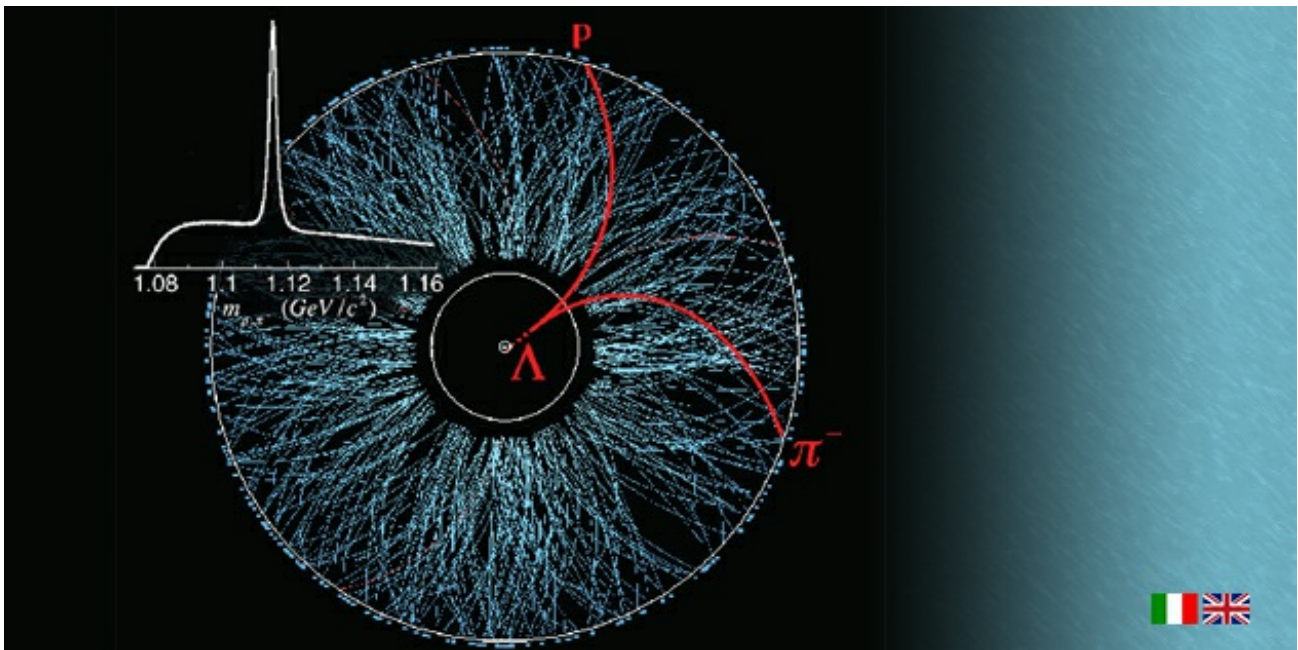


# Il vortice più veloce

✍ A. Bettini 📅 29-09-2017 ↗ <http://www.primapagina.sif.it/article/661>



Le tracce delle particelle cariche in un evento come viste dalla TPC dell'esperimento STAR, con evidenziate in rosso quelle di un protone e di un  $\pi^-$ . L'insero mostra la distribuzione delle masse  $p\pi^-$ , con un bel picco alla massa della  $\Lambda$ . / The charged track in one event as seen in the STAR experiment TPC, with, in red, those of a proton and of a  $\pi^-$ . The insert shows the distribution of the  $p\pi^-$  mass with a clear peak at the  $\Lambda$  mass.  
Credits: arXiv.org:1701.06657 .

Le collisioni tra nuclei accelerati a energie ultra-relativistiche in due fasci circolanti in versi opposti producono uno stato della materia di temperatura e densità estremamente alte. Sorprendentemente, questo stato si comporta come un fluido di viscosità molto bassa. Di fatto, si tratta del liquido con il minimo rapporto tra viscosità e densità di entropia mai osservato. I collisori disponibili sono il Large Hadron Collider (LHC) del CERN e il Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC) presso il Brookhaven National Laboratory.

È facile predizione l'affermare che il momento angolare dei due nuclei iniziali debba manifestarsi come una forte rotazione del fluido finale. Infatti, le collisioni non centrali possono avere momenti angolari dell'ordine di  $1000 \hbar$ . Non è tuttavia affatto facile osservare questo fenomeno, e finora non lo è stato, perché la corrispondente vorticità non si può rivelare direttamente.

Dato che la vorticità rappresenta una struttura locale del fluido, un accoppiamento spin-orbita può risultare in un'orientazione preferenziale degli spin delle particelle nella direzione dell'asse di rotazione. Si tratta quindi di cercare un allineamento perpendicolare al piano della collisione di un

adrone che emerga dal fluido. Ciò non è affatto facile in generale, ma è noto sin dall'inizio della ricerca sulle particelle elementari che la  $\Lambda$  si "auto-analizza". Quest'iperone neutro decade in un protone e un mesone  $\pi$ . Dato che il decadimento avviene per interazione debole, la direzione del protone è preferenzialmente quella dello spin della  $\Lambda$ .

La Collaborazione STAR al RHIC ha recentemente misurato in questo modo una polarizzazione positiva, di qualche per cento, delle  $\Lambda$  (e delle loro antiparticelle) emergenti dal fluido dopo l'adronizzazione. Questo valore è in accordo con alcune predizioni idrodinamiche basate sulla QCD. La teoria ha permesso di estrarre da questa misura la velocità angolare del fluido, che è stata valutata in quasi  $10^{22} \text{ s}^{-1}$ , cioè dieci giri in uno zeptosecondo. Questa è la più grande velocità angolare mai osservata (o inferita).

Questa scoperta apre una nuova via agli studi del mondo colorato della QCD, in particolare in relazione al ripristino della simmetria chirale.

Scopri di più: 1, 2

## The fastest vortex

Collisions between nuclei accelerated in two counter-rotating beams to ultra-relativistic energies produce a state of matter of very high temperature and density. Surprisingly enough, this state behaves as a fluid of very low viscosity. As a matter of fact, this is the liquid of the lowest ratio of viscosity to entropy density ever observed. The available colliders are the Large Hadron Collider (LHC) at CERN and the Relativistic Heavy Ion Collider (RHIC) at the Brookhaven National Laboratory.

It is easy to predict that the initial angular momentum of the incoming nuclei pair should appear as a strong rotation of the fluid. Indeed, non-central collisions may have angular momenta of the order of 1000  $\hbar$ . This is not, however, easy to observe, and was not detected so far, because the corresponding vorticity cannot be detected directly.

Since vorticity represents a local rotational structure of the fluid, spin-orbit coupling can lead to preferential orientation of particle spins along the direction of the rotation axis. The trick is then to look for an alignment normal to the collision plane of a hadron emerging from the fluid. This is not easy in general, but it has been known since the beginning of particle physics that the  $\Lambda$  is "self-analysing". This neutral hyperon decays into a proton and a  $\pi$ . Being the decay via weak interactions, the direction of the proton is preferentially in the direction of the  $\Lambda$  spin.

The STAR Collaboration at RHIC has now measured in this way a positive polarization of a few percent of the  $\Lambda$ 's (and of their antiparticles) emerging from the fluid after hadronisation. This is consistent with some hydrodynamic prediction based on QCD. The theory allowed to extract from this measurement the angular velocity of the fluid, which was evaluated in  $10^{22} \text{ s}^{-1}$ , namely ten turns in a zeptosecond. This is the fastest vorticity ever observed (or inferred).

This discovery opens a new way to studies of the coloured world of QCD, in particular in relation to the chiral symmetry restoration.

Learn more about: 1, 2