

Universi në xhepin tim

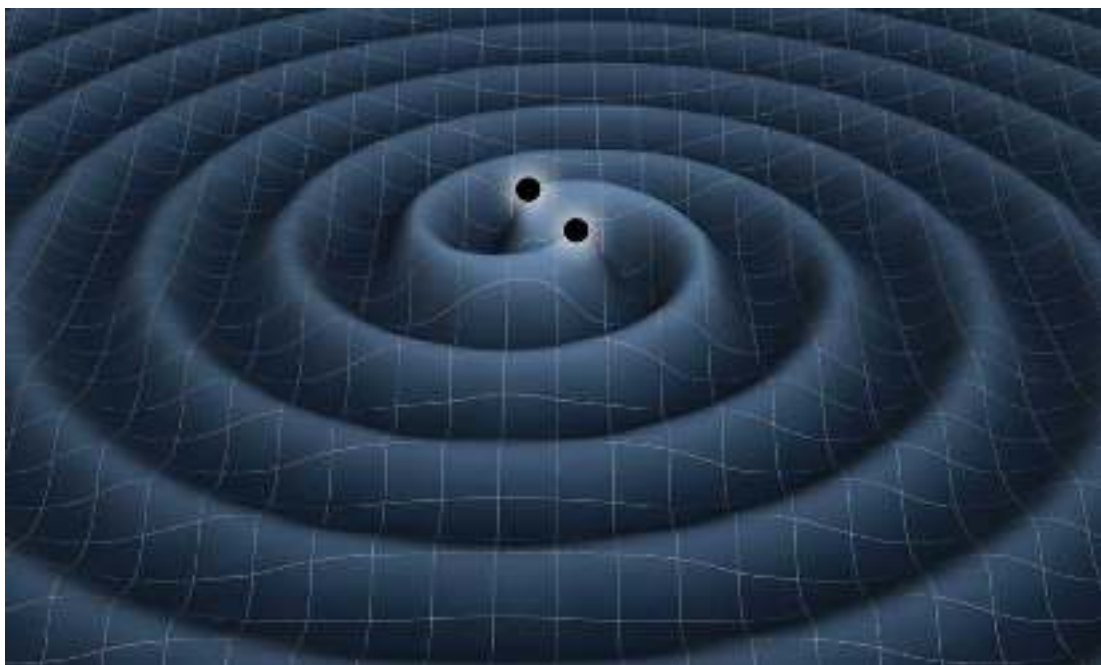


Valët gravitacionale



Laura Bernard dhe
Alexandre Le Tiec
Observatori i Parisit

Vizatim artistik i dy vrimave të zeza që orbitojnë rreth njëra-tjetrës nën efektin e tërheqjes reciproke gravitacionale. Lëvizja e tyre orbitale gjeneron valë gravitacionale.



[Burimi: NASA]

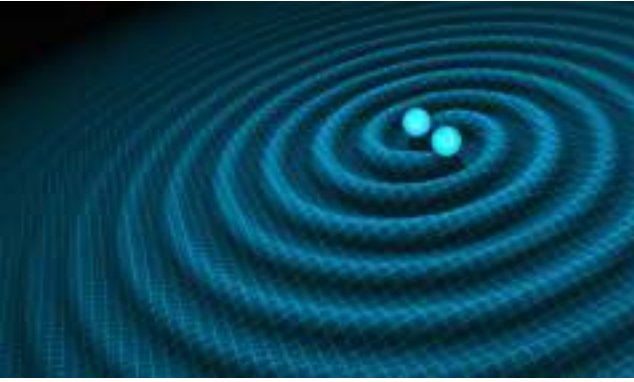
Çfarë janë?

Valët gravitacionale janë **dridhje të vogla** në **strukturën e hapësirë-kohës** që përhapen me shpejtësinë e dritës. Ato janë valë tërthore që do të thotë se dridhja në hapësirë-kohë është pingule me drejtimin e përhapjes. Ato janë parashikuar nga **relativiteti i përgjithshëm**, teoria e gravitacionit e formuluar nga Albert Einstein në 1915.

