



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE



Progetto Virgo: a caccia di onde gravitazionali

L'interferometro laser Virgo è un innovativo rivelatore di onde gravitazionali: le sfuggenti perturbazioni cosmiche che costituiscono uno dei misteri più affascinanti della fisica moderna. Esse vennero previste dalla teoria della relatività generale di Albert Einstein e la loro esistenza è stata dimostrata in modo indiretto, ma fino ad oggi non è mai stato possibile osservarle sperimentalmente. La difficoltà è dovuta al fatto che il grado di precisione necessario per registrare un'onda gravitazionale è analogo, in proporzione,

a quello che occorrerebbe per misurare la distanza tra la Terra e il Sole con un errore inferiore al diametro di un atomo, ma a una scala di grandezza miliardi di volte più piccola. Virgo, che dispone di tecnologie estremamente sofisticate, è frutto di oltre dieci anni di collaborazione tra l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (InfN) e il Centro Nazionale per le Ricerche Scientifiche (CnrS) francese. Il progetto opera nell'ambito del consorzio Ego (European Gravitational Observatory) appositamente costituito da InfN e CnrS.



< Fase di allestimento dell'interferometro Virgo: interno di un tunnel

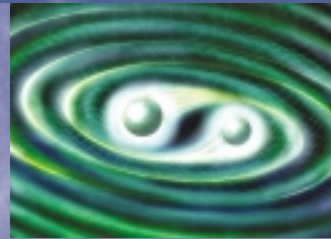
© Foto Philippe Plailly/Eurolios



< Vista esterna dell'apparato sperimentale Virgo

Le onde gravitazionali sono perturbazioni della curvatura dello spazio-tempo generate dal moto accelerato di corpi celesti. Albert Einstein le aveva immaginate come increspature sulla superficie di uno stagno dopo il lancio di una pietra. Data la loro estrema debolezza possono essere captate solo le onde gravitazionali prodotte da un evento di grande potenza, quale l'esplosione di una supernova, l'interazione tra una stella di neutroni e un buco nero o la fusione di due stelle di neutroni appartenenti a un sistema binario.

Rappresentazione artistica di onde gravitazionali emesse da un sistema binario di stelle di neutroni



Il sistema di misura di Virgo si basa essenzialmente su un fascio laser che viene trasformato da uno specchio "divisore di fascio" in due fasci identici perpendicolari tra loro, ognuno dei quali entra in una cavità ottica (cavità Fabry-Perot) composta da altri due

specchi, uno vicino e il secondo posto a tre chilometri di distanza. Gli specchi hanno la caratteristica di possedere una eccezionale levigatezza (la loro "rugosità" è inferiore al milionesimo di millimetro, pari cioè allo spessore di qualche atomo).

Cavità ottica risonante
All'interno di ciascuna cavità ottica ogni fotone subisce in media 50 riflessioni prima di uscire per ritornare verso lo specchio divisore di fascio. Su questo specchio i fasci vengono poi ricombinati e un dispositivo misura l'interferenza fra di essi. Se un'onda gravitazionale investe le cavità ottiche, la distanza tra gli specchi varia e l'interferenza dei due fasci ne viene perturbata. Dalla variazione dell'interferenza è quindi possibile rivelare il segnale prodotto da un'onda gravitazionale.

Specchio
Le due componenti del fascio laser entrano attraverso questo specchio nella cavità Fabry-Perot.

Sospensioni antisismiche
Ogni specchio di Virgo è sospeso a un sistema di isolamento sismico di sofisticata tecnologia contenuto in una torre da vuoto. Per poter captare un'onda gravitazionale è infatti indispensabile un perfetto isolamento dalle vibrazioni provenienti dall'ambiente esterno, le quali potrebbero mascherare il passaggio dell'onda. Per raggiungere questo scopo sono state messe a punto avanzatissime apparecchiature meccaniche costituite da una catena di filtri sismici, i quali compongono una sorta di pendolo, equipaggiati con molle a balestra triangolari. Le molle provvedono all'isolamento nella direzione verticale, mentre il pendolo assicura l'isolamento nella direzione orizzontale. Data la sua incredibile sensibilità alle vibrazioni, Virgo potrebbe fornire dati estremamente interessanti anche sui movimenti di masse situate nel cuore della Terra: informazioni che potrebbero rivelarsi utili nello studio dei terremoti.

Laser
Sorgente da cui parte il laser che verrà suddiviso in due fasci, inviati poi all'interno dei bracci dove si trova il vuoto ultraspinto.

Divisore di fascio
Ha la funzione di dividere in due componenti uguali il fascio laser.

Fotodiodi
Fotodiodi che rivelano il passaggio di un'onda gravitazionale.

