

NUNCA DIGAS NUNCA EN EL MUNDO NANO

## Una nanoesfera levitando incumple la segunda ley de la termodinámica

Un equipo internacional de investigadores de Barcelona, Zúrich y Viena ha descubierto que una nanopartícula atrapada mediante luz láser viola temporalmente la segunda ley de la termodinámica, algo que es imposible a escalas de tiempo y longitud humanas. En concreto, pueden transferir calor a un gas todavía más caliente.

ICFO

30/3/2014 19:00 CEST

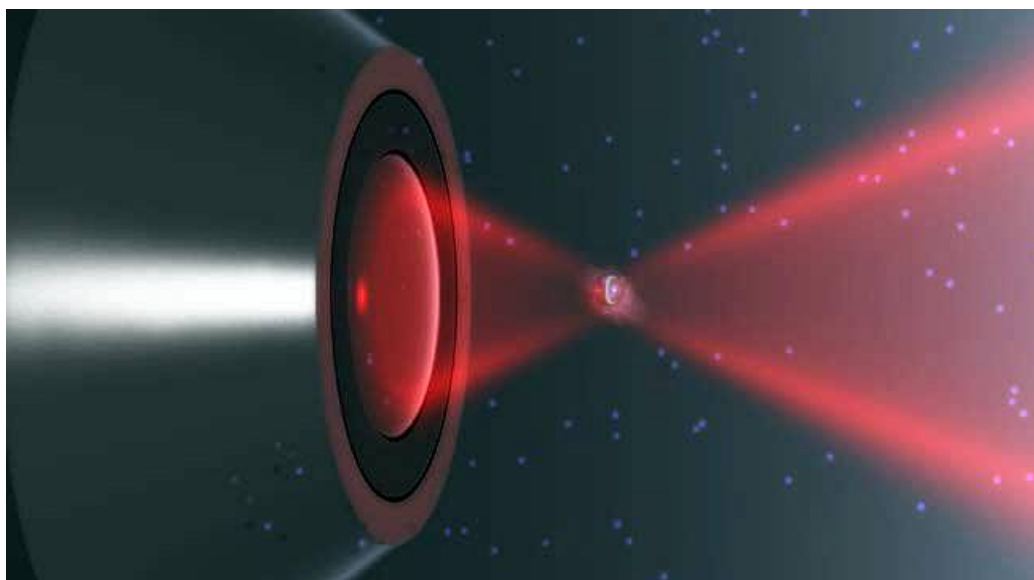


Ilustración de una nanopartícula atrapada por un láser. / Iñaki Gonzalez y Jan Gieseler

Mirar una película al revés a menudo causa gracia porque sabemos que los procesos en la naturaleza no suelen revertirse. La ley física que explica este comportamiento es la segunda ley de la termodinámica, que postula que la entropía de un sistema, una medida de su desorden, nunca disminuye de forma espontánea. Esto favorece el desorden –alta entropía– frente al orden –baja entropía–.

Sin embargo, cuando nos adentramos en el mundo microscópico de los átomos y las moléculas, esta ley pierde su rigidez absoluta. De hecho, a escalas nano la segunda ley puede ser violada de forma temporal en algunas raras ocasiones, como por ejemplo la transferencia de calor desde un

sistema frío a uno caliente.

Ahora un equipo de físicos del Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO) de Barcelona, el Instituto Federal Suizo de Tecnología de Zúrich (Suiza) y la Universidad de Viena (Austria) han logrado predecir con exactitud la probabilidad de eventos que violan de forma temporal la segunda ley de la termodinámica.

---

Los bloques que forman las células o los dispositivos nanotecnológicos están expuestos a colisiones, un ambiente fluctuante donde las leyes de la termodinámica se necesitan reescribir

Idearon un teorema de fluctuación matemática y lo pusieron a prueba utilizando una pequeña esfera de cristal, menor a 100 nm en diámetro, y atrapándola y levitándola mediante luz láser.

De esta forma se logró capturar la nanoesfera y mantenerla levitando en su lugar, así como medir su posición en las tres dimensiones del espacio con extrema precisión. Dentro de la trampa, la nanoesfera se mantiene en movimiento debido a colisiones con las moléculas de gas circundantes.

Utilizando una técnica para manipular la trampa de láser, los científicos lograron enfriar la nanoesfera por debajo de la temperatura del gas circundante, conduciéndola a un estado de inestabilidad. Después apagaron la refrigeración y observaron como la partícula lograba relajarse hacia una mayor temperatura a través de la transferencia de energía desde las moléculas de gas a la esfera.

Sin embargo, observaron que la pequeña esfera de cristal en ocasiones excepcionales no se comporta como debería según la segunda ley de la termodinámica: en vez de absorber calor, lo libera al gas de alrededor, que se encuentra más caliente.

El resultado y el teorema planteado confirma la existencia de limitaciones en la segunda ley a escala nanométrico, y sugiere su revisión. En este

nanomundo se mueven objetos como los bloques constituyentes de las células vivas o dispositivos nanotecnológicos, que están expuestos continuamente a un zarandeo aleatorio debido al movimiento térmico de las moléculas que están a su alrededor. Según los autores, el marco teórico y experimental, publicado en la revista *Nature Nanotechnology*, puede tener aplicaciones en esos campos.

A medida que la miniaturización se acerca cada vez más a escalas nanométricas, las nanomáquinas experimentarán condiciones cada vez más aleatorias. Por tanto, los estudios futuros buscarán entender a fondo la física fundamental de los sistemas a nanoescala fuera de equilibrio. La investigación será fundamental para ayudar a comprender cómo las nanomáquinas se comportan en esas condiciones fluctuantes.

#### Referencia bibliográfica:

Jan Gieseler, Romain Quidant, Christoph Dellago, Lukas Novotny. "Dynamic Relaxation of a Levitated Nanoparticle from a Non-Equilibrium Steady State". *Nature Nanotechnology*, 30 de marzo de 2014. Doi: 10.1038/NNANO.2014.40.

Derechos: **Creative Commons**

TAGS

NANOTECNOLOGÍA | LÁSER | ICFO |

Creative Commons 4.0

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

