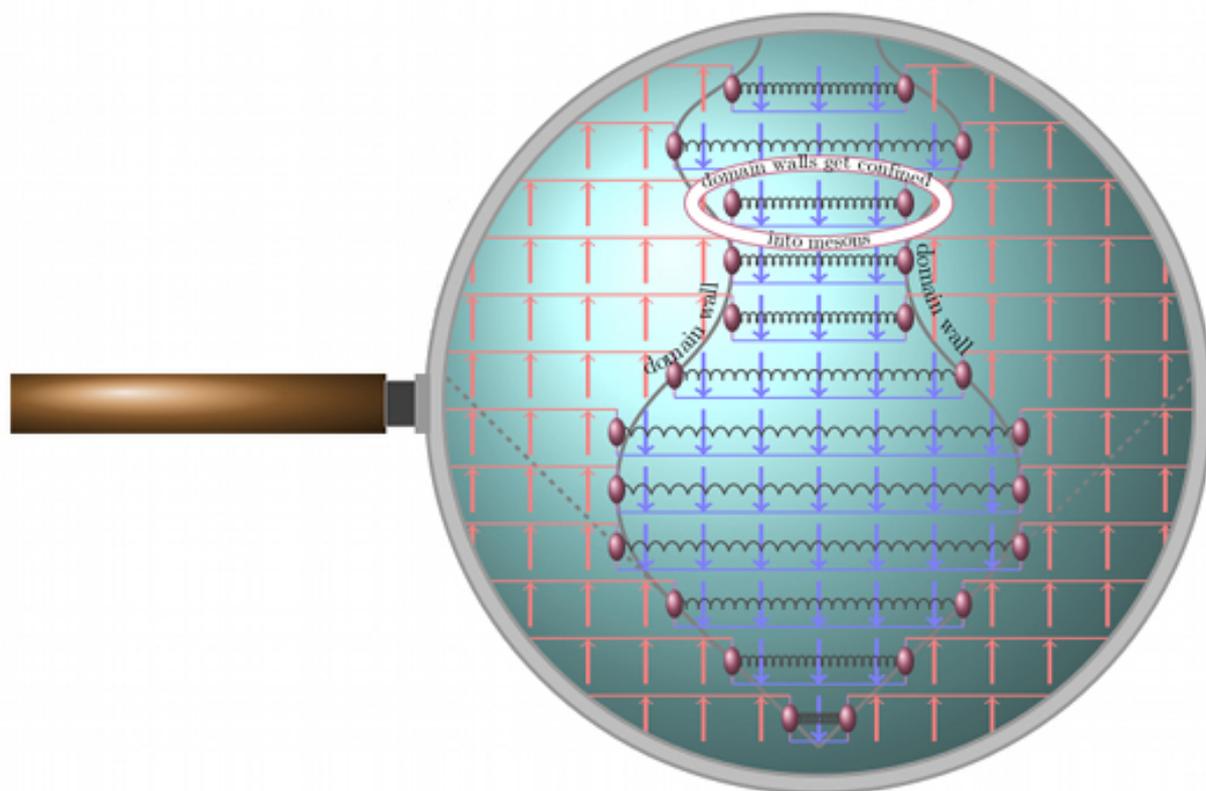


## Cono o fiasco? Il profilo svela se c'è confinamento



### Una ricerca teorica coordinata dalla SISSA sulle pagine di *Nature Physics*

10 Novembre 2016

In fisica, il confinamento delle particelle è un fenomeno talmente importante che il Clay Mathematics Institute ha addirittura promesso un milione di dollari per chi riuscisse a darne una spiegazione scientifica convincente ed esaustiva dal punto di vista matematico. Questo fenomeno si osserva, per esempio, con i quark, le particelle che costituiscono protoni e neutroni che sono costrette a stare sempre appiccate in coppie o triplette per via dell'interazione forte - la forza che tiene uniti i nuclei degli atomi -. Un recente lavoro della SISSA aggiunge un nuovo capitolo alle conoscenze sul confinamento, mostrando come con un metodo relativamente semplice si può capire se in un sistema con caratteristiche ferromagnetiche le "particelle" che si formano sono soggette a confinamento. La ricerca è stata pubblicata su *Nature Physics*, la prestigiosa rivista del gruppo Nature.

---



---

L'interazione forte è una delle quattro forze fondamentali della fisica, la più intensa e quella che tiene insieme il nucleo degli atomi. "Possiamo dire che questa forza è la ragione per cui esistiamo, poiché senza di essa non esisterebbero gli elementi che ci costituiscono", scherza Pasquale Calabrese, fisico teorico della Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA) di Trieste, che ha coordinato il nuovo studio. L'interazione forte fa sì che i quark restino "confinati", al punto che in natura è impossibile osservarli isolati in condizioni usuali. "È come se queste particelle fondamentali fossero unite con delle molle: più le tiri, più cercano di riavvicinarsi", continua Calabrese. "In realtà questo fenomeno non esiste solo per le particelle elementari, come nell'esempio dei quark, ma anche in modelli di fisica statistica e di materia condensata, che sono stati l'argomento dello studio che abbiamo condotto in collaborazione con l'Università di Budapest".

Nel loro lavoro Calabrese e colleghi, fra cui Mario Collura ricercatore della SISSA, hanno formulato una previsione del comportamento di un sistema ferromagnetico spinto fuori dal suo equilibrio termodinamico. "Finora si erano presi in esame i sistemi in stato di equilibrio, ma non sapevamo cosa succede quando questo si rompe", precisa lo scienziato.

Il sistema studiato da Calabrese è una "catena di spin" in uno stato ferromagnetico. Lo spin, detto un po' grossolanamente, è come un microscopico magnete e si può rappresentare con una freccia. Quando in un materiale gli spin sono tutti allineati (le frecce cioè puntano tutte nello stesso verso) il materiale è in uno stato ferromagnetico, cioè una calamita.

### ***Macchie che si allargano, coni e fiaschi***

"Per semplicità possiamo immaginarci il sistema in equilibrio come composto da un gran numero di frecce che puntano tutte nello stesso verso. Quando questo viene perturbato, applicando per esempio un campo magnetico, qualche freccia si ribalterà. In questo caso noi diciamo che si creano delle 'particelle'" spiega Calabrese. "In un sistema normale (dove non c'è confinamento) queste zone con le frecce ribaltate tendono a espandersi spazialmente in maniera indefinita, un po' come delle macchie di vino rosso su un tovagliolo di carta. Il grafico che descrive questa espansione spaziale nel corso del tempo è un cono, tecnicamente chiamato 'cono di luce'".

Se però le particelle nel sistema sono confinate allora le cose vanno diversamente. "In realtà quello che noi chiamiamo particelle in questo caso sono le pareti che delimitano le zone con le frecce ribaltate, i bordi delle 'macchie'. Più queste si allontanano, più si attraggono



reciprocamente. Questo vuol dire la macchia non tenderà a espandersi indefinitamente come nel sistema normale, ma dopo un certo tempo comincerà a contrarsi". Il grafico in questo caso non è più un cono: "assomiglia di più al profilo di un fiasco, che prima si allarga e poi torna a restringersi".

"Se nel sistema, virtuale o reale che sia, il grafico che rappresenta le 'correlazioni' (le frecce con lo stesso orientamento) assume la forma a fiasco piuttosto che quella a cono, allora sappiamo che le particelle sono sottoposte a confinamento. In questo modo diventa semplice, anche per gli sperimentali, verificarne la presenza", conclude Calabrese.

Il lavoro di Calabrese e colleghi è completamente teorico, il che lo rende quasi un'eccezione per la rivista in cui è stato pubblicato che normalmente privilegia lavori sperimentali o teorico/sperimentali. "Questo ci fa pensare che il modello da noi proposto sia stato giudicato come molto promettente e utile per la ricerca in questo campo, anche quella sperimentale. In molti casi infatti è già difficile rilevare la presenza di confinamento. In questo modo invece, per questi materiali, diventa molto più semplice. Ora ci stiamo impegnando proprio perché, in un periodo relativamente breve, questo fenomeno possa essere osservato sperimentalmente".

#### **LINK UTILI:**

- Link all'articolo originale su Nature Physics: <https://goo.gl/BPg6oN>

#### **IMMAGINI:**

- Crediti: SISSA (P. Calabrese)

#### **Contatti:**

Ufficio stampa:

[pressoffice@sissa.it](mailto:pressoffice@sissa.it)

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

via Bonomea, 265  
34136 Trieste

Maggiori informazioni sulla SISSA: [www.sissa.it](http://www.sissa.it)