

Astroparticelle e materia oscura: dove l'astronomia incontra le particelle elementari

Curriculum nucleare/astrofisica

Astroparticelle (Cattaneo)

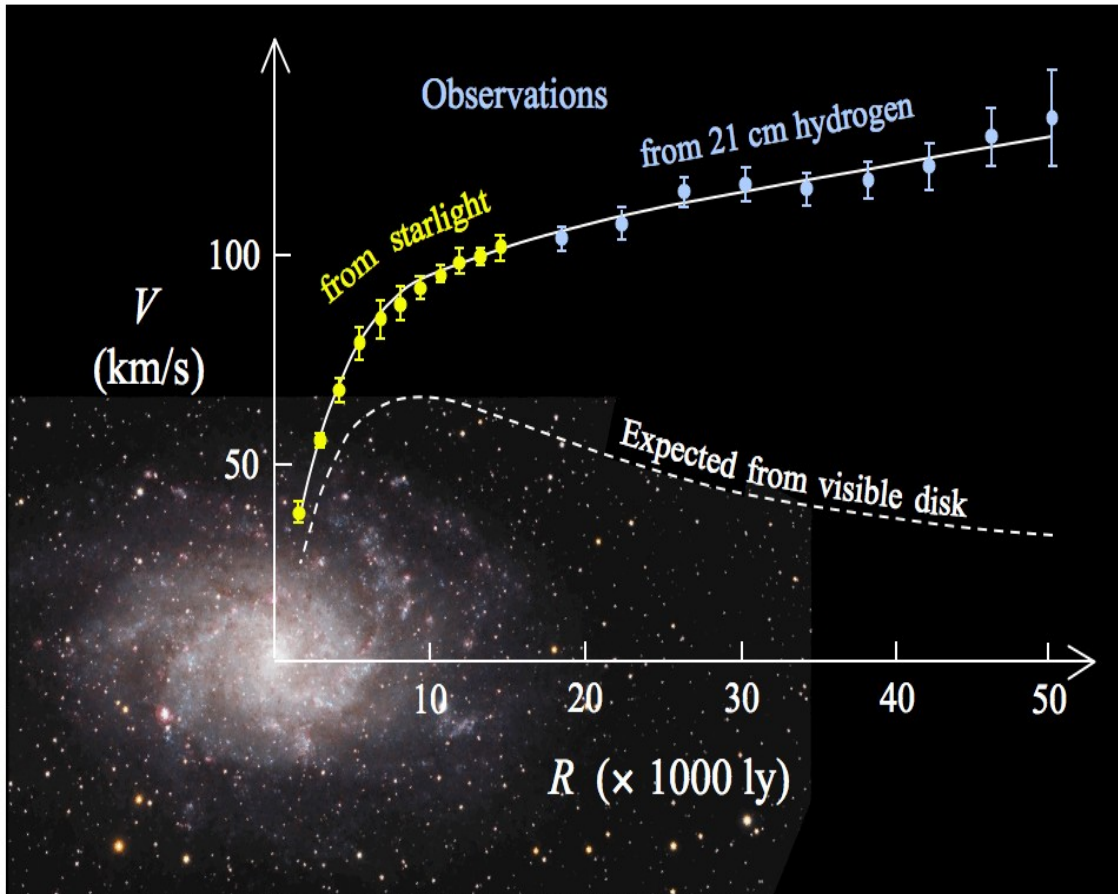
Astronomia (DeLuca)

Astrofisica (Giuliani)

