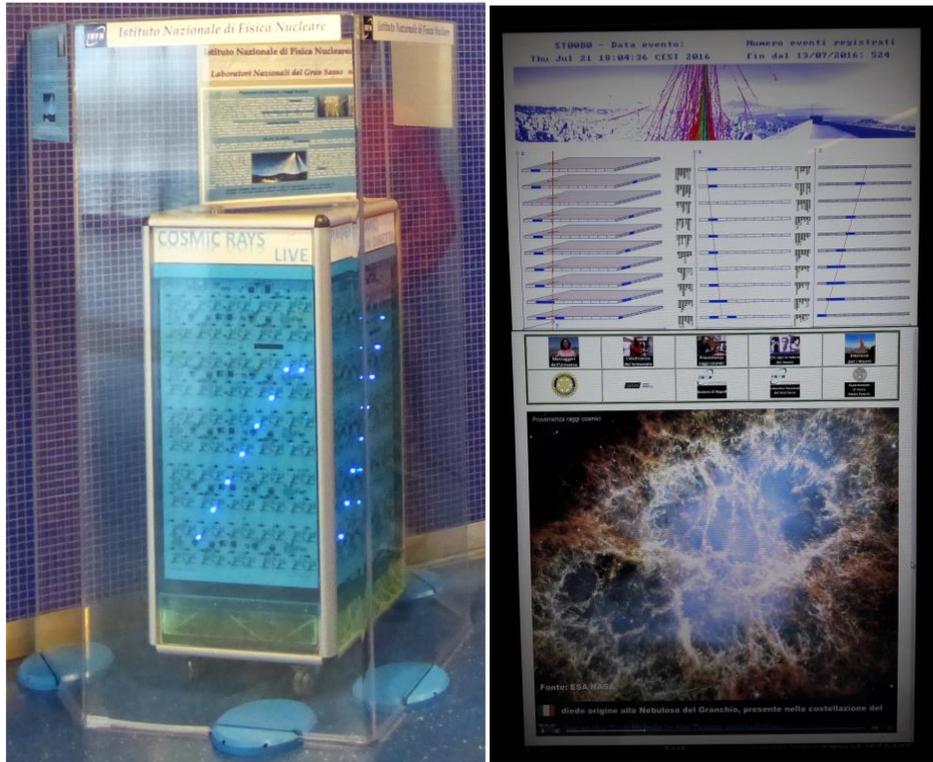


A scuola di astroparticelle



Mostra-concorso per le scuole secondarie della Regione Campania organizzata dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare con la collaborazione del Rotary International e dell'Azienda Napoletana Mobilità

Attivazione Alternanza Scuola-Lavoro abbinati alla partecipazione al concorso.

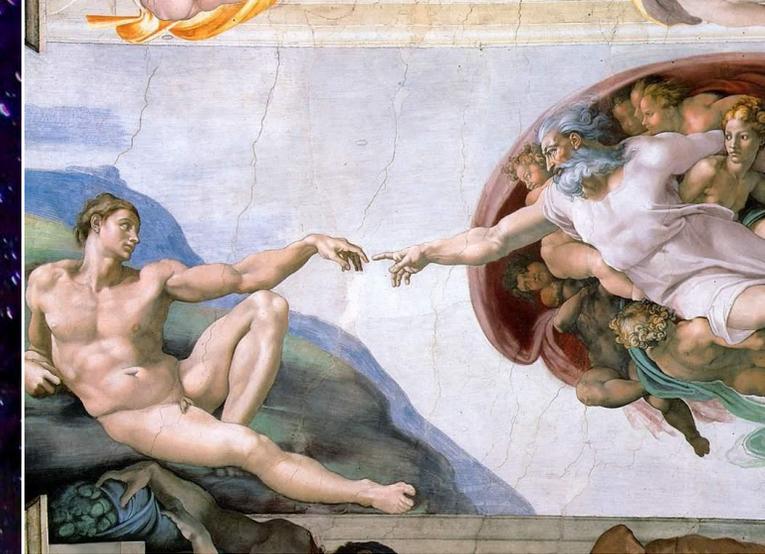
Liceo De Bottis
Torre del Greco- 21 novembre 2016

Carla Aramo

Ricercatrice dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare



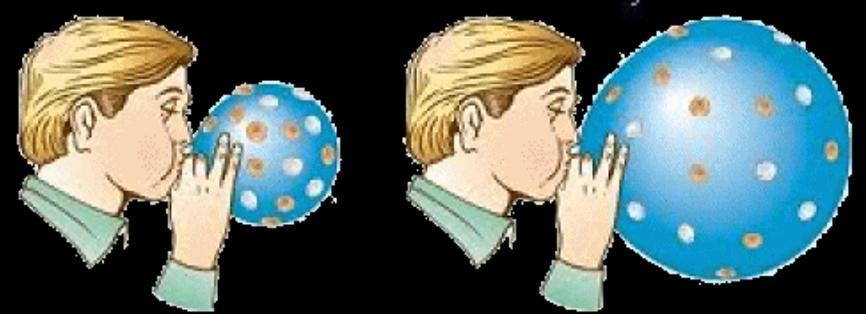
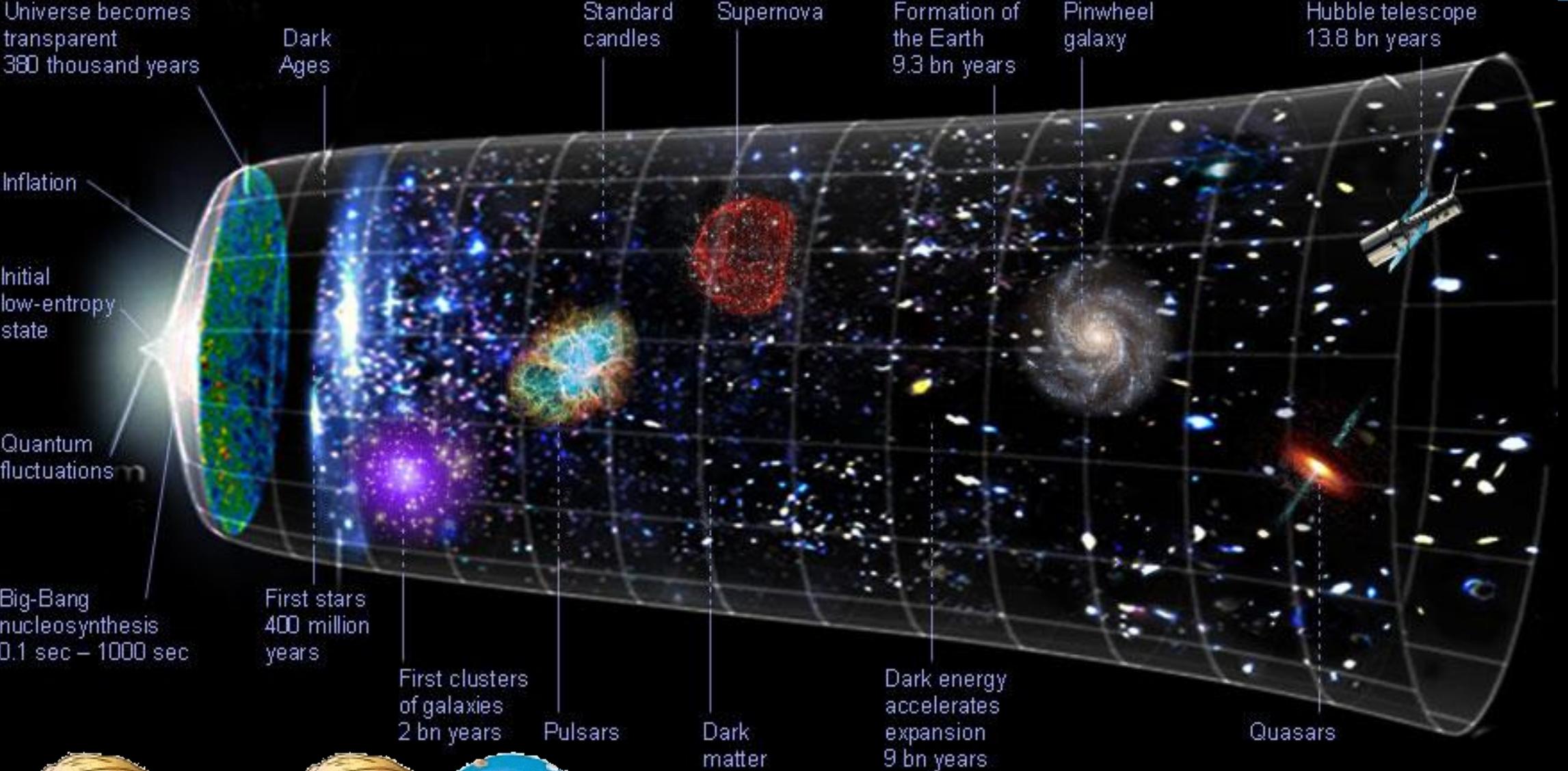
Duemila miliardi di galassie nel nostro Universo!



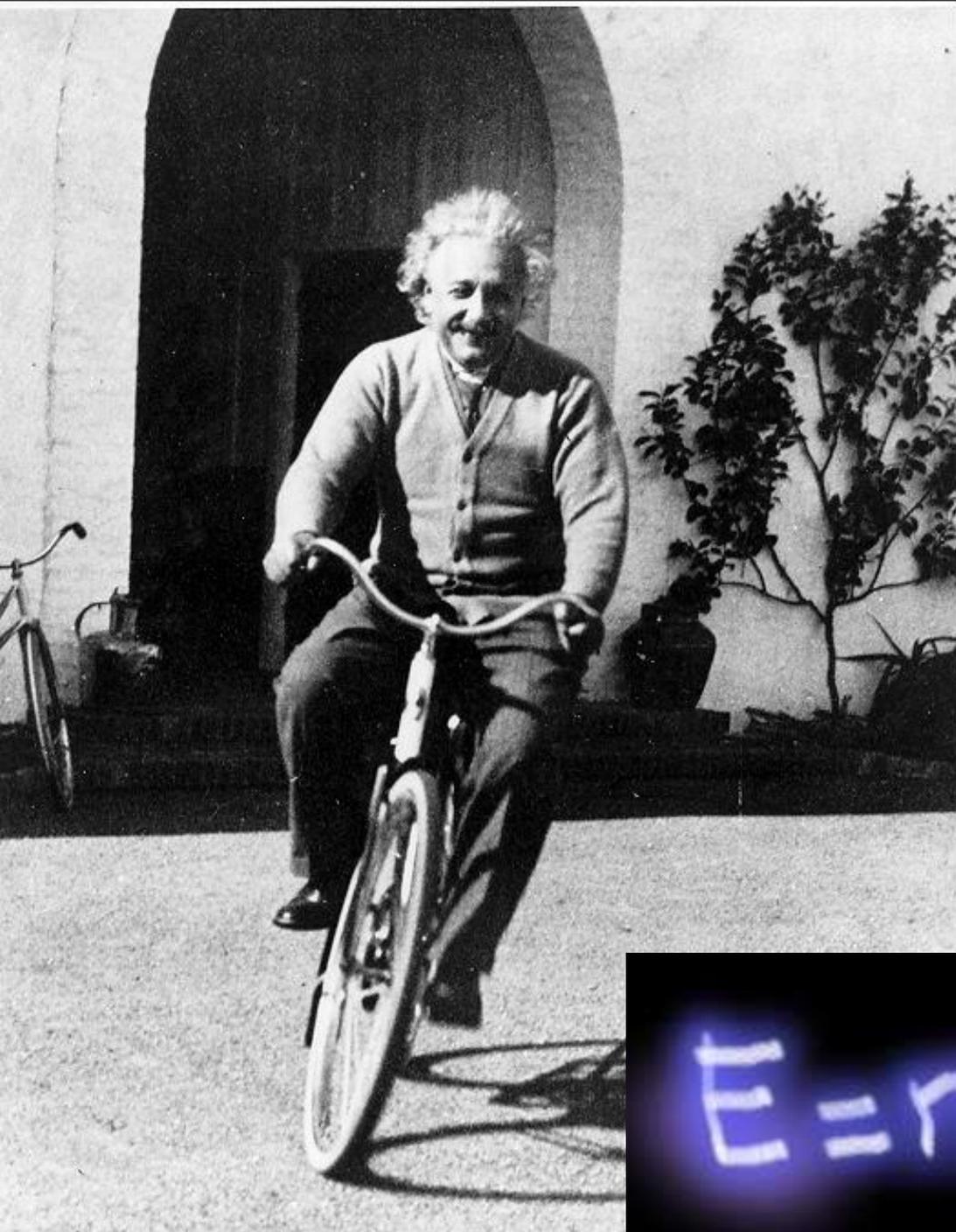
**Chi di voi, nelle notti serene,
non ha mai alzato gli occhi al
cielo a vedere le stelle?**

**Il telescopio Hubble ci sta
mostrando l'Universo profondo,
quello che dista da noi miliardi
di anni-luce, mostrandoci mondi
sconosciuti appena nati nella
grande fornace che chiamiamo:**

BIG BANG

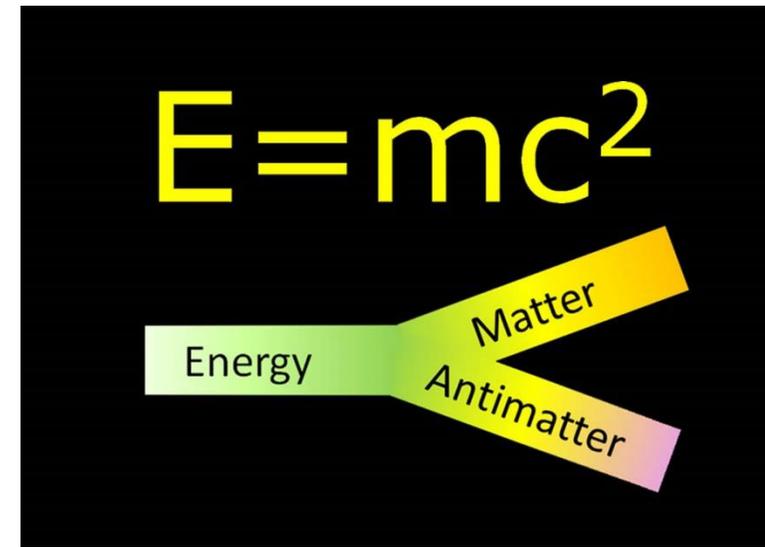


II BIG BANG!



La legge fondamentale dell'Universo

$$E=mc^2$$

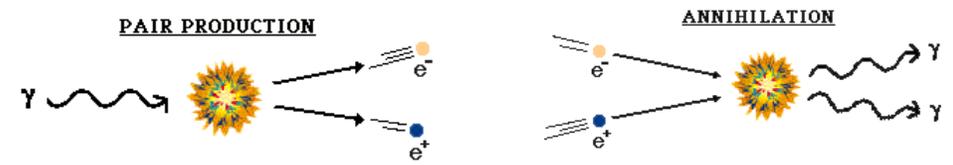


Materia e Antimateria

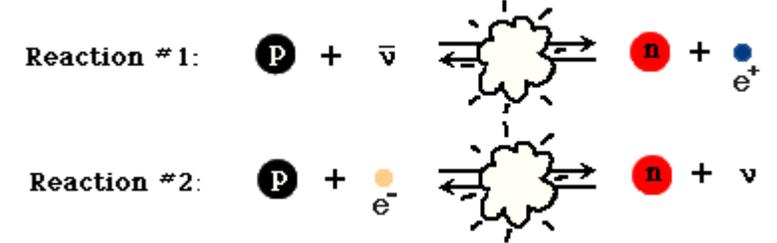
The diagram shows a central yellow starburst representing an annihilation event. Above it, a wavy line labeled γ (photon) is flanked by two arrows labeled α . Below the starburst, the equation $E = 2m_{\tau} c^2$ is written. Surrounding the starburst are various particles: a red sphere labeled τ^+ , a red sphere labeled μ^+ , a red sphere labeled e^+ , a red sphere labeled e^- , a green sphere labeled μ^- , a green sphere labeled e^- , and a green sphere labeled τ^- .

Con i collisori si raggiungono energie molto elevate con possibilità di studiare asimmetrie tra materia e antimateria.

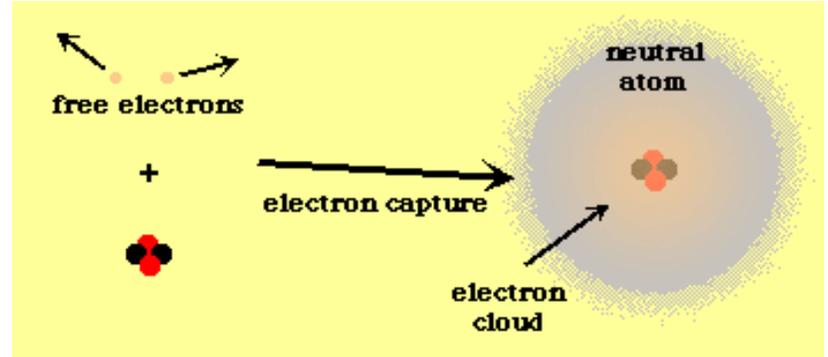
La produzione di materia



proton/neutron conversions



(The double arrows indicate these reactions go both ways.)



THE BIG BANG THEORY

Time 10^{-43} sec. 10^{-32} sec. 10^{-6} sec. 3 min. 300,000 yrs. 1 billion yrs. 15 billion yrs.
 Temperature 10^{27}°C 10^{13}°C 10^8°C $10,000^{\circ}\text{C}$ -200°C -270°C

- 1** The cosmos goes through a superfast "inflation," expanding from the size of an atom to that of a grapefruit in a tiny fraction of a second.
- 2** Post-inflation, the universe is a seething, hot soup of electrons, quarks and other particles.
- 3** A rapidly cooling cosmos permits quarks to clump into protons and neutrons.
- 4** Still too hot to form into atoms, charged electrons and protons prevent light from shining; the universe is a superhot fog.
- 5** Electrons combine with protons and neutrons to form atoms, mostly hydrogen and helium. Light can finally shine.
- 6** Gravity makes hydrogen and helium gas coalesce to form the giant clouds that will become galaxies; smaller clumps of gas collapse to form the first stars.
- 7** As galaxies cluster together under gravity, the first stars die and spew heavy elements into space; these will eventually form into new stars and planets.

