

La scoperta delle onde gravitazionali

LE ONDE GRAVITAZIONALI

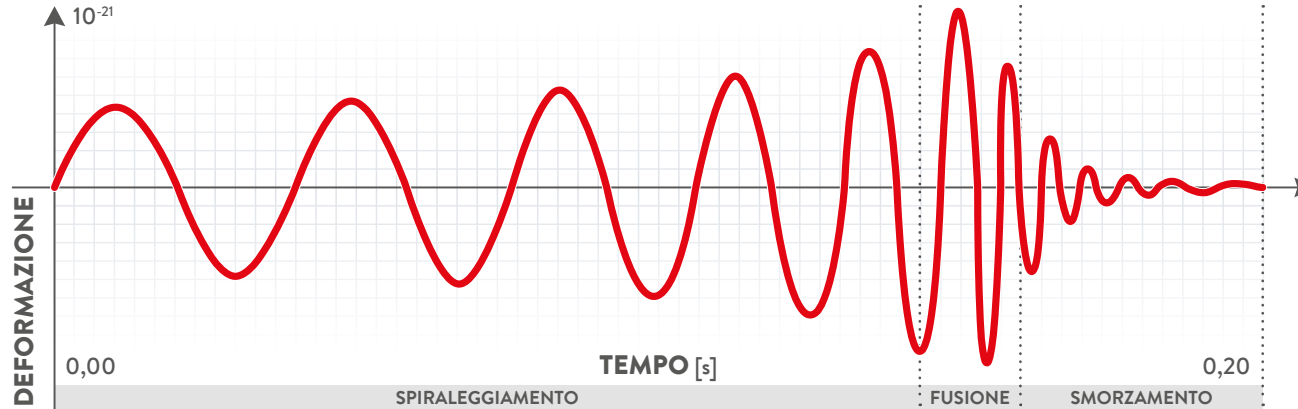
Secondo la Relatività Generale di Einstein cataclismi cosmici come scontri di buchi neri o stelle rotanti producono increspature dello spazio tempo che si propagano nel cosmo alla velocità della luce

IL SEGNALE

24 settembre 2015
Ore 09:50:45 UTC

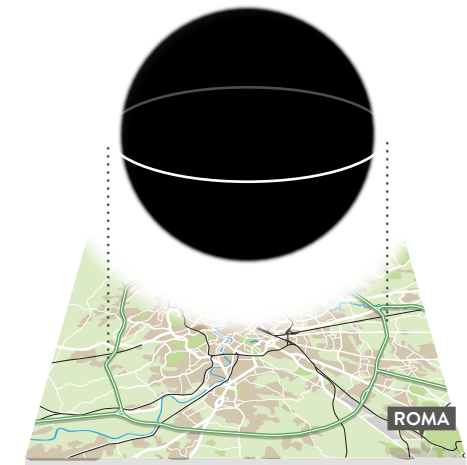
Prodotto dal passaggio di un'onda gravitazionale, è stato osservato simultaneamente dai due interferometri gravitazionali LIGO, distanti migliaia di km, in Louisiana e nello stato di Washington (USA)

Ha una durata di qualche frazione di secondo e una frequenza variabile: **da 30 a 250 Hz**



NUOVE FRONTIERE DELLA GRAVITÀ

Lo studio dei dati raccolti aiuterà a descrivere meglio come agisce la forza gravitazionale in condizioni estreme mai esplorate prima, in cui le leggi della gravitazione e quelle della meccanica quantistica devono essere unificate