Shfaqja e parë indirekte e ekzistencës së tyre ishte vrojtimi nga Hulse dhe Taylor në 1974 i efektit të tyre në periodën orbitale të një çifti yjesh neutronike.

Detektimi i parë me instrument i një vale gravitacionale ndodhi në vitin 2015, përmes detektorëve **LIGO**. Kjo valë gravitacionale erdhi nga bashkimi i dy vrimave të zeza me masa gati sa tridhjetë masa diellore secila.

Paraqitje e një
çifti yjesh
neutronike
[Burimi: R.
Hurt/Caltech-JPL]



Vizatim
artistik i një
çifti xhuxhësh
të bardhë
[Burimi: ESO]



Pamje artistike e një
ylli neutronik të
vetmuar [Burimi: NASA].

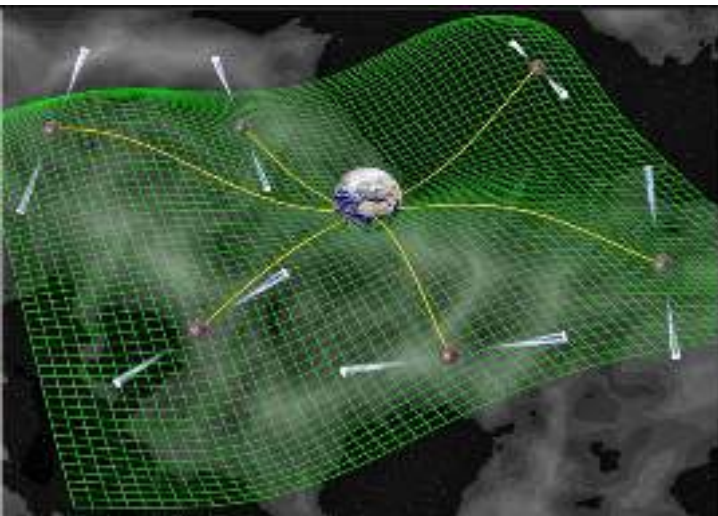


Pamje artistike e
një supernove të
tipit Ia [Burimi: ESO].

Burimet kryesore të valëve graitacionale janë yje kompakte masive (shih TUIMP No. 9), si vrimat e zeza, yjet neutronike dhe xhuxhët e bardhë, vetëm apo në dyshe.

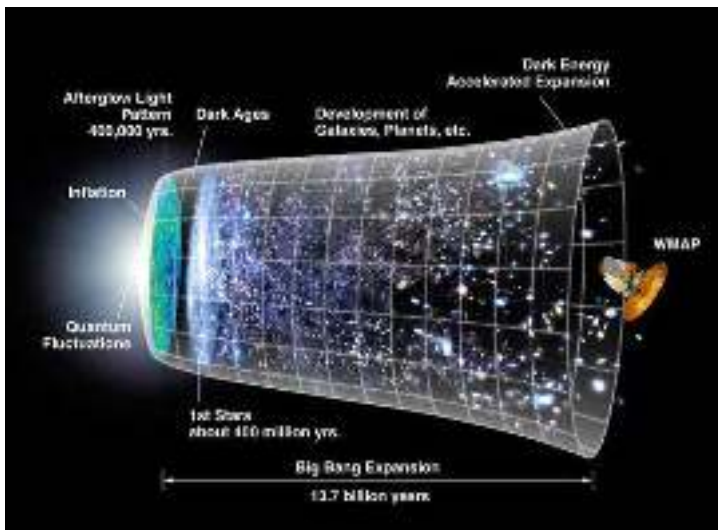
Ja disa prej këtyre burimeve:

- **Sistemet dyshe të objekteve kompakte** si vrimat e zeza ose yjet neutronike që kryejnë lëvizje spirale dhe bashkohen, qofshin galaktike ose jashtëgalaktike;
- **Xhuxhët e bardhë në dyshe** në Rrugën e Qumështit;
- **Yjet neutronike të vetmuara**, pak asimetrike, në rrotullim, jo larg nesh;
- **Yjet e mëdha në shpërthim** (supernova) në galaksinë tonë, që çojnë në formimin e yjeve neutronike apo vrimave të zeza.



