

Oktatás és tudománynépszerűsítés gravitációs hullámokkal

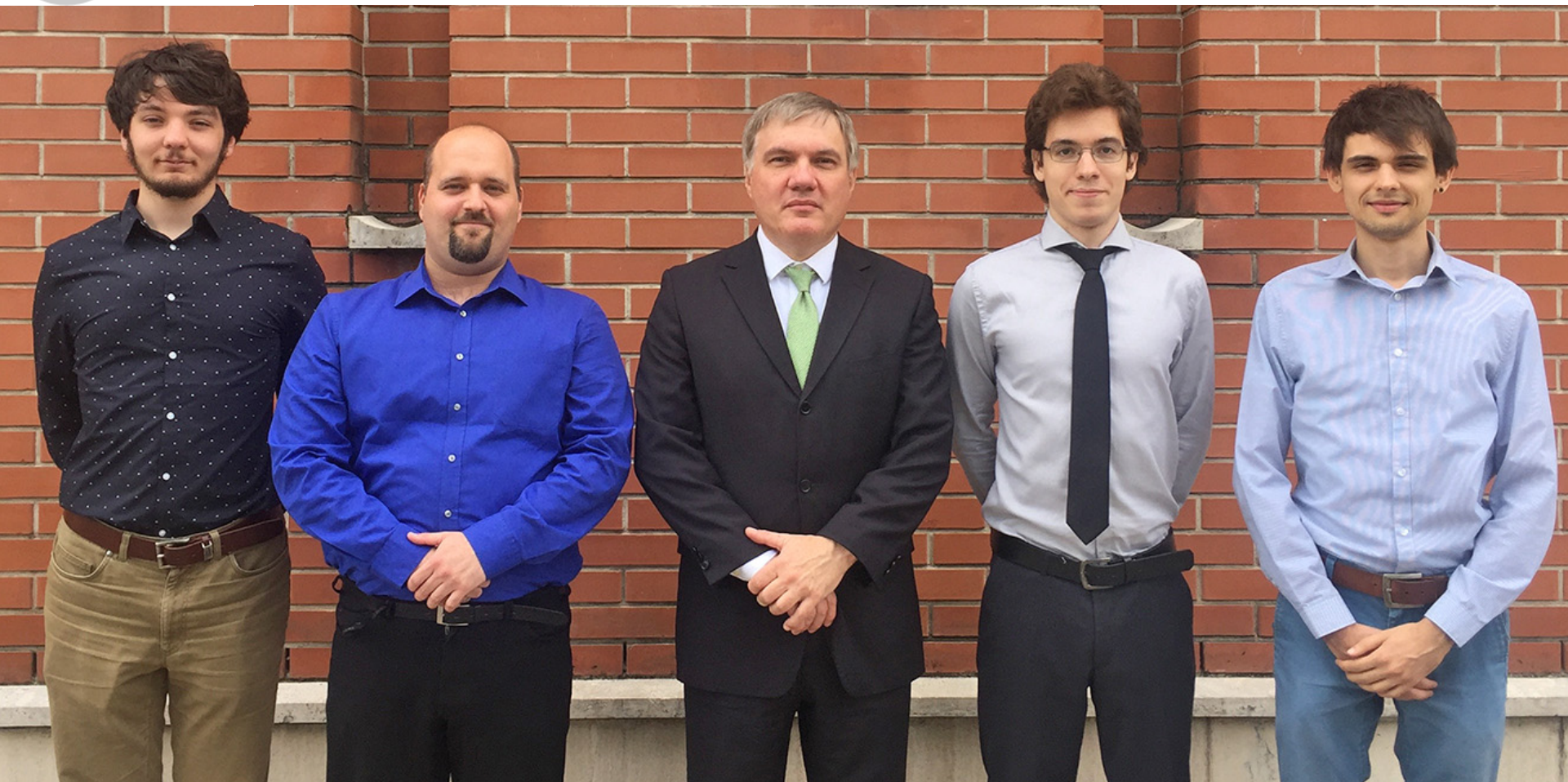


Raffai Péter

ELTE Fizikai Intézet

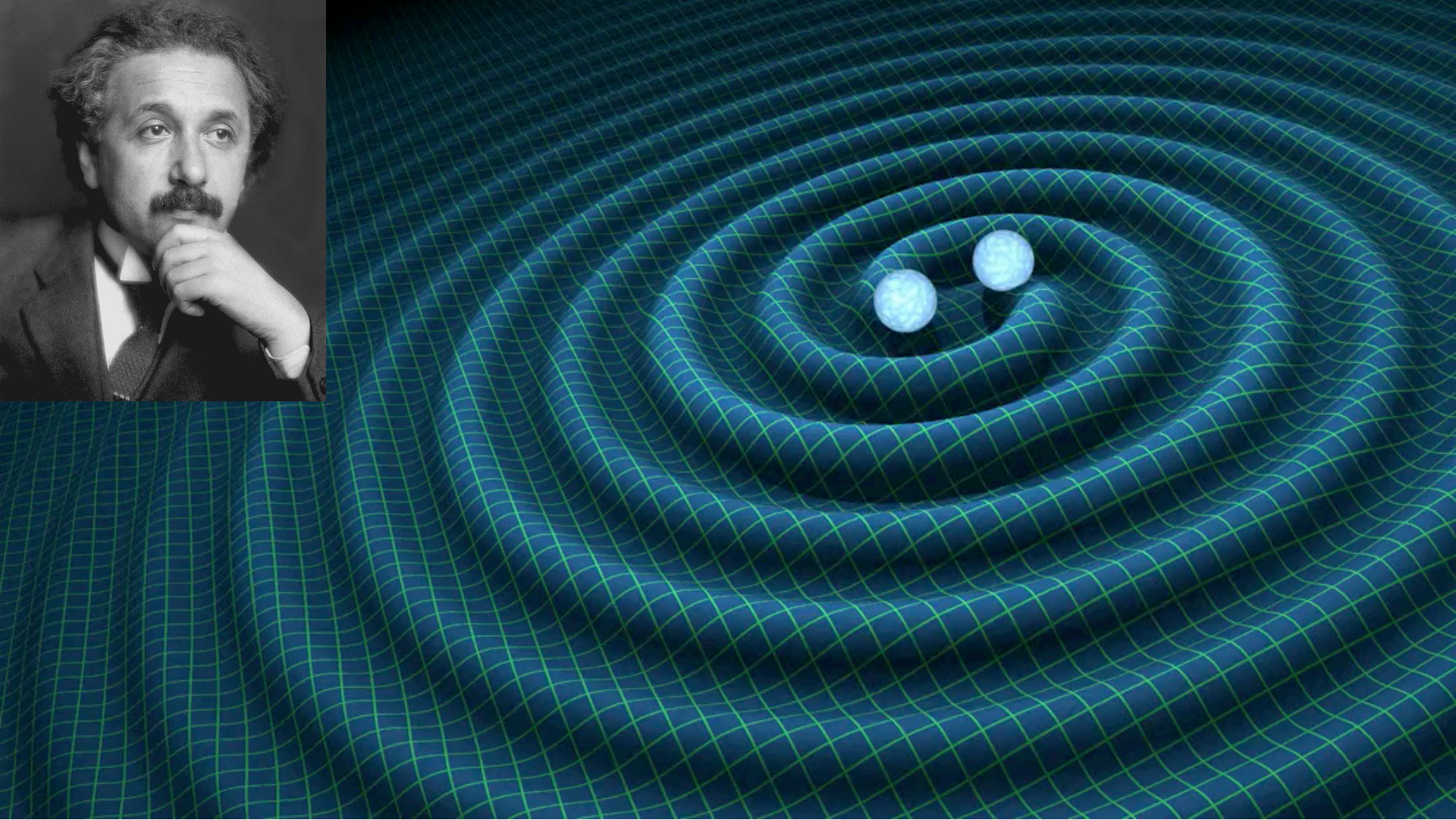
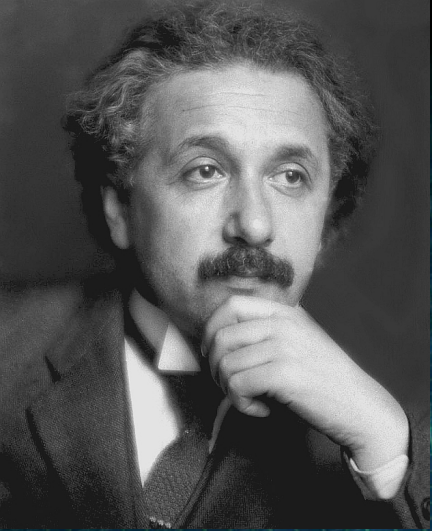
praffai.web.elte.hu