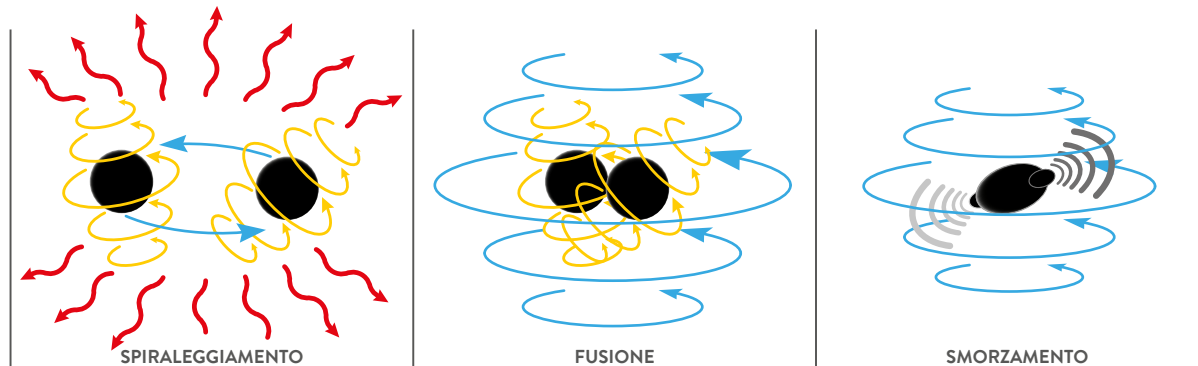
La materia è in una condizione estrema. È come se confinassimo una massa tre volte più grande del Sole in una sfera del diametro di 20 chilometri, come quello del grande raccordo anulare di Roma

UNO SCONTRO DI BUCHI NERI

L'onda è stata prodotta da un gigantesco scontro di due buchi neri distanti da noi **1,3 miliardi di anni luce** e quindi avvenuto più di un miliardo di anni fa

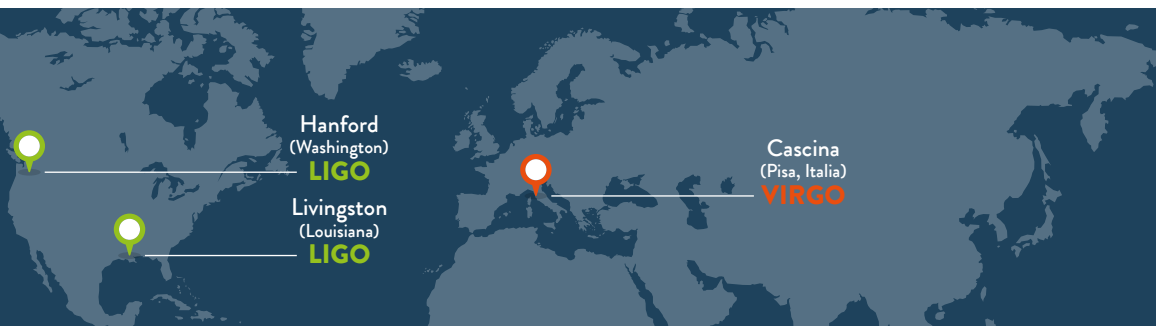
I due buchi neri di massa circa uguale (36 e 29 masse solari) si sono scontrati a una velocità di **150.000 km/s** (la metà della velocità della luce)

È la **prima osservazione** diretta mai realizzata di un fenomeno di questo tipo



LA SCOPERTA

I dati sono stati analizzati e studiati dalle collaborazioni di LIGO e VIRGO, che è il terzo interferometro della rete internazionale. VIRGO è stato costruito presso l'European Gravitational Observatory (EGO) a Cascina (Pi), dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e dal Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). L'analisi dei dati ha confermato la prima rivelazione diretta di onde gravitazionali, che è stata annunciata l'11 Febbraio 2016 in modo congiunto a Washington e Cascina

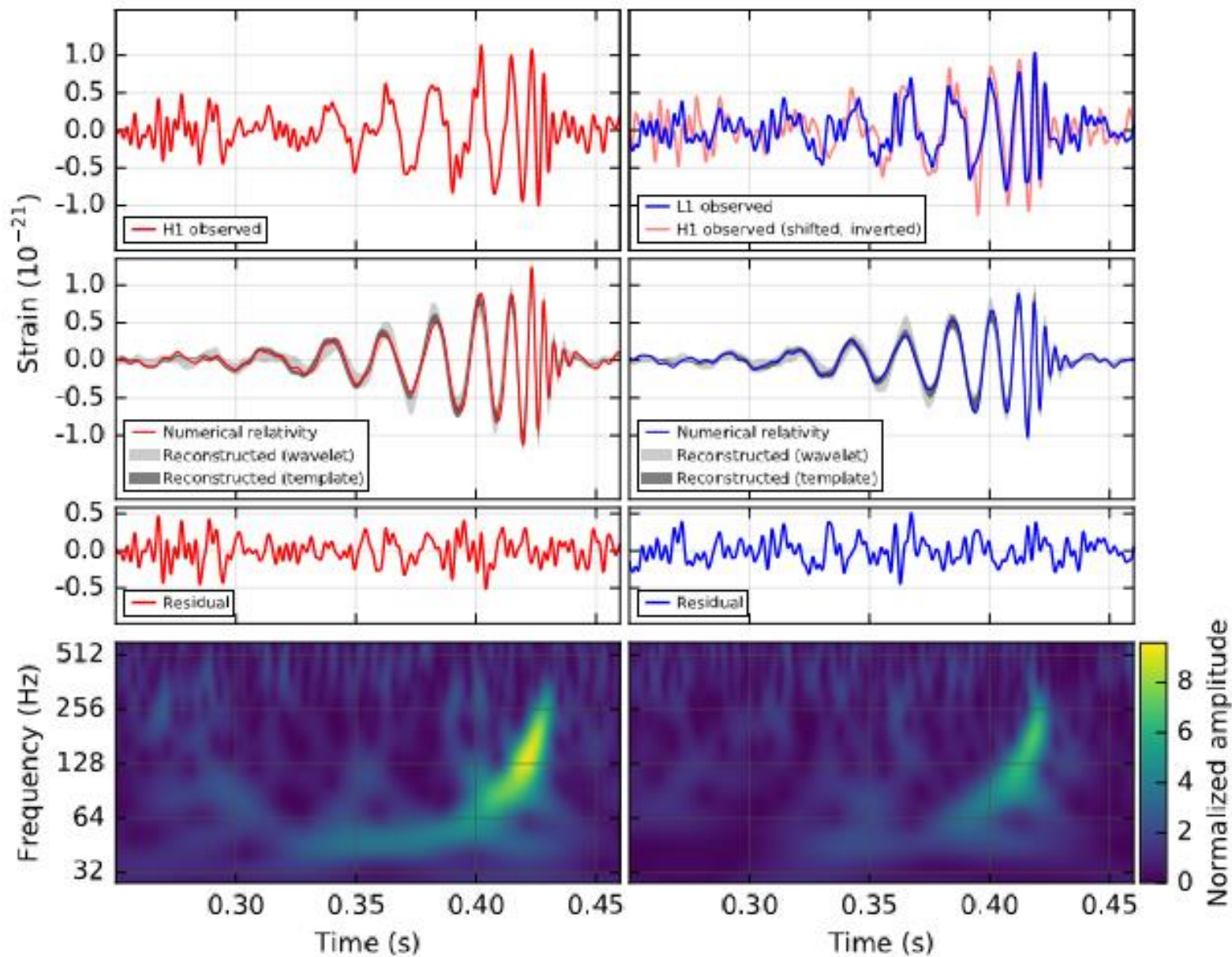


IL FUTURO

Si inaugura una nuova stagione di esplorazione del Cosmo, in cui potremo ascoltare i fenomeni più remoti e violenti dell'universo e i sussurri dell'universo primordiale

Hanford, Washington (H1)

Livingston, Louisiana (L1)



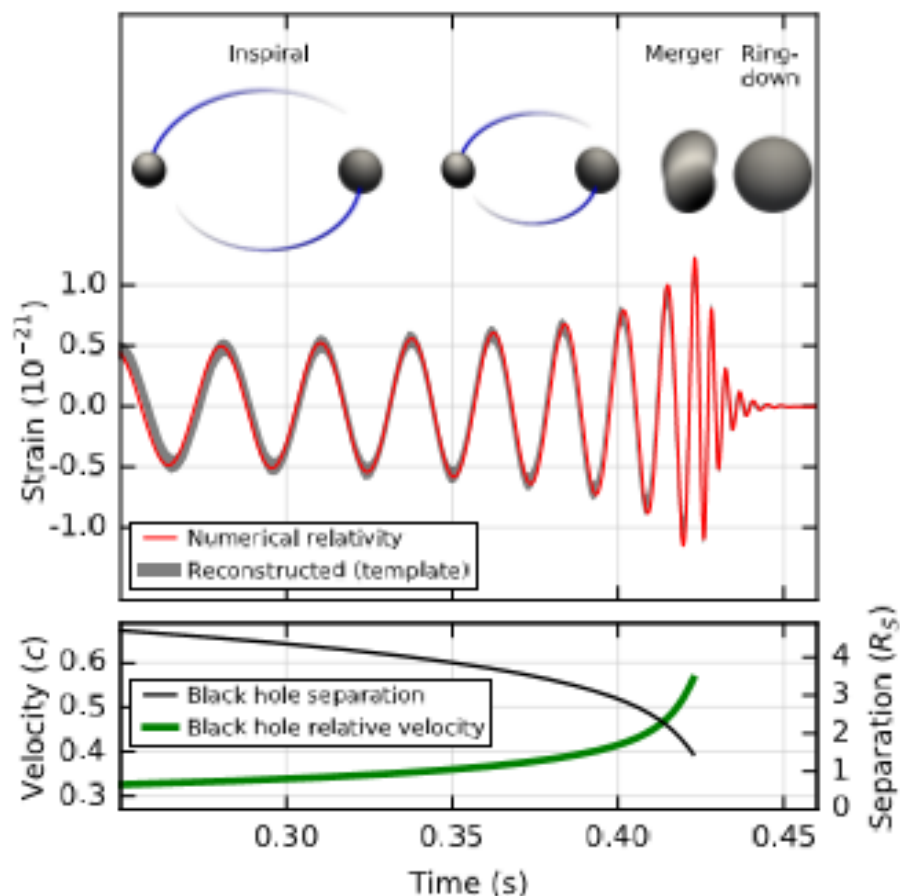
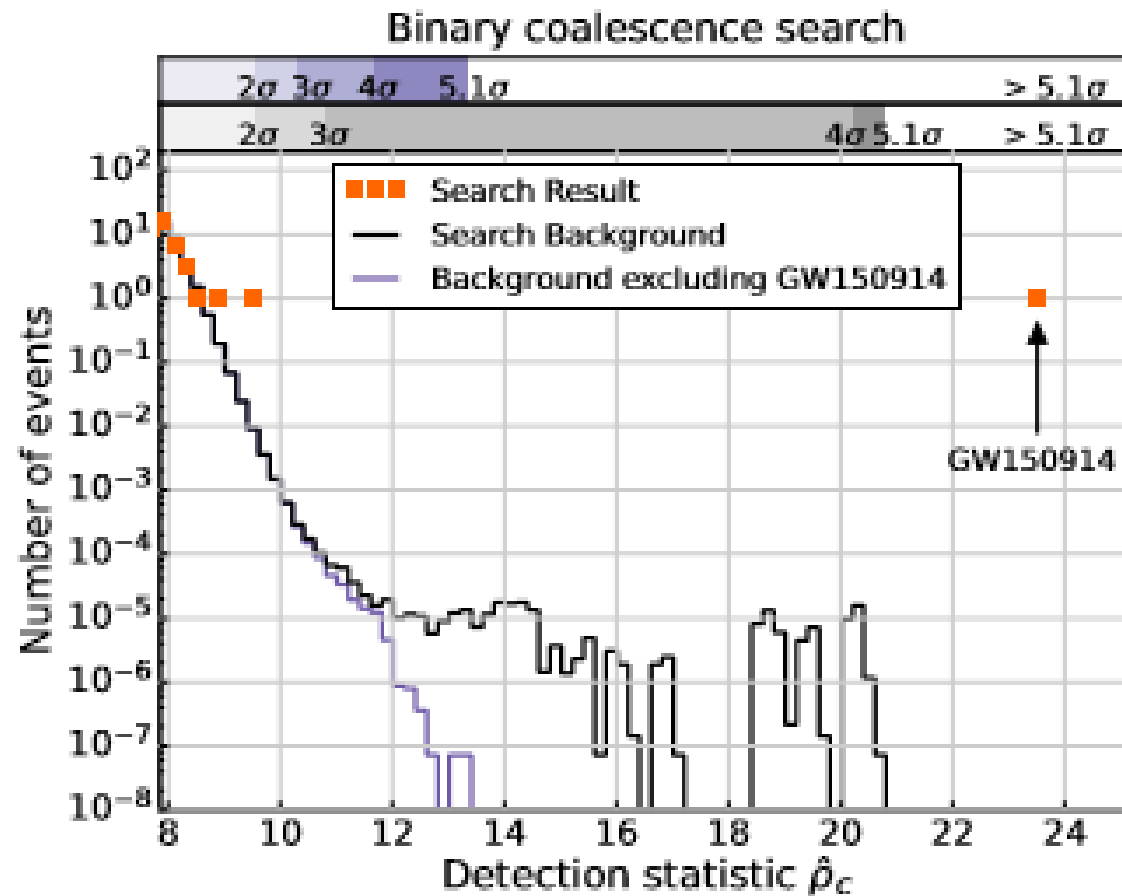
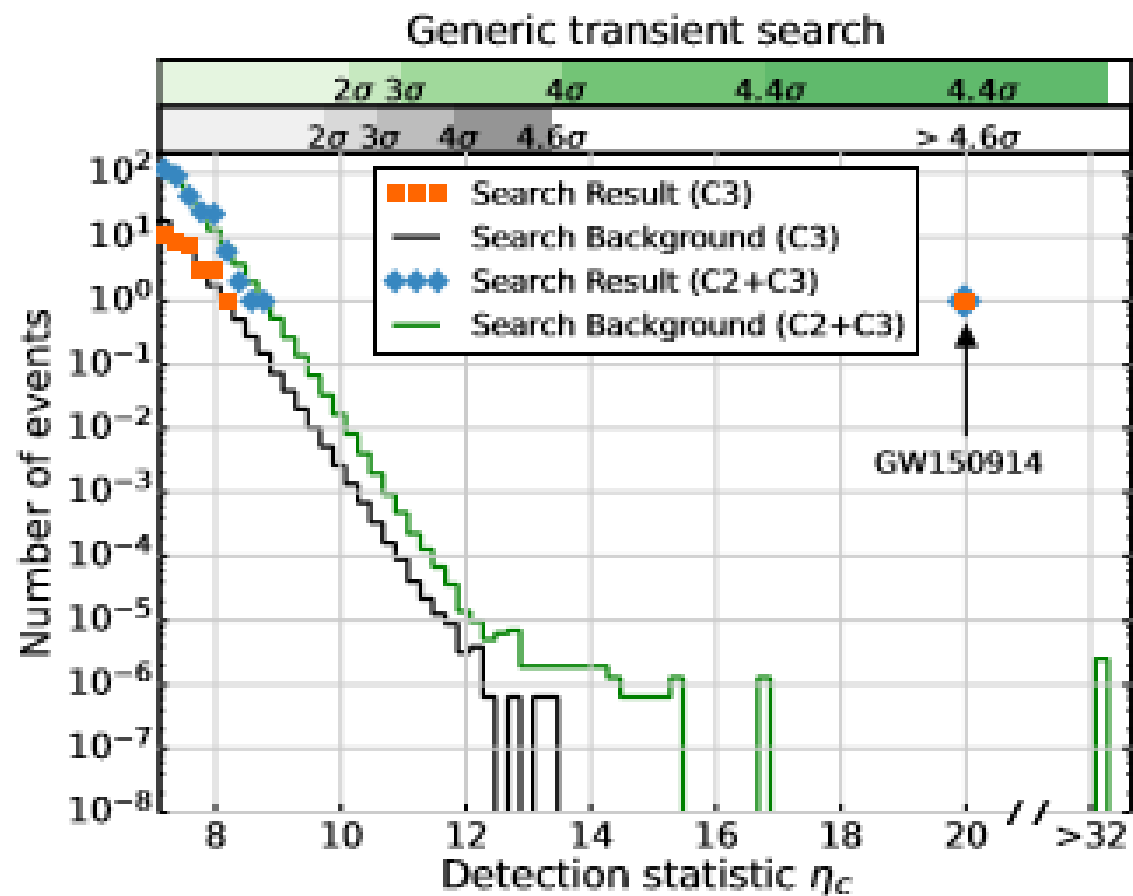
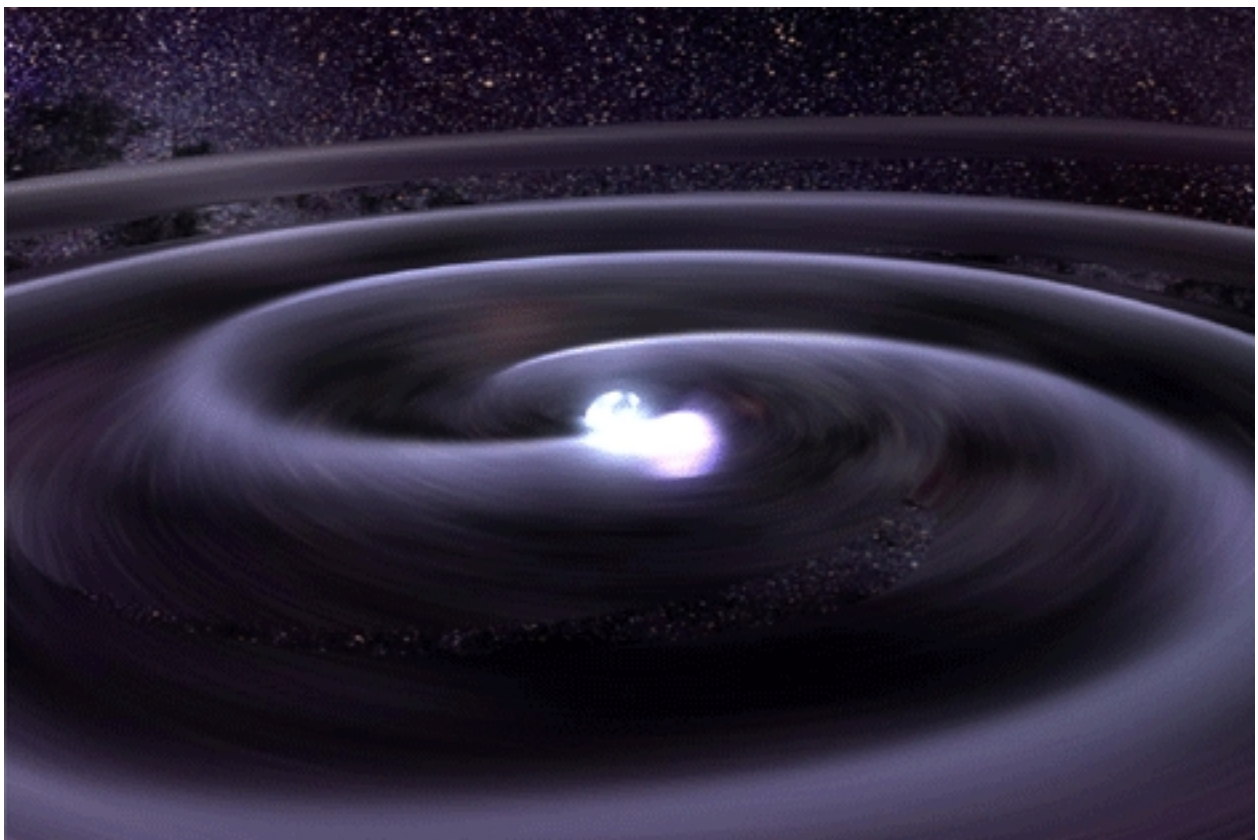


FIG. 2. *Top:* Estimated gravitational-wave strain amplitude from GW150914 projected onto H1. This shows the full bandwidth of the waveforms, without the filtering used for Fig. 1. The inset images show numerical-relativity models of the black hole horizons as the black holes coalesce. *Bottom:* The Keplerian effective black hole separation in units of Schwarzschild radii ($R_S = 2GM/c^2$) and the effective relative velocity given by the post-Newtonian parameter $v/c = (GM\pi f/c^3)^{1/3}$, where f is the gravitational-wave frequency calculated with numerical relativity and M is the total mass (value from Table I).





| Quantity | Value | Upper/Lower error estimate | Unit |
|---------------------------|--------------|-----------------------------------|-------------|
| Primary black hole mass | 36 | +5 -4 | M sun |
| Secondary black hole mass | 29 | +4 -4 | M sun |
| Final black hole mass | 62 | +4 -4 | M sun |
| Final black hole spin | 0.67 | +0.05 -0.07 | |
| Luminosity distance | 410 | +160 -180 | Mpc |
| Source redshift, z | 0.09 | +0.03 -0.04 | |
| Energy radiated | 3 | +0.5 -0.5 | M sun |