[Burimi: D. J. Champion]

Paraqitja e një rrjeti pulsarësh. Çdo vijë shikimi e një pulsari vepron si krahu i një interferometri që mat kalimin e një vale gravitacionale.



[Burimi: NASA]

Paraqitja e zgjerimit të Universit nga periudha e inflacionit deri më sot.

Burimet difuze

Kur valët gravitacionale të gjeneruara nga një numër i madh burimesh superpozohen, ato nuk mund të dallohen nga njëra-tjetra. Rezultati është një **sfond stokastik astrofizik**.

Ndërkohë, dukuri të ndryshme fizike më spekulative të prodhuara menjëherë pas Big Bangut (shih TUIMP n°12) mund të gjenerojnë një **sfond stokastik kozmologjik**.

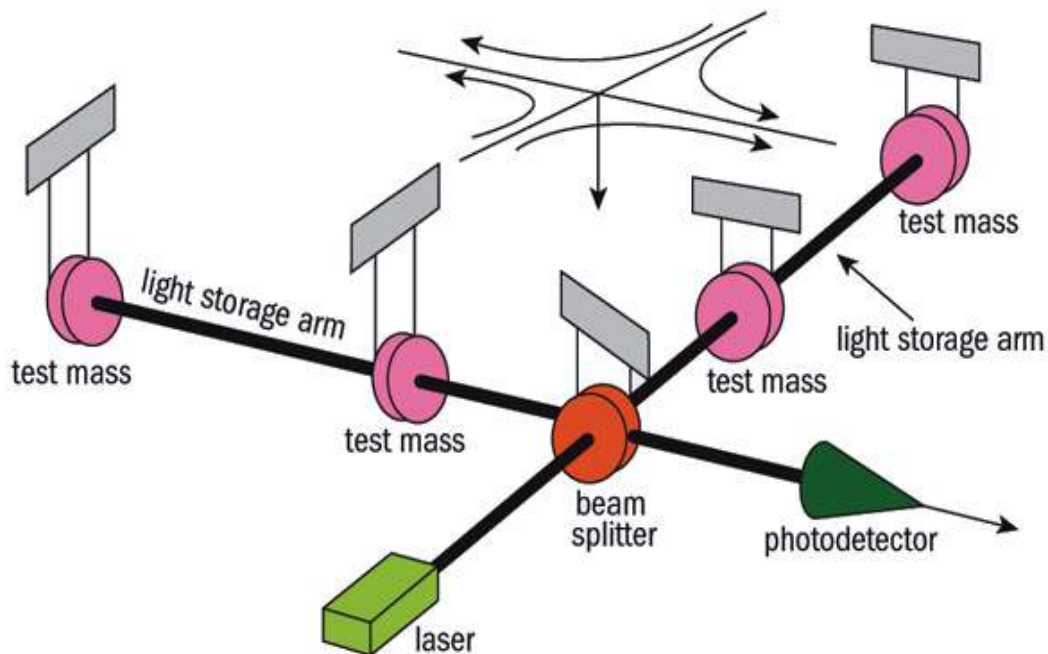
Këto përfshijnë:

- **Kordat kozmike**, që rezultojnë nga një ndryshim i shpejtë i gjendjes në përbërjen energjetike dhe materiale të Universit primordial;
- **Vrimat e zeza primordiale**, që mendohen të jenë formuar nga fluktuacione të mëdha në dendësinë e energjisë së Universit të hershëm;
- **Inflacioni**, një periudhë e zgjerimit të shpejtë kozmik që ka ndodhur në një fraksion të sekondës pas Big Bangut.

Detektori Virgo në
Cascina, afër Pizës
(Itali).



Detektori LIGO
në
Livingston (Louisiana, SHBA).