Materia Oscura

Effetti gravitazionali

Curve di rotazione galattiche

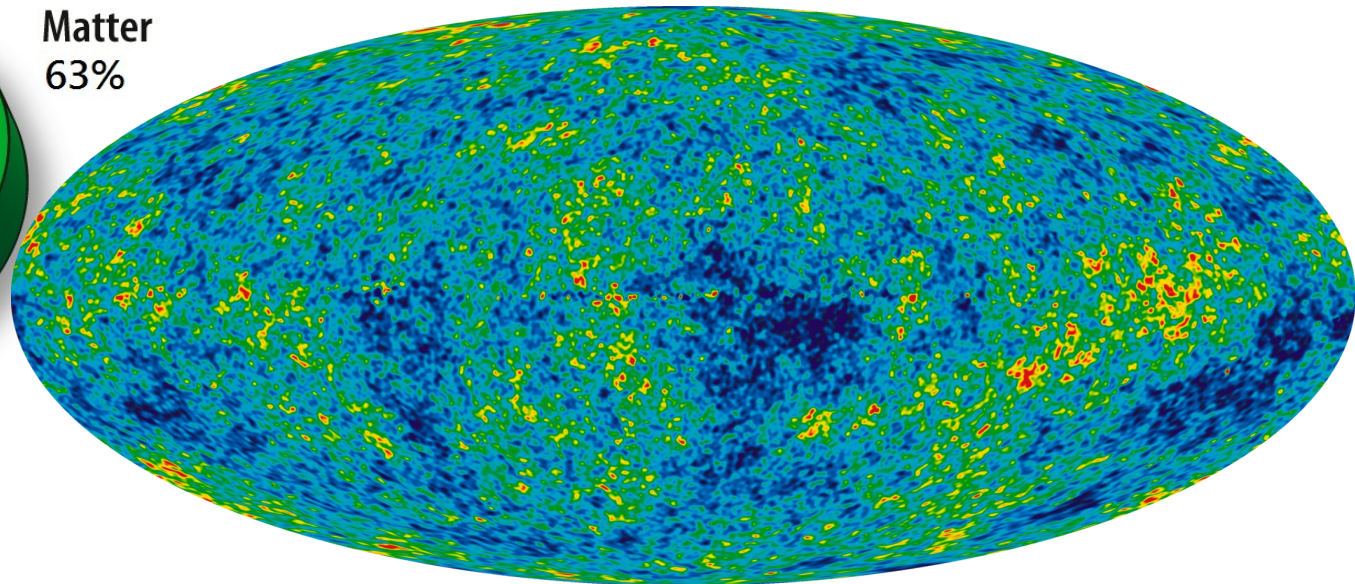
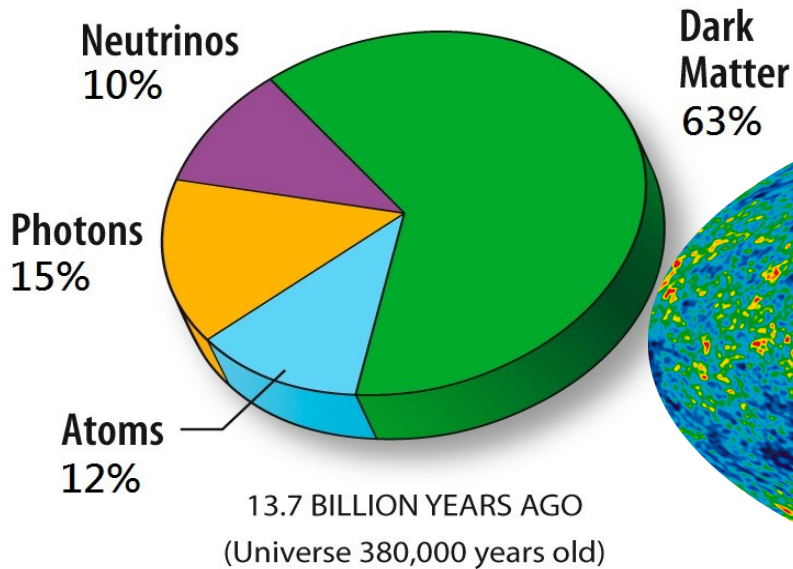
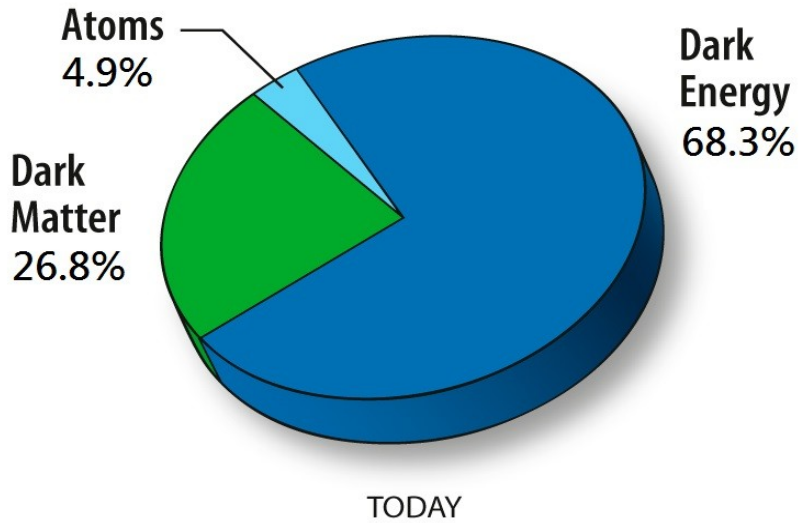