NOTE: The numbers in cosmology are so great and the numbers in subatomic physics are so small that it is often necessary to express them in exponential form. Ten multiplied by itself, or 100, is written as 10^2 . One thousand is written as 10^3 . Similarly, one-tenth is 10^{-1} , and one-hundredth is 10^{-2} .

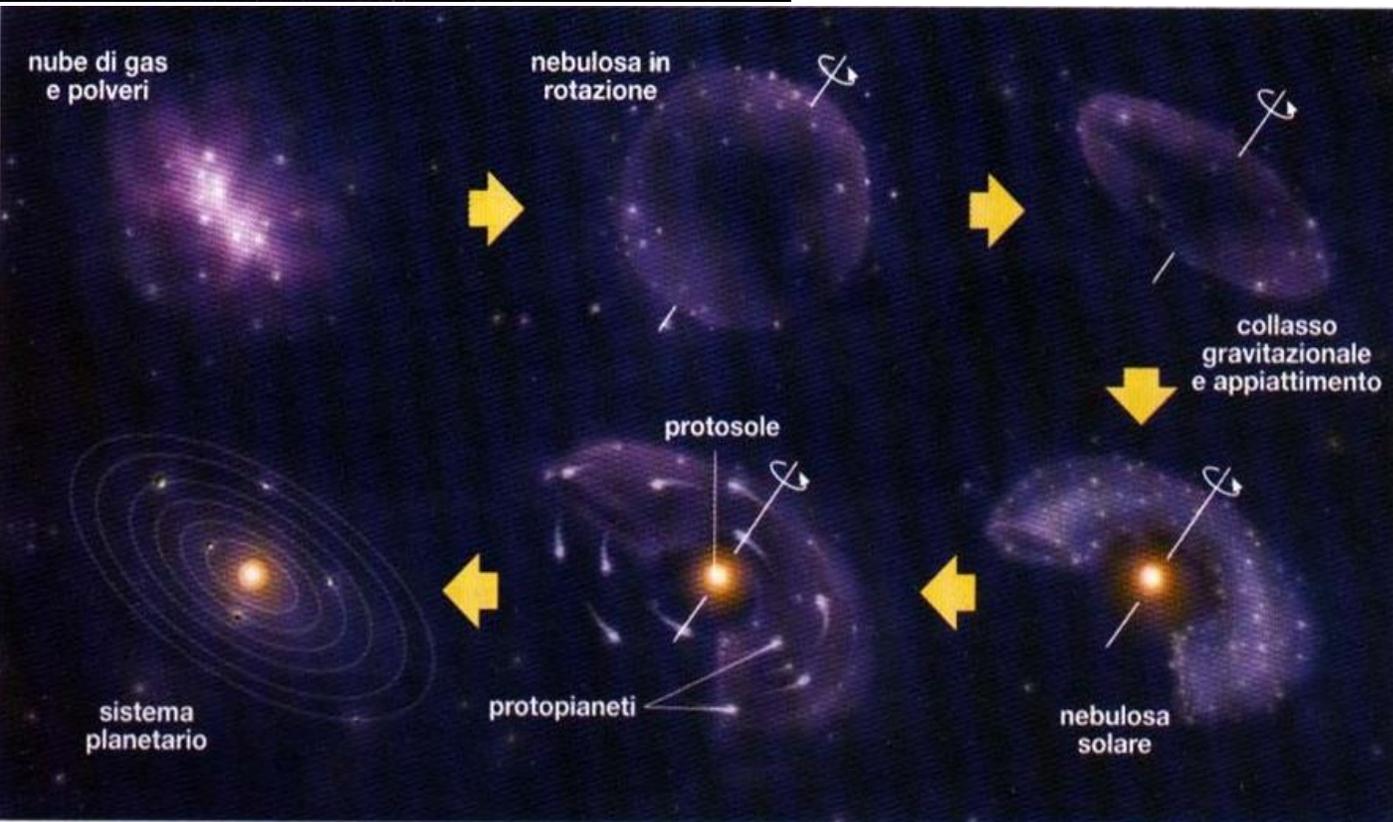
Source: *The Birth of the Universe*; *The Kingfisher Young People's Book of Space* TIME Graphic by Ed Gabel

Nubi di materia





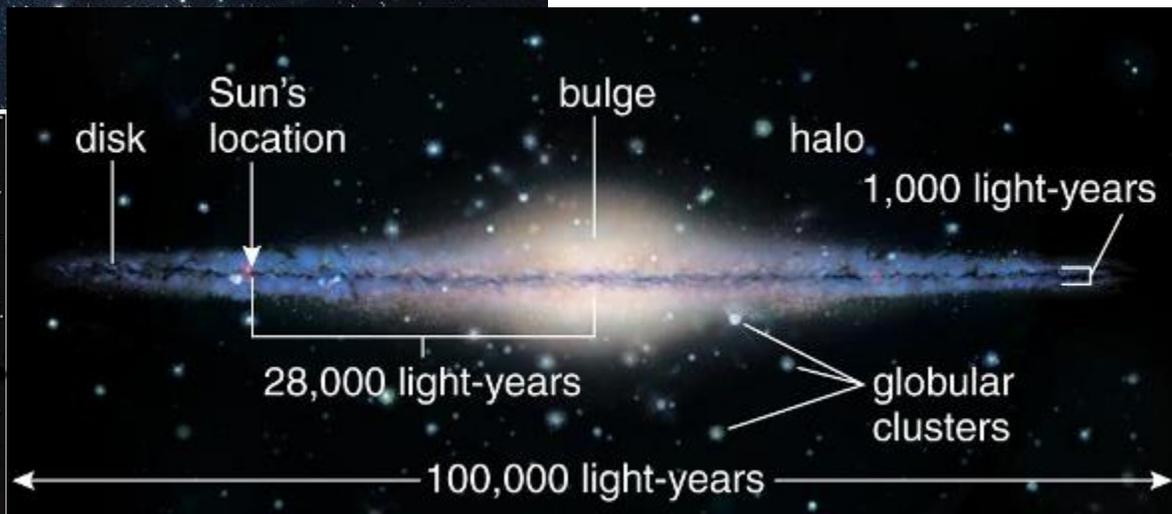
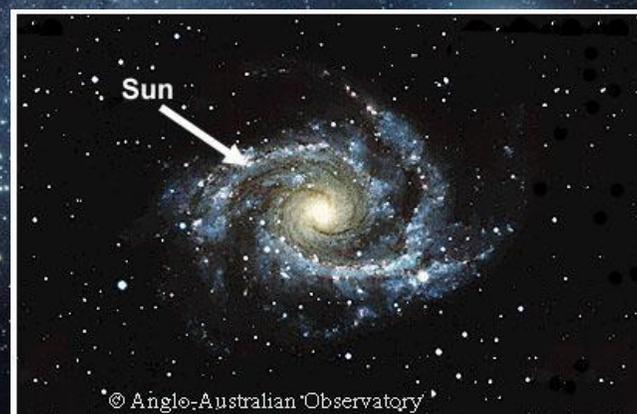
Stelle e galassie





o (13)

**E adesso
siamo qui,
granellino
di sabbia
in un
Universo
infinito**



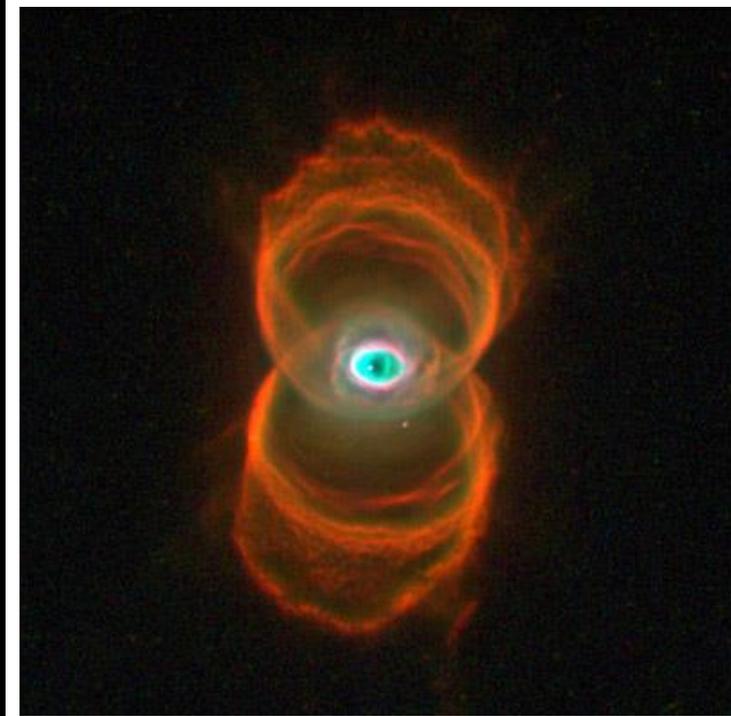
L'universo in evoluzione

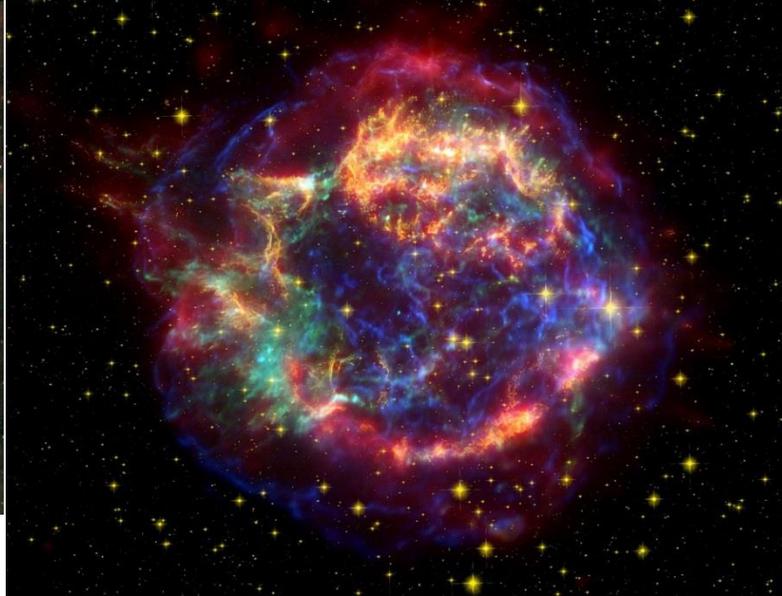
Galaxies NGC 2207 and IC 2163



Hubble
Heritage

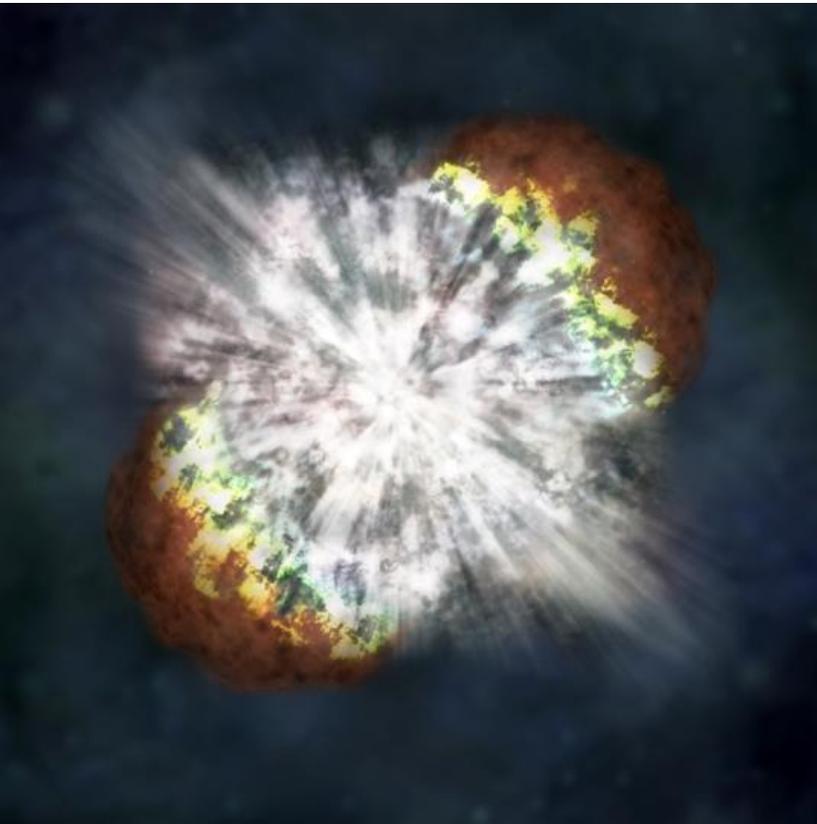
NASA and The Hubble Heritage Team (STScI) • Hubble Space Telescope WFPC2 • STScI-PRC99-41





L'Universo: un mondo in evoluzione

Le stelle e i pianeti e le lune e le galassie sono in continua evoluzione: nascono aggregando la polvere cosmica, crescono bruciando in una fornace nucleare idrogeno e poi elio e poi altri elementi via via più pesanti, e muoiono collassando alla fine su se stesse e esplodendo come supernovae.



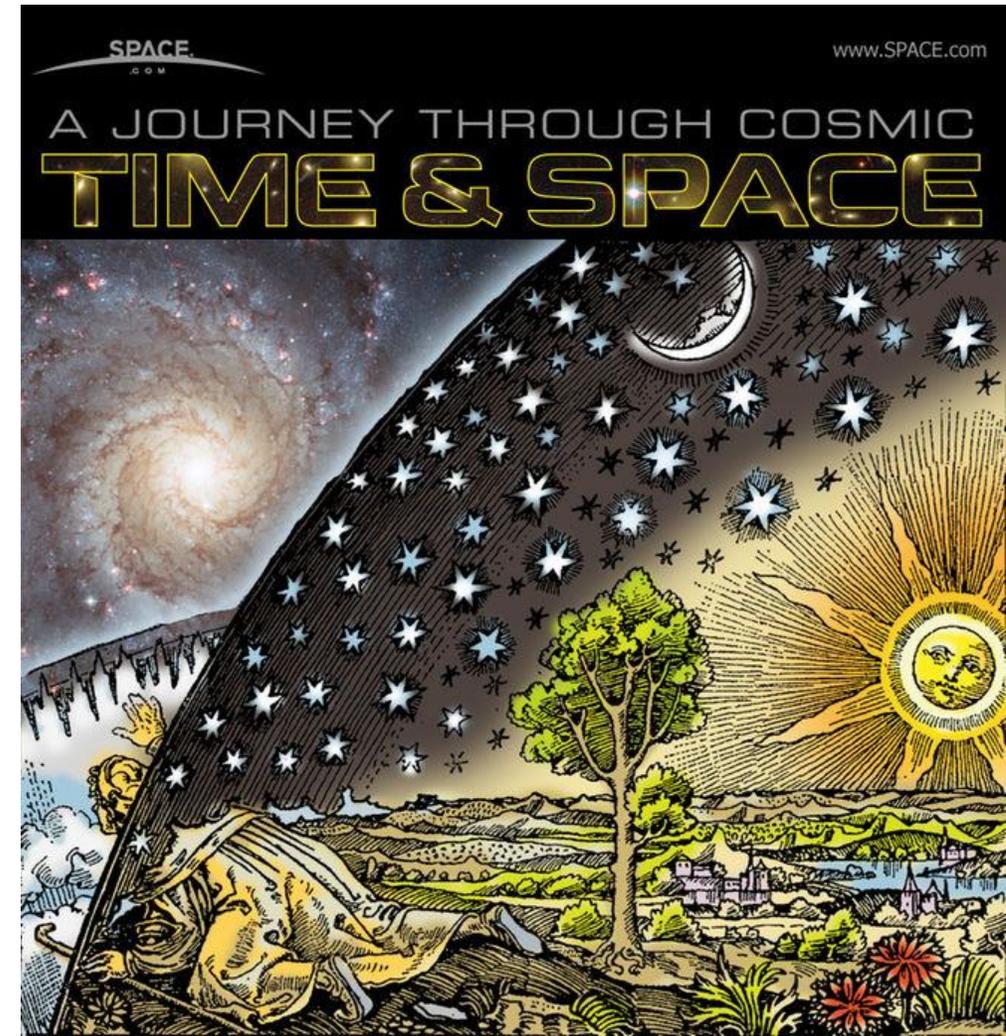
**Alla fine immensi buchi
neri spengono ogni luce
e fagocitano tutto ciò
che li circonda.**

IL BIG BANG
la Creazione dell'Universo



I grandi interrogativi del pensiero umano

**Se ha avuto inizio, avrà
anche una fine?**

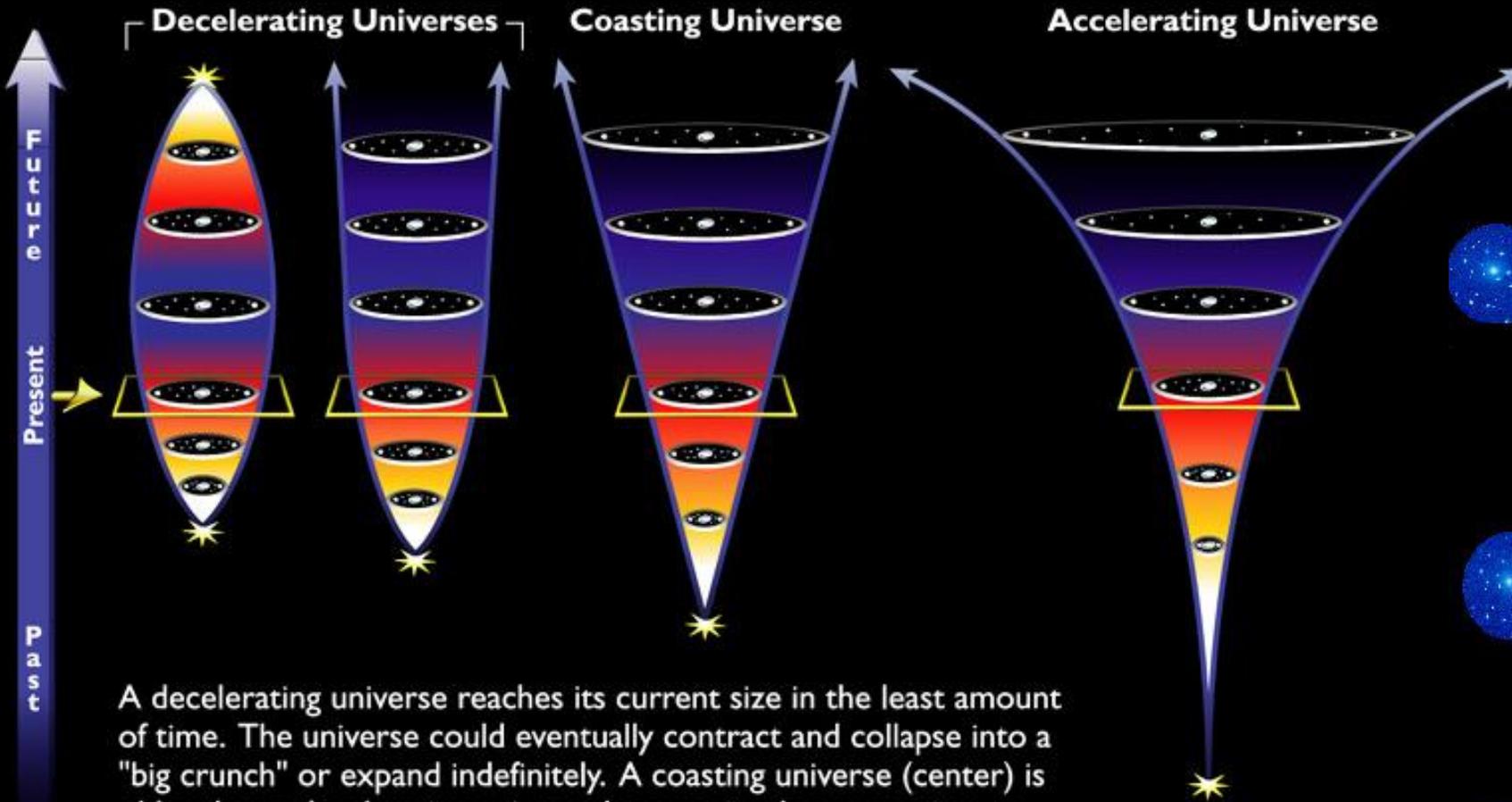


I grandi interrogativi della fisica moderna

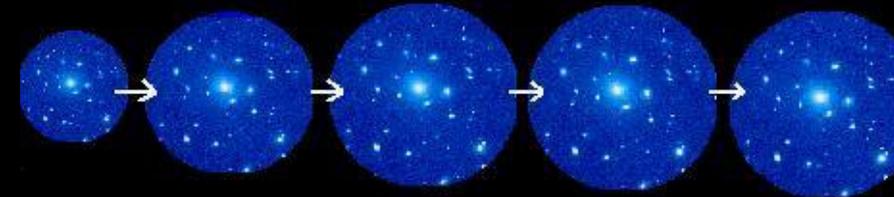
Cosa ne sarà dell'Universo

?