Skema e veprimit të një detektori valësh
gravitacionale.

Detektorët aktualë

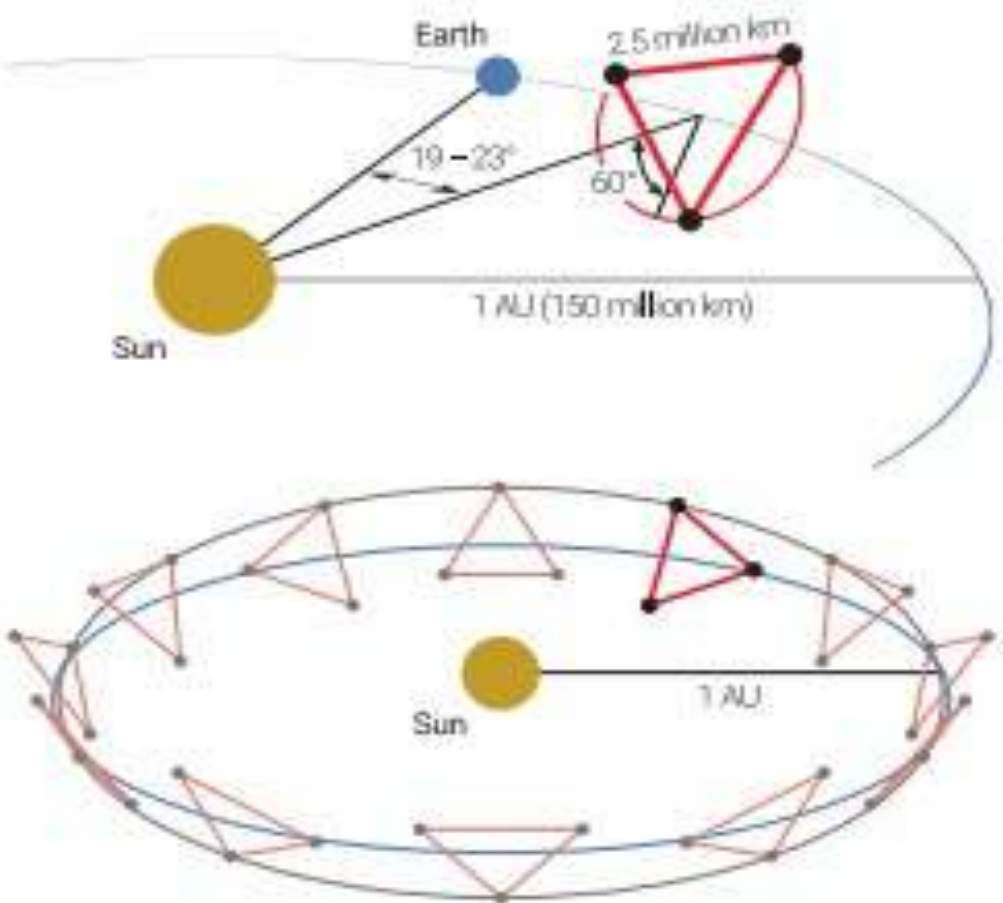
[illegible]

Katër operatorë janë në punë:

- Dy instrumentet **LIGO** në Shtetet e Bashkuara (në Livingston dhe Hanford);
- Observatori Franko-Italian **Virgo**, afër Pisas në Itali;
- Detektori **KAGRA** në Japoni.

Imazhi i
Teleskopit
të
ardhshëm
European,
detektorit
Einstein.