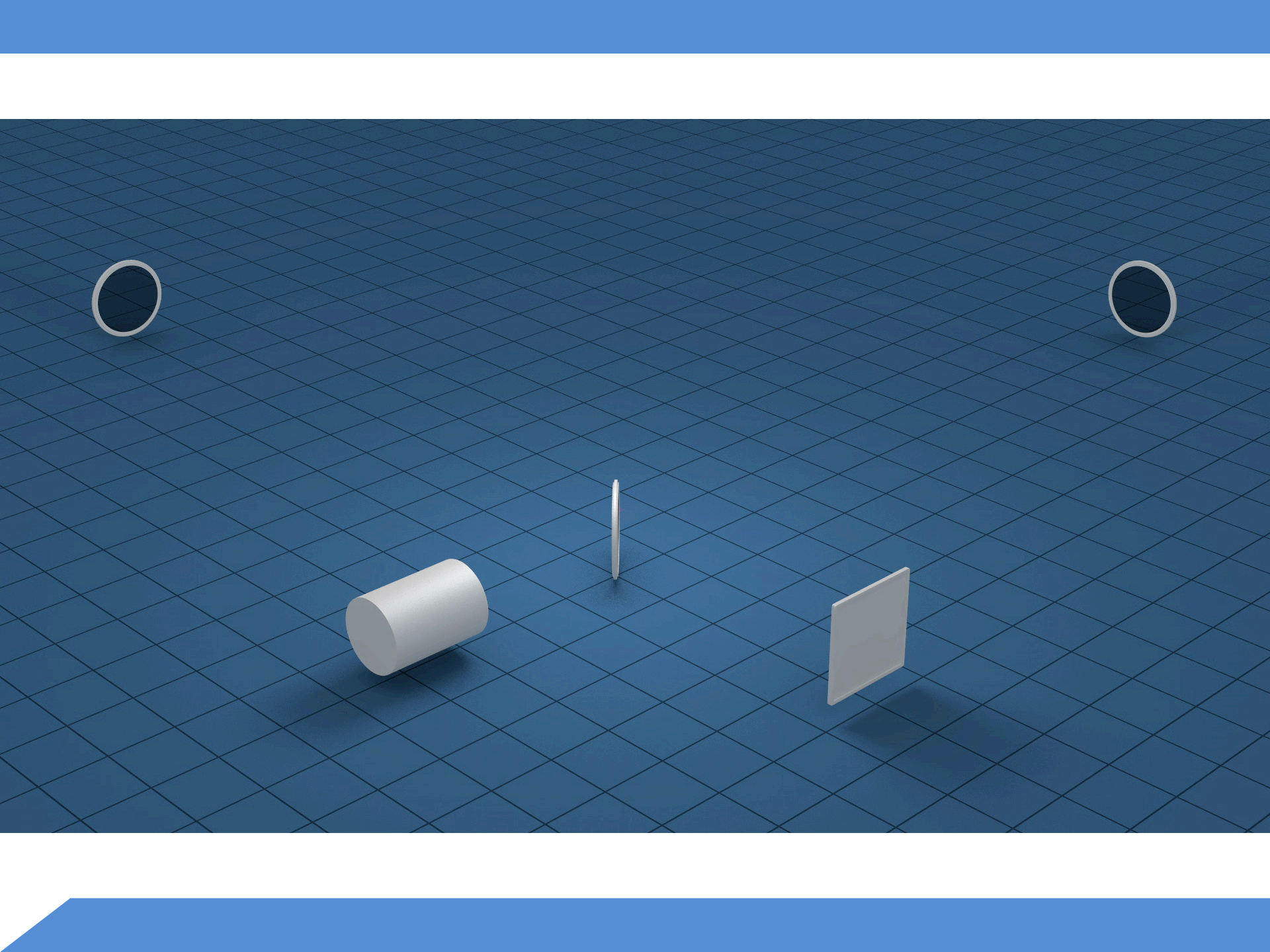
LIGO tagcsoport az ELTE-n



ligo.elte.hu

egrg.elte.hu

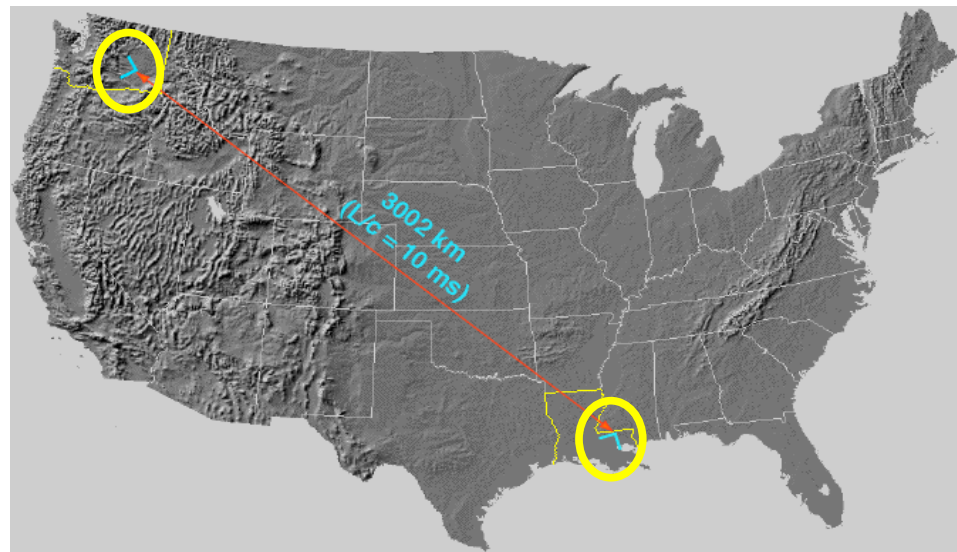
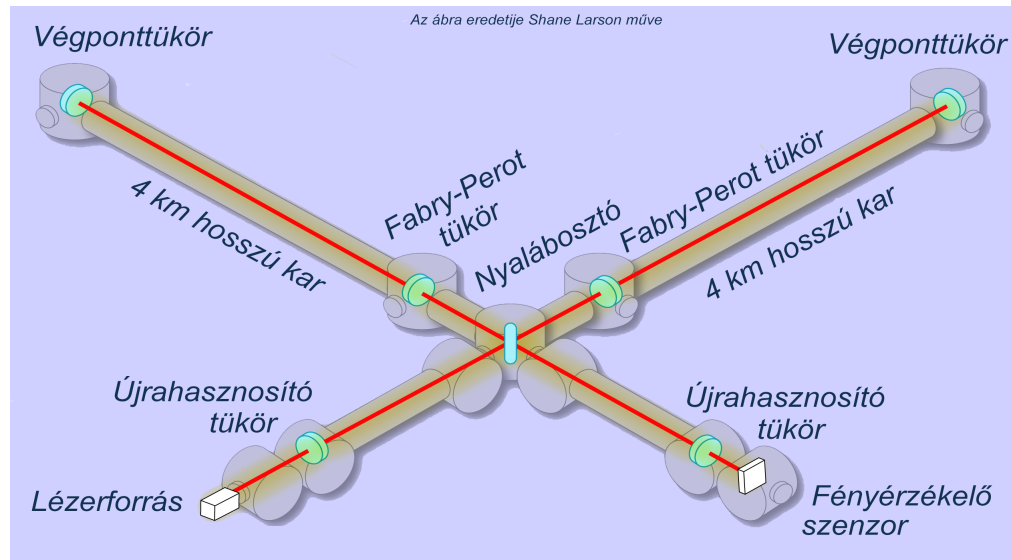




Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory (LIGO)

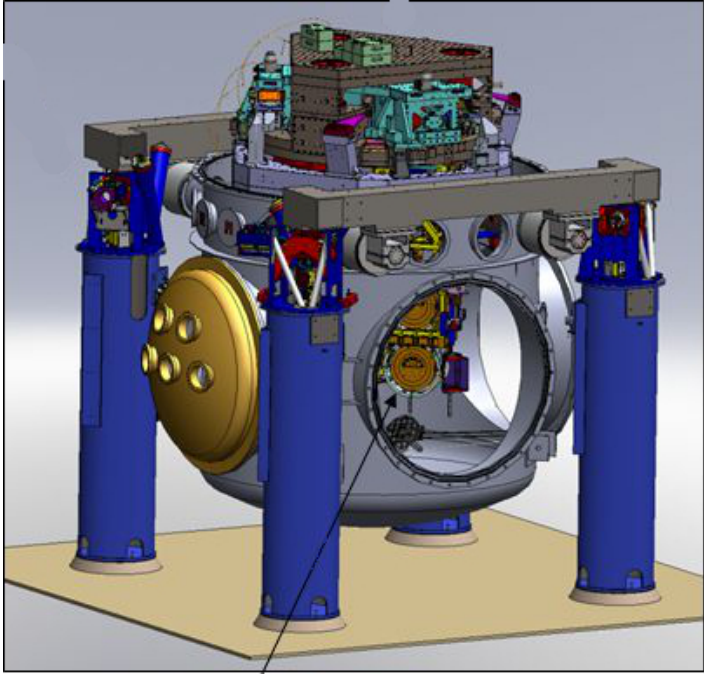
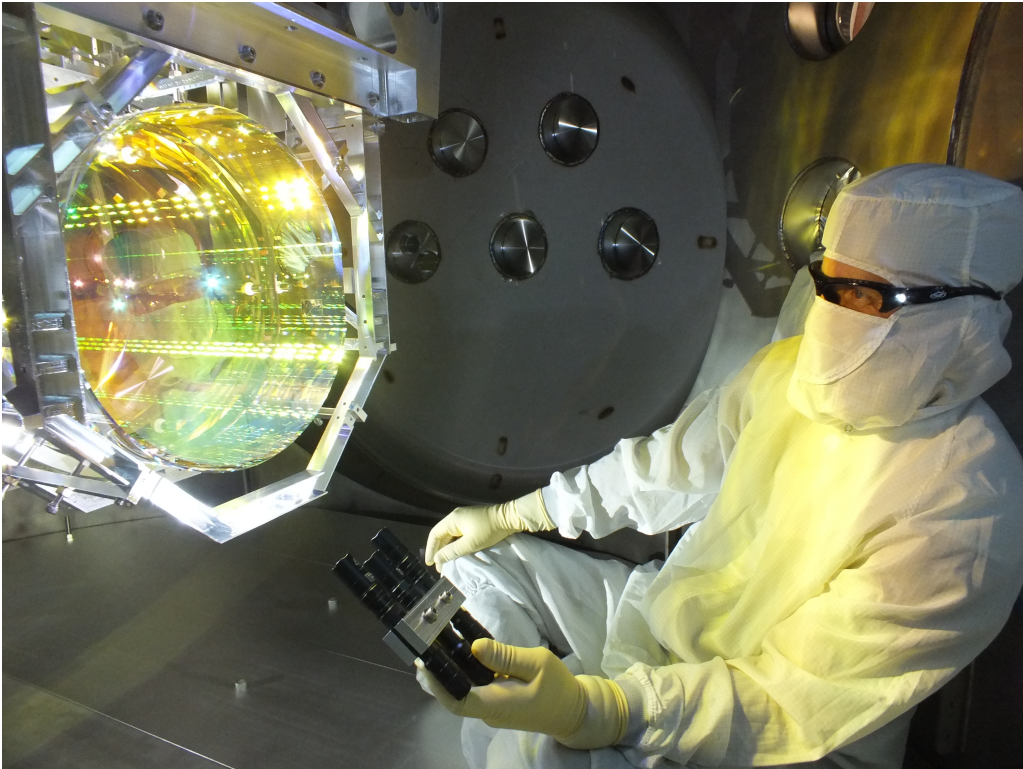
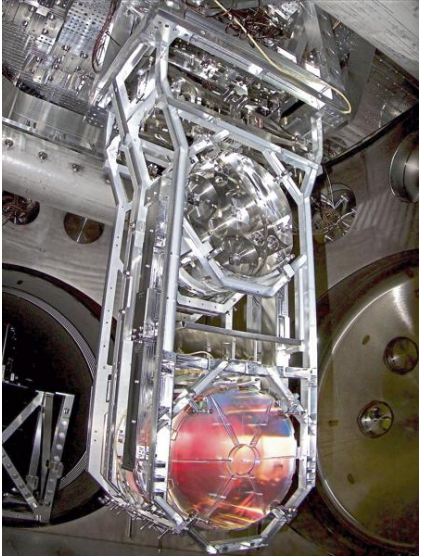