Effetto di lente gravitazionale



Cosmologia

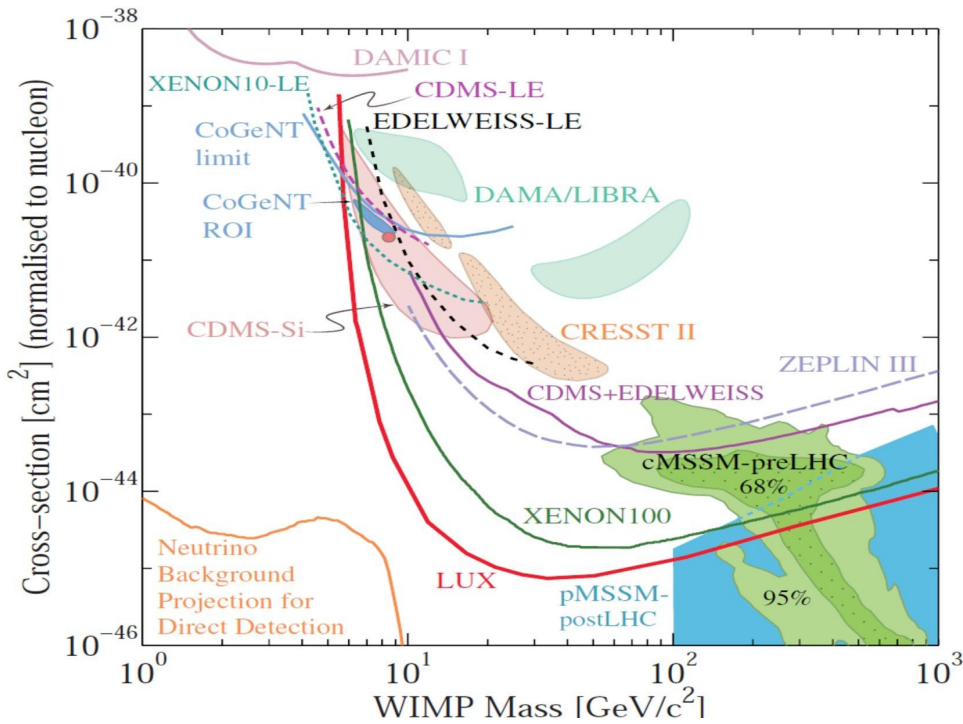
Lo studio delle fluttuazioni della radiazione cosmica di fondo e la struttura a larga scale dell'universo non sono compatibili con la materia barionica visibile da COBE, Boomerang, WMAP, Planck



Esperimenti

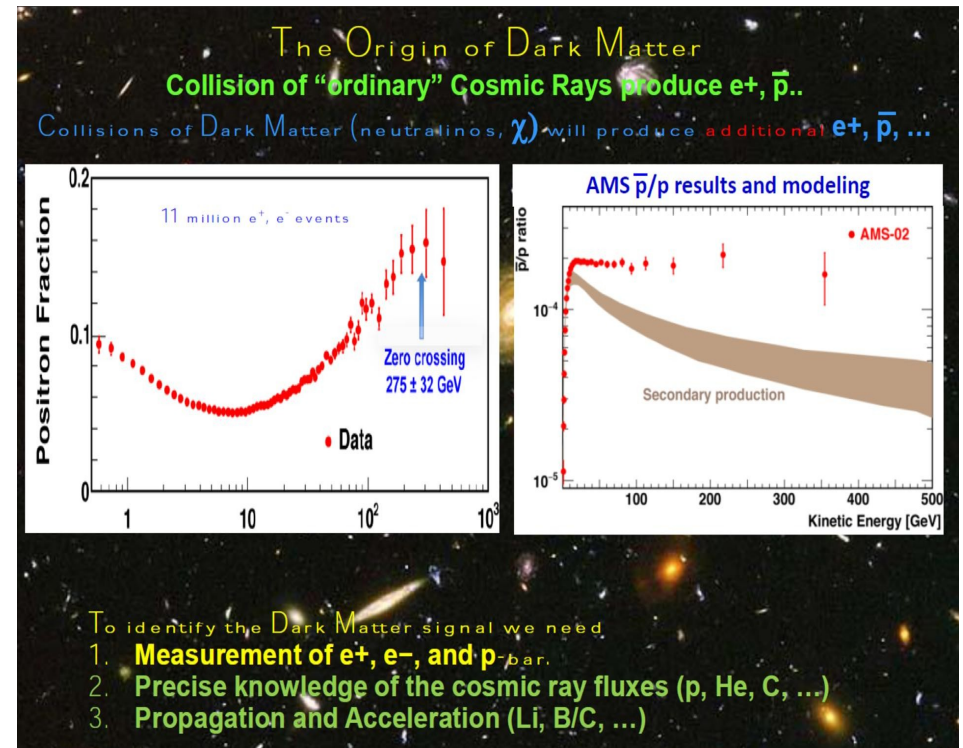
Diretti

Scattering WIMP



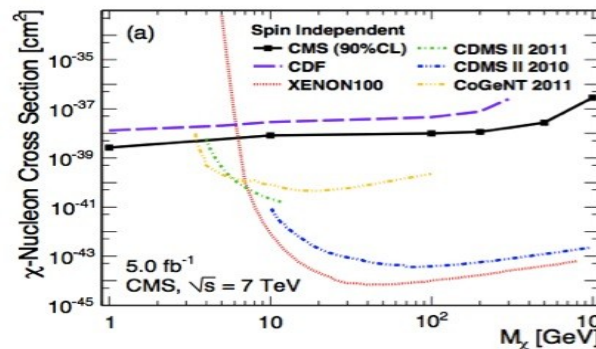
Indiretti

Anomalie raggi cosmici



Acceleratori

Produzione WIMP



Vedere presentazione precedente

Raggi cosmici

Storia della radiazione cosmica



Victor Hess (1912)

V. Hess, Ueber Beobachtung der durchdringenden Strahlung bei Sieben Freiballonfahrten, Phys. Zeitsch. 13, (1912) 1084 (Nobel prize 1936).

