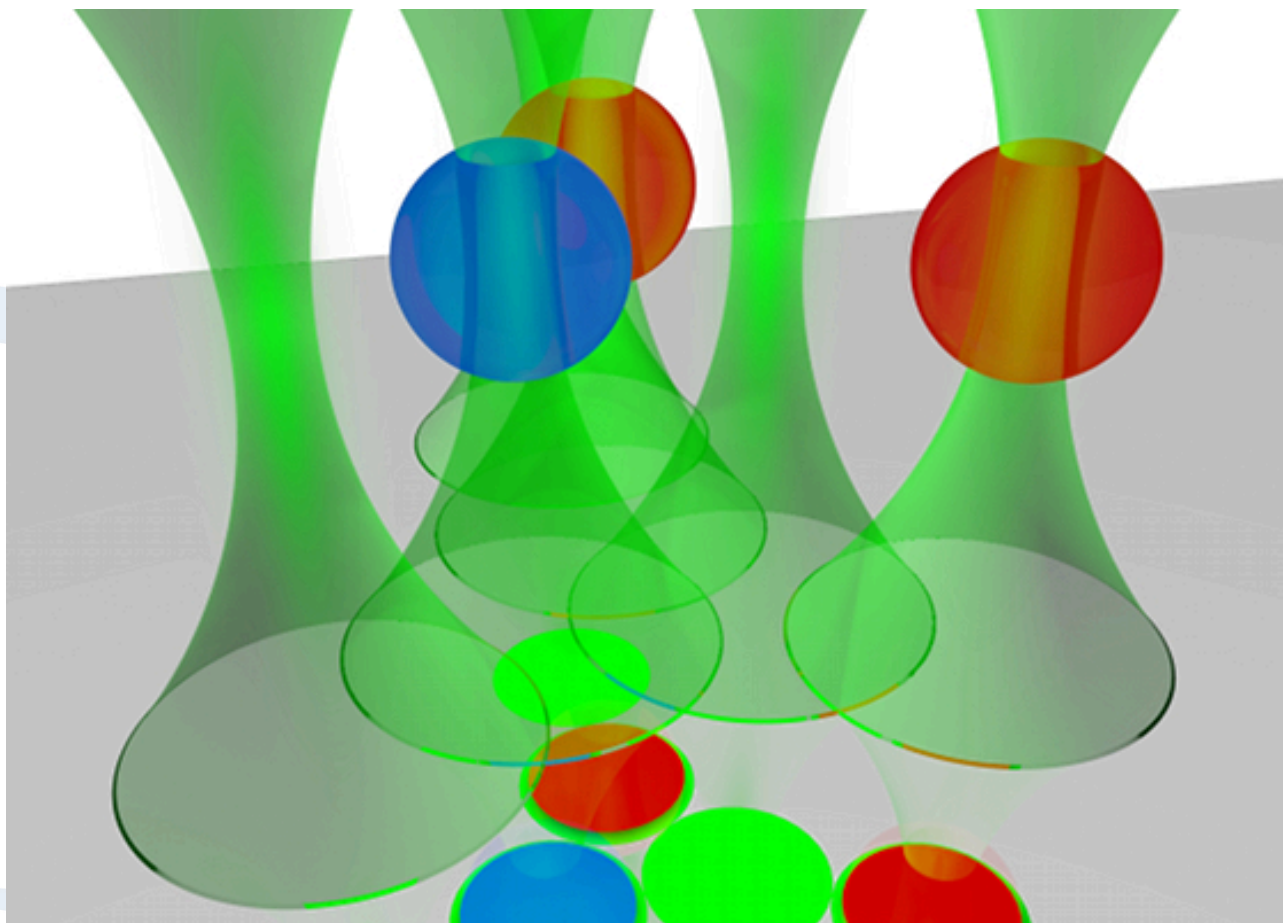


2+1 non sempre fa 3



Nel micromondo l'unione non fa sempre la forza

21 aprile 2016

Se spingo la mia auto in panne da solo ottengo un certo effetto. Se qualcuno mi dà una mano otteniamo la somma degli effetti delle nostre spinte. Ma se fossimo due micro-particelle che ne spingono un'altra, potrebbe succedere che l'effetto complessivo sia diverso dalla somma dei nostri sforzi. Uno studio appena pubblicato su *Nature Communications*, a cui ha collaborato la SISSA, ha misurato questo effetto controintuitivo che gli scienziati chiamano a "molti corpi".

Nel mondo microscopico, dove operano le moderne macchine miniaturizzate, una delle nuove frontiere della tecnologia, finché siamo in presenza di due sole particelle le cose sono tutto sommato semplici. Quando però se ne aggiungono altre, la situazione può diventare più



complicata di quel che ci suggerisce il senso comune. Immaginate di spingere la macchina in due: la forza che ottenete è semplicemente la somma delle vostre forze. Se invece siete in tre, otterrete una forza risultante che è la somma delle tre forze, e via dicendo. Ora però immaginate di essere un colloide, cioè una particella solida di pochi millesimi di millimetro, immersa in un fluido. Davanti a voi c'è un'altra particella simile. Se nel fluido che vi separa ci sono fluttuazioni termiche "critiche", allora potrete respingere o attrarre l'altra particella senza nemmeno bisogno di toccarla: ci pensano le fluttuazioni. In altre parole, si crea una forza di interazione, detta forza di "Casimir critica", come se foste unite da una molla invisibile. Per avere le fluttuazioni critiche, basta usare uno dei tanti liquidi trasparenti composti da una miscela di due componenti che gradualmente si separano, come fossero olio e acqua, quando la loro temperatura viene innalzata.