4 km

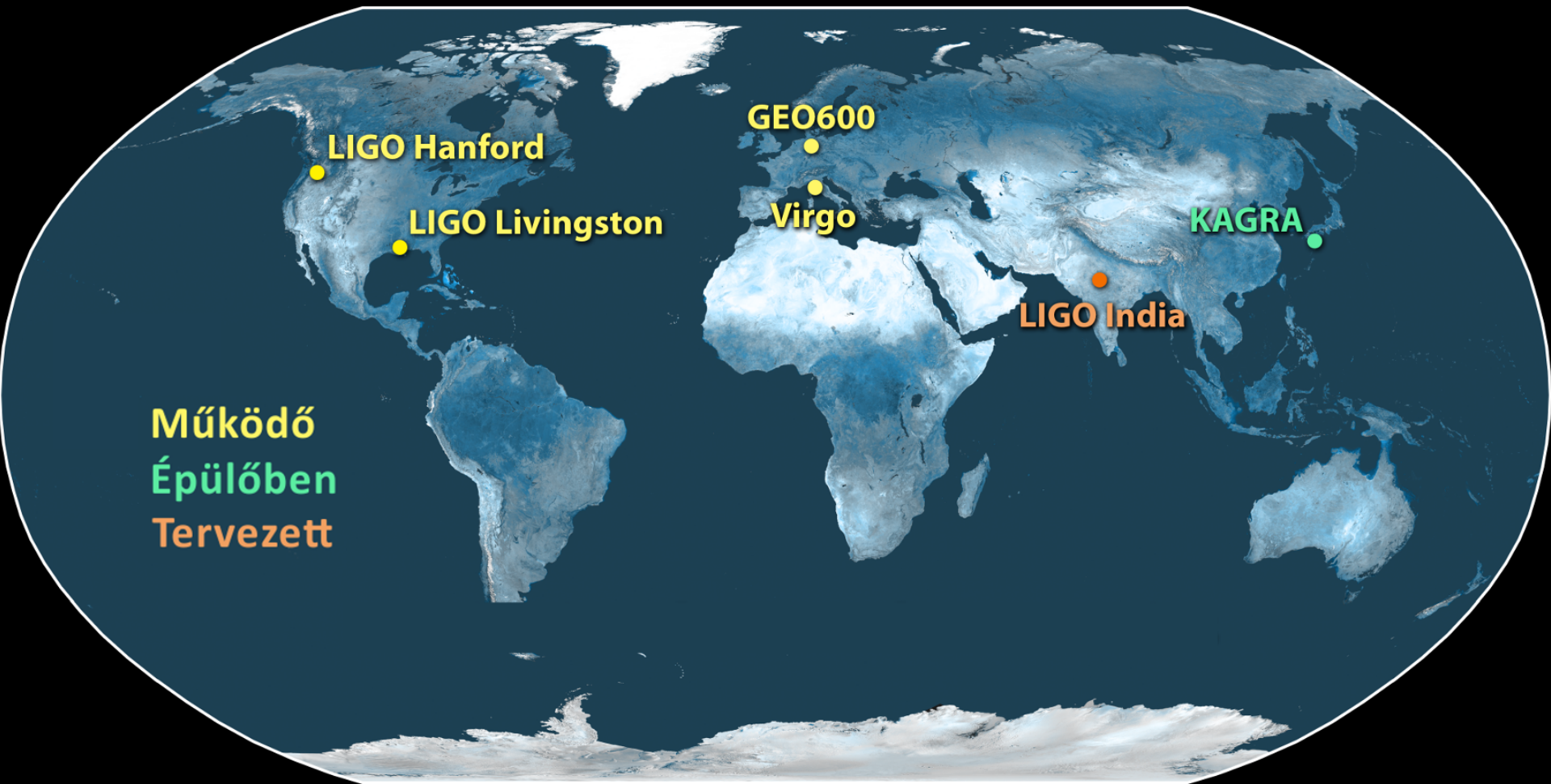


4 km

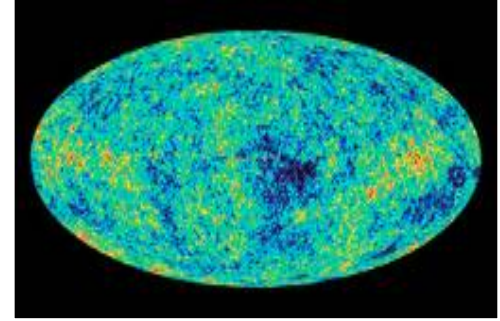
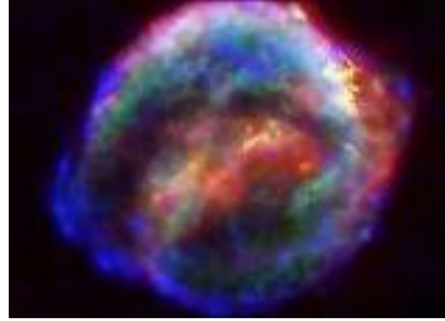




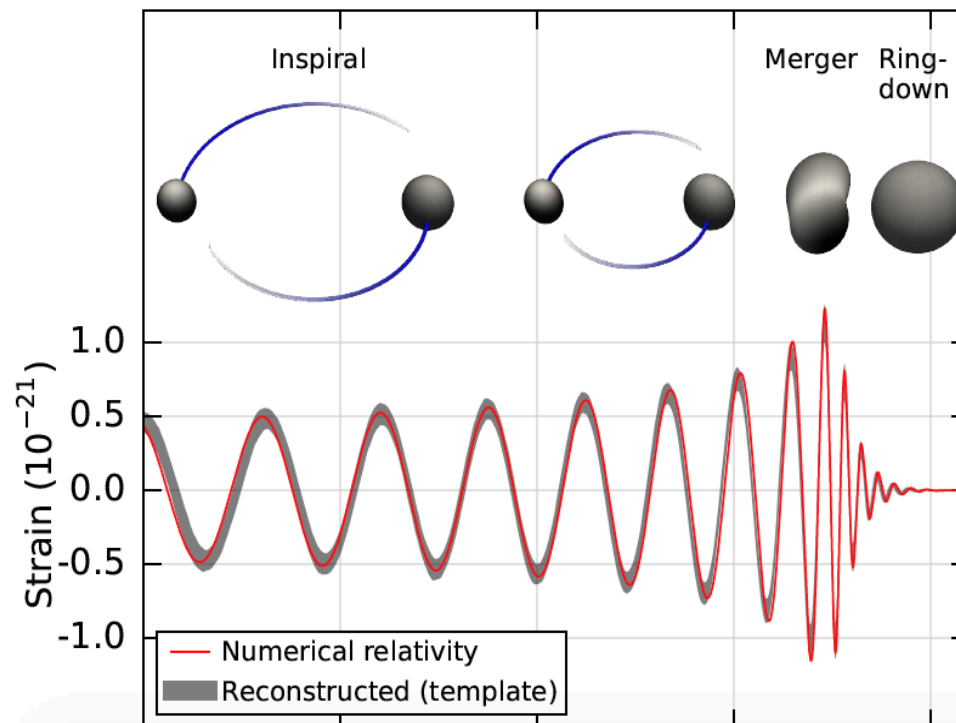
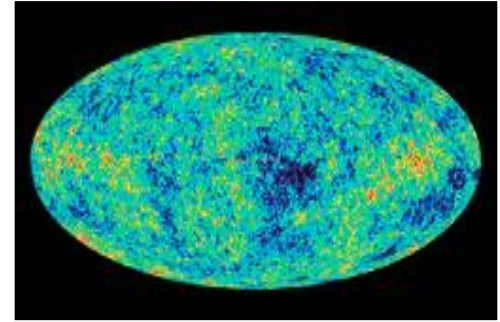
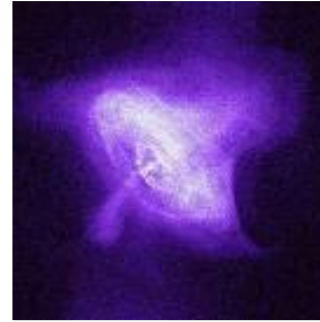
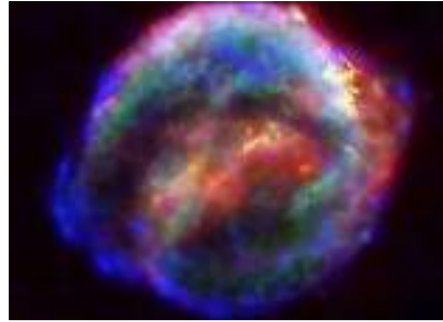
Detektorok világszerte



Mit észlelünk?

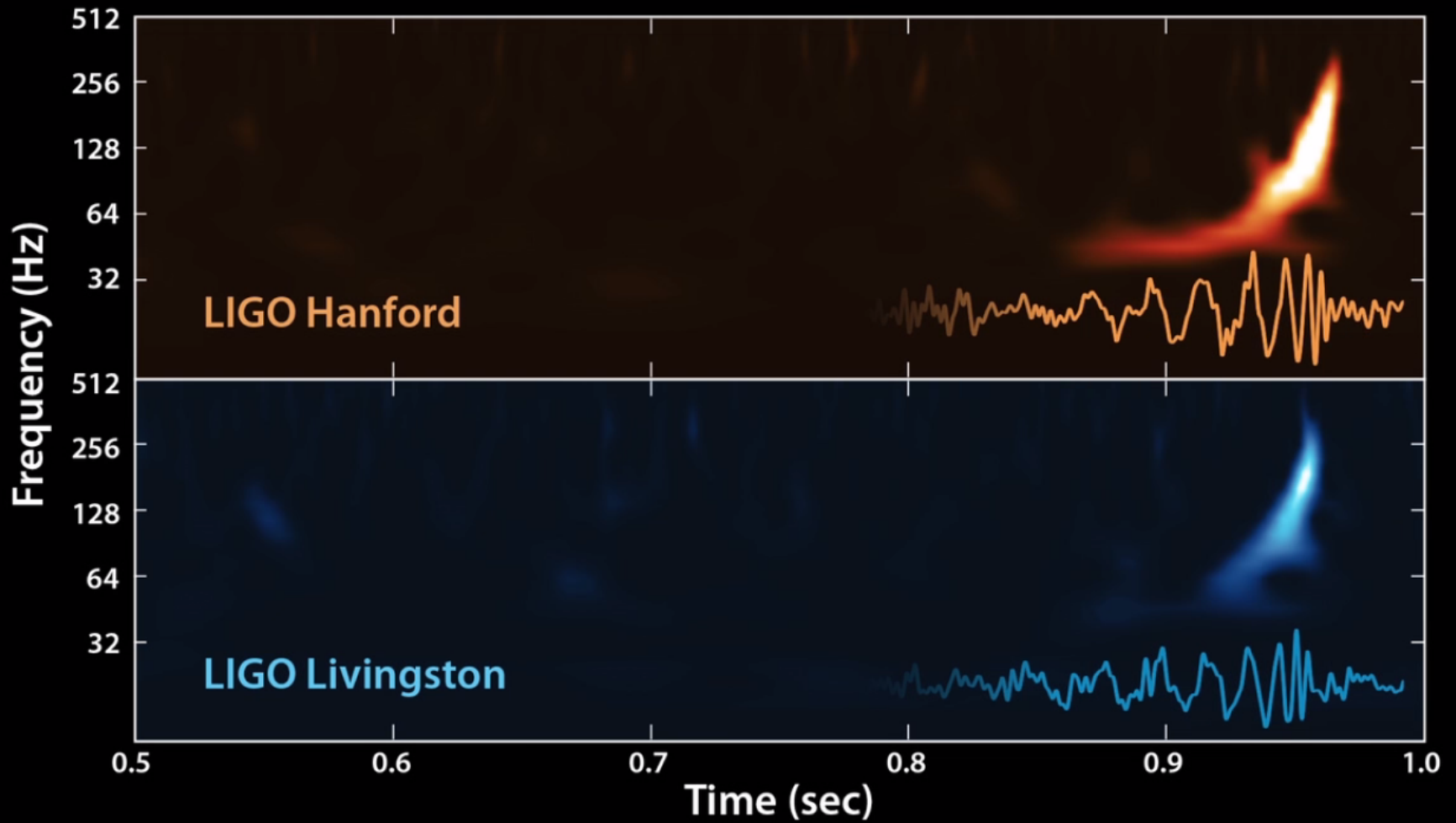


Mit észlelünk?