La ionizzazione aumenta con l'altezza

Domenico Pacini (1912)

D. Pacini, La radiazione penetrante alla superficie ed in seno alle acque, Nuovo Cimento VI/3 (1912) 93

La ionizzazione diminuisce con la profondità



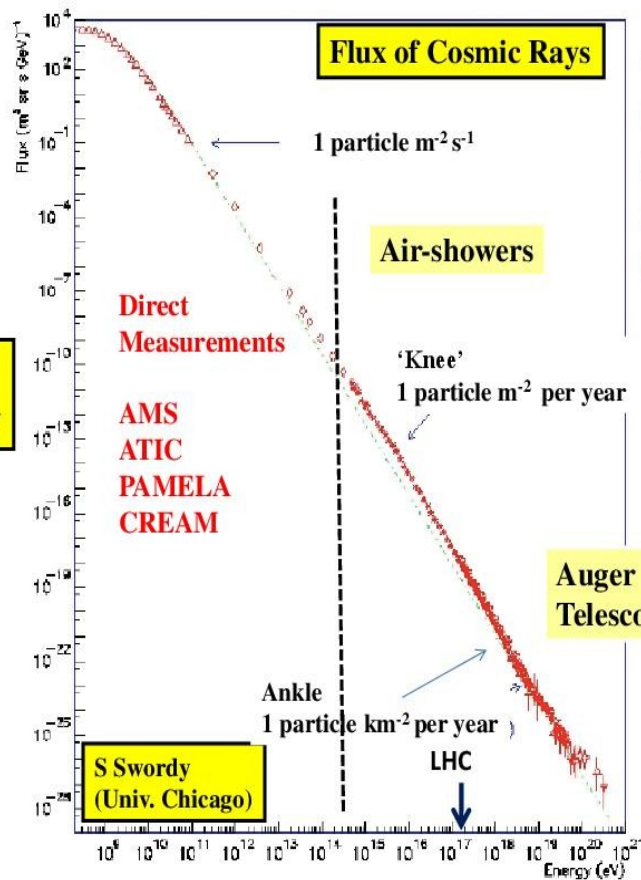
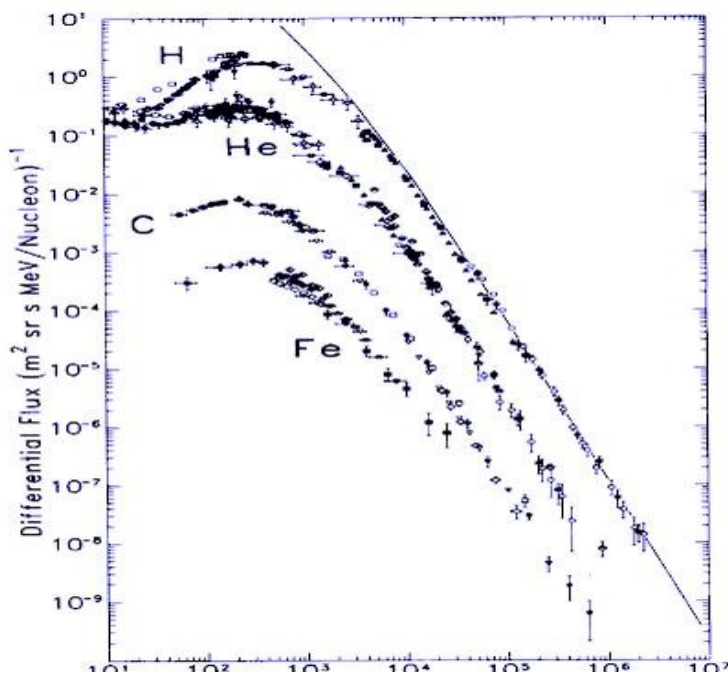
$$\phi(E) \simeq K E^{-\alpha}$$

$$\alpha \simeq 2.7$$

I raggi cosmici sono un flusso di particelle cariche (ma anche γ e ν) provenienti dallo spazio galattico e extra-galattico.

Coprono un intervallo di energia enorme.

Sono per lo più costituiti da nuclei positivi leggeri, ma anche e^-/e^+ , antiprotoni, γ e ν .



32 decades in intensity

12 decades in energy

Cosa ci dicono?

Sono le particelle piu' energetiche dell'universo: fino a 10^{21} eV !!

