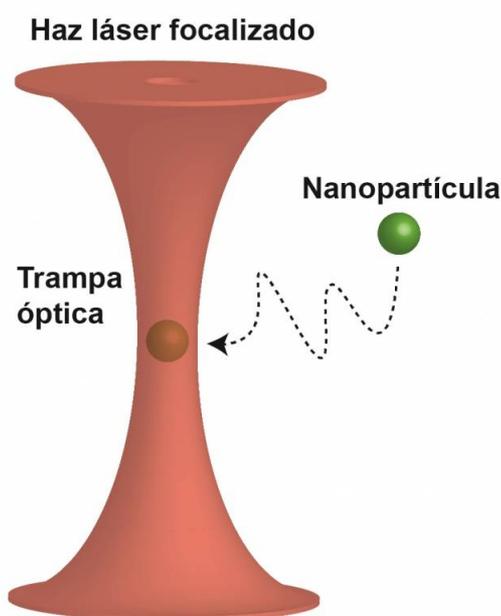


Cómo mejorar la manipulación óptica de las nanopartículas

La manipulación óptica de nanopartículas tiene múltiples aplicaciones, pero presenta grandes dificultades debido a lo débiles que son las fuerzas ópticas que se pueden ejercer sobre ellas. Ahora investigadores de la Universidad Autónoma de Madrid han demostrado que esas fuerzas se puede aumentar variando la carga superficial de la partícula, y no solo incrementando su volumen, como indican los modelos.

SINC

2/3/2018 09:00 CEST



Representación esquemática de una partícula ópticamente atrapada (izq.) y fuerzas ópticas en función del volumen y el potencial zeta (der.). / Imagen adaptada de *Nano Letters*

Desde que se demostró que la luz puede ejercer fuerza sobre los cuerpos, objetos micro y nanométricos han sido atrapados y manipulados empleando haces láser focalizados por un objetivo. Esta técnica se conoce como 'pinzas ópticas' y actualmente es muy utilizada, por ejemplo, en estudios médicos y biológicos, ya que permite manipular tanto células como partes de ellas de manera muy precisa y delicada.

En concreto, la manipulación óptica de objetos muy pequeños, con un tamaño 100 veces menor que el diámetro de un pelo humano, es muy interesante a la vez que complicada. En esas escalas de tamaños, cualquier pequeña perturbación puede desestabilizar al objeto atrapado y hacer que se libere de la trampa óptica (foco del láser) debido a que las fuerzas ópticas son muy débiles.

Las fuerzas ópticas ejercidas sobre partículas nanométricas pueden controlarse a través de una buena elección de las características de la partícula

Para hacernos una idea, las fuerzas ópticas ejercidas sobre nanopartículas son mil billones de veces más pequeñas que la fuerza que puede ejercer una hormiga. La fuerza desestabilizadora más importante es la térmica. Normalmente los experimentos de atrapamiento óptico se realizan en medio acuoso. Las partículas están dispersas en agua, de tal manera que, si pasan cerca de la trampa óptica, pueden caer dentro de ella y quedar atrapadas.

El medio acuoso es un conjunto de moléculas de agua que se mueven e interaccionando entre sí. Cuando una partícula se encuentra entre las moléculas de agua, sufre colisiones con ellas. La fuerza ejercida sobre la partícula debida a estos choques depende de la temperatura: cuanto más alta sea, más numerosas serán estas colisiones y mayor será la fuerza térmica.

Incluso a temperatura ambiente, la fuerza térmica es comparable a la óptica. Por esta razón es tan complicado atrapar partículas nanométricas y una gran cantidad de investigadores han realizado múltiples estudios tanto teóricos como experimentales para determinar de qué depende la fuerza óptica y así averiguar cómo puede aumentarse.

El potencial zeta

Los modelos teóricos establecen que la fuerza aumenta de manera lineal cuando el volumen de la nanopartícula atrapada se incrementa. Por esta

razón la fuerza es tan débil cuando la partícula tiene un tamaño muy pequeño.

Sin embargo, en un estudio experimental anterior realizado por el grupo de investigación *Fluorescence Imaging Group* de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), en colaboración con científicos de la Universidad de Verona (Italia), se descubrió que lo que establecen los modelos teóricos no es del todo cierto: partículas con el mismo volumen podían atraparse con mayor o menor fuerza dependiendo de su carga superficial.

“Por lo que concluimos que existe otro parámetro que influye en la fuerza óptica y que no se tiene en cuenta en los modelos matemáticos. Esta propiedad de las partículas es difícil de medir, pero puede caracterizarse empleando un parámetro conocido como potencial zeta”, explican los autores.

Sobre las nanopartículas se ejercen fuerzas ópticas mil billones de veces más pequeñas que la fuerza que puede ejercer una hormiga

Estos resultados preliminares llevaron al grupo a realizar un estudio más exhaustivo en colaboración con investigadores de distintos centros de investigación de Wroclaw, en Polonia, y que ha sido publicado recientemente en la revista *Nano Letters*. En este caso, se emplearon partículas con diferentes tamaños y valores de zeta potencial.

Al comparar los nuevos resultados con los obtenidos en el estudio anterior, los investigadores lograron determinar de manera clara que la fuerza óptica no aumenta linealmente con el volumen, como los modelos teóricos predicen.

“Al representar el valor medido de la fuerza para cada una de las distintas partículas, una gran cantidad de los puntos experimentales se desviaban de la tendencia lineal una cantidad mayor que el error experimental. En concreto, partículas con potencial zeta parecido, pero distinto volumen, presentaban un valor de fuerza similar”, describen los investigadores.

“Sin embargo –agregan–, cuando representamos la fuerza óptica en función del potencial zeta se observó una tendencia muy clara: para bajos valores de potencial zeta, la fuerza óptica es débil, mientras que, cuando el potencial zeta sobrepasa un cierto valor, la fuerza aumenta de manera abrupta”.

El estudio permite concluir que las fuerzas ópticas ejercidas sobre partículas nanométricas pueden controlarse a través de una buena elección de las características de la partícula. Además, demuestra que los modelos teóricos deben revisarse para tener en cuenta otros parámetros, no solo el volumen.

Referencia bibliográfica:

Rodríguez-Sevilla, P.; Prorok, K.; Bednarkiewicz, A.; Marqués, M. I.; García-Martín, A.; García Solé, J.; Haro-González, P.; Jaque, D. "Optical Forces at the Nanoscale: Size and Electrostatic Effects". *Nano Lett.* 18 (1), 602-609, 2017. DOI: 10.1021/acs.nanolett.7b04804.

Derechos: **Creative Commons**

TAGS

ÓPTICA | NANOTECNOLOGÍA | PINZAS ÓPTICAS |

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)