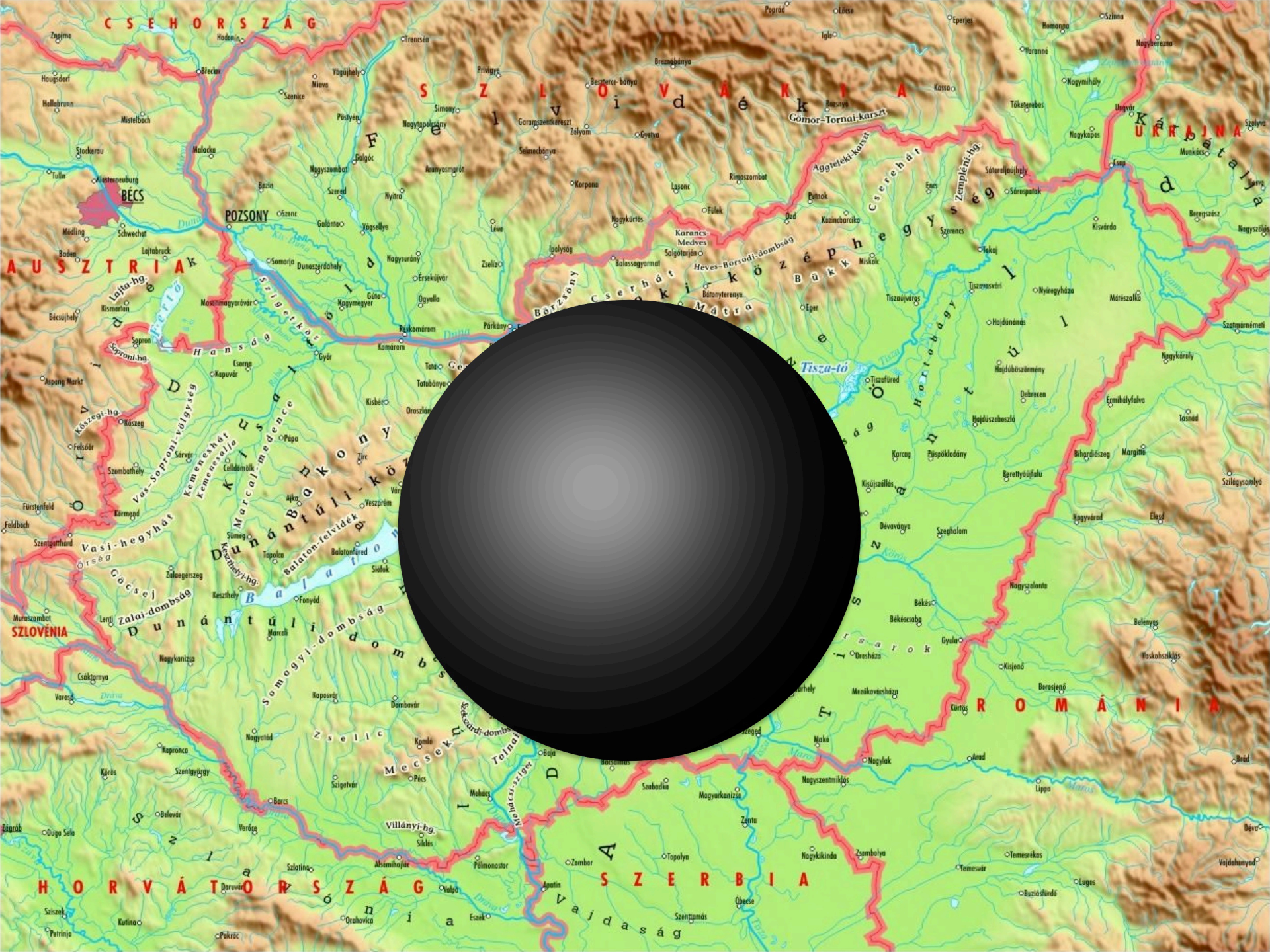


GW150914

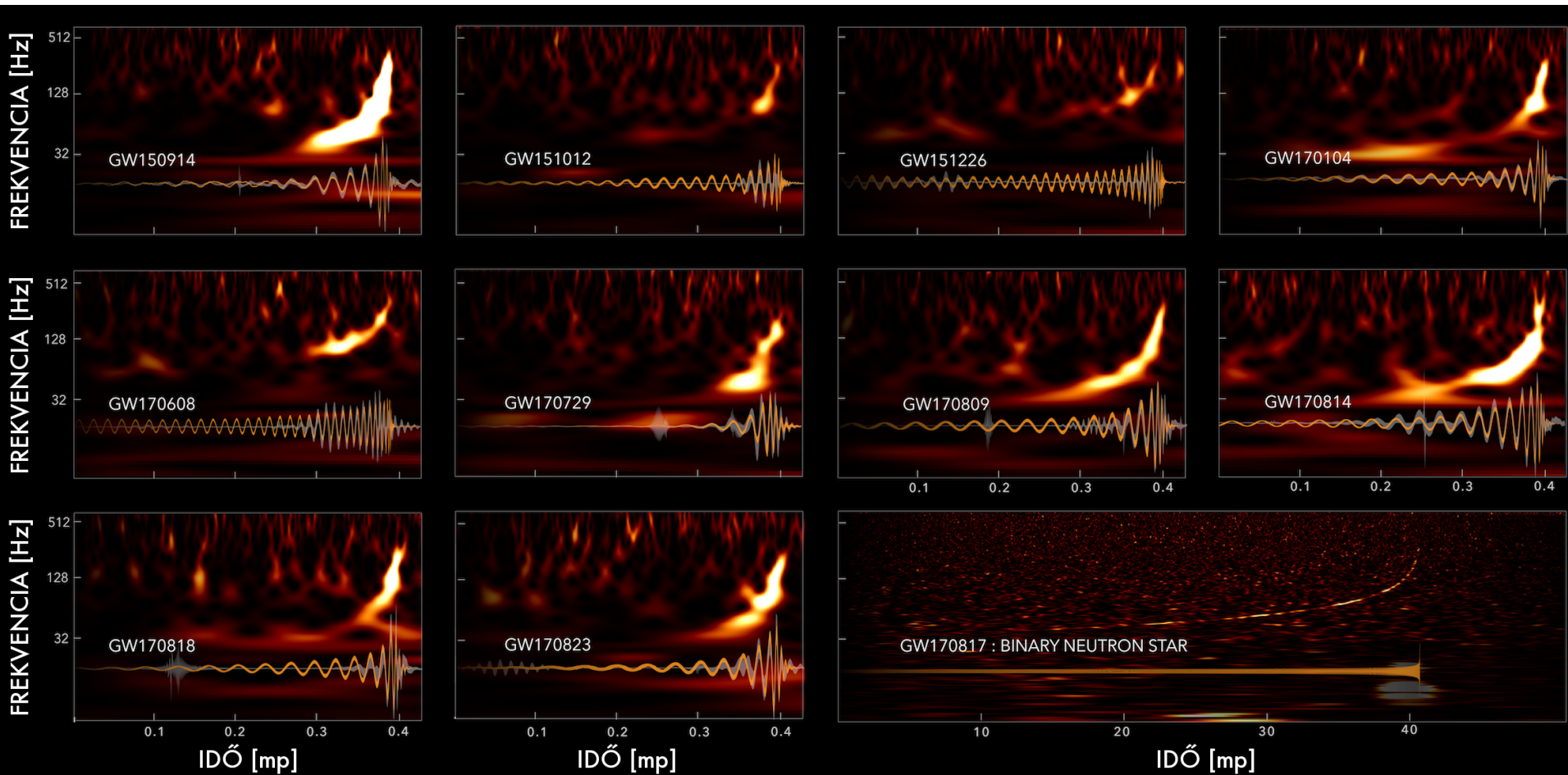


GW150914





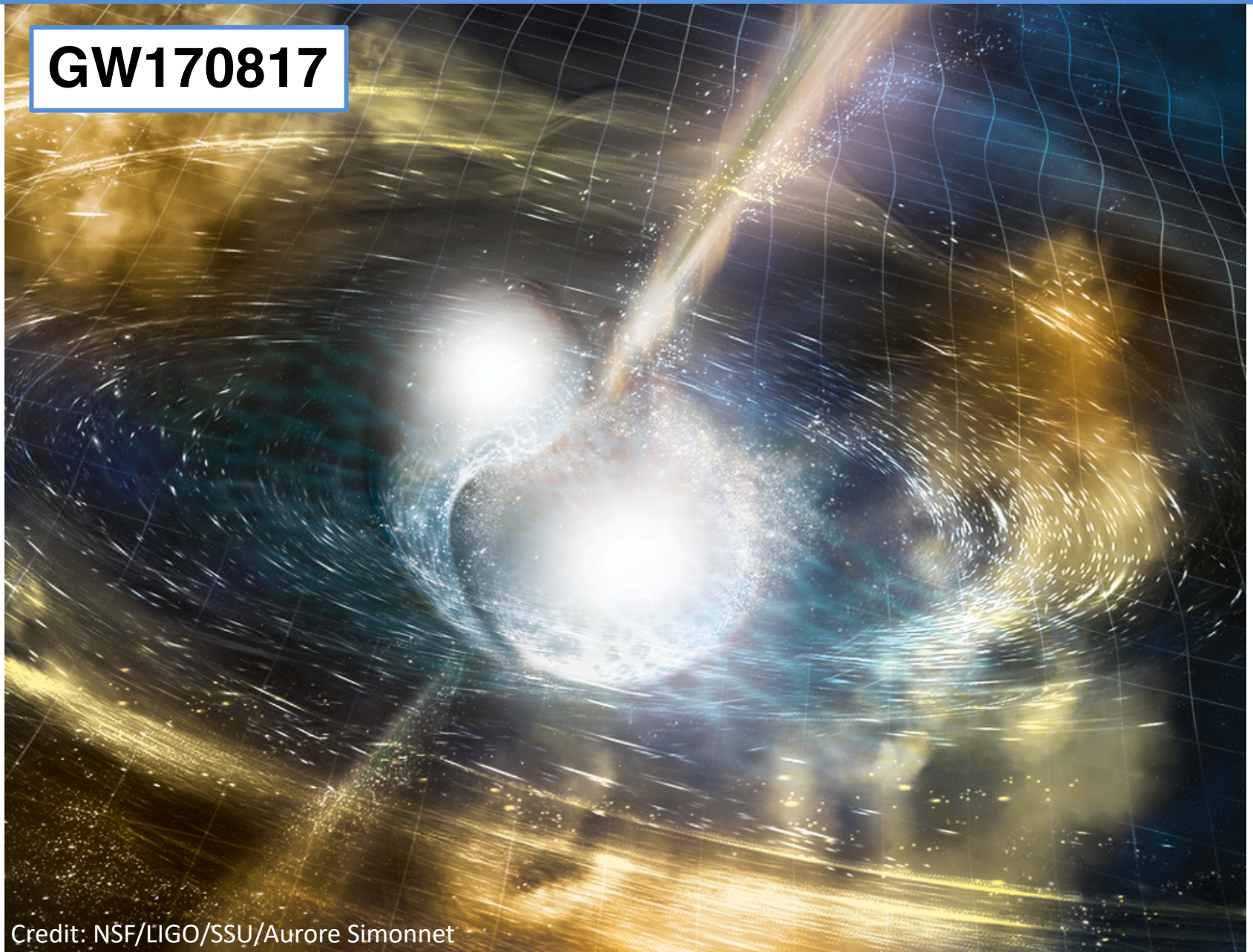
Észlelések (eddig...)



ligo.elte.hu

+36 jelölt 2019.04.01. óta:
gracedb.ligo.org/superevents/public/O3/

GW170817



Credit: NSF/LIGO/SSU/Aurore Simonnet

2017. augusztus 17.



2017. augusztus 21.