Danno informazioni sulla composizione chimica dell'universo

Testano le legge di Lorentz ad altissimi energie

I γ e ν cosmici sono messaggi dagli oggetti più violenti dell'universo (SN, Blazar, AGN, ...)

Portano informazioni sui campi magnetici interstellari

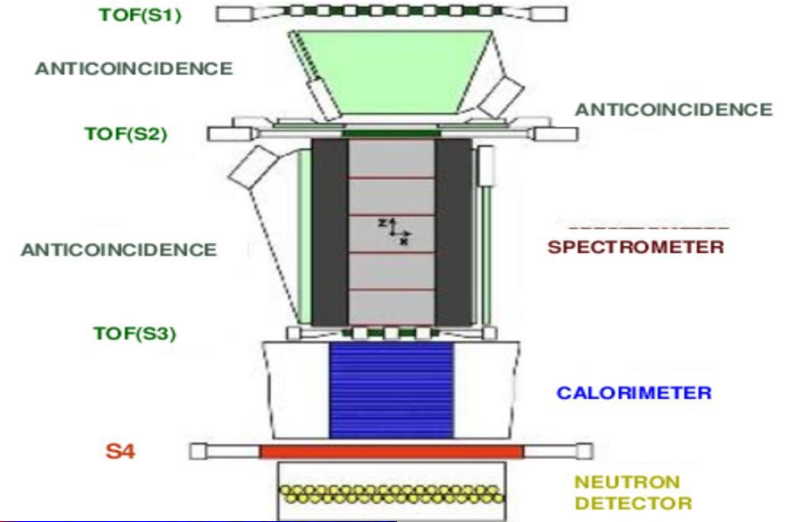
Possono portare segnali di materia oscura

Esperimenti

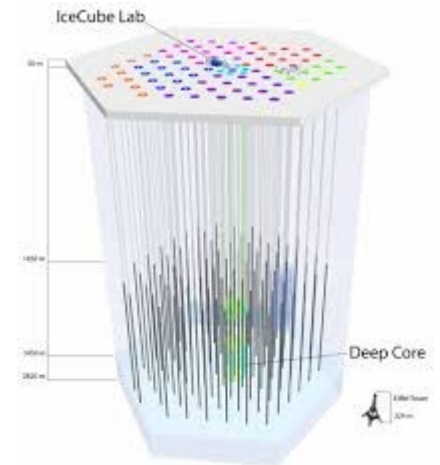
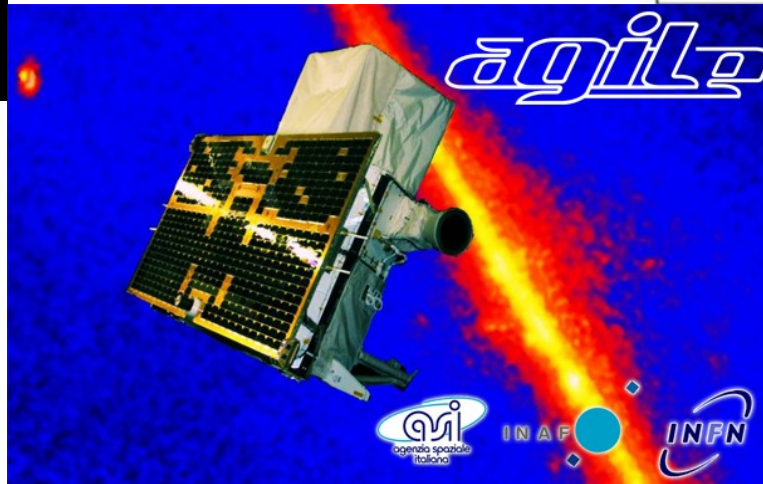
Basati nello spazio

AMS

Pamela



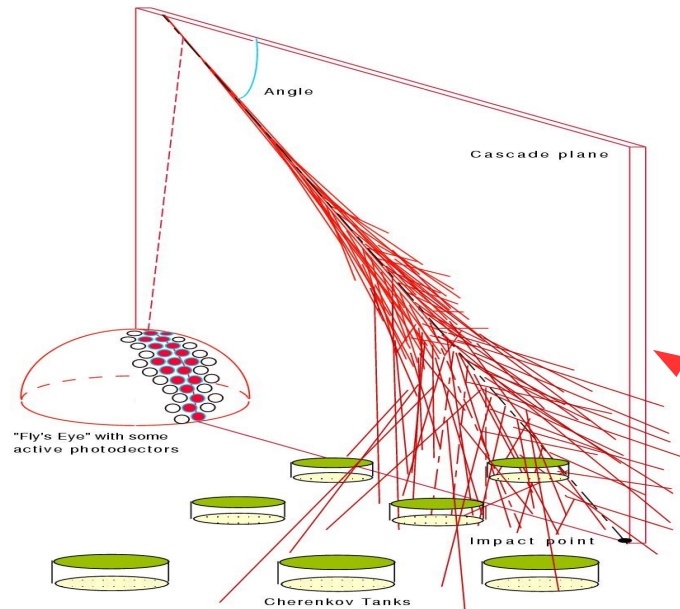
Agile (γ)