[Credit :
Marco Kraan / Nikhef]



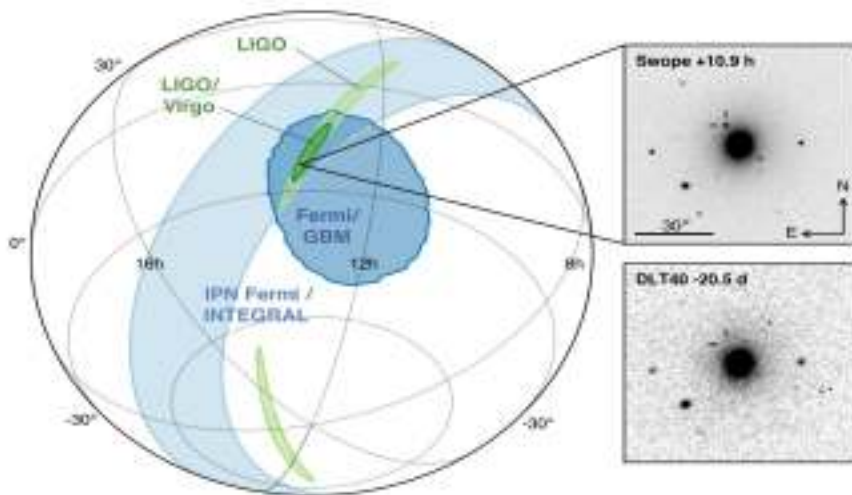
Detektori i ardshëm hapësinor LISA. Tre satelitët në konfigurim trekëndor ndjekin orbitën e Tokës.

Detektorët e së ardhmes

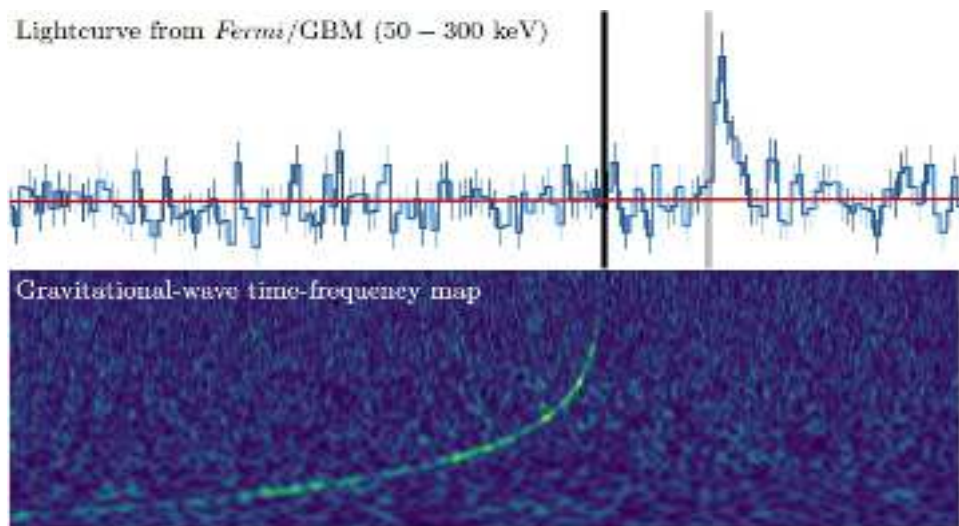
Duke vijuar me detektorët ekzistues, Bashkimi European planifikon të ndërtojë **Teleskopin Einstein**, një observator i ri valësh gravitacionale.

Ai do të ketë një konfigurim trekëndor, izolim më të madh nga dridhjet sepse do të vendoset nën tokë, dhe teknologji të ftohjes kriogjenike për pasqyrat.

Agjencia Hapësinore Europiane po zhvillon observatorin **LISA**, një detektor hapësinor, i cili eliminon turbullimet tokësore siç janë zhurmat sizmike. Ai do të përbëhet nga tre satelitë disa miliona kilometra larg njëri-tjetrit, që do ia bëjnë të mundur të vrojtohen burime veçanërisht të mëdha, komplementarë nga ata që shihen nga Toka.



Sinjali gama i vrojtuar nga FERMI dhe pozicioni i burimit i parashikuar nga LIGO-Virgo (me të gjelbër) [Burimi: LIGO-Virgo, FERMI].



Sinjale nga bashkimi i dy yjeve neutronike: sipër, rreze gama; poshtë, rritje në frekuencë e valës gravitacionale.