Swope & Magellan teleszkópok

Credit: 1M2H, Swope Telescope, Ryan Foley



Barry C. Barish (Caltech)



Kip S. Thorne (Caltech)



Rainer Weiss (MIT)



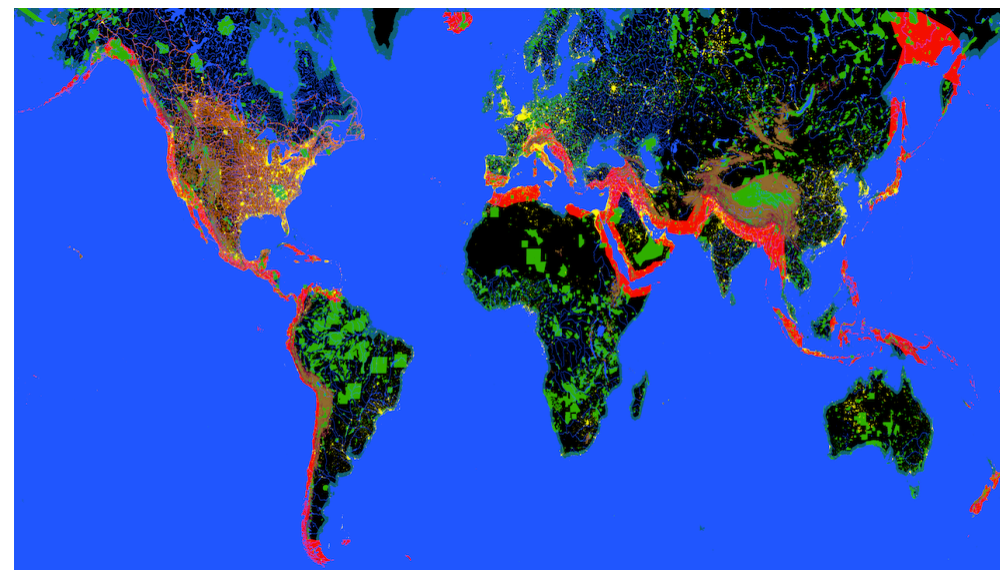
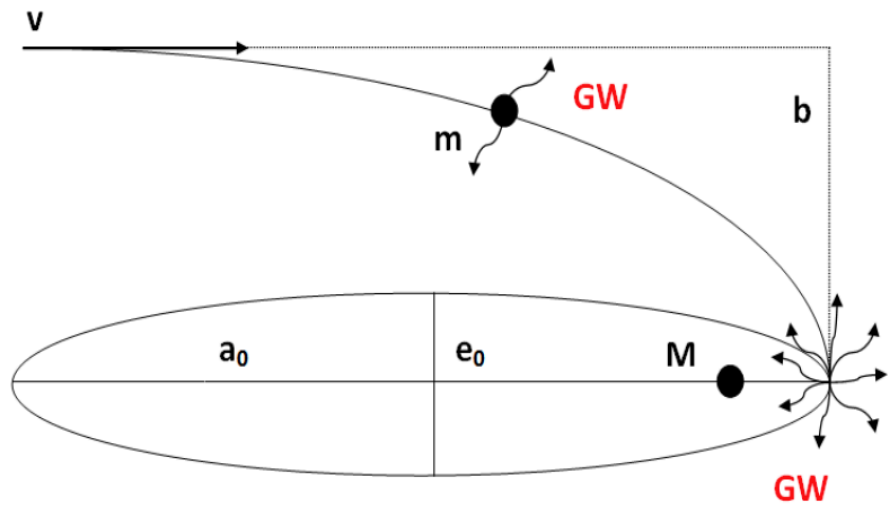
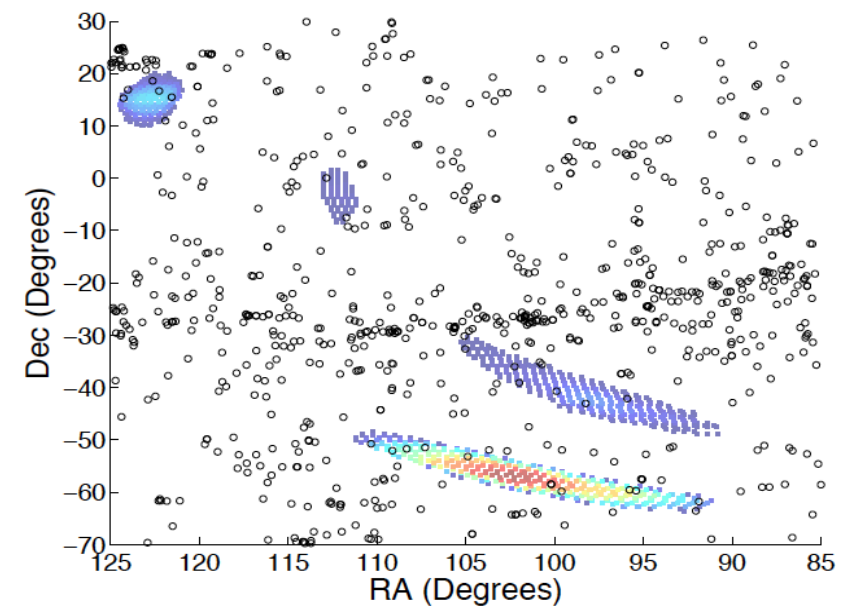
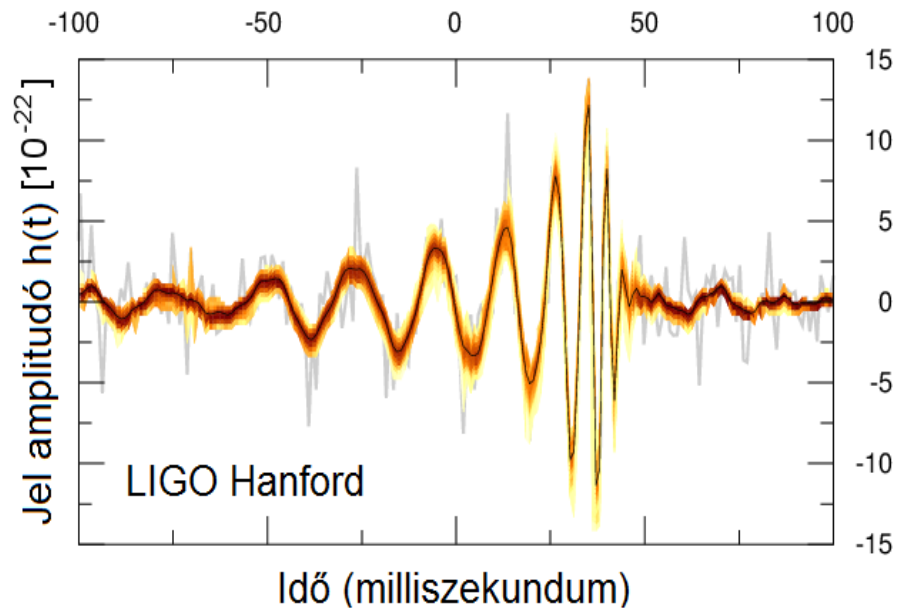
2017 Nobel Prize in Physics