Auger

Basati a terra

IceCube



ONDE GRAVITAZIONALI

Le onde gravitazionali sono una conseguenza diretta della teoria della relatività generale

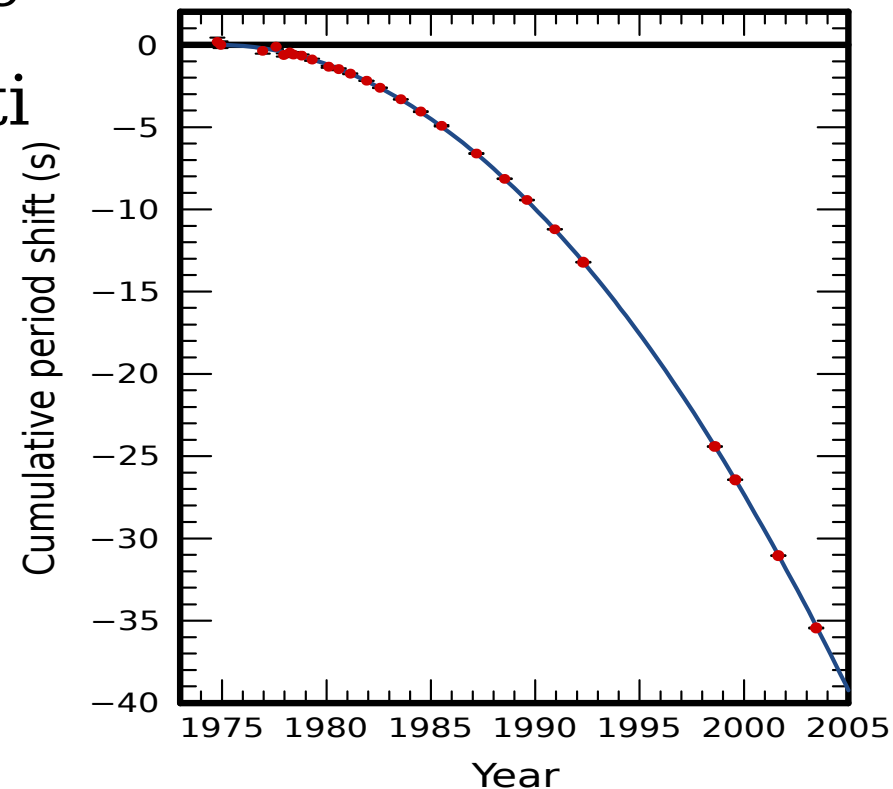
Nell'approssimazione lineare delle equazioni di campo di Einstein appaiono termini ondulatori che perturbano la struttura dello spazio-tempo

L'effetto e' una oscillazione nella distanza tra due punti

L'effetto e' minuscolo

$$h \sim 10^{-20}$$

Scoperta (indiretta) in un pulsar binario (Nobel 1993): energia persa da onde gravitazionali