[Burimi LIGO-Virgo, FERMI]

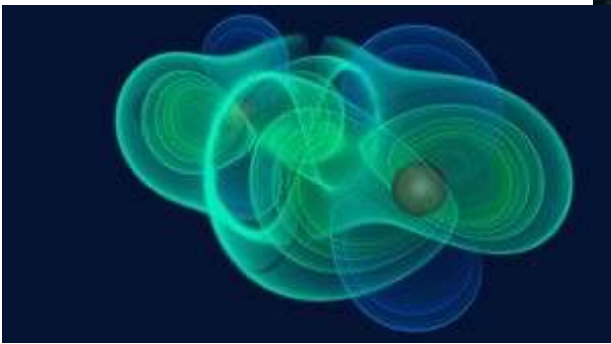
Astronomia mult-imesazhere

Në gusht 2017 u vrojtua për herë të parë bashkimi i dy yjeve neutronike. Thuajse njëkohësisht, **LIGO** dhe **Virgo** matën sinjalin gravitacional të emetuar gjatë kohës që dy yjet po kryenin trajektore spirale rreth njëri-tjetrit dhe sateliti **FERMI** detektoi shpërthimin gamat (shih **TUIMP No. 9**) që erdhi pas bashkimit të tyre. Në ditët vijuese, shumë teleskopë vrojtuan rrjedhojat e tjera elektromagnetike (të dukshme, infrakuqe, radio, etj.) të kësaj ngjarjeje. Ky vrojtim historik inauguroi atë që quhet astronomia **multi-mesazhere**, me detektim jo vetëm të valëve elektromagnetike, por edhe të valëve gravitacionale dhe grimcave me energji të larta. Ajo çoi në një numër zbulimesh, që konfirmuan përhapjen e valës gravitacionale me shpejtësinë e dritës, lidhjen e dyshuar mes shpërthimeve të shkurtëra gama dhe bashkimit të yjeve neutronike, dhe të mekanizmit të sintezës së arit.



Quiz

Cili nga këto
objekte nuk
emeton valë
gravitacionale?



Përgjigjet në faqen
tjetër



Mjegullnaja
planetara
IC 418

Burimi HST



Shikim artistik
i një supernove

Përqijaje

Të gjitha këto objekte
janë (ose kanë qenë)
burime valësh
gravitacionale, me
përjashtim të
mjegullnajës
planetare.

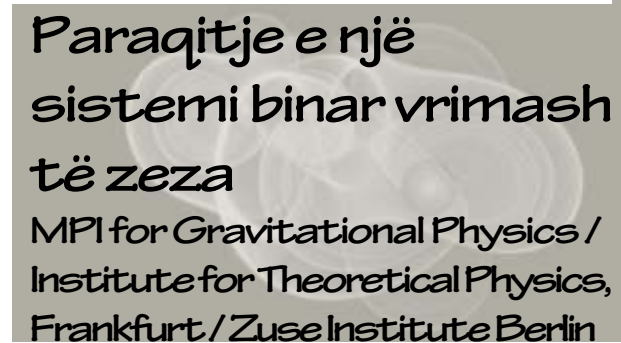


Mjegullnaja e
gaforres,
mbetje e një
supernove.

Burimi: HST



Pamje
artistike e një
ylli neutronik



Paraqitje e një
sistemi binar vrimash
të zeza

MPI for Gravitational Physics /
Institute for Theoretical Physics,
Frankfurt / Zuse Institute Berlin

Universi në xhepin tim N° 18

Ky minilibër u shkrua nga Laura Bernard dhe Alexandre Le Tiec të Observatorit të Parisit (Francë).

Nr 1

Imazhi i kapakut: simulime numerike për një çift vrimash të zeza dhe vizualizim i valëve gravitacionale të gjeneruara kur ato bashkohen [burimi: Michael Koppitz/Instituti Albert Einstein].



Për të gjetur më shumë rreth këtij koleksioni dhe temave të paraqitura në minilibër, vizitoni <http://www.tuimp.org>.

Përkthimi: Mimoza Hafizi
TUIMP Creative Commons