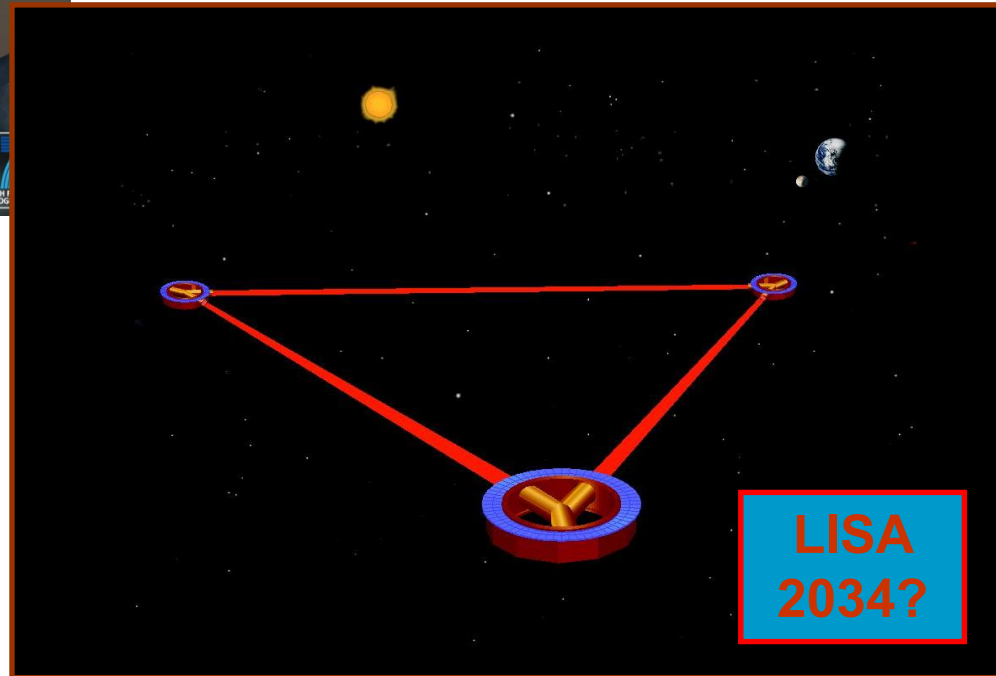
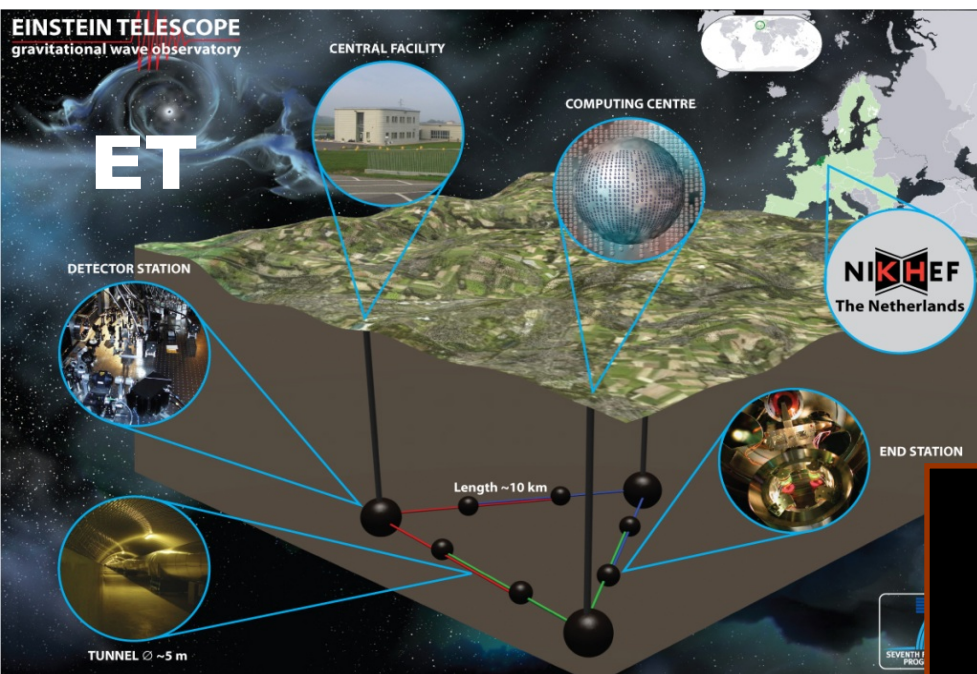
LSC VIRGO
Rainer
Wels
LSC

LSC VIRGO
Peter
Raffai
LSC
2018 Meeting March 14-17, Pasadena, California

Fotó: Frei Zsolt



A jövő detektorai?



LIGO Scientific Collaboration (LSC)



- A gravitációshullám-fizika nemzetközi közössége 1997 óta.
- Főtamogató: *National Science Foundation (NSF – USA)*.
- Ma több, mint 1300 tag, 18 ország 108 intézményéből.

ligo.org

LIGO Scientific Collaboration (LSC)



- A gravitációshullám-fizika nemzetközi közössége 1997 óta.
- Főtamogató: *National Science Foundation (NSF – USA)*.
- Ma több, mint 1300 tag, 18 ország 108 intézményéből.
- **2007. LIGO-Virgo Collaboration. 2019. LIGO-Virgo-KAGRA Collaboration.**

ligo.org

LIGO Scientific Collaboration (LSC)



- A gravitációshullám-fizika nemzetközi közössége 1997 óta.
- Főtamogató: *National Science Foundation (NSF – USA)*.
- Ma több, mint 1300 tag, 18 ország 108 intézményéből.
- **2007. LIGO-Virgo Collaboration. 2019. LIGO-Virgo-KAGRA Collaboration.**
- Magyarországi tagintézmények: **ELTE (LSC), Szegedi Tudományegyetem (LSC), Wigner Fizikai Kutatóközpont (Virgo)**.

ligo.org

LSC Education and Public Outreach

”Az LSC alapküldetése, hogy a gravitációshullám-kutatás által felkeltett érdeklődést és lelkesedést kihasználva inspirálja és oktassa a diákokat valamint a szélesebb publikumot, a csillagászat és az alaptudomány területein.”

- The LSC White Paper on Education and Public Outreach Goals, Status and Plans, Priorities (2019-2020)

LSC Education and Public Outreach

”Az LSC alapküldetése, hogy a gravitációshullám-kutatás által felkeltett érdeklődést és lelkesedést kihasználva inspirálja és oktassa a diákokat valamint a szélesebb publikumot, a csillagászat és az alaptudomány területein.”

- *The LSC White Paper on Education and Public Outreach Goals, Status and Plans, Priorities (2019-2020)*

- 2008-ban alakult.
- Illetékességei:
 - A *LIGO Laboratory* ismeretterjesztő és népszerűsítő tevékenységei
 - Formális edukáció és felsőoktatási képzés
 - Informális edukáció és köztájékoztatás
 - Szakmai kapcsolattartás
 - Hivatalos kommunikáció



ligo.org

ligo.elte.hu

LSC Education and Public Outreach

News Detections **Our science explained** Multimedia Educational resources For
Intro to LIGO & Gravitational Waves Science Summaries Popular Articles Frequently Asked

SUMMARIES OF LSC SCIENTIFIC PUBLICATIONS

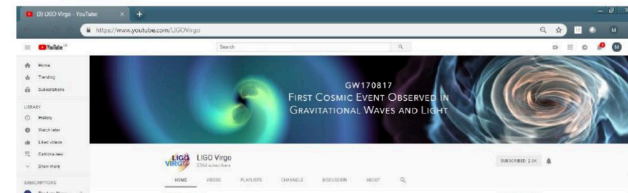
We now feature, for each new research article, a summary written for the general public. Simply click on any of the titles for an online version, or on the [flyer] links for a downloadable file in PDF format. Translations into several languages are also available for some of these summaries. Where not noted separately, translations can be accessed through the two-letter language acronyms (e.g. 'es' for Spanish) or from the top of the English online versions.

MOST RECENT SUMMARIES

- Jun 21, 2019** Search for intermediate mass black hole binaries in the first and second observing runs of the Advanced LIGO and Virgo network
- May 28, 2019** All-sky search for continuous gravitational waves from isolated neutron stars using Advanced LIGO O2 data [flyer]
- May 28, 2019** Searching for persistent gravitational waves with Advanced LIGO data from the second observing run [flyer]
- May 28, 2019** Searching for continuous gravitational waves from pulsars at two frequencies [flyer] [de]
- Apr 01, 2019** All-sky search for long-duration gravitational wave transients in the second Advanced LIGO observing run [flyer] [de]



<http://youtube.com/LIGOVirgo>



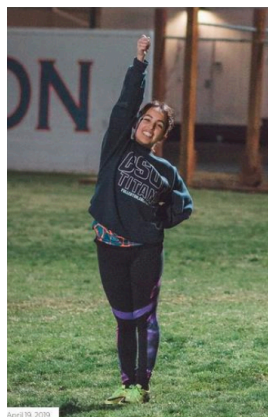
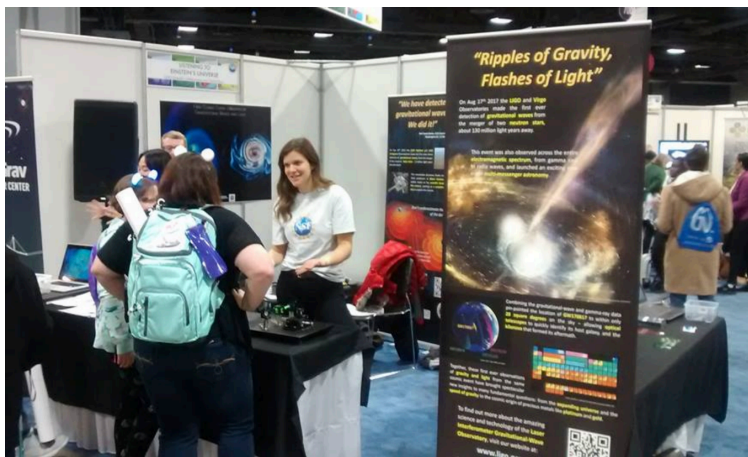
App Store Preview



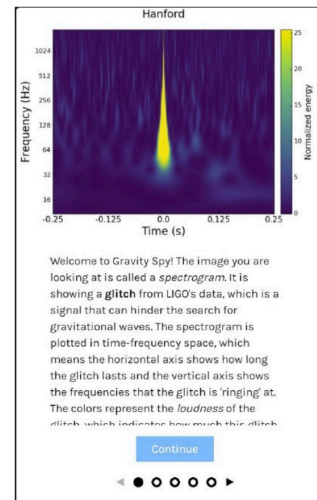
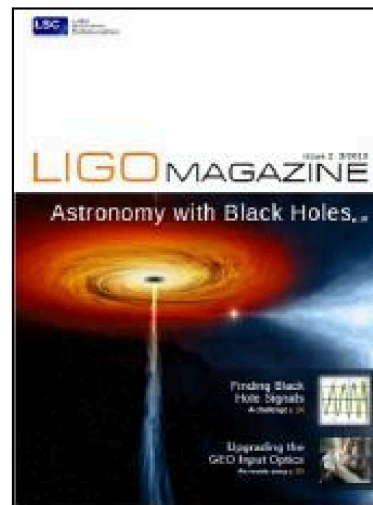
Gravitational Wave Events
LIGO/Virgo alerts from GCN
Peter Kramer
★★★★★ 4.7, 9 Ratings
Free

MAY 2019 Credit: LVCMPR-GPR/Abhirup Ghosh

| SUN | MON | TUE | WED | THU | FRI | SAT |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | |



April 19, 2019
DENYZ MELCHOR
Post a Comment



LSC Formális edukáció - Előzmények

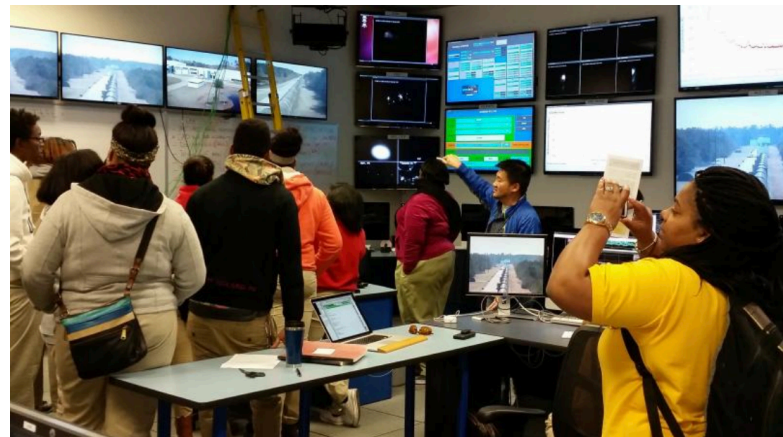
Célközönség: „K-12”

(Kindergarten + 12 évfolyamnyi iskolai képzés)

A minőségi előírásoknak megfelelő és előzetesen letesztelt tantermi segédanyagok elkészítése.