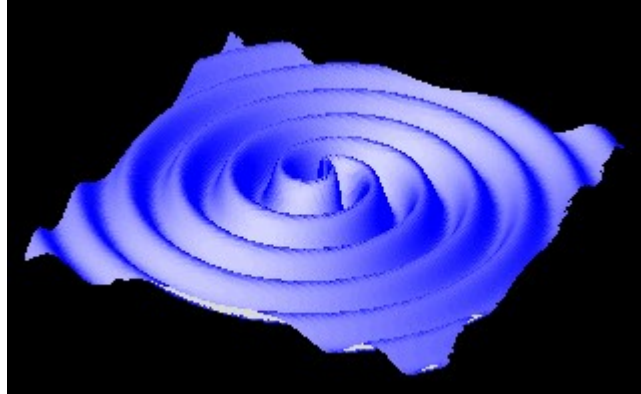
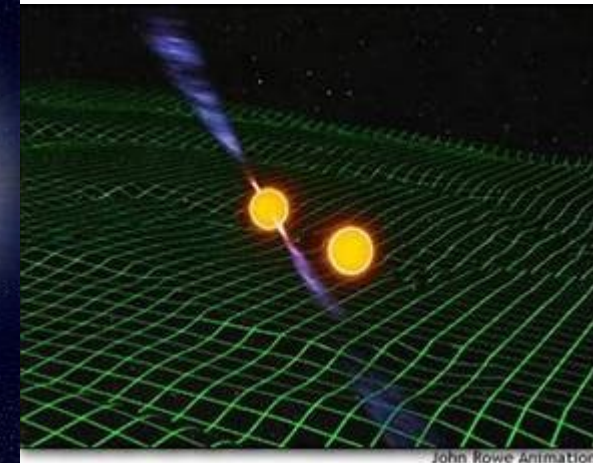
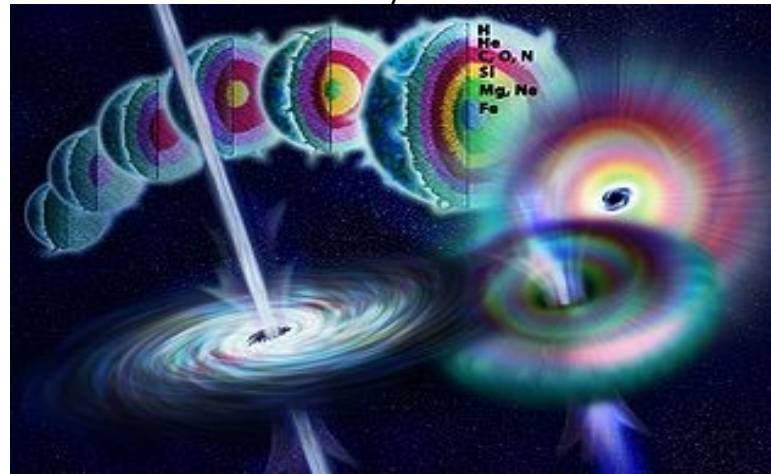
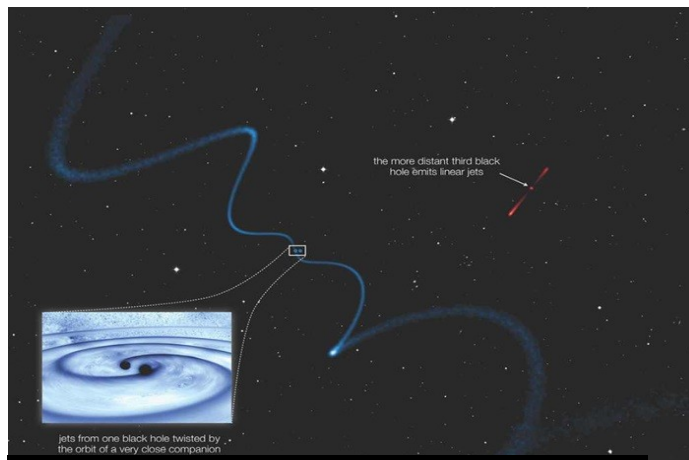


Sorgenti di onde gravitazionali

Sistema ternario buchi neri

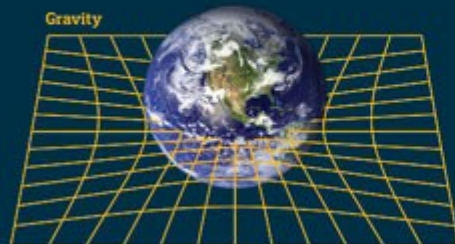
Gamma Ray Burst

Sistema binario stelle neutroni



jects with mass.
odies is proportional
xplanation.

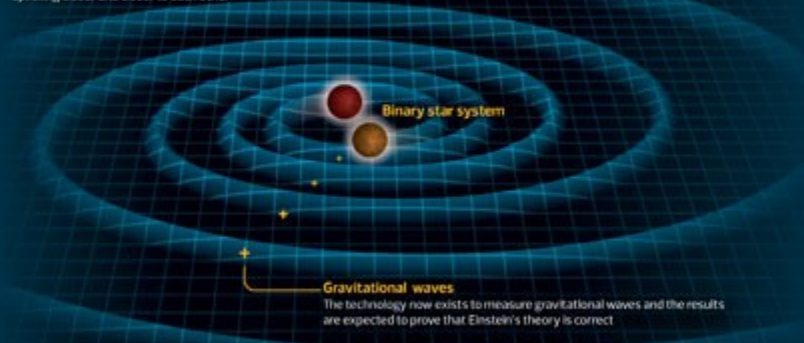
The effects of gravitation occurred because bodies with mass bend the fabric of space, known as space-time, so that free-falling objects find their paths curved or deflected



Gravity is the effect of the bending of the fabric of space-time by matter, shown here, vastly exaggerated mapped on a two-dimensional plane

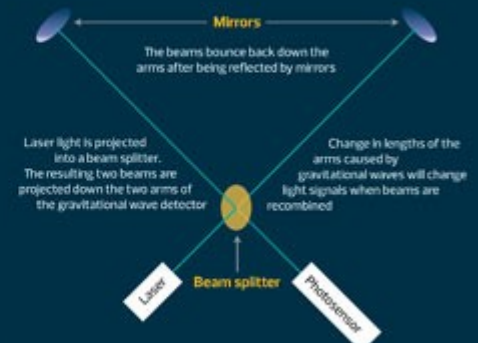
Einstein's theory

In his theory of general relativity, Einstein argued that the motion of an object would cause ripples to emanate through the curvature of space-time. These fluctuations are known as gravitational waves, shown here radiating from a binary star system - two ultra-dense neutron stars that are spiraling closer and closer to each other



