



En upptäckt som skakade världen

Den 14 september 2015 observerades för första gången någonsin gravitationsvågor från världsrymden. Dessa vibrationer i rumtiden som Albert Einstein förutspådde hundra år tidigare, kom från en kollision mellan två avlägsna svarta hål. Gravitationsvågorna hade färdats i 1,3 miljarder år genom universum innan de upptäcktes med LIGO-detektorerna i USA.

Trots att signalen var extremt svag, lovar den en revolution för astrofysiken. Gravitationsvågor ger oss ett helt nytt sätt att se de våldsammaste händelserna i universum, och testa gränserna för vårt vetande.

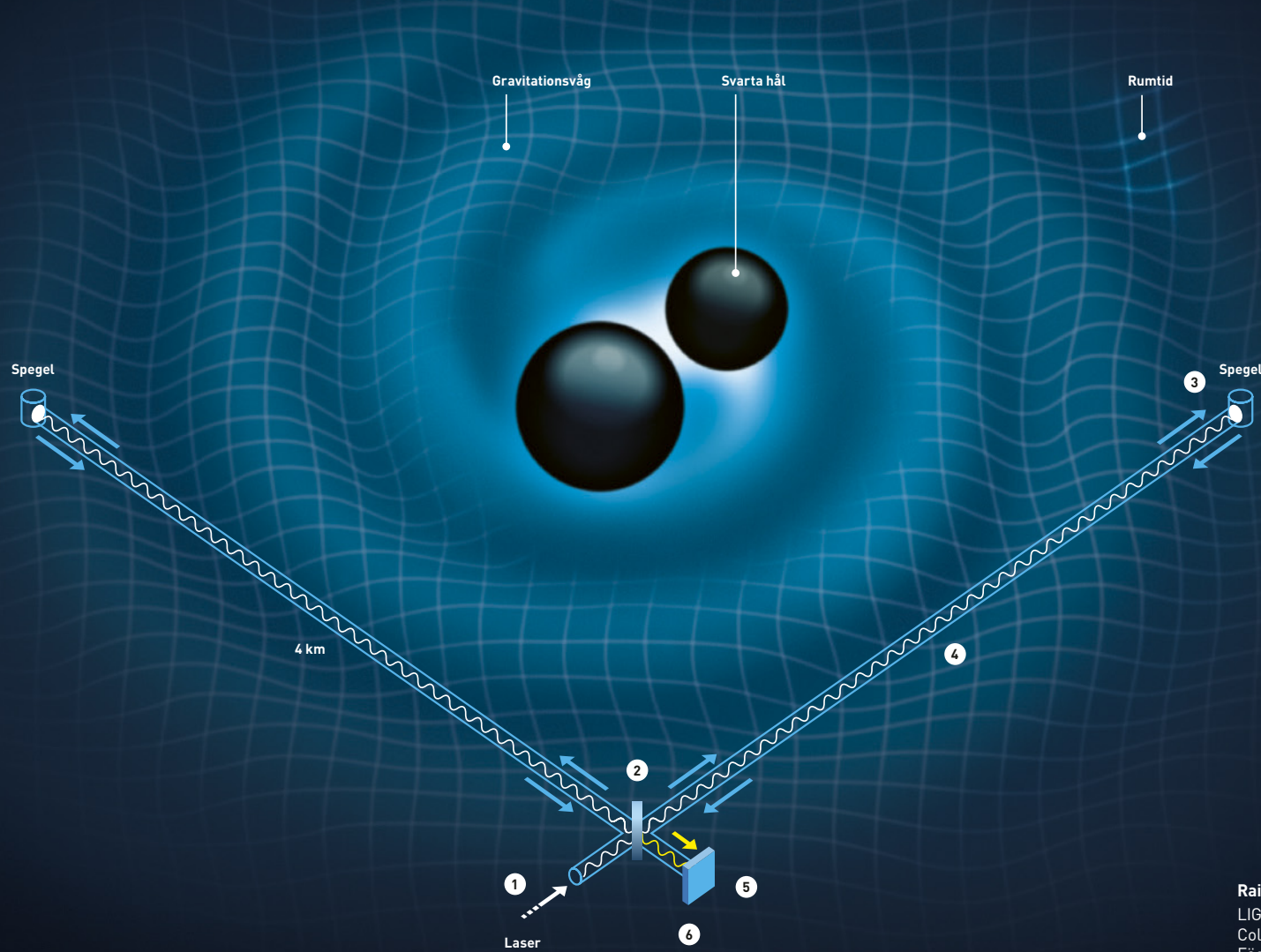
LIGO, Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, är ett samarbetsprojekt med fler än tusen forskare från drygt 80 institutioner i över tjugo länder. Tillsammans har de förverkligat en nästan femtio år gammal dröm. Årets Nobelpristagare har med sin entusiasm och uthållighet på var sitt sätt varit oundgängliga för framgången. Med pionjärerna **Rainer Weiss** och **Kip S. Thorne** samt **Barry C. Barish**, vetenskapsmannen och ledaren som fått projektet i hamn, har flera decenniers ansträngningar lett till att gravitationsvågor till slut kunde observeras.

Rainer Weiss gjorde redan i början av 1970-talet en noggrann analys av möjliga källor till brus som skulle störa mätningarna. Han hade även designat en detektor, en laserbaserad interferometer, som skulle kunna övervinna dessa störningar. Både Kip Thorne

och Rainer Weiss var tidigt fast övertygade om att gravitationsvågor kunde innebära en revolution för vår kunskap om universum.

Gravitationsvågor sprids med ljusets hastighet genom universum såsom Albert Einstein beskrev i sin allmänna relativitetsteori. De skapas när en massa accelererar, som när en isdämsö gör en piruett eller när ett par svarta hål roterar kring varandra. Själva Einstein övertygad om att gravitationsvågorna aldrig skulle kunna mätas. LIGO-projektets bedrift var att med hjälp av ett par gigantiska laserinterferometrar mäta en förändring som var tusentals gånger mindre än en atomkärna när vågen passerade jorden.

Hittills har ljus samt annan elektromagnetisk strålning och partiklar, som kosmisk strålning eller neutriner, använts för att utforska universum. Gravitationsvågor lämnar direkta vittnesmål om störningar i själva rumtiden. Det är något helt annorlunda. Nya hittills okända världar öppnar sig, och en rikedom av upptäckter väntar dem som lyckas fånga vågorna och tolka deras budskap.



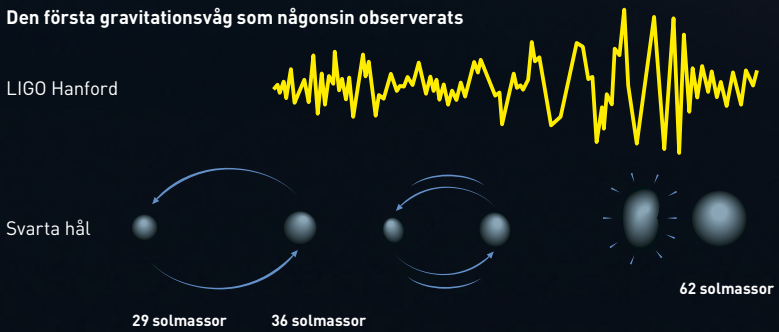
LIGO:s två gigantiska interferometrar

LIGO består av två interferometrar som är exakt lika. Gravitationsvågen träffade först interferometern i Livingston för att sju millisekunder senare passera dess tvilling i Hanford drygt 3 000 km bort. Signalerna var nästan identiska, och stämde väl överens med den förväntade signalen för en gravitationsvåg. Ur signalerna kunde även det område på södra himlavalvet pekas ut som vågorna kom ifrån.

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} = 8\pi G T_{\mu\nu}$$

Albert Einstein fick rätt igen. Det tog hundra år att påvisa gravitationsvågor som förutsades av hans ekvationer i den allmänna relativitetsteorin. Teorin beskriver gravitation som en krökning av den fyrdimensionella rumtiden.

De två svarta hålen hade sänt ut gravitationsvågor i århundraden när de roterade kring varandra. Vågorna bar bort energi vilket fick de svarta hålen att komma allt närmare varandra och virvla runt i en allt snabbare dans. Framåt slutet rör de svarta hållens horisontlinjer vid varandra, hålen svingar sig med halva ljusfarten och på ett par tiondelar av en sekund, slukar de varandra. Energi motsvarande tre solmassor bars då iväg av gravitationsvågor som fångades av LIGO-detektorerna på jorden 1,3 miljarder ljusår bort. Så klingade alla vibrationer av och ett enda svart hål blev kvar.



1. Laserljus skickas in i instrumentet.
2. En stråldelare delar upp ljuset och skickar ut två identiska strålar i de fyra km långa armarna.
3. Ljusvågorna studsar och vänder tillbaka.
4. En gravitationsvåg påverkar interferometerns armar olika – när den ena förlängs, förkortas den andra, allteftersom gravitationsvågens toppar och dalar passerar.
5. Vanligtvis återvänder ljuset till stråldelaren oförändrat från bägge armarna, och då släcker ljusvågorna ut varandra.
6. Om armarna störs av en gravitationsvåg kommer laserstrålarna i otakt eftersom de har färdats olika långa sträckor. Ljus smiter då igenom stråldelaren och träffar detektorn.



Rainer Weiss
LIGO/Virgo Collaboration
Född 1932 i Berlin, Tyskland. Professor of Physics, MIT, Cambridge, MA, USA.

Barry C. Barish
LIGO/Virgo Collaboration
Född 1936 i Omaha, NE, USA. Linde Professor of Physics, California Institute of Technology, Pasadena, CA, USA.

Kip S. Thorne
LIGO/Virgo Collaboration
Född 1940 i Logan, UT, USA. Feynman Professor of Theoretical Physics, California Institute of Technology, Pasadena, CA, USA.