Tanárok felkészítése a segédanyagok használatára, tanári workshopok tartása.

Közvetlen munka diákokkal, tantermi körülmények között.



LSC Formális edukáció - Előzmények

Célközönség: „K-12”

(Kindergarten + 12 évfolyamnyi iskolai képzés)

A minőségi előírásoknak megfelelő és előzetesen letesztelt tantermi segédanyagok elkészítése.

Tanárok felkészítése a segédanyagok használatára, tanári workshopok tartása.

Közvetlen munka diákokkal, tantermi körülmények között.

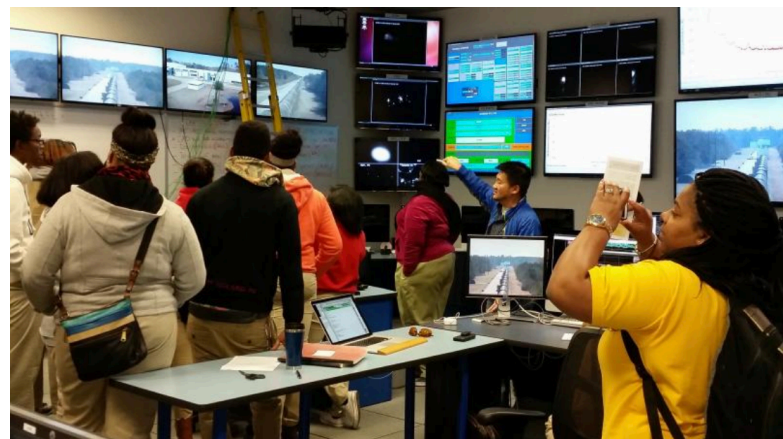
A munka főleg a detektorállomásokon folyt, professzionális alkalmazottakkal.

Oktatói útmutató dokumentum készült:

https://www.ligo.org/students_teachers_public/activities.php

Látogatás: <https://www.ligo.caltech.edu/LA/page/Tours>

Több, mint 100 ezer látogató az elmúlt 6 évben!



LSC Formális edukáció - Aktualitások

1. Az oktatói útmutató tantervi programmá bővítése

- A *Sonoma State University* jár élen ebben
- Next Generation Science Standards (by NRC)
- Legalább 3 éves munkának becsülik



LSC Formális edukáció - Aktualitások

1. Az oktatói útmutató tantervi programmá bővítése

- A *Sonoma State University* jár élen ebben
- Next Generation Science Standards (by NRC)
- Legalább 3 éves munkának becsülik



2. Az obszervatóriumi képzés tantermi képzéssé alakítása

- Pasco-i és Baton Rouge-i iskolákkal formális együttműködés
- Tanári workshopok szervezése
- Formális online tanári tréning az SSU-tól

LSC Formális edukáció - Aktualitások

3. Online mesterkurzus indítása középiskolásoknak

- Részecskefizika területéről vett mintát követve (LHC)
- *International Particle Physics Outreach Group* (IPPOP, ippog.org)



LSC Formális edukáció - Aktualitások

3. Online mesterkurzus indítása középiskolásoknak

- Részecskefizika területéről vett mintát követve (LHC)
- *International Particle Physics Outreach Group* (IPPOP, ippog.org)



4. Az „Einstein First” Projekt

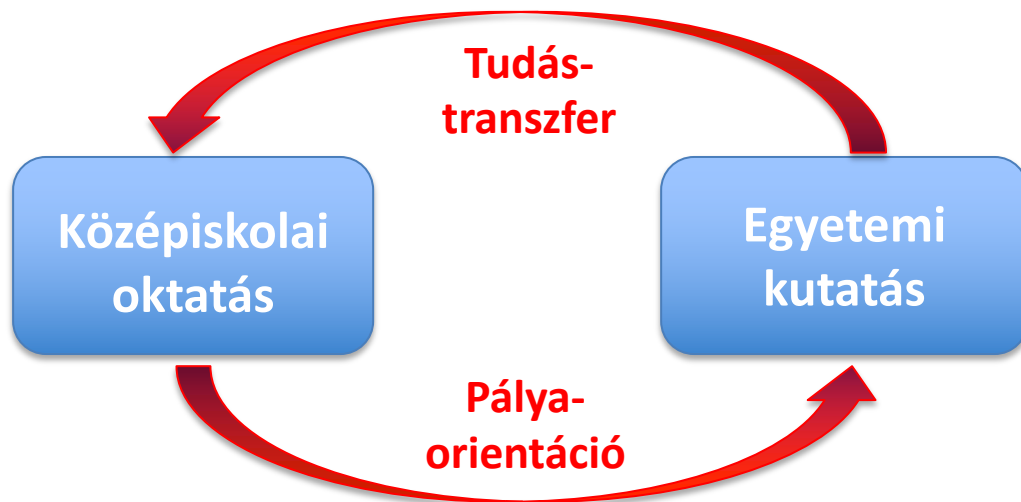


- A 6 ausztrál egyetem együttműködéséből született *OzGrav* a kezdeményező
- Einsteini fizika tanítása általános iskolásoknak(!)
- Az *Australian Research Council* támogatja
- Már vannak tapasztalatok 4-12 éves gyermekekkel, bővítenék

LSC Formális edukáció - Magyarország

Molnár András,

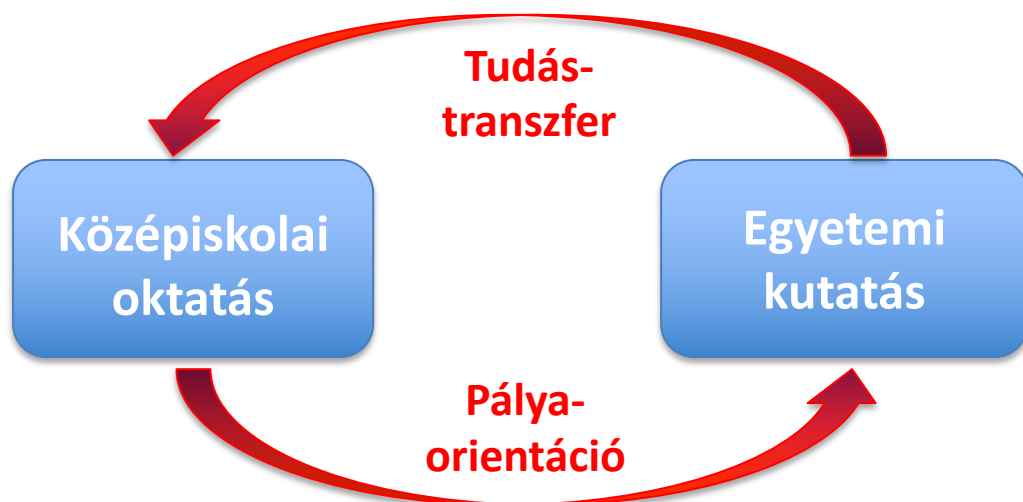
Tanári PhD hallgató (ELTE Fizikai Intézet)



LSC Formális edukáció - Magyarország

Molnár András,

Tanári PhD hallgató (ELTE Fizikai Intézet)



- Együttműködés a pesterszébeti Német Nemzetiségi Gimnáziummal
- Együttműködés a külföldi partnerekkel
- Szakköri program kidolgozása



LSC EPO - Magyarország



LSC LIGO Scientific Collaboration

Virtuális Túra Hanford

Észlelések LIGO Magazin Advanced LIGO Tudomány Oktatás Multimédia Partnerek Rólunk

Az Advanced LIGO megkezdte a harmadik megfigyelési időszakát

2017 Nobel Prize in Physics

Prof. Rainer Weiss, a LIGO szellemi atyja elmagyarázza a LIGO detektorok működését

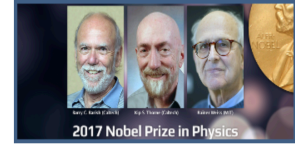


LSC EPO - Magyarország



Virtuális Túra
Hanford

Észlelések LIGO Magazin Advanced LIGO Tudomány Oktatás Multimédia Partnerek Rólunk



2017 Nobel Prize in Physics

GO megkezdte a harmadik megfigyelési időszakát



Prof. Rainer Weiss, a LIGO szellemi atyja elmagyarázza a LIGO detektorok működését



A GRAVITÁCIÓS HULLÁMOKRÓL

KÉPZELJÜNK EL, HOGY A TÉR EGY NAGY GUMILEPŐDŐ.

HA NAGYOBB A TÖMEG, NAGYOBB A GÖRBSÜLET, AMELG A GRAVITÁCIÓ A TERT TORZÍTJA.

A TÖMEGSEL BÍRÓ TESTEK BEHÁLJTIK A LEPEDET, MIYF EGY TEKEGÖLYŐ A TRAMBULÁNT.

PÉLDÁUL, A FÖLD IS AZÉRT KERING A NAP KÖRÜL, MERT A NAP TÖMEGE NAGYON NAGY, IGY ERŐSEN TORZÍTJA A TERT MAGA KÖRÜL.

HA EGY EGYENES MENTÉN PRÓBÁLUNK MOZOGNI ILYEN NAGY TORZULÁS MELLETT, AZT TALÁLJUK, HOGY A PÁLYÁNK KÖRKÖRÖSSÉ VÁLIK.