Wave detector

The wave detectors work by a process of firing and reflecting laser beams across two axes, giving the device its distinctive L-shape

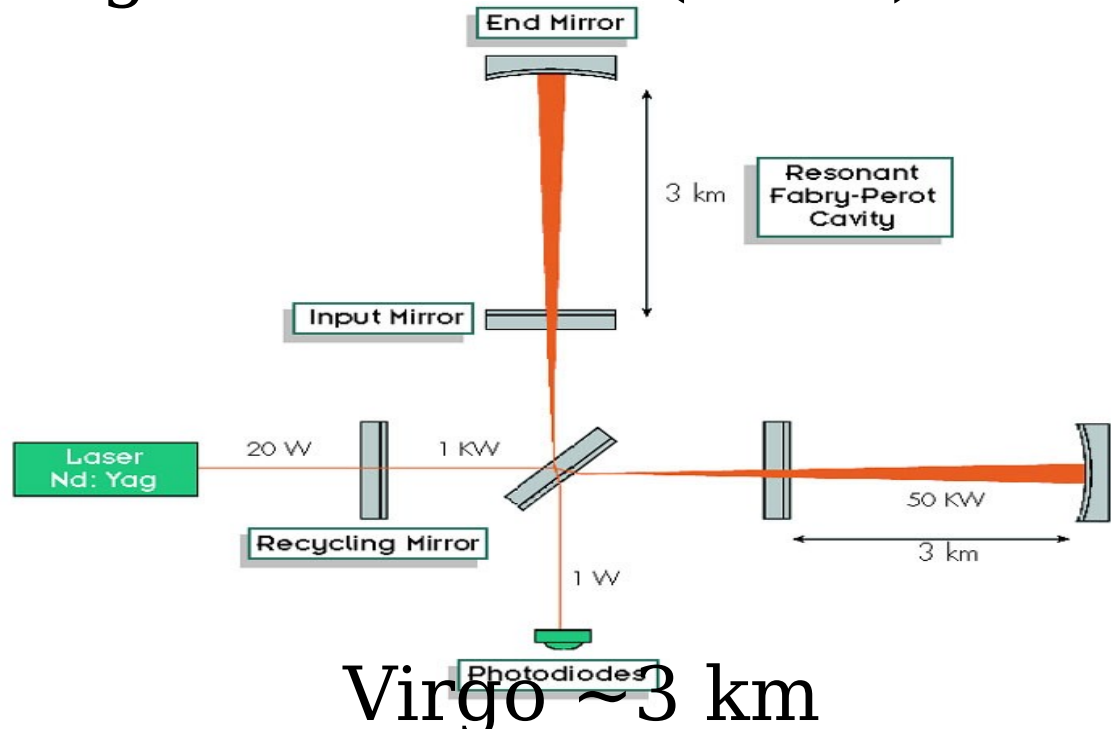


Esperimenti di onde gravitazionali

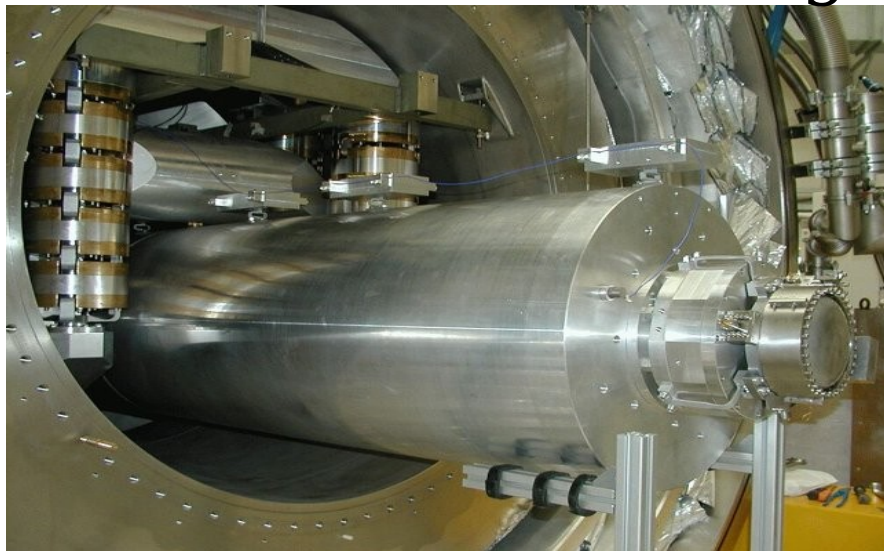
Interferometri laser lunghezza ~ 4 km (LIGO)



Barre oscillanti: Auriga



Virgo ~ 3 km



Attività di ricerca

- Astrofisica raggi X- γ : docenti Astronomia-Astrofisica
- Astrofisica raggi γ : AGILE (P.W. Cattaneo)
- Raggi cosmici: GAMMA 400 (P.W. Cattaneo)