

R2/LA SCIENZA

# E finalmente arrivano le onde di Einstein

Una svolta sulla gravità giovedì i ricercatori daranno l'annuncio

MARCO CATTANEO

**O**NDE gravitazionali sì, no, forse. Da giorni si rincorrono le voci su un annuncio atteso da un secolo, la prima osservazione diretta delle onde

gravitazionali previste dalla teoria generale della relatività formulata da Albert Einstein proprio un secolo fa. A confermare la notizia — pubblicata su *Nature* — sarà una conferenza stampa congiunta di Ligo e Virgo prevista per giovedì. Statunitense la prima, italo-francese la seconda, le due équipes hanno finalmente avuto una risposta dai giganteschi rivelatori costruiti per misurare le minuscole increspature dello spazio-tempo prodotte da

corpi celesti di grande massa. Ligo ha tre strumenti, tutti negli Stati Uniti. Virgo, finanziata dall'Istituto nazionale di fisica nucleare e dal Centre National de la Recherche Scientifique, ne ha uno a Cascina, Pisa. Non si conoscono i dettagli, ma le prime informazioni emergono da una mail di Clifford Burgess, fisico teorico della McMaster University, in Canada, finita su Twitter.

A PAGINA 33 CON UN ARTICOLO DI ELENA DUSI

# Einstein aveva ragione (ancora una volta) ecco le onde gravitazionali

ELENA DUSI

ROMA  
«A

cento anni dalla previsione dell'esistenza delle onde gravitazionali formulata da Einstein, la comunità scientifica e la stampa sono invitate per fare il punto sulla ricerca». L'appuntamento è per giovedì 11 febbraio alle 10,30 di Washington, le 16,30 italiane. E sulla natura dell'annuncio le aspettative sono davvero alte. L'osservatorio americano Ligo avrebbe infatti per la prima volta osservato un'onda gravitazionale: un'increspatura della trama dello spazio-tempo causata da uno degli eventi cataclismici dell'universo: fenomeni talmente violenti da «scuotere i pilastri del cosmo», farli vibrare e far schizzare via queste vibrazioni alla velocità della luce.

Se le anticipazioni fossero confermate, mai come in questo caso si potrebbe parlare di "scoperta del secolo". Albert Einstein infatti formulò la sua teoria generale della relatività - in cui è inclusa

la previsione delle onde gravitazionali - nel 1916. Esattamente cento anni prima rispetto alla data della presunta osservazione (avvenuta nell'autunno dell'anno scorso). All'annuncio di giovedì, oltre agli scienziati americani di Ligo che hanno fatto l'osservazione diretta, parteciperanno anche i fisici italiani di Virgo, che nella campagna di Pisa, a Cascina, gestiscono un osservatorio del tutto simile sotto l'egida dell'Istituto nazionale di fisica nucleare (Infn) e del Centre National de la Recherche Scientifique francese. Virgo, al momento dell'osservazione, era chiuso per il potenziamento dei suoi apparati. Ma gli scienziati italiani hanno condiviso con i colleghi Usa l'analisi dei dati, e i due gruppi sono coordinati per fare una sorta di "staffetta" delle osservazioni.

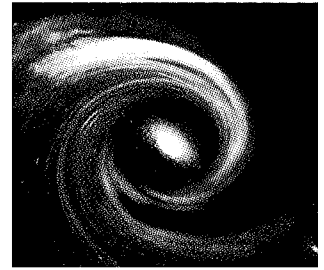
L'onda gravitazionale captata da Ligo, secondo fisici che hanno avuto visione diretta della ricerca, sarebbe partita da due buchi neri che si sono avvicinati fino a fondersi l'uno con l'altro. La forza di gravità in questo processo

raggiunge valori talmente intensi da piegare la trama dello spazio-tempo e fa partire un'onda gravitazionale abbastanza grande da poter essere captata dagli strumenti terrestri. I due buchi neri, secondo le indiscrezioni, non erano particolarmente grandi: 36 volte la massa del Sole uno e 29 l'altro. Man mano che si sono avvicinati, la frequenza delle onde gravitazionali sarebbe aumentata, per poi cessare di colpo al momento della fusione. Alla fine del processo sarebbe rimasto un unico buco nero da 62 masse solari. Le altre tre corrisponderebbero all'energia dissipata per formare le onde gravitazionali.