IGY MŰKÖDNEK A BOLYGÓPÁLYÁK: NINCS VALÓDI ERŐ, AMI HÚZZA A BOLYGÓKAT, CSUPÁN A TÉR GÖRBSÜLETE.

GRAVITÁCIÓS HULLÁMOK AKKOR KELETKEZNEK, HA TÖMEGEK GYORSULNAK, MEGALÁTOZTATVA EZZEL A TERT TORZULÁST.

MINDEN, AMINEK TÖMEGE NAGY ENERGIÁJA VAN, GRAVITÁCIÓS HULLÁMOKAT TUD KÉLTENI.

HA ELKEZDÜNK EGYMÁS KÖRÜL TÁNCOLNI, MI IS TORZULÁSOKAT OKOZUNK A TÉR DŐ SÖVÉNEN.

DE EZEK RENDKÍVÜL KÖSSÉ: GYAKORLATILAG ÉSZLELHETÉLENEK.

JÓZSEF GÁBOR © 2016

gravitacioshullam.hu

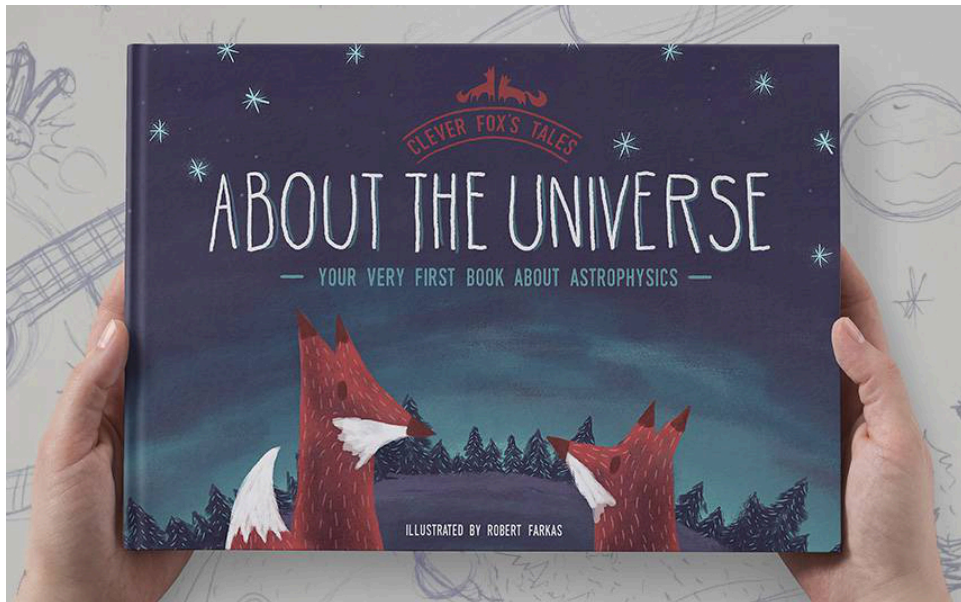


Raffai Péter PhD
asztrofizikus, a LIGO Scientific Collaboration tagja

LSC EPO - Magyarország

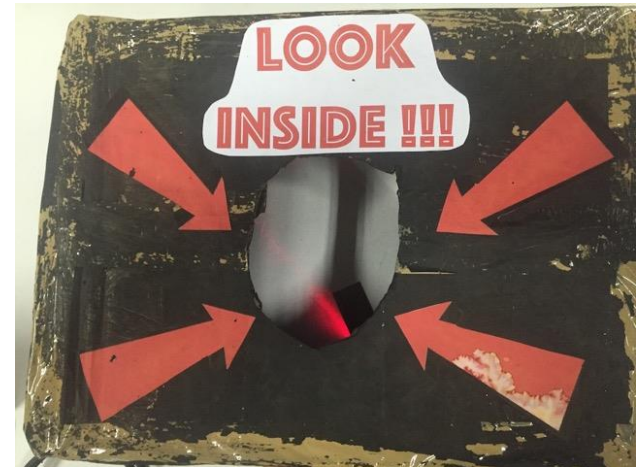
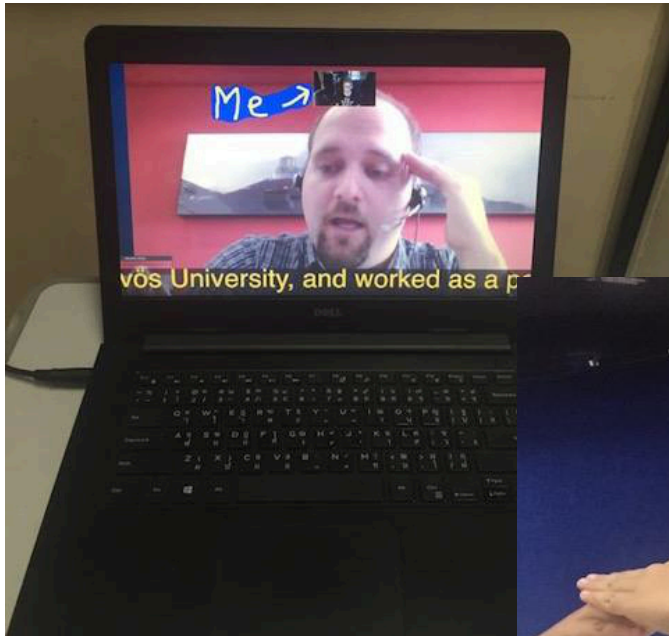


LSC EPO - Magyarország



Farkas Róbert

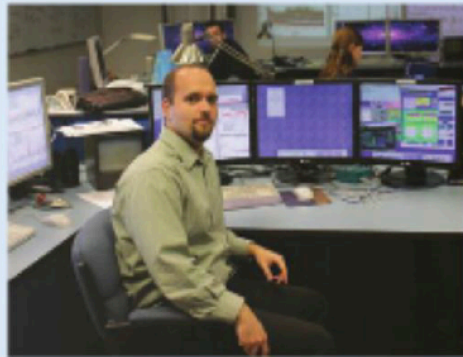
LSC EPO - Magyarország



LSC EPO - Magyarország

PÁLYAKÉP

Pécsett jártam középiskolába, egy biológia és kémia oktatására specializált osztályként. Eleinte leginkább a kémia iránt rajongtam, de az évek során az érdeklődésem fordult a fizika felé. A középiskolásként elért versenyeredményeimnek köszönhetően



nélkül kerülhettem be az ELTE Ráthóty Tudományegyetem fizikára. Ott a szakma alapjainak elsajátítása után a statisztikus fizika és a kvantumfizika területén képeztem tovább. Ma asztrofizikus kutató vagyok az ELTE-n. Tagja vagyok a LIGO Scientific Collaborationnak, amely a gravitációs hullámok transz-europeai hálóját koordinálja, amely a gravitációs hullámok transz-europeai hálóját koordinálja, amely a gravitációs hullámok transz-europeai hálóját koordinálja.

Kutatási területem a kísérleti gravitációkutatás és a gravitációs-hullám-asztrofizika; elsősorban gravitációs-hullám-kitörések keresésével és ún. „multi-messenger” csillagászatokkal foglalkozom. Ez utóbbi területen az egyazon űrbéli forrásból érkező többféle jel együttes feldolgozásával próbálunk ismereteket szerezni a források fizikájáról.

Szinte minden mozgó tömeg bocsát ki gravitációs hullámokat, mérni őket azonban rendkívül nehéz, mert a környezetünkben csak nagyon kis változást okoznak. Segítségükkel olyan ismereteket szerezhetünk az űrbéli objektumokról és az univerzumról, amelyek minden más módon rejtve maradnának előttünk. Jóllehet a világ több pontján épültek már gravitációs-hullám-detektorok, a hullámok közvetlen észlelése csak a detektorok továbbfejlesztése után, néhány év múlva várható. Az észlelés bizonyosan forradalmi változást hoz az egész tudomány területén, hiszen általa a Földön kívüli világot egy teljesen új „érzékszerv” keresztül vizsgálhatjuk majd. Ma éljük tehát azt a kort, amikor érdemes fizikával foglalkozni, érdemes elmélyülni a hullámok világában, és érdemes nekivágni a kutatói pályának. Hiszen egészen bizonyos, hogy a jövő nagy felfedezői ma ott ülnek közöttetek!

Budapest Science Meetup

MTA Könyvtár és Információs Központ



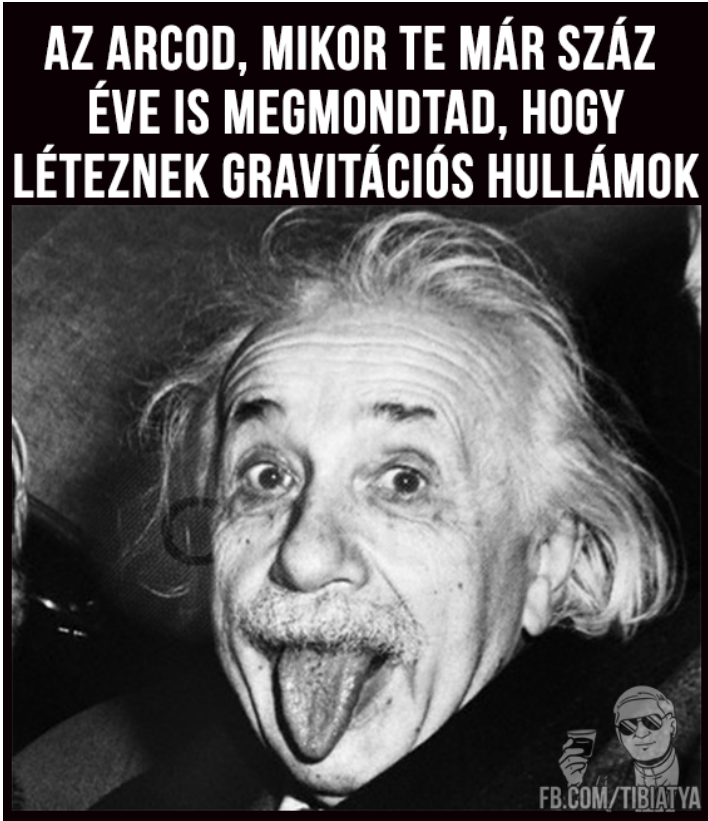
Raffai Péter

2017. november 9.

4/20



Mémvilág



**A MENNYEI MEGYEIBEN
MÁR RÉG BIZONYÍTOTTÁK
A GRAVITÁCIÓS HULLÁM LÉTEZÉSÉT**



Köszönöm a figyelmet!

Email: praffai@caesar.elte.hu

Web: praffai.web.elte.hu