

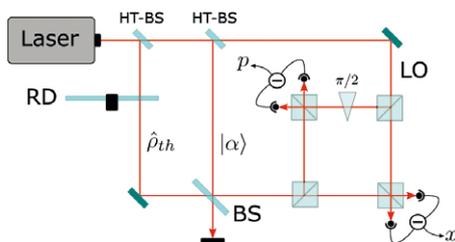
SCELTI PER VOI

REVERSIBILITÀ NELLO SPAZIO DELLE FASI QUANTISTICO

Classicamente la reversibilità a livello microscopico corrisponde alla simmetria per inversione del tempo della traiettoria nello spazio delle fasi. L'irreversibilità macroscopica sorge dalla somma sui cammini possibili, con conseguente perdita della coerenza temporale. A livello quantistico le proprietà dello spazio delle fasi sono modificate dal principio di indeterminazione (energia-tempo) e così quelle della micro-reversibilità. M. Bellini e collaboratori hanno derivato la relazione tra le probabilità della traiettoria e della sua invertita nel tempo di un sistema quantistico in interazione con un bagno termico e dimostrato sperimentalmente la natura della reversibilità quantistica microscopica.

M. Bellini et al., *Demonstrating quantum microscopic reversibility using coherent states of light*, Phys. Rev. Lett., 129 (2022) 170604.

In this Letter, we establish a method to explore the difference between quantum and classical theory of microscopic reversibility on a very basic level and demonstrate it using a quantum optical setup. In the experiment, an initial coherent state of light interacts with a thermal field, and the resulting mixed state is then measured on a coherent basis. The measured statistics clearly follow the quantum version of microscopic reversibility.



Schema semplificato del dispositivo sperimentale per testare il teorema delle fluttuazioni quantistiche. Figura riprodotta con permesso da: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.129.170604>, © 2022 American Physical Society.

ELICHE DI NEUTRONI

Un'onda di luce può essere "strutturata" a portare un momento angolare orbitale, l , che compare nel fattore $e^{i\phi l}$ della funzione d'onda, con ϕ angolo azimutale attorno alla direzione di propagazione. Il fronte d'onda è elicoidale. D. Sarenac e collaboratori sono ora riusciti, per la prima volta, a realizzare un fascio elicoidale di neutroni.

D. Sarenac et al., *Experimental realization of neutron helical waves*, Sci. Adv., 8 (46) (2022) eadd2022.

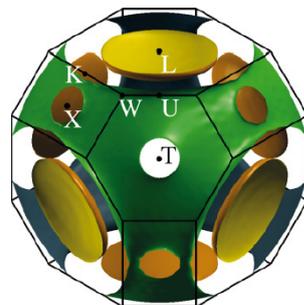
Methods of preparation and analysis of structured waves of light, electrons, and atoms have been advancing rapidly. Despite the proven power of neutrons for material characterization and studies of fundamental physics, neutron science has not been able to fully integrate these techniques because of small transverse coherence lengths, the relatively poor resolution of spatial detectors, and low fluence rates. Here, we demonstrate methods that are practical with the existing technologies and show the experimental achievement of neutron helical wavefronts that carry well-defined orbital angular momentum values. We discuss possible applications and extensions to spin-orbit correlations and material characterization techniques.

NUOVE IDEE SUL PIÙ VECCHIO SUPERCONDUTTORE

Nel 1911 H. Kamerlingh Onnes scopriva la superconduttività nel mercurio, e nel 1957 Bardeen, Cooper e Schrieffer formulavano la teoria, ma sino ad oggi non si era in grado di capire nei dettagli, a livello microscopico, il fenomeno e calcolarne la temperatura critica. Ricercatori dell'Università de L'Aquila e altri istituti sono ora riusciti a prevederne un valore vicino a quello sperimentale (minore del 2.5%).

C. Tresca et al., *Why mercury is a superconductor*, Phys. Rev. B, 106 (2022) L180501.

Despite being the oldest known superconductor, solid mercury is mysteriously absent from all current computational databases of superconductors. We present a critical study of its superconducting properties based on state-of-the-art superconducting density functional theory. Our calculations reveal numerous anomalies in electronic and lattice properties, which can mostly be handled, with due care, by modern *ab initio* techniques.



La superficie di Fermi del α -Hg dal calcolo completamente relativistico. Figura riprodotta con permesso da: <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.106.L180501>, © 2022 American Physical Society.

ENTANGLEMENT QUANTISTICO SU SCALA GLOBALE

Il premio Nobel 2022 è stato assegnato a A. Zeilinger per il "teletrasporto quantistico", cioè lo spostamento di uno stato quantico da un sistema ad un altro distante tra loro. La meccanica quantistica si manifesta così a scala macroscopica. Oltre all'aspetto di fisica fondamentale, il fenomeno ha applicazioni, in particolare per crittografare le telecomunicazioni con distribuzione quantistica della chiave (QKD). Su scala globale però non lo si può fare su fibra ottica. Infatti, per conservare l'entanglement non si può amplificare, e assorbimento e diffusione limitano la distanza a poche centinaia di chilometri. Il problema fu superato usando un satellite per connettere diverse stazioni sulla terra. La gran parte del tragitto dei fotoni è praticamente nel vuoto, tranne la decina di chilometri in atmosfera, e l'informazione sulla fase è conservata. Il gruppo cinese guidato da Jian-Wei Pan ha sviluppato tutti gli elementi della tecnologia, con il satellite Micius, dal nome di un filosofo del IV secolo a.C., lanciato nel 2016. Quest'articolo di rivista presenta un panorama completo della storia, dello stato dell'arte e delle prospettive per il futuro. Ripporto dalle conclusioni.

C.-Y. Lu et al., *Micius quantum experiments in space*, Rev. Mod. Phys., 94 (2022) 035001.

Although [we showed] that the Micius satellite greatly enhances the scale and capability of quantum experiments in space, Micius marks only the beginning. For the Chinese quantum satellite plans, there are two goals in the next five to ten years. The first is to develop three to five small LEO satellites dedicated to QKD missions, which will provide more practical and efficient QKD services. The second goal is to develop a medium-Earth-orbit-to-geosynchronous-orbit (GEO) quantum science satellite that involves several ambitious scientific objectives.



Il satellite Micius e tre stazioni a terra collegate (Graz, Nanshan, and Xinglong). Crediti: University of Science and Technology of China.

a cura di A. Bettini