Catturare una "vibrazione dello spazio-tempo" non è affatto impresa facile. «La nostra è una sorta di astronomia dei cataclismi» spiega Adalberto Giazotto, il fisico dell'Infn che ha visto nascere l'osservatorio di Cascina. Gli scienziati ci provano dagli anni '60, mentre Ligo e Virgo sono attivi rispettivamente dal 2004 e dal 2003. I due strumenti si chiamano in

gergo «interferometri a raggi laser». Sono formati da due tunnel disposti a "elle" e lunghi vari chilometri: 3 nel caso di Virgo, 4 nel caso dei due osservatori di Ligo, costruiti uno in Louisiana e uno nello stato di Washington. All'interno di questi tunnel viene sparato un raggio laser, che rimbalza attraverso una serie di specchi e raggiunge l'intensità di migliaia di lampadine. La calibrazione di questi specchi avviene in maniera precisissima, così come totale è l'isolamento sismico: il segnale, in condizioni normali, deve tornare esattamente dove è partito. Fulvio Ricci, fisico dell'università La Sapienza a Roma, dell'Infn e "spokesperson" (cioè coordinatore) di Virgo spiega che «il tunnel è mantenuto completamente sotto vuoto. Anche un granello di polvere potrebbe disturbarci». Al passaggio di un'onda gravitazionale, la deformazione della "elle" farebbe deviare il raggio laser di un milionesimo del diametro di un atomo. Sembra poco, ma è quanto basta per fare la scoperta del secolo.

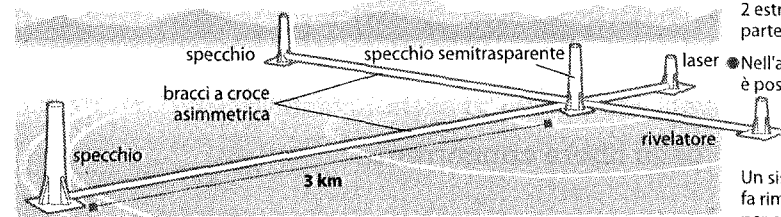
Rilevata una "vibrazione dello spazio-tempo" dai ricercatori americani insieme a italiani e francesi. L'annuncio è previsto per giovedì



- 1 Normalmente il rivelatore non viene raggiunto dal raggio laser
- 2 Quando un'onda gravitazionale raggiunge l'antenna, fa variare la lunghezza dei due bracci
- 3 La variazione è più piccola del nucleo di un atomo ma basta a sfasare i raggi laser, che così raggiungono il rivelatore
- 4 I raggi laser si propagano in tubi sotto vuoto, alla pressione di un milionesimo di milionesimo di atmosfera
- 5 Ogni specchio è sospeso a una serie di pendoli che li isolano dalle onde sismiche del suolo

### Le antenne gravitazionali

Sono 4 e si trovano in Louisiana, nello stato di Washington, ad Hannover e a Cascina, in provincia di Pisa, "Virgo" è il nome dell'antenna italiana dell'Istituto nazionale di fisica nucleare

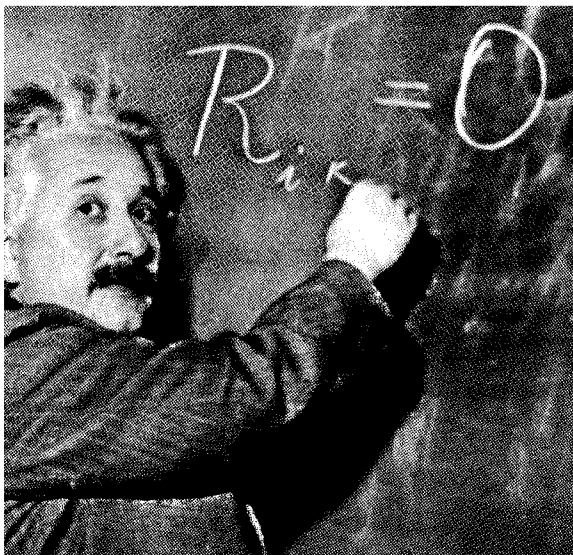


- Da una delle 2 estremità corte parte un fascio laser
  - Nell'altra estremità corta è posizionato un rivelatore
- Un sistema di specchi fa rimbalzare questo raggio per oltre 100 km

### Le onde gravitazionali

- Teorizzate da Einstein, ma mai osservate
- Sono piccole perturbazioni dello spazio-tempo. Viaggiano alla velocità della luce
- Non interagiscono con la materia: per questo sono difficili da captare
- Sono analoghe alle onde elettromagnetiche. Ma anziché essere prodotte da particelle cariche in movimento, sono prodotte da masse in movimento

Provengono anche da zone dell'universo che le onde elettromagnetiche non riescono ad attraversare. Per questo sono così importanti



**IL GENIO**  
Albert Einstein, vissuto tra il 1879 e il 1955, premio Nobel per la fisica nel 1921. Cento anni fa predisse l'esistenza delle onde gravitazionali