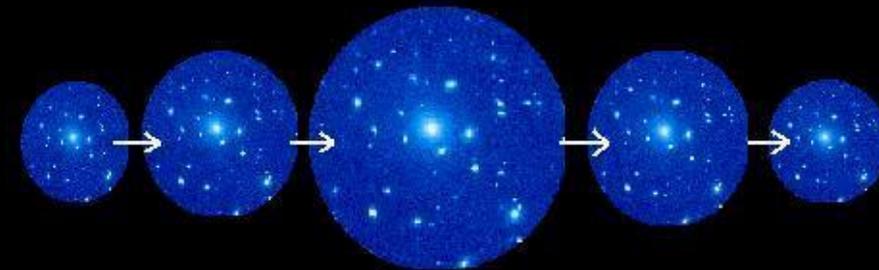
Possible Models of the Expanding Universe



A decelerating universe reaches its current size in the least amount of time. The universe could eventually contract and collapse into a "big crunch" or expand indefinitely. A coasting universe (center) is older than a decelerating universe because it takes more time to reach its present size, and expands forever. An accelerating universe (right) is older still. The rate of expansion actually increases because of a repulsive force that pushes galaxies apart.



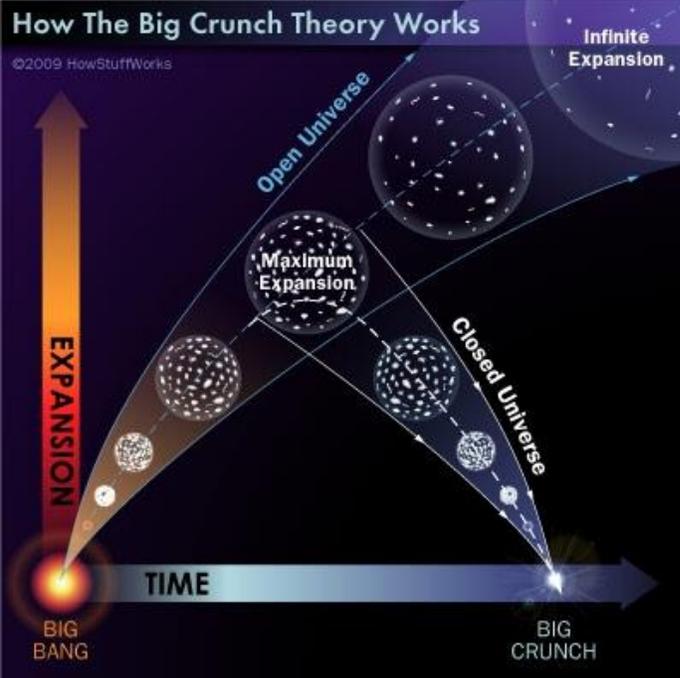
universo piatto



universo chiuso



universo aperto

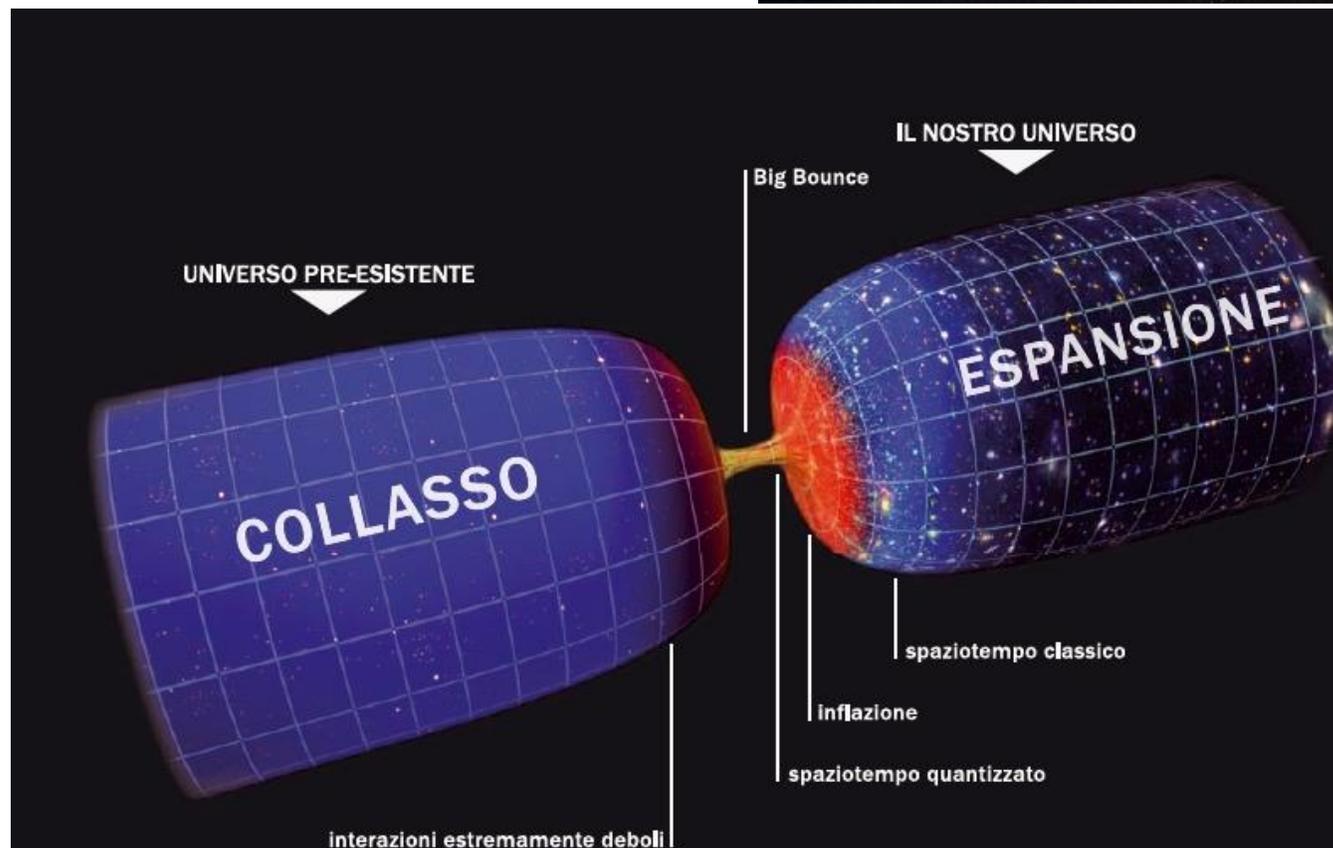
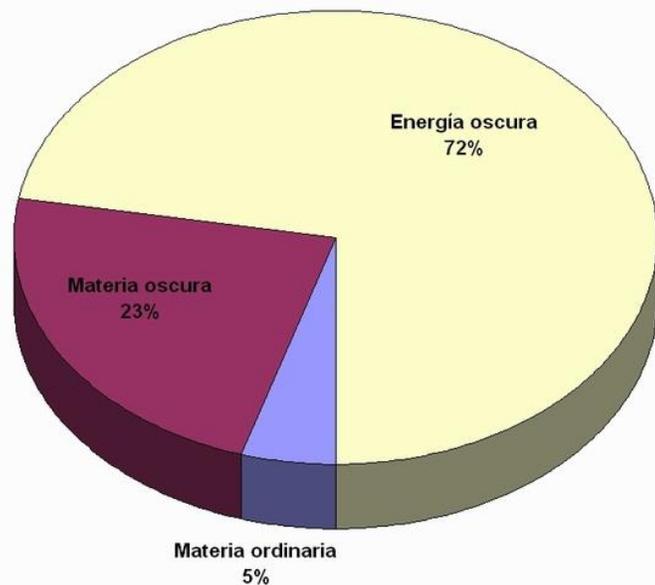


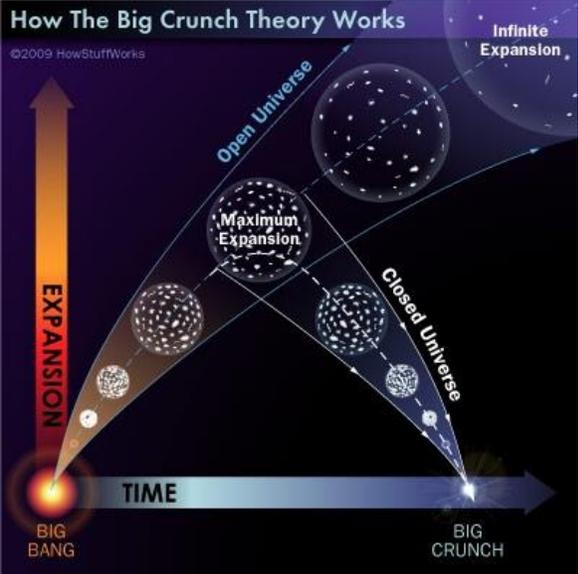
Universo chiuso

E' l'ipotesi che più piace ai fisici: alla fine del tempo l'Universo si richiude in sé stesso così come era cominciato, originando un **BIG CRUNCH** cui seguirà un nuovo BIG BANG e un nuovo Universo e così via per l'eternità.



Problema: la massa dell'Universo è solo il 5% di quella necessaria a chiudere l'Universo!

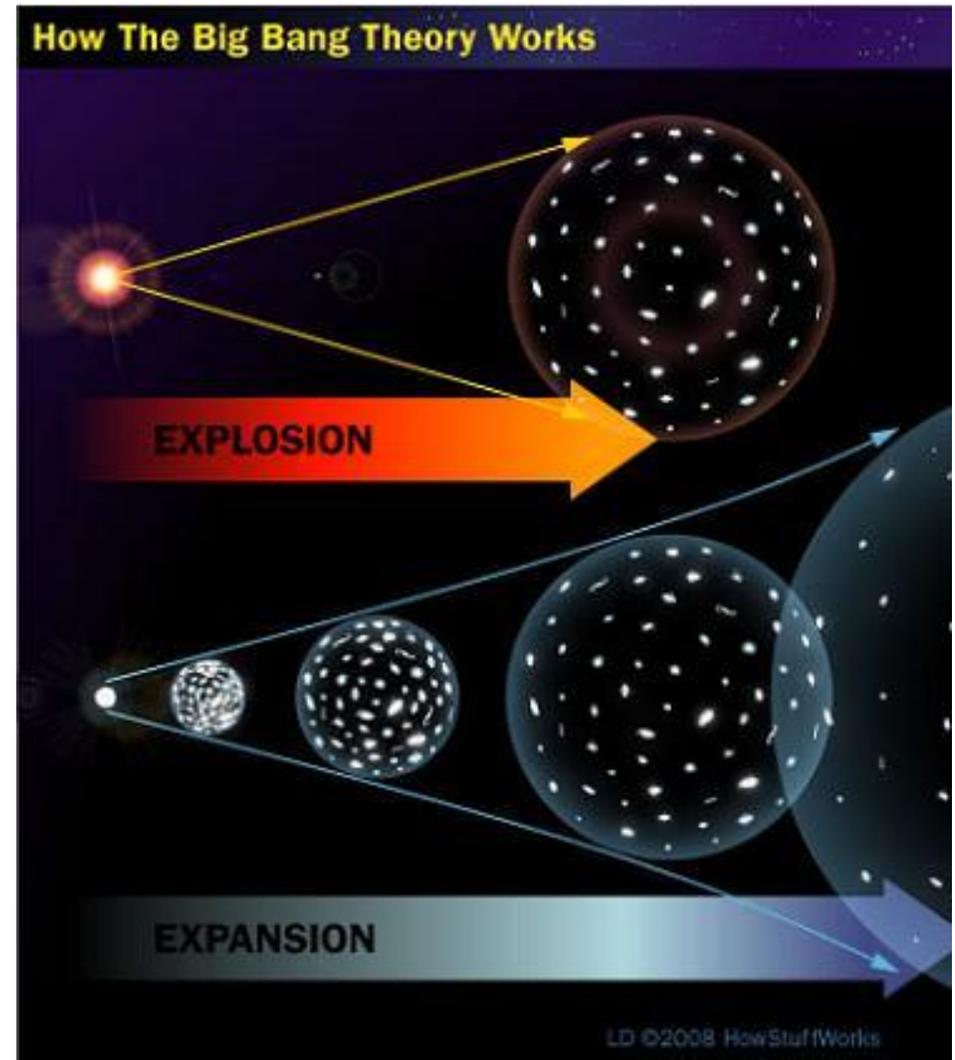
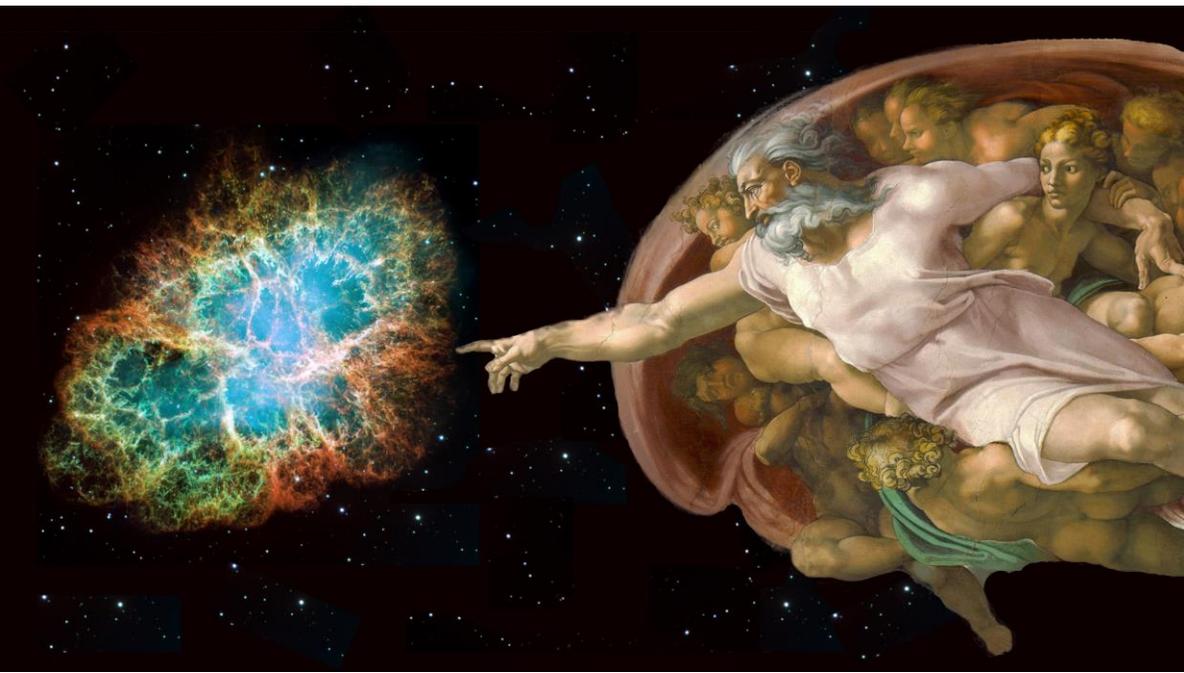


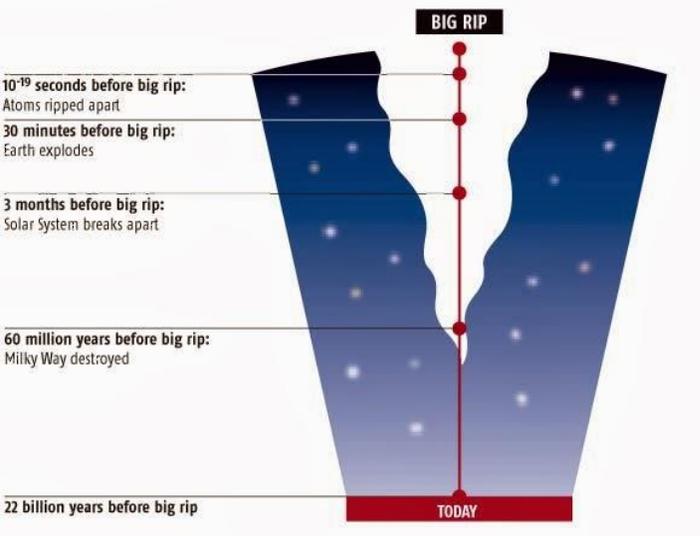


Universo aperto

L'espansione dell'universo non si fermerà più. L'universo si raffredderà continuamente finchè ogni forma di energia finirà nel buio più totale.

Problema: chi ha messo l'energia necessaria a creare l'Universo la prima volta?

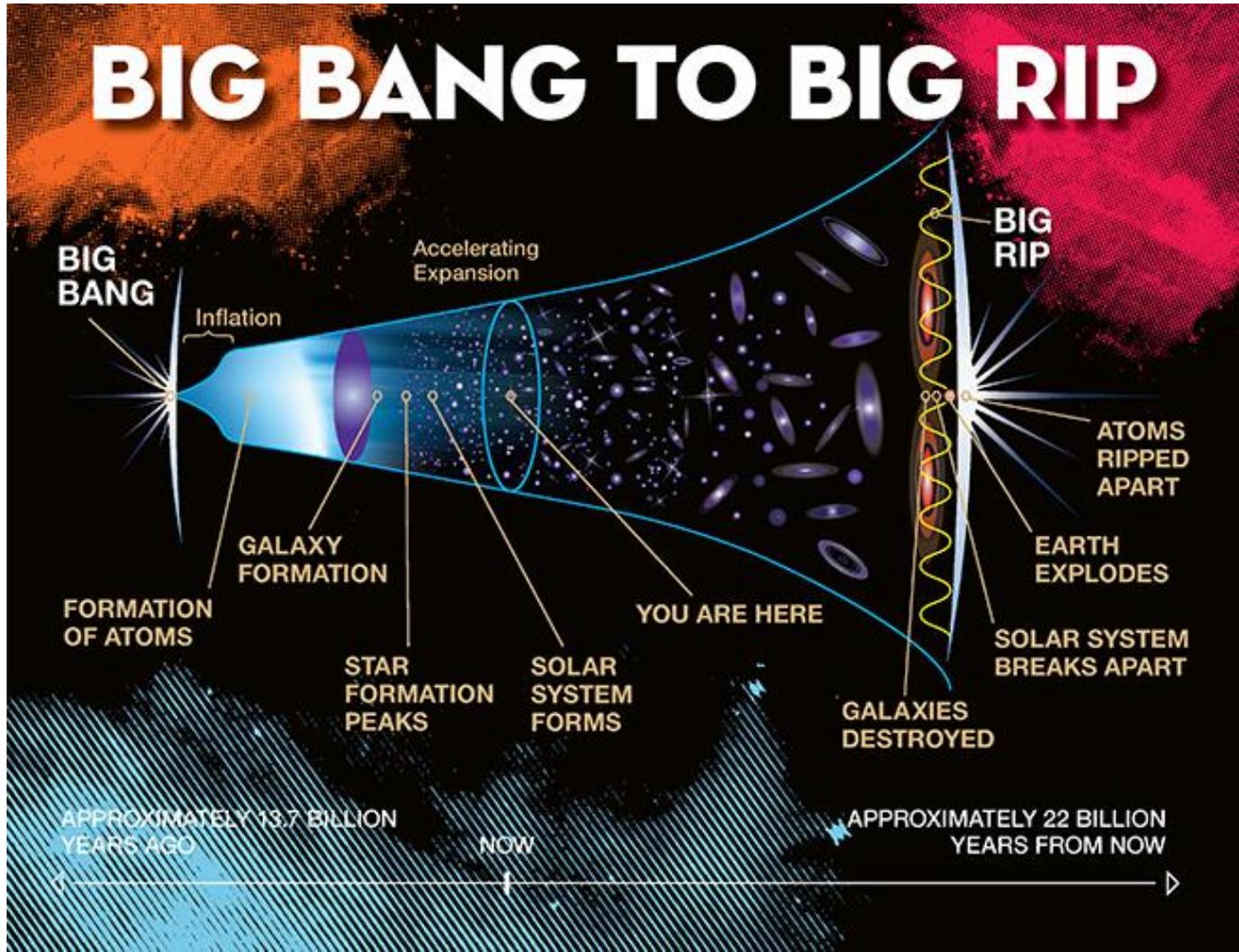
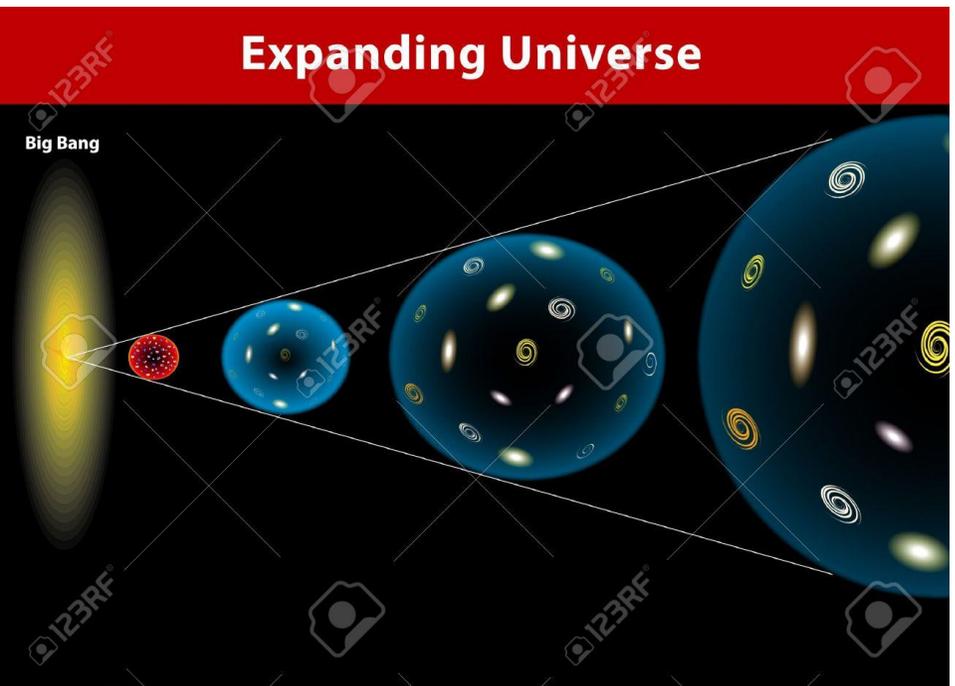




Universo accelerato

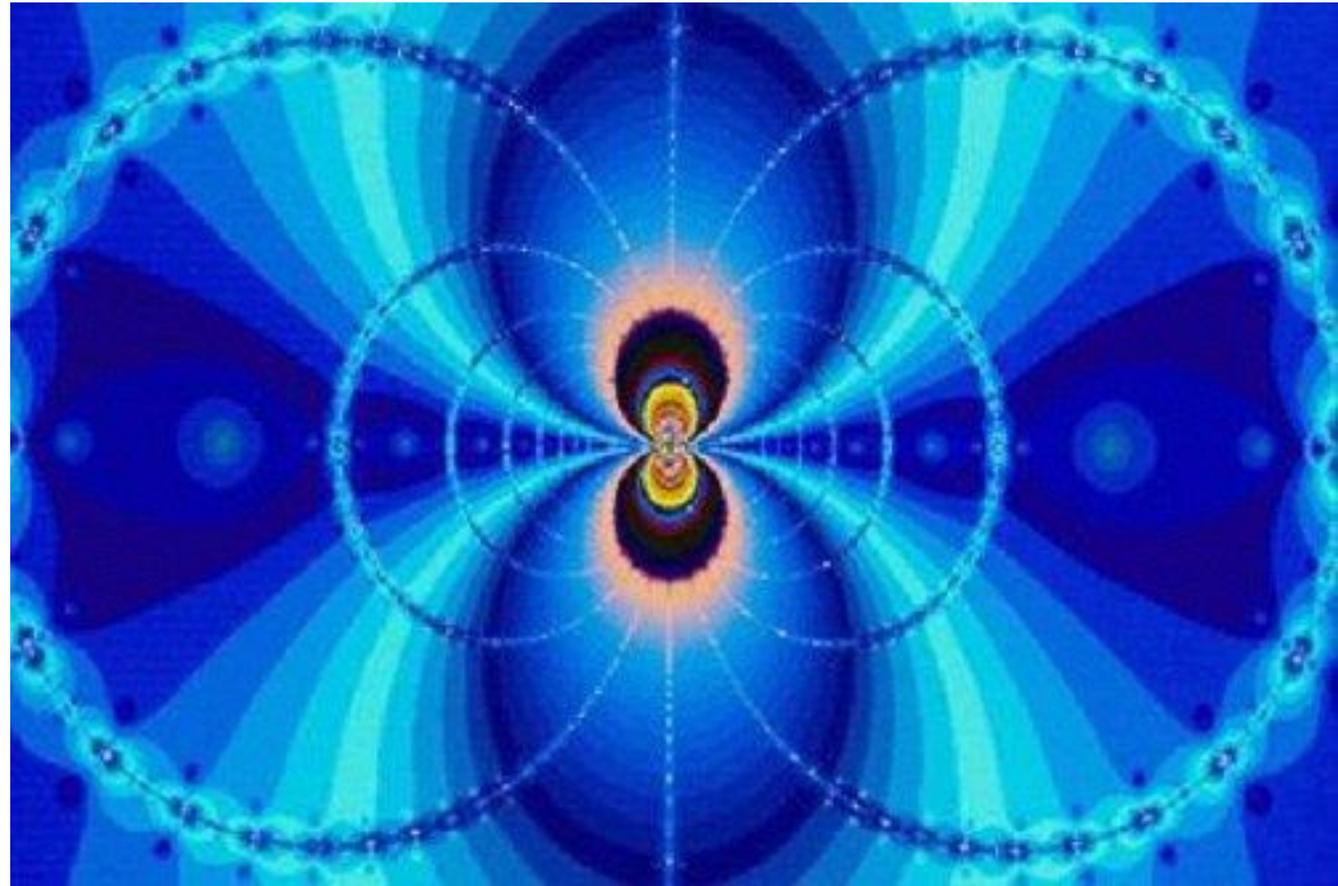
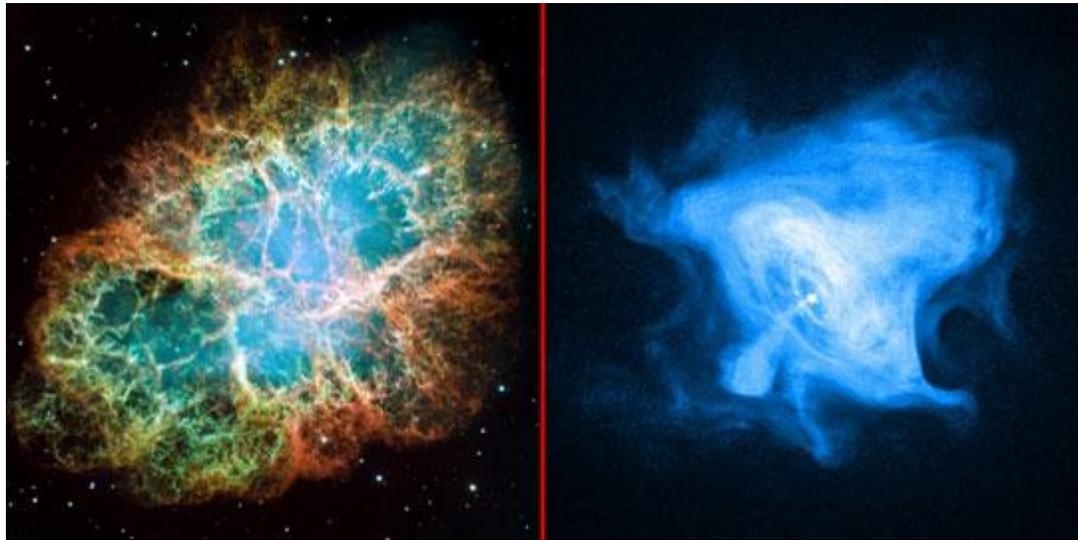
L'espansione dell'universo andrà sempre aumentando finchè l'universo stesso si frantumerà nel **BIG RIP**

Problema: vuol dire che esiste una **QUINTA FORZA** che sta annullando la forza di gravità



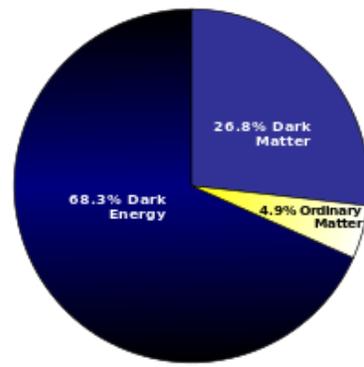
E poi ancora

Dove è finita l'antimateria creata nel Big Bang?

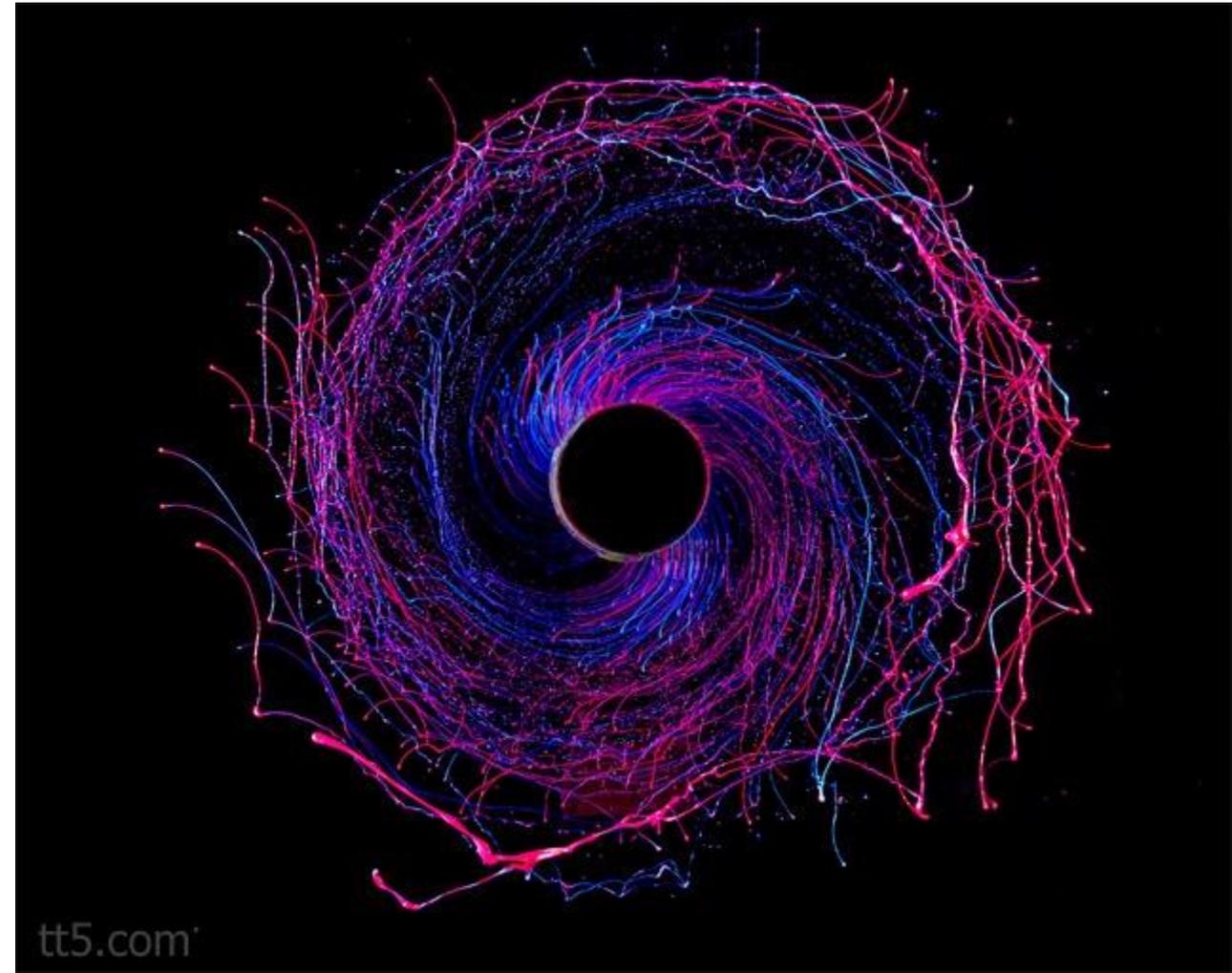
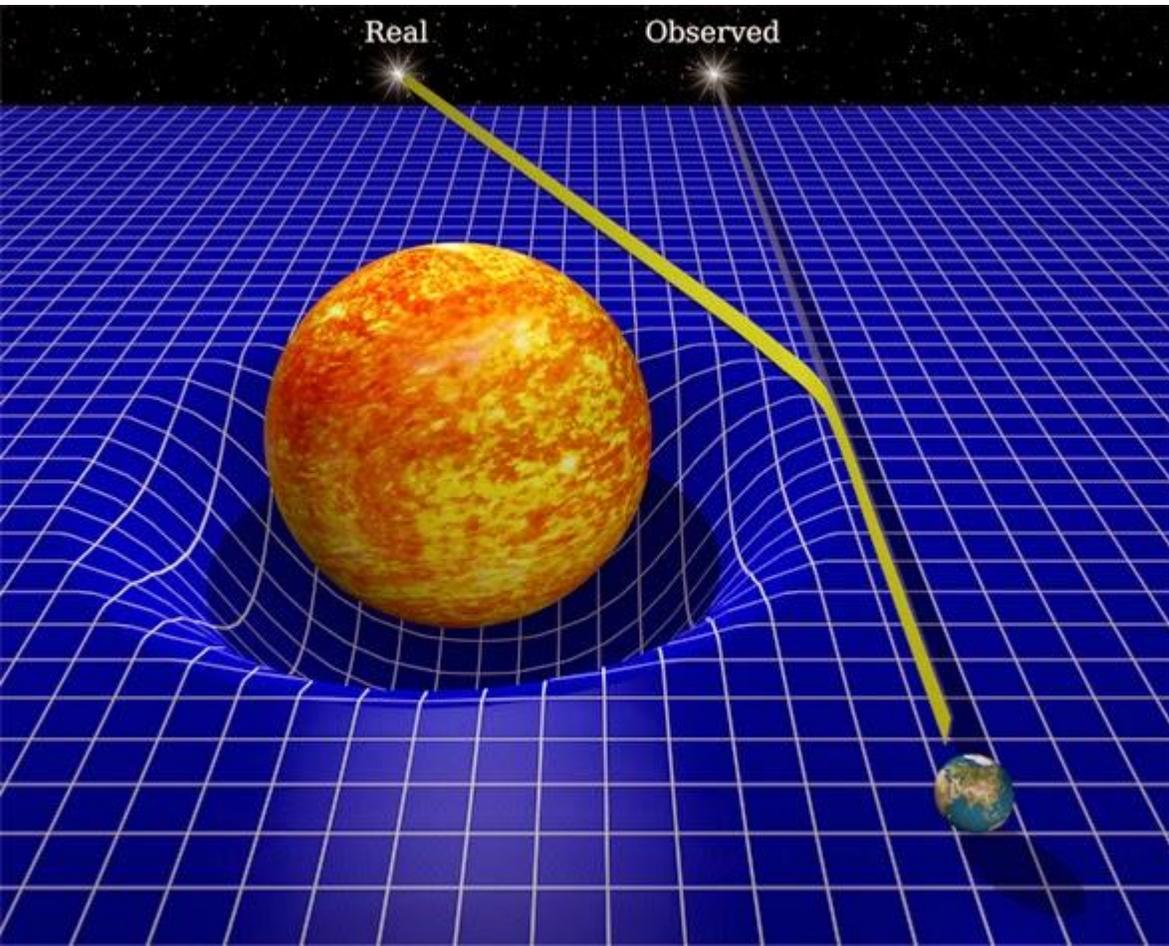


E ancora ...

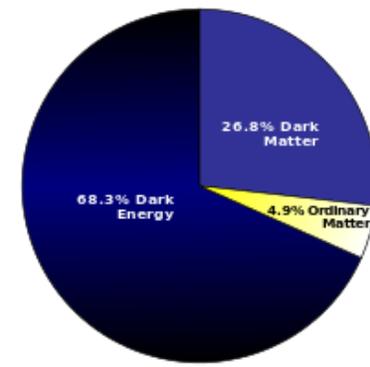
Esiste una massa mancante, particelle materiali che i nostri strumenti non riescono a vedere, che può chiudere l'Universo?



Per vederla dobbiamo usare le lenti gravitazionali.



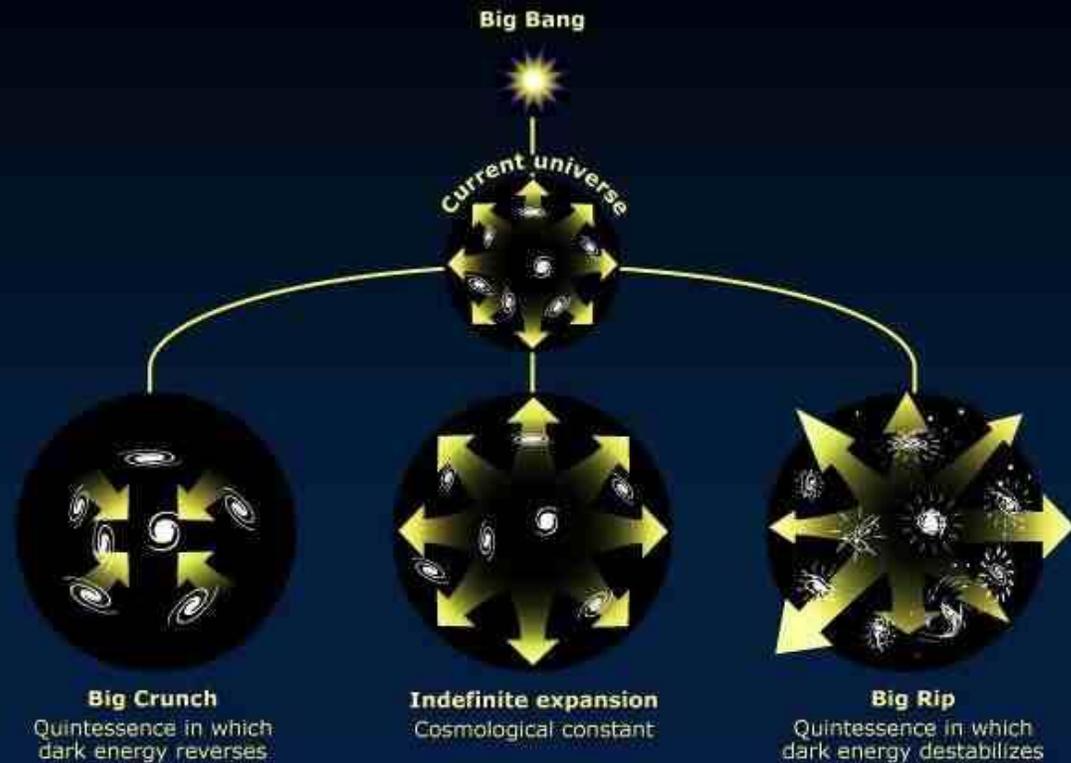
E ancora ...



E se esiste, è di tipo attrattivo, cioè chiude l'Universo, o di tipo repulsivo, quindi frantuma l'Universo?

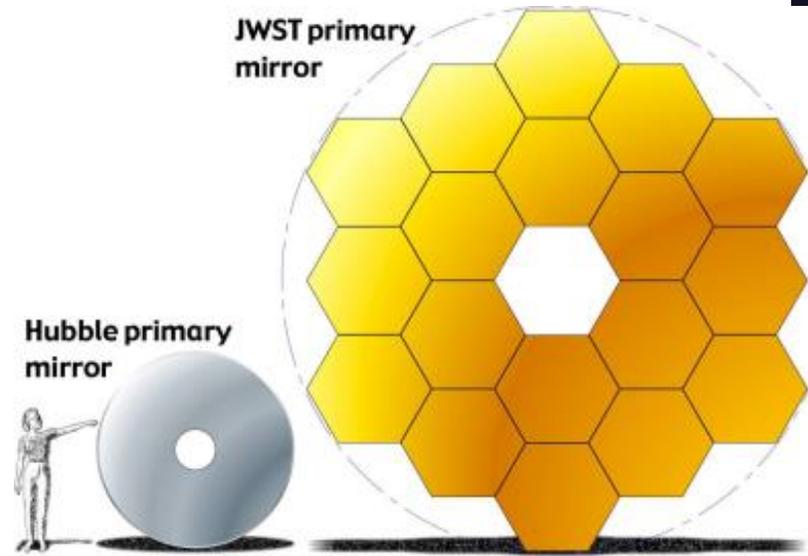
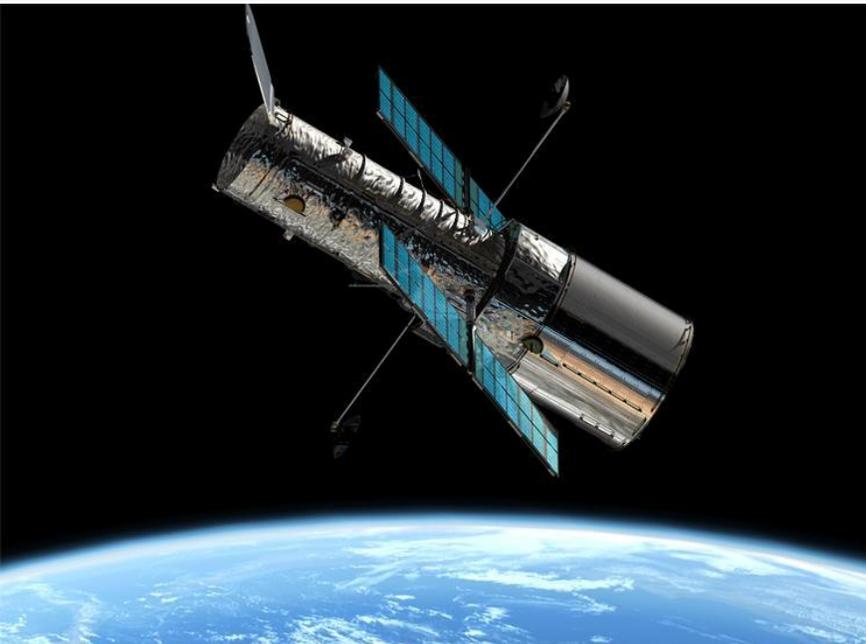
Esiste una energia oscura a noi sconosciuta che può chiudere l'Universo?

Future fates of the dark-energy universe

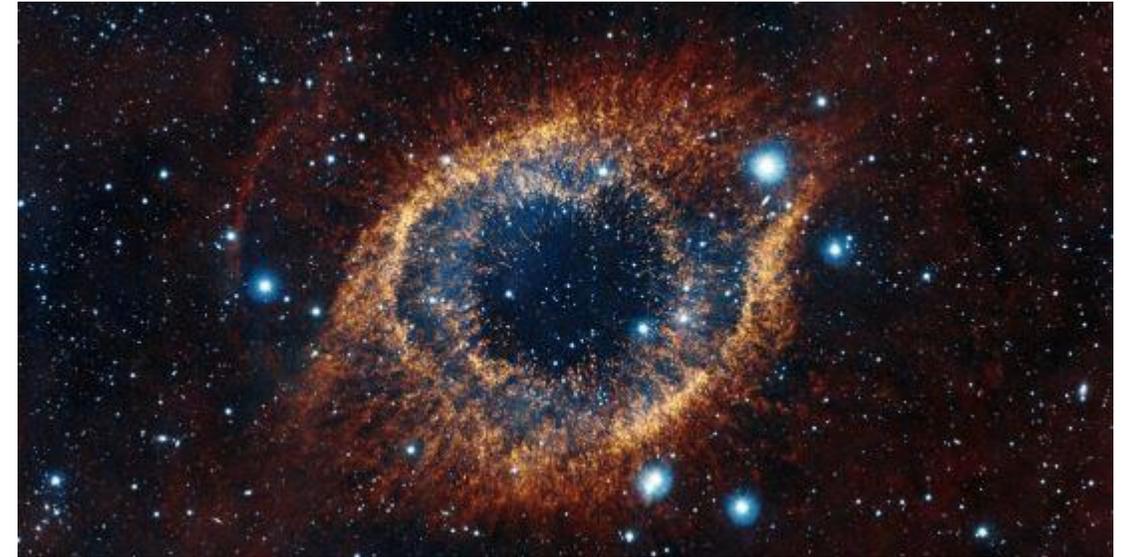
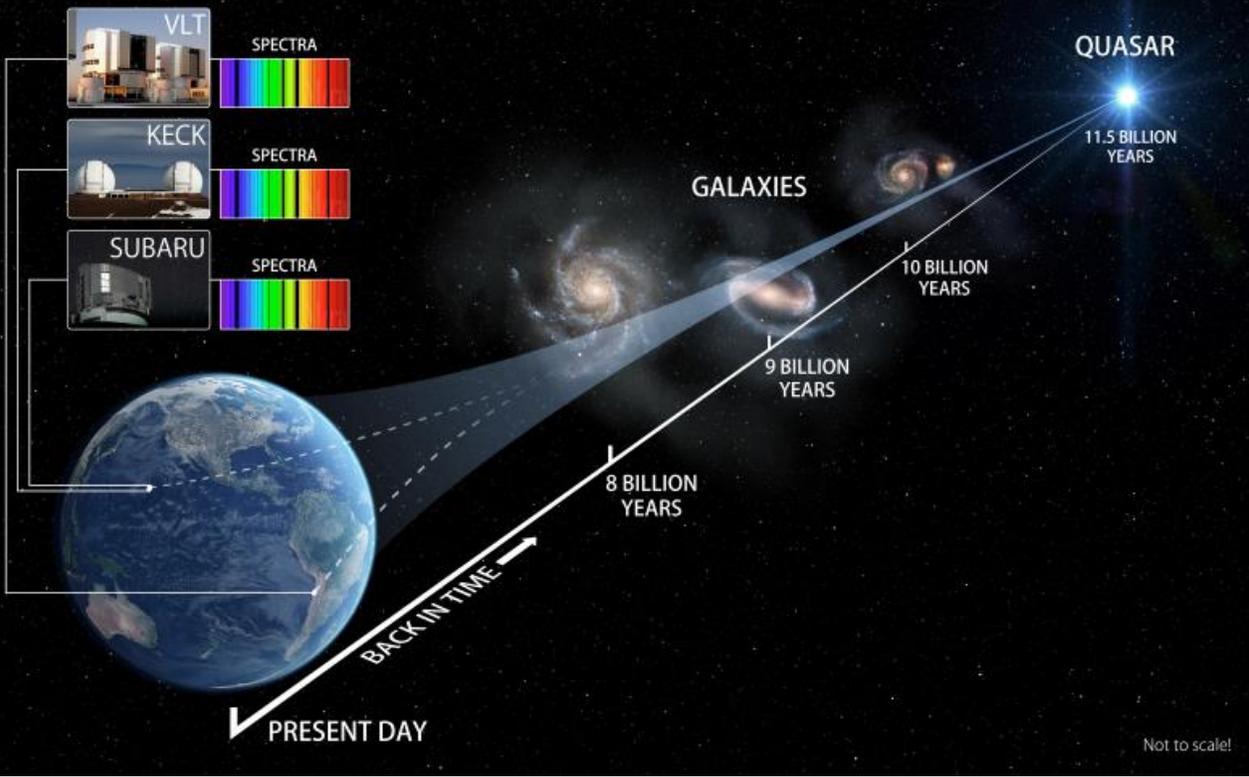


L'osservazione dell'Universo

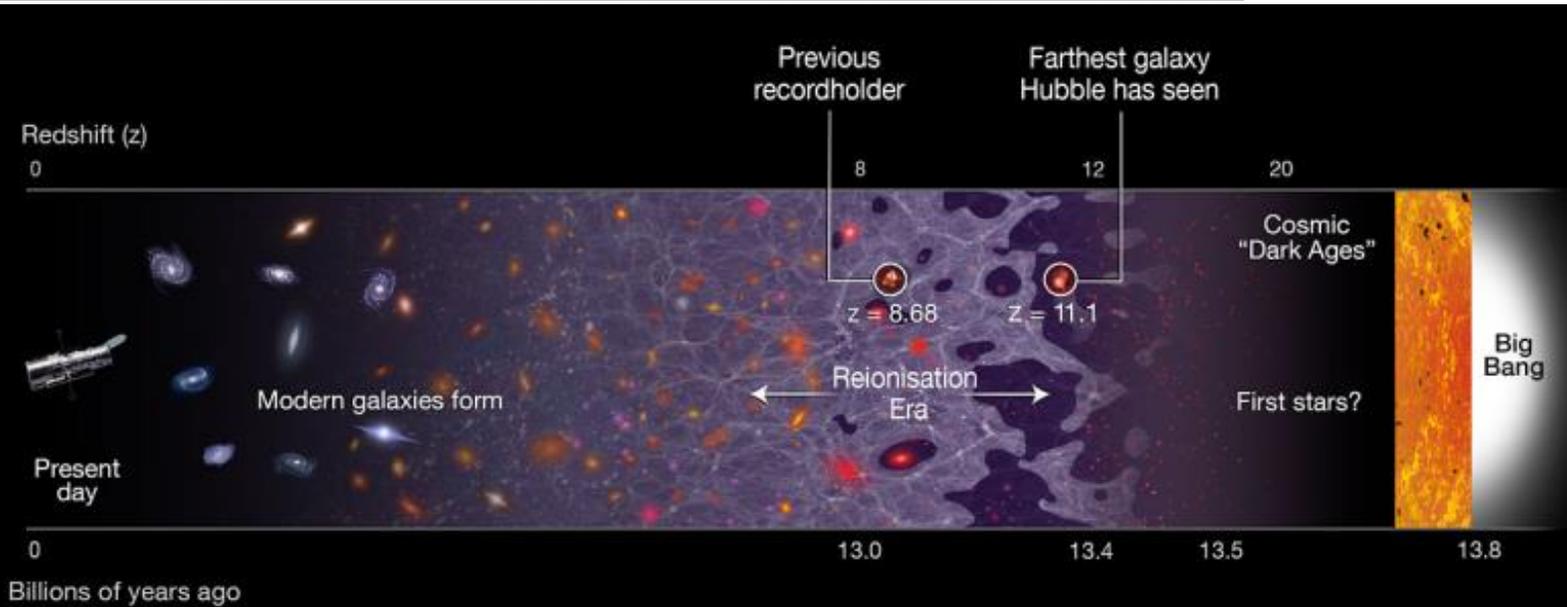
Oggi abbiamo strumenti potentissimi che ci consentono di penetrare i segreti dell'Universo più profondo. Dal nostro infinitesimo pianetino arriviamo a esplorare quasi tutto lo spazio infinito!

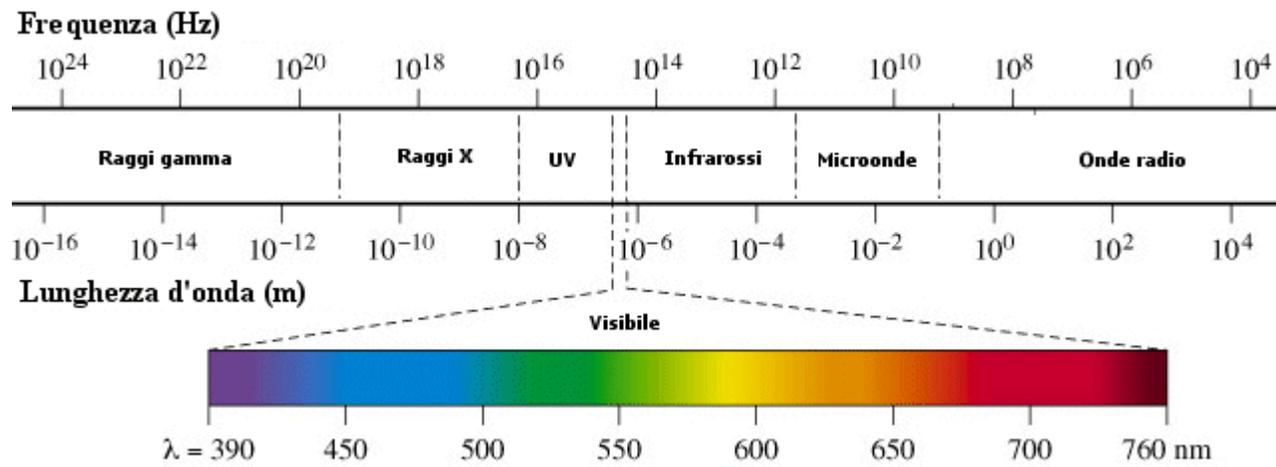


Hubble: un viaggio indietro nel tempo



L'occhio di Dio





Il nostro occhio è sensibile solo a una piccolissima fetta dello spettro delle radiazioni che ci arrivano dall'Universo. L'immagine di quest'ultimo cambia sensibilmente secondo la lunghezza d'onda a cui si guarda.

La Grande Nube di Magellano vista nell'ultravioletto, nel visibile e nell'infrarosso



Galactic Center region (visible light)



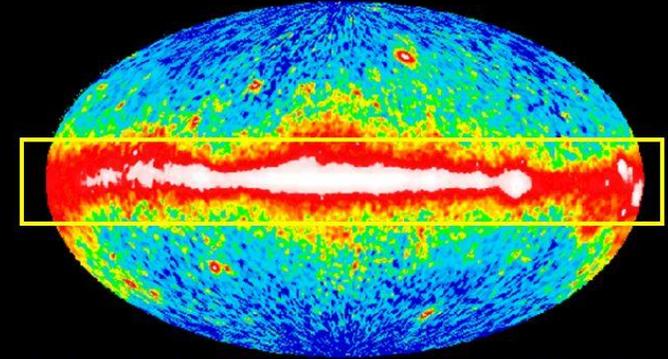
Galactic Center region (VISTA, infrared)



Unidentified γ -Ray Sources (UIDs)

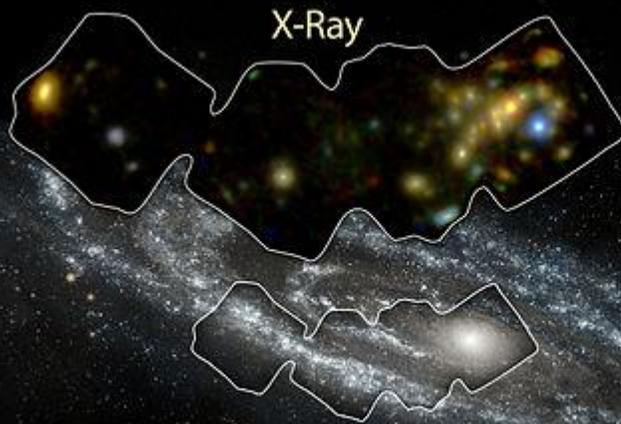
Out of 270 sources in the EGRET catalog (sources of > 100 MeV γ -rays), 170 are unidentified!

Also, about two dozen TeV γ -ray sources (detected by HESS, MAGIC) are unidentified.



Almost all within Galactic latitude $|l| < 30^\circ$

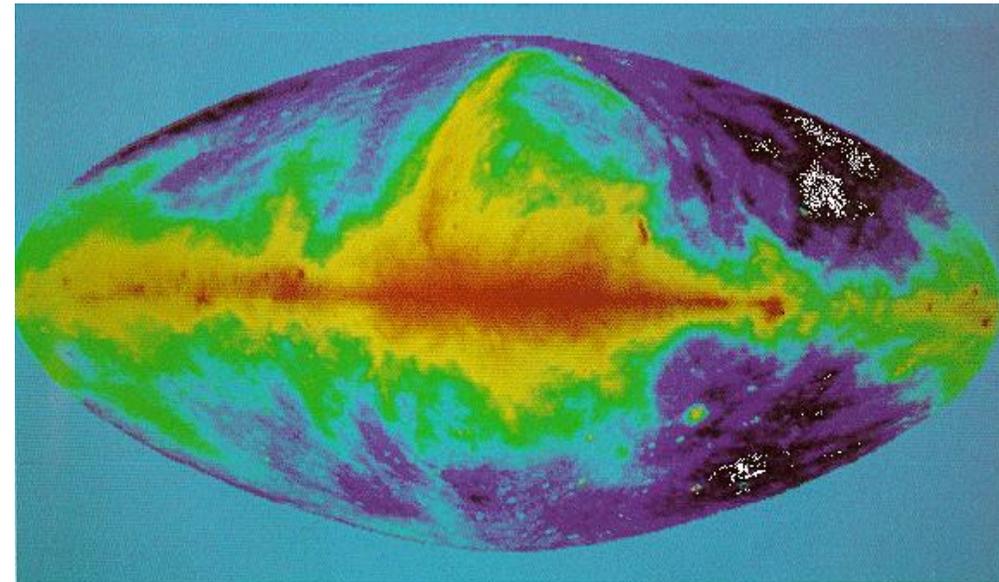
=> Almost certainly of Galactic origin



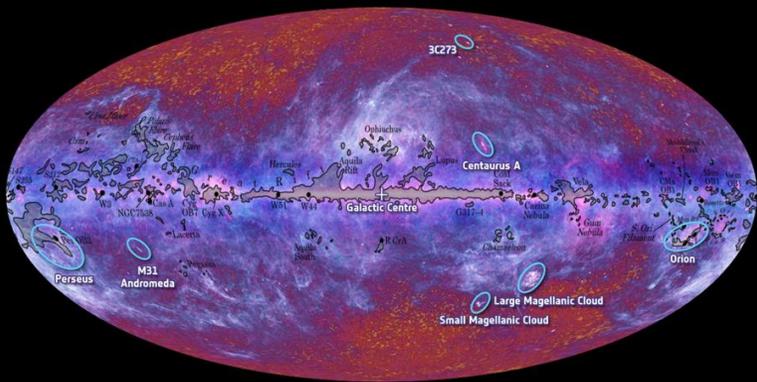
M31

Ultraviolet

Occhi
diversi
mostrano
cieli diversi

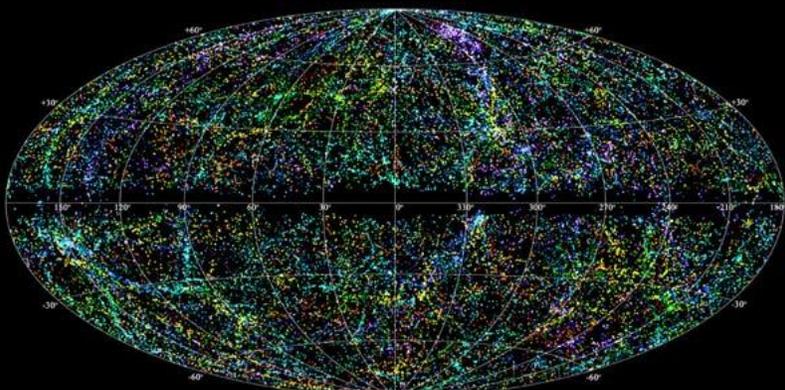


Radio View of the Milky Way

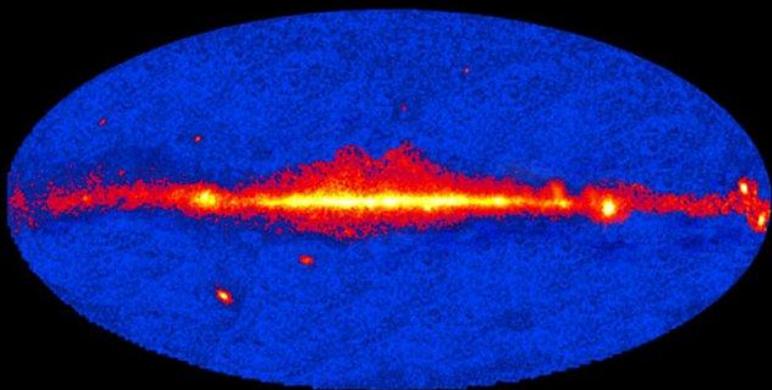


Universo a
microonde

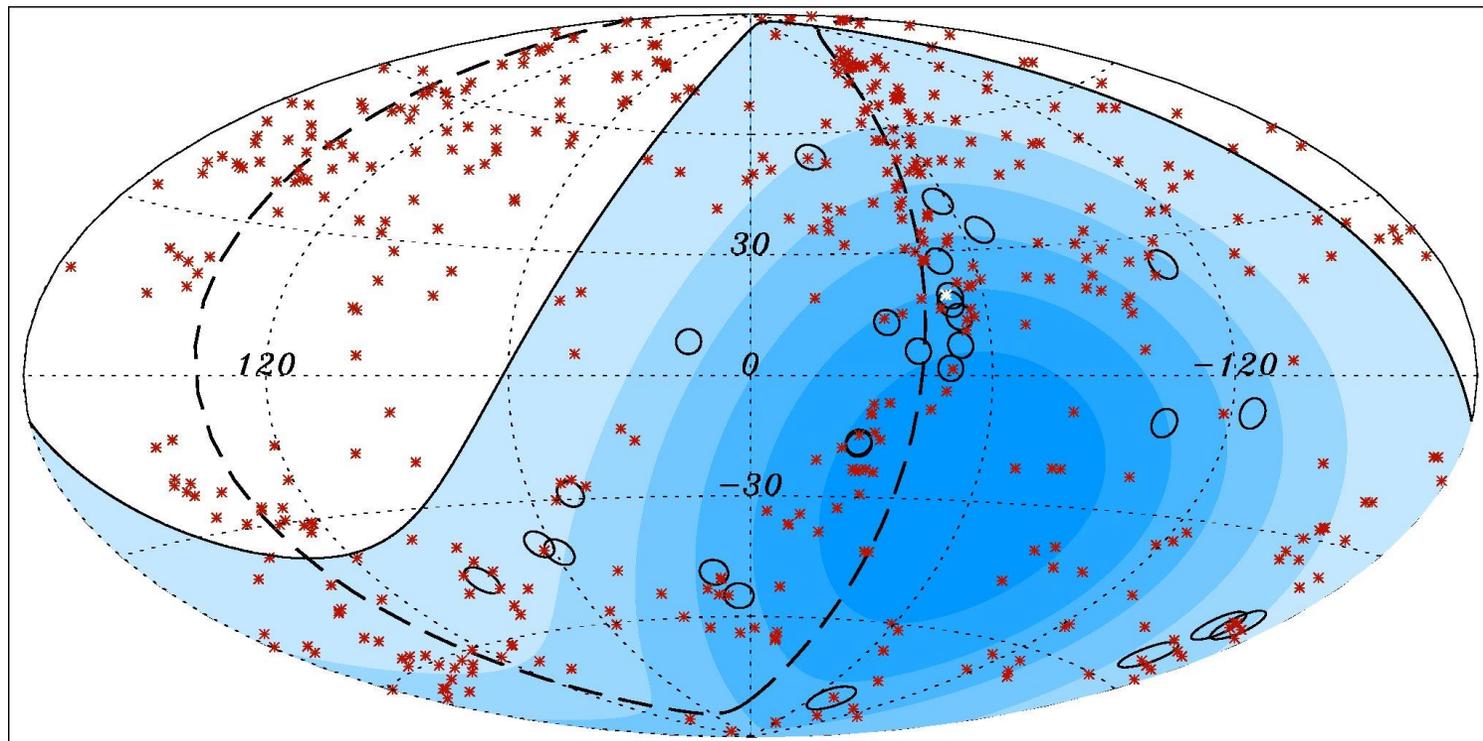
L'Universo in astroparticelle



Universo
visibile



Universo
in raggi
gamma

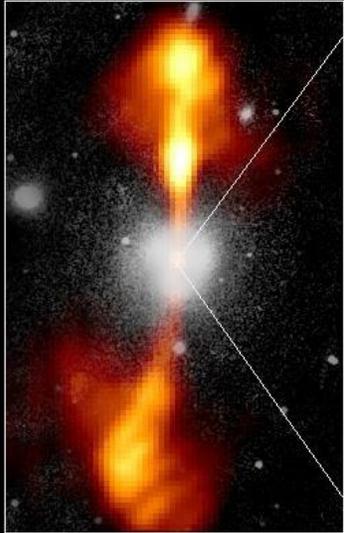


I grandi cataclismi cosmici

Core of Galaxy NGC 4261

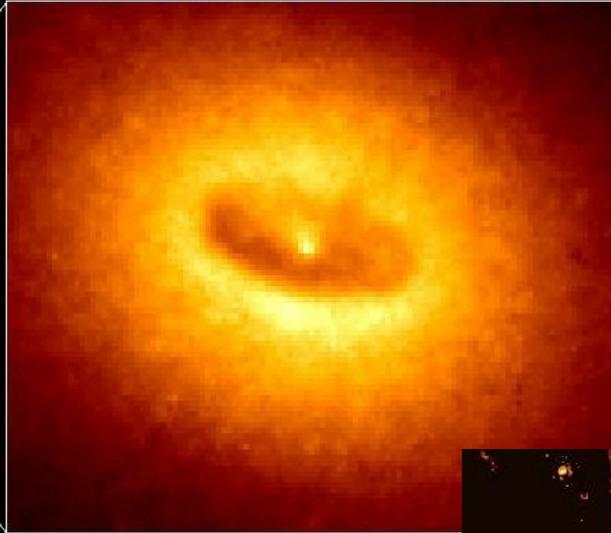
Hubble Space Telescope
Wide Field / Planetary Camera

Ground-Based Optical/Radio Image



380 Arc Seconds
88,000 LIGHTYEARS

HST Image of a Gas and Dust Disk

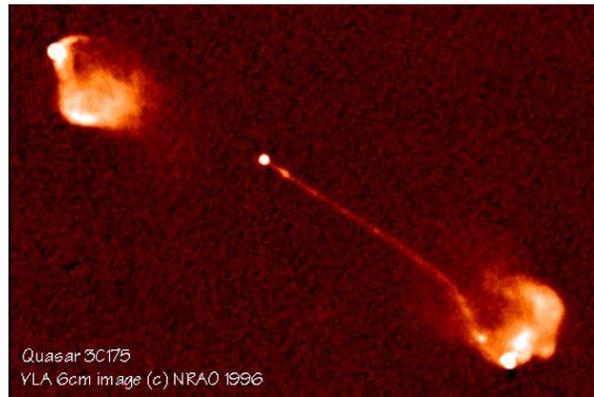
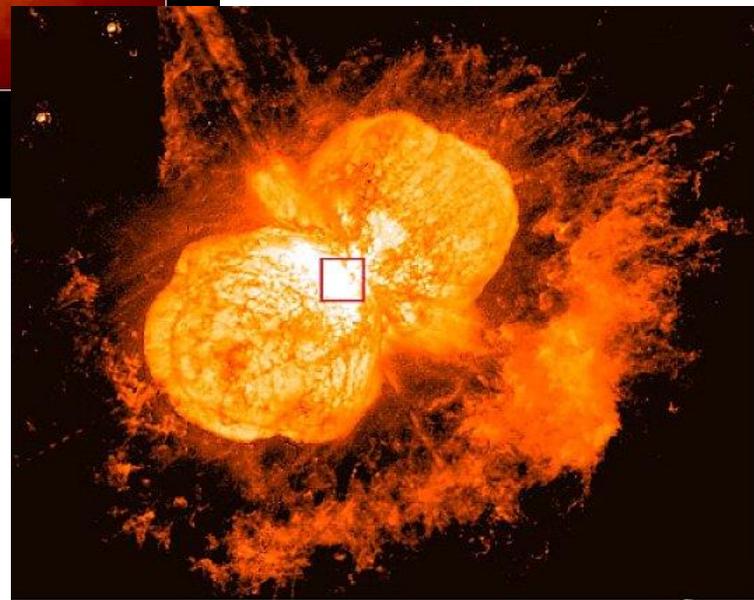
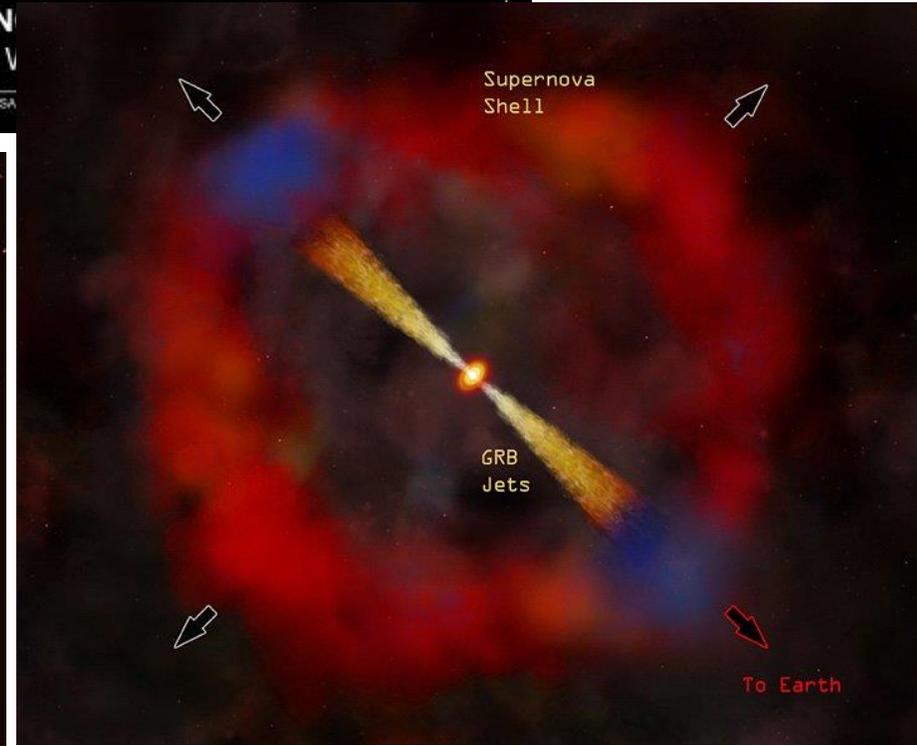


17 Arc Seconds
400 LIGHTYEARS



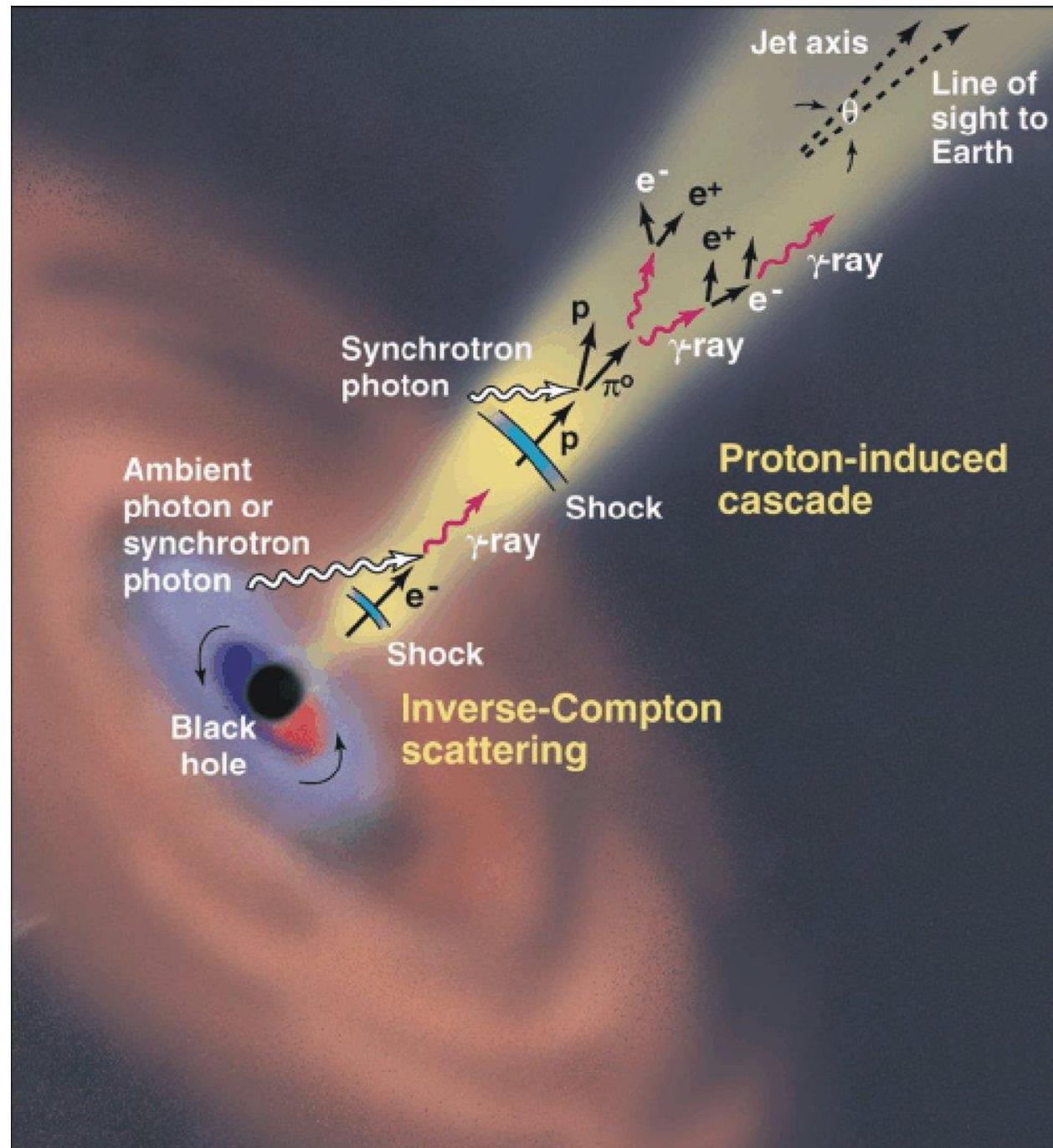
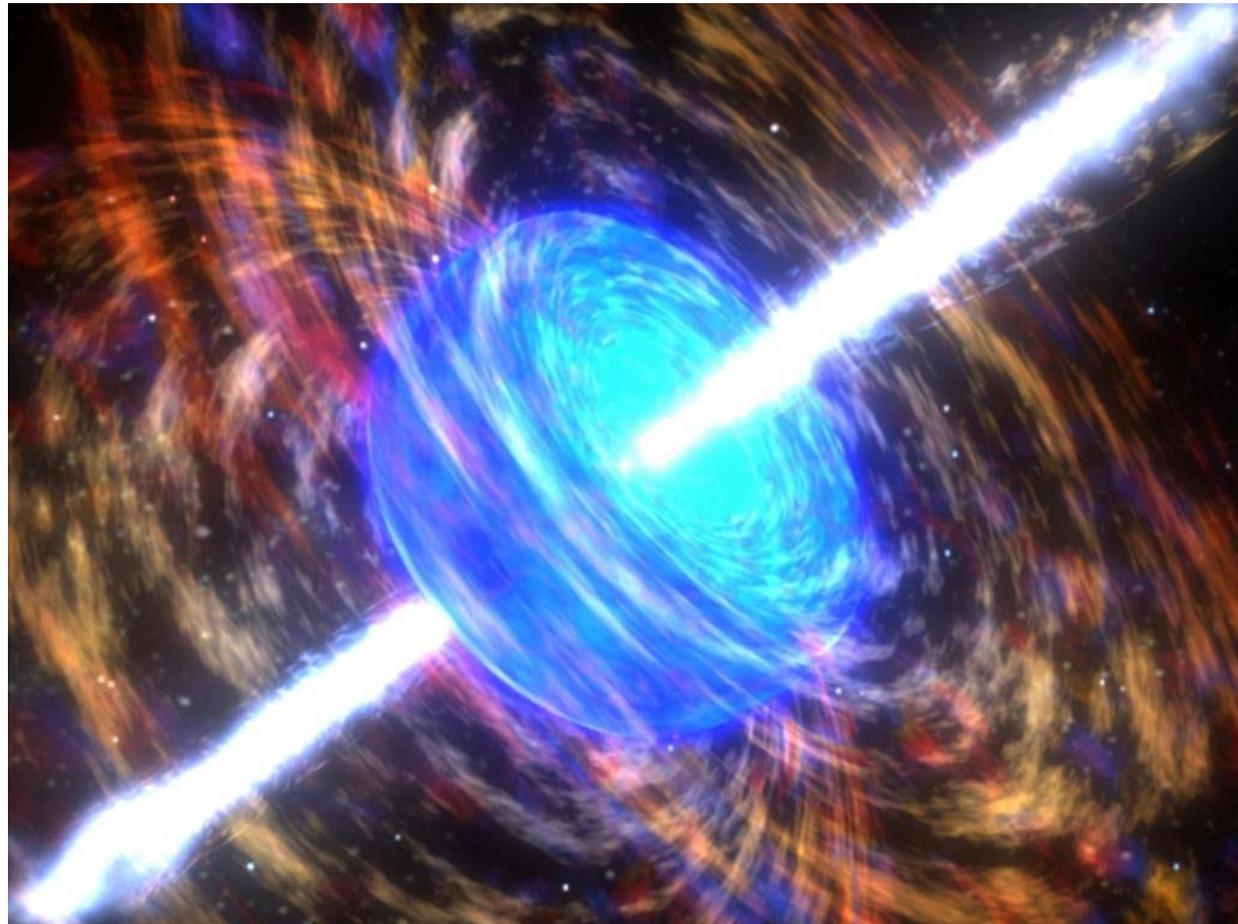
Colliding Galaxies NGC 4038 and NGC 4039
Hubble Space Telescope • V

PRC97-34a • ST ScI OPD • October 21, 1997 • B. Whitmore (ST ScI) and NASA



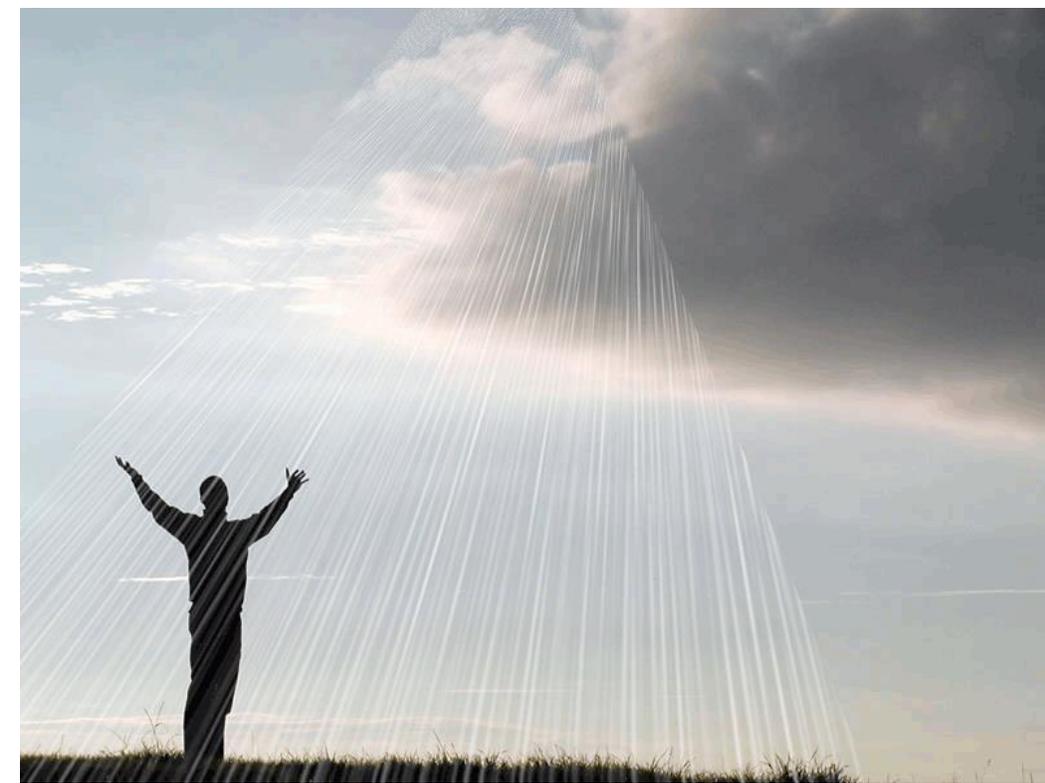
Quasar 3C175
VLA 6cm image (c) NRAO 1996

I raggi cosmici: messaggeri invisibili di un Universo in evoluzione.

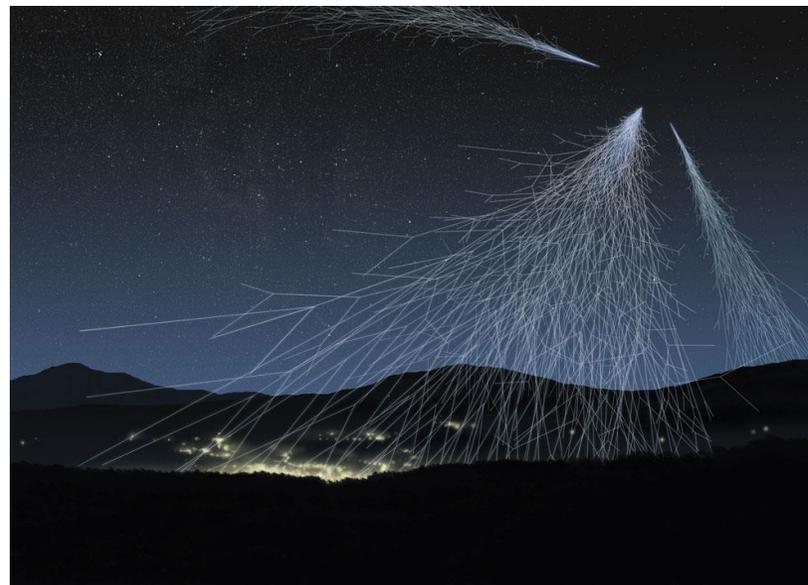


Da qualche parte dell'Universo si ha quindi una continua nascita di nuove stelle da nubi di gas e materiale interstellare. Allo stesso tempo da qualche altra parte dell'Universo vecchie stelle collassano e muoiono proiettando nell'universo tutta la materia di cui erano costituite.

Una pioggia continua di particelle provenienti dallo spazio investe così l'atmosfera terrestre frantumandone i nuclei e inducendo una reazione a catena con la produzione di milioni e miliardi di particelle secondarie, principalmente elettroni, muoni e raggi gamma.



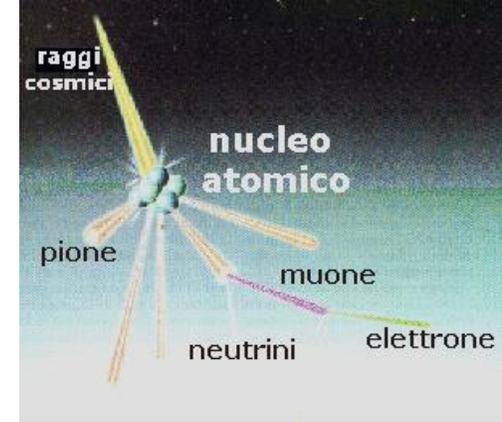
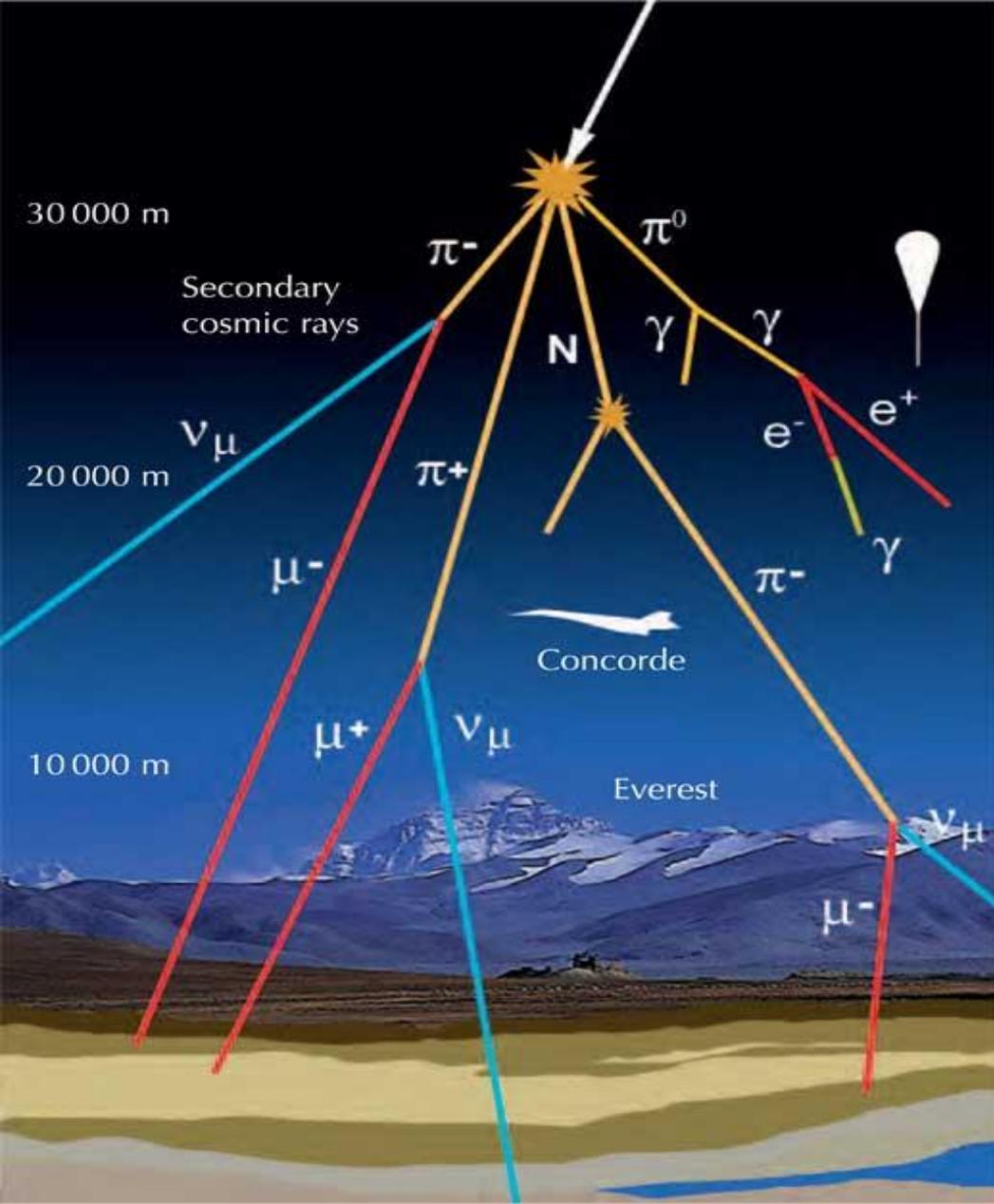
**I raggi cosmici:
uno sciame
continuo di
particelle
ionizzanti**



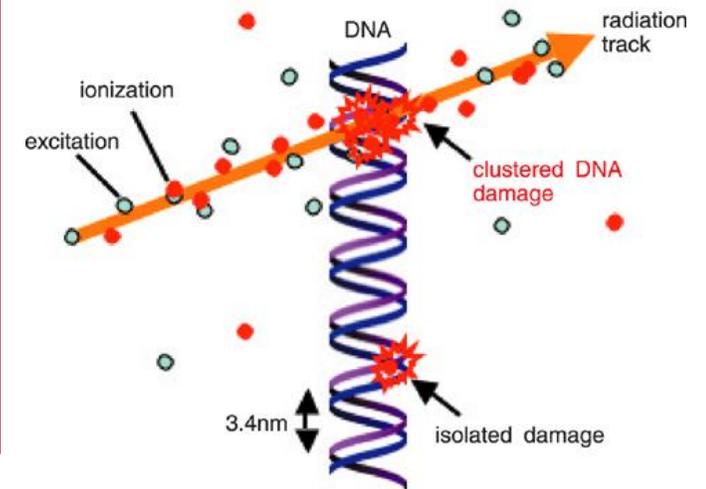
Il risultato è che il nostro corpo viene attraversato ogni momento da una radiazione naturale fatta di invisibili particelle elementari. Ogni secondo per ogni centimetro quadro del nostro corpo in media passa una particella cosmica.

Alle altezze di volo di un aereo (10-11 km), siamo colpiti dalla radiazione cosmica in misura 10-20 volte maggiore rispetto al suolo.

Effetti di queste radiazioni



La vita convive da sempre con le radiazioni cosmiche. A livello del mare, ciascuno di noi è attraversato da un centinaio di particelle al secondo, per lo più **muoni** e in misura minore da **elettroni** e **positroni** più un numero sterminato di **neutrini** (il Sole ne produce circa 60 miliardi/cm²/sec!).



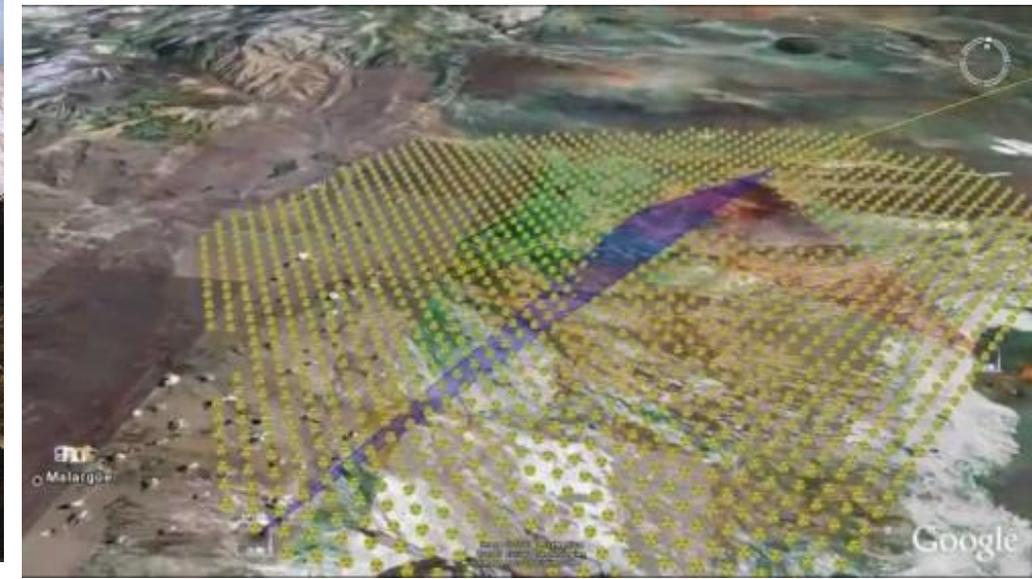
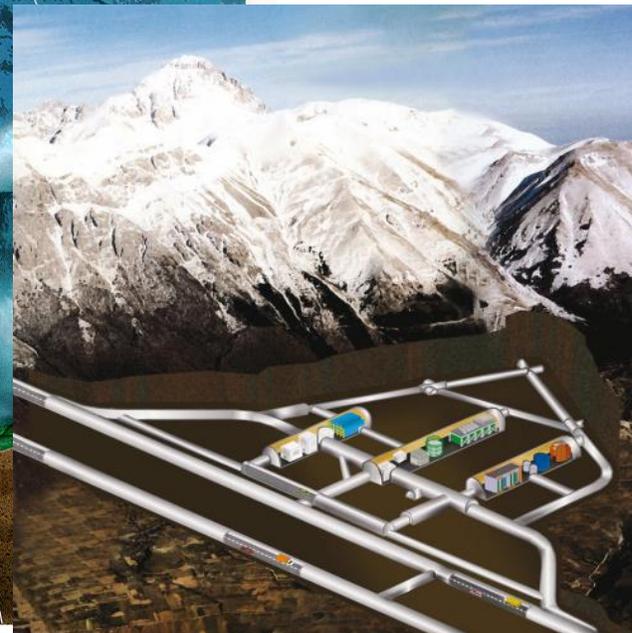
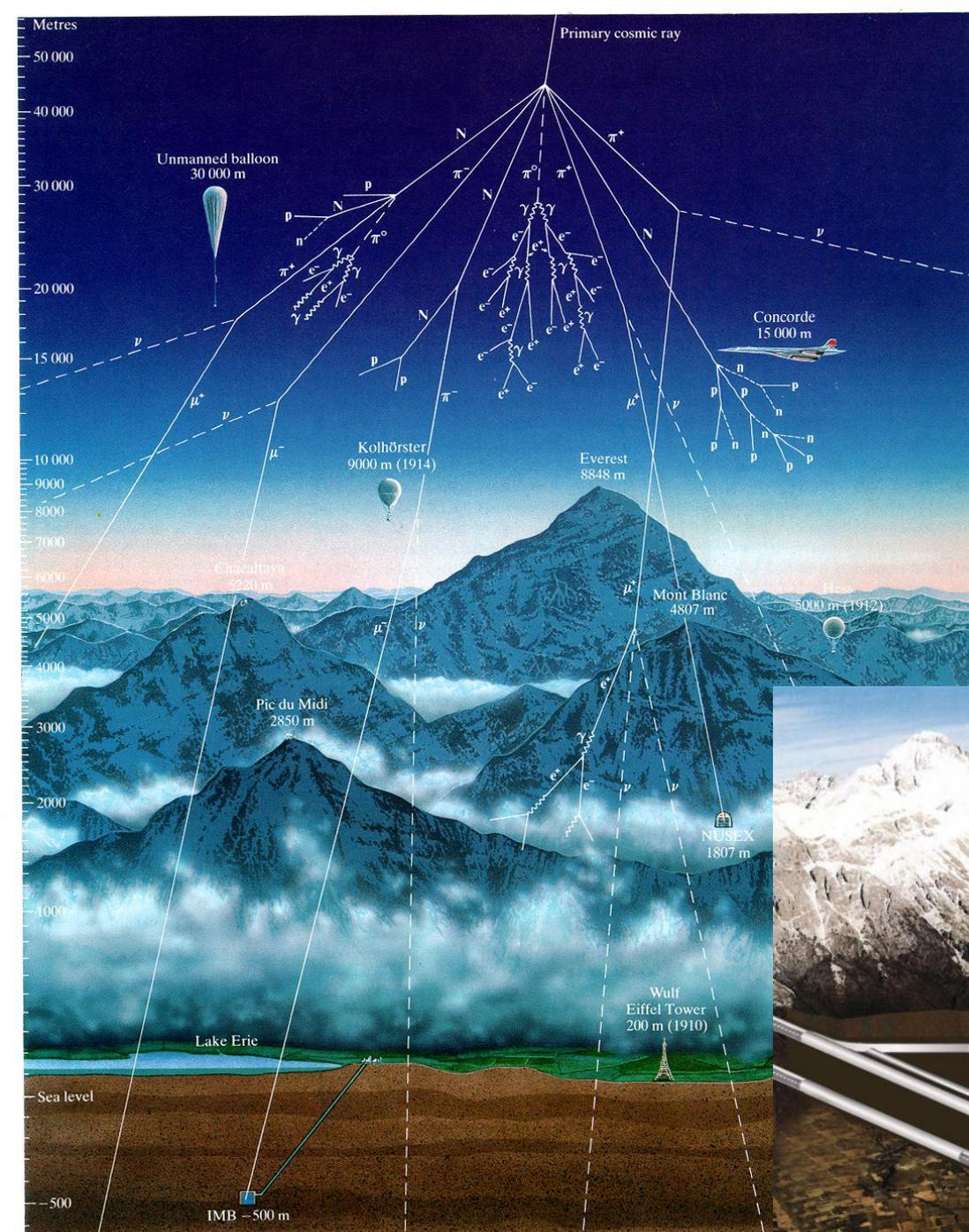
Oggi numerosi esperimenti studiano questa radiazione direttamente nello spazio (**satelliti**), nell'atmosfera (**palloni**), sulla superficie terrestre (**array**), nel sottosuolo (**underground**) e nelle profondità marine (**undersea**)

Lo studio di questi messaggeri dello spazio ha dato origine alla **FISICA ASTROPARTICELLARE**

I grandi Osservatori di astroparticelle

Il Laboratorio Nazionale del Gran Sasso dell'INFN è il più grande laboratorio sotterraneo al mondo: tutti gli altri laboratori sotterranei messi insieme non raggiungono metà del volume del nostro laboratorio.

L'esperimento Auger si estende su una superficie di 3.000 km² ed è il più grande mai costruito.

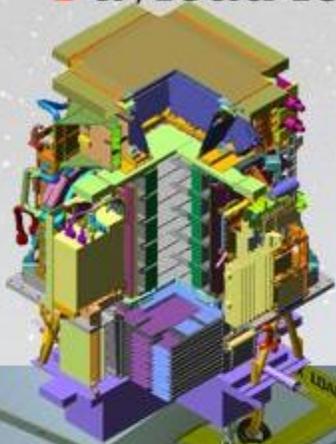


Esperimenti nello spazio

PAMELA

Payload for Antimatter/Matter Exploration and Light-nuclei Astrophysics

- Direct detection of CRs in space
- Main focus on antimatter component



Esperimenti a terra

Sono questi i due esperimenti nei quali sono direttamente coinvolta. Il primo, dedicato alla rivelazione di Very High Energy Cosmic Rays, è nella pampa argentina e occupa una superficie di 3.000 kmq. Il secondo è dedicato alla rivelazione di raggi gamma ed è diviso in sito Nord (*La Palma, Isole Canarie*), e sito Sud (*Cile*). In entrambi sono coinvolte circa 100 Università ed Enti di Ricerca di 21 Nazioni.

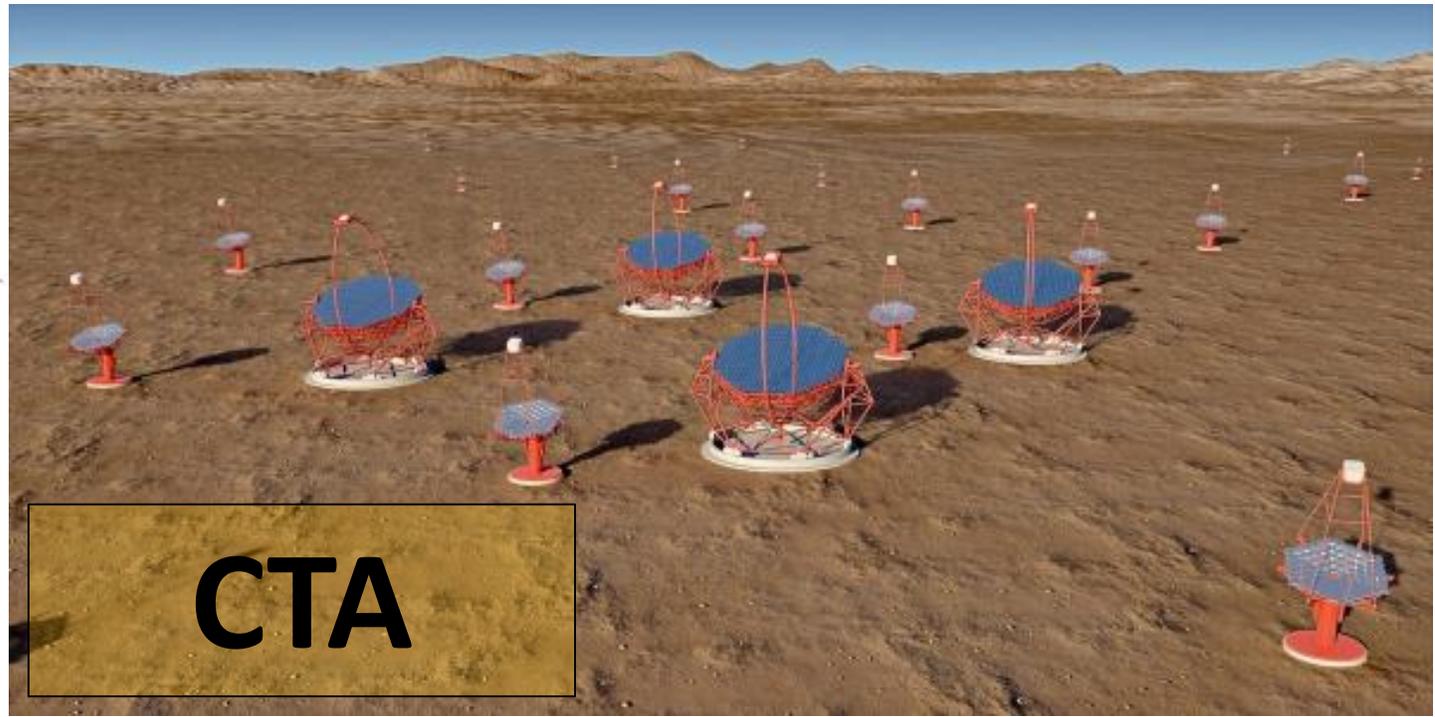
75°C

10²⁰ eV

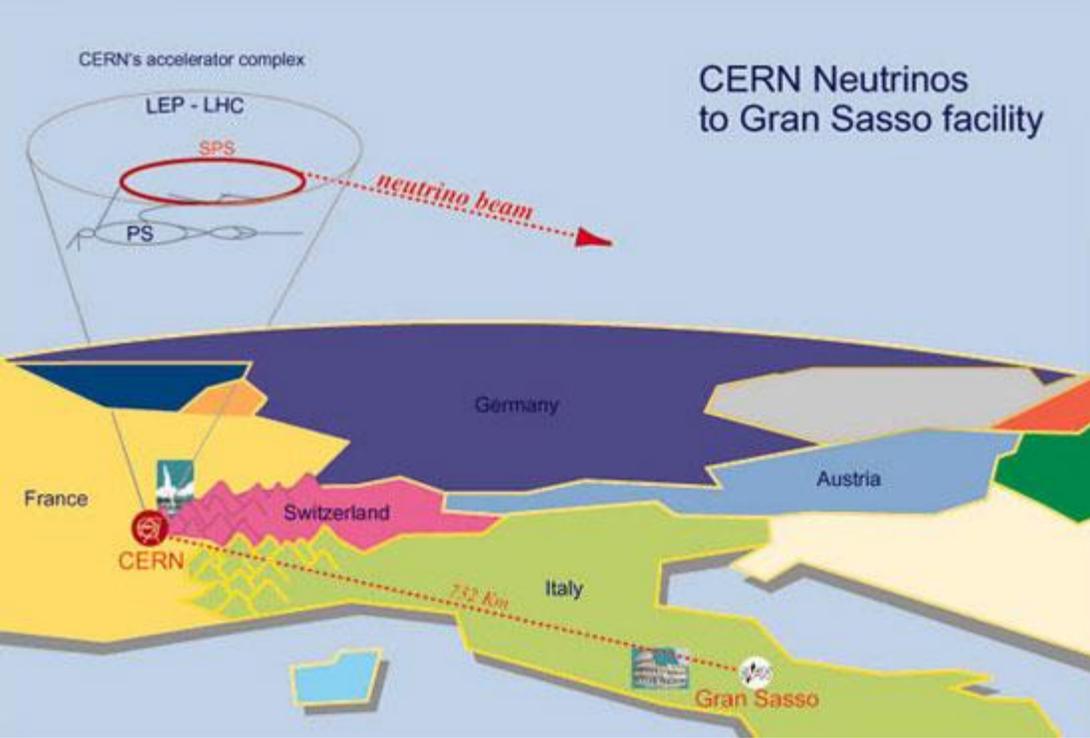


REPÚBLICA ARGENTINA
CORREO OFICIAL

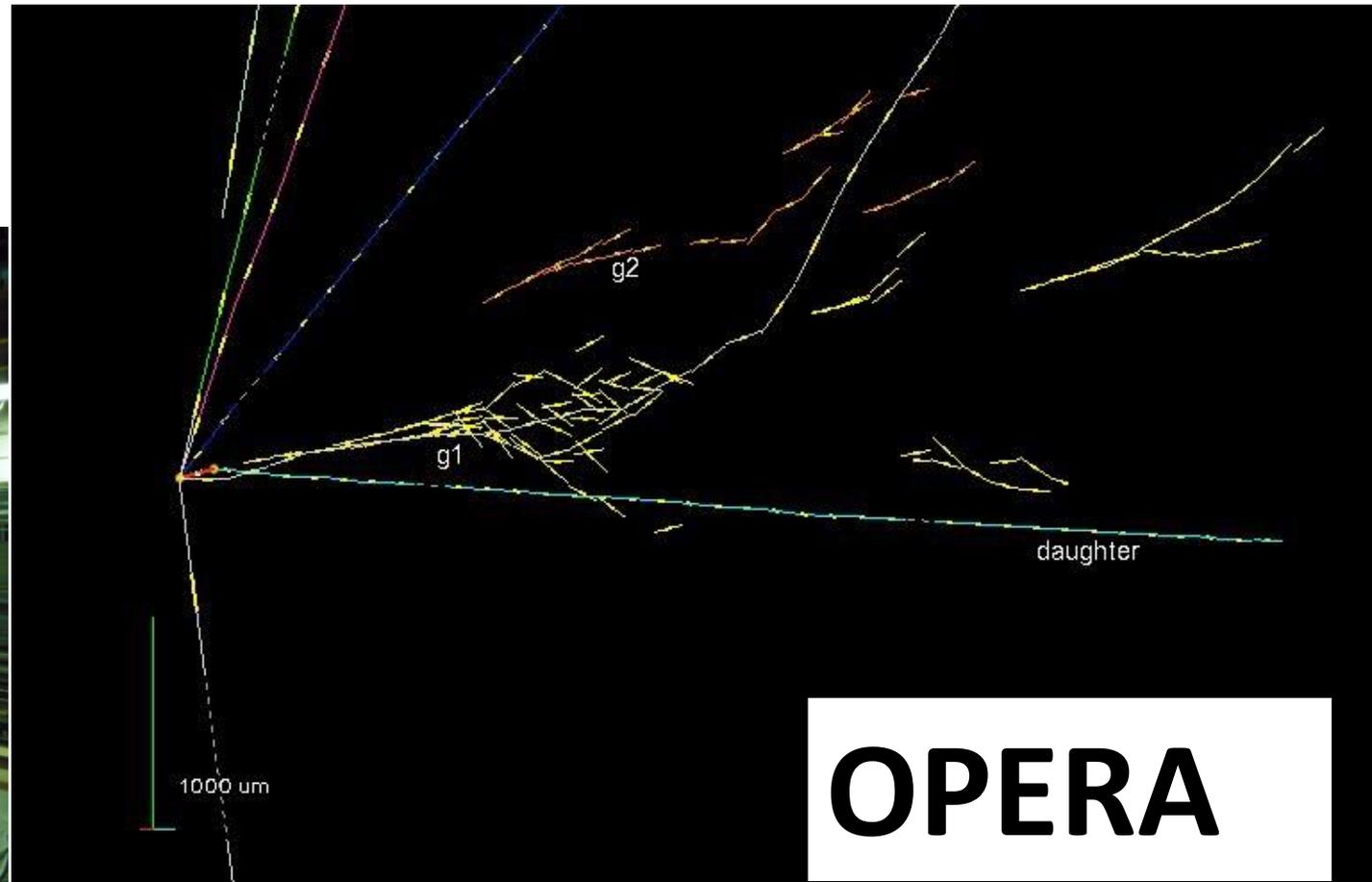