Cosa succede però se arriva un terzo colloide? "Una cosa controintuitiva: la forza complessiva che una particella 'percepisce' su di sé è diversa dalla somma delle interazioni con ciascuna delle altre due, se queste fossero presenti da sole", spiega Andrea Gambassi, professore della SISSA, fra gli autori dello studio. Gambassi non è nuovo agli studi sulle forze di Casimir critiche: nel 2008 infatti è stato fra gli autori di una ricerca, pubblicata su *Nature*, che ha misurato direttamente per la prima volta queste forze, predette teoricamente già nel 1978. "In parole semplici", continua lo scienziato, "le forze non si sommano in maniera lineare, come nell'esperienza quotidiana. Ci troviamo di fronte a quello che i fisici chiamano effetto a molti corpi, tipico delle forze indotte da fluttuazioni".

La nuova ricerca ha misurato per la prima volta questo effetto in un sistema formato da microsferi di vetro (diossido di silicio) immerse in un fluido. Ricostruendo le forze di Casimir critiche quando il sistema è formato da due particelle e quando è formato da tre, i ricercatori hanno dimostrato la non additività di queste forze. "Conoscere questi effetti è molto importante, sia dal punto di vista della ricerca di base, sia dal punto di vista pratico, per coloro che studiano come creare micro-macchine in grado di svolgere i più svariati compiti. Ogni micro-macchina infatti è formata da diverse componenti che si muovono le une rispetto alle altre, e per capire come i diversi 'ingranaggi' interagiscono questa conoscenza è cruciale, soprattutto in presenza di fluidi", spiega Gambassi.

Raggi laser, pinzette ottiche e miscele critiche

L'esperimento, condotto dal gruppo di Giovanni Volpe dell'Università di Bilkent in Turchia, è ingegnoso: i colloidali sono stati immersi nel fluido costituito da una miscela di acqua e lutidina (una sostanza oleosa). Sotto i 34°C questa miscela è simile all'acqua, ma al di sopra avviene la transizione di fase: prima il fluido diventa opaco per effetto delle fluttuazioni critiche e poi si osserva la stratificazione dell'olio sopra all'acqua. "È proprio in prossimità della transizione di fase che abbiamo osservato questi effetti a molti corpi" spiega Volpe.

I colloidali immersi nel fluido, però, si muovono casualmente e si diffondono con moto browniano, il movimento causale tipico dei corpuscoli immersi in un liquido, spiegato teoricamente da Einstein.



Per poterli “confinare”, il fluido è stato illuminato con dei sottili fasci laser focalizzati in un punto: quando le particelle entrano dentro un fascio tendono a rimanere dove la luce è più intensa. Si dice in questo caso che il laser si comporta come una pinzetta ottica. Tenendo vicini due colloidi con due fasci laser è possibile misurare con precisione i loro movimenti casuali tramite un video girato al microscopio e da questo ricostruire con metodi statistici le forze in gioco fra di loro. Sempre con l’ausilio di una pinzetta ottica, i ricercatori hanno poi aggiunto un terzo colloide. A questo punto il gioco è stato semplice: “abbiamo infatti osservato che in corrispondenza della transizione di fase il confronto fra la situazione a due e quella a tre dimostra che non c’è l’addizione lineare delle forze in gioco, e che si verifica un effetto a molti corpi”, spiega il professor Siegfried Dietrich, direttore nell’istituto Max-Planck per i Sistemi Intelligenti di Stoccarda in Germania, coautore dello studio. “Naturalmente se aggiungessimo ulteriori particelle la situazione si farebbe ancora più complicata e interessante”. “Abbiamo così dimostrato che l’effetto molti corpi è reale, e siamo riusciti a misurarlo con una precisione insperata: si tratta pur sempre di forze di un millesimo di miliardesimo di grammo”, conclude Volpe. “Adesso vogliamo utilizzarle per progettare e sviluppare nuove macchine microscopiche”.

LINK UTILI:

- Link al paper originale su *Nature Communications*: <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms11403>

IMMAGINI:

- Colloidi confinati da raggi laser - Crediti: Soft Matter Lab @ Bilkent University

VIDEO:

- Guarda i video degli esperimenti su Youtube: <https://youtu.be/-PPHFpoAFyo> e <https://youtu.be/p6Aac5g-KXQ>

Contatti:

Ufficio stampa:

pressoffice@sissa.it

Tel: (+39) 040 3787644 | (+39) 366-3677586

via Bonomea, 265
34136 Trieste

Maggiori informazioni sulla SISSA: www.sissa.it