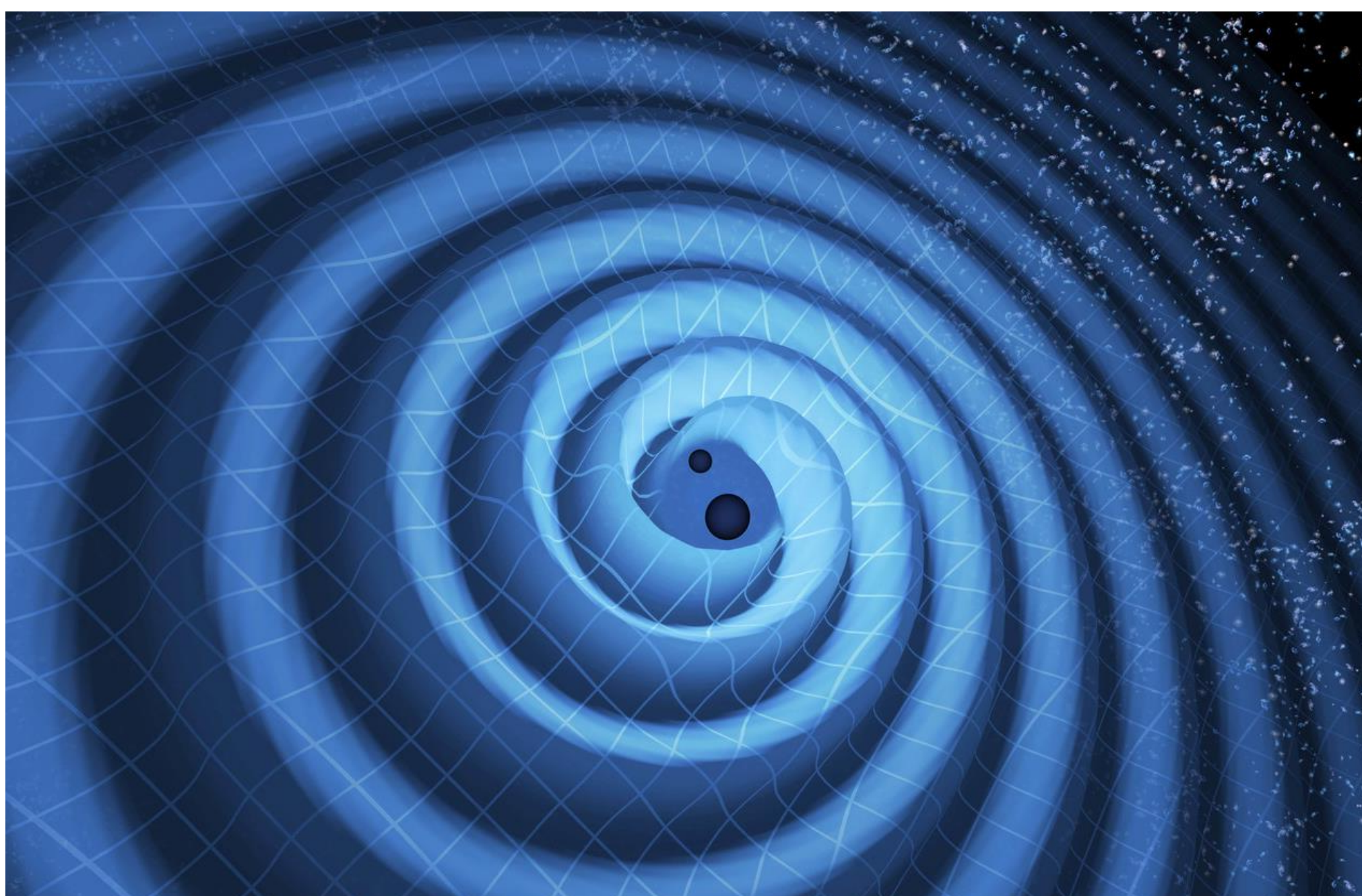


Des collisions de trous noirs ... - Van botsende zwarte gaten ...



Credit: T. Pyle/LIGO

L'une des prédictions les plus singulières de la théorie de la relativité d'Einstein est l'existence des trous noirs. Un trou noir est une concentration de masse si importante qu'elle déforme l'espace-temps, le tissu sur lequel se déroule tout ce qui existe dans l'univers, pour en faire un « puits » d'une profondeur infinie. Selon les lois de la physique, tout ce qui franchit une certaine limite tombera dans ce puits et n'en ressortira jamais. Même la lumière ! Les trous noirs sont donc les aspirateurs cosmiques ultimes.

Lorsque deux trous noirs s'approchent l'un de l'autre, ils commencent à tourner l'un autour de l'autre et finissent par fusionner ! Lors de ces collisions, une grande quantité d'énergie est dissipée dans l'espace-temps lui-même. C'est donc l'espace qui va s'étirer et se contracter à la manière d'une onde. Ces ondes sont appelées ondes gravitationnelles.

Een van de eigenaardigste voorspellingen van Einstein's relativiteitstheorie is het bestaan van zwarte gaten. Een zwart gat is een concentratie van zoveel massa bijeen dat deze de ruimtetijd, het weefsel waarop alles in het universum zich afspeelt, gaat vervormen tot een oneindig diepe "put". Alles wat een bepaalde grens overschrijdt, zal volgens de regels van de fysica in de put vallen en nooit meer terugkeren. Zelfs licht! Zwarte gaten zijn dus de ultieme kosmische stofzuigers.

Wanneer twee zwarte gaten vlakbij elkaar komen, beginnen ze rond elkaar heen te draaien en botsen uiteindelijk! Bij die botsingen wordt veel energie weggedragen in de ruimtetijd zelf. Het is de ruimte die dus op golfachtige wijze zal uitrekken en inkrimpen. Deze golven noemen we zwaartekrachtgolven.

... aux lasers de plusieurs de kilomètres de long ... - ... door kilometerslange lasers...

0,000 000 000 000 000 001 m

Soit 10 000 fois plus petites que le noyau d'un atome. C'est l'amplitude des ondes gravitationnelles que nous mesurons aujourd'hui. Pour cela, il faut un instrument de mesure d'une incroyable précision ! Nous le fabriquons à l'aide de lasers qui sont réfléchis par des miroirs à l'intérieur de tubes à vide de deux kilomètres de long. Lorsque nous recombinaisons les deux faisceaux laser, ils « interfèrent », ce qui nous permet de mesurer les variations de longueur infimes provoquées par une onde gravitationnelle.

Pour cela, nous devons toutefois réduire au maximum toutes les autres sources de variations de longueur, telles que : les vibrations du sol, la lumière diffusée, les fluctuations quantiques du vide, les vibrations des atomes du miroir...



Credit: Caltech/MIT/LIGO Lab

0,000 000 000 000 000 001 m

Ofwel 10 000 keer kleiner dan een atoomkern. Zo groot zijn de zwaartekrachtgolven die we vandaag meten. Daarvoor is een ongelooflijk precieze meetlat nodig! Die maken we met behulp van lasers die door twee kilometerslange vacuümbuizen op spiegels gereflecteerd worden. Als we de twee laserstralen terug combineren, zullen ze "interfereren" waardoor we de minuscule lengtevariëaties die een zwaartekrachtgolf veroorzaakt, kunnen meten.

Hiervoor moeten we wel alle andere bronnen van lengtevariëaties zo klein mogelijk krijgen, zoals: trillingen van de grond, verstrooid licht, kwantumfluctuaties in het vacuüm, trillende atomen in de spiegels, ...

... par la détection! - ... tot detectie!

À l'aide d'algorithmes sophistiqués, les scientifiques tentent de déterminer les propriétés des trous noirs en collision. En 2015, les ondes gravitationnelles ont été détectées pour la première fois près de 100 ans après leur prédiction par Einstein. Depuis lors, nous avons déjà fait beaucoup de progrès, avec plus de 300 détections, dont la plupart ont eu lieu au cours de ces trois dernières années grâce aux améliorations apportées à nos détecteurs !

Ces mesures nous permettent d'en apprendre davantage sur les trous noirs, la théorie de la relativité et même l'univers tout entier ! Entre-temps, des collisions entre étoiles à neutrons ont également été observées, ce qui nous renseigne sur le comportement de la matière dans des conditions extrêmes

Met behulp van geavanceerde algoritmes proberen wetenschappers de eigenschappen van de botsende zwarte gaten te achterhalen. In 2015, bijna 100 jaar na Einstein's voorspelling van zwaartekrachtgolven, werden ze voor het eerst gemeten. Sindsdien zijn we al ver gekomen met meer dan 300 detecties, waarvan de meeste uit de afgelopen 3 jaar dankzij verbeteringen in onze detectoren!

Uit deze metingen kunnen we nieuwe zaken leren over zwarte gaten, de relativiteitstheorie en zelfs het hele heelal zelf! Intussen zijn er ook botsingen tussen neutronensterren gemeten die ons iets vertellen over materie in de meest extreme omstandigheden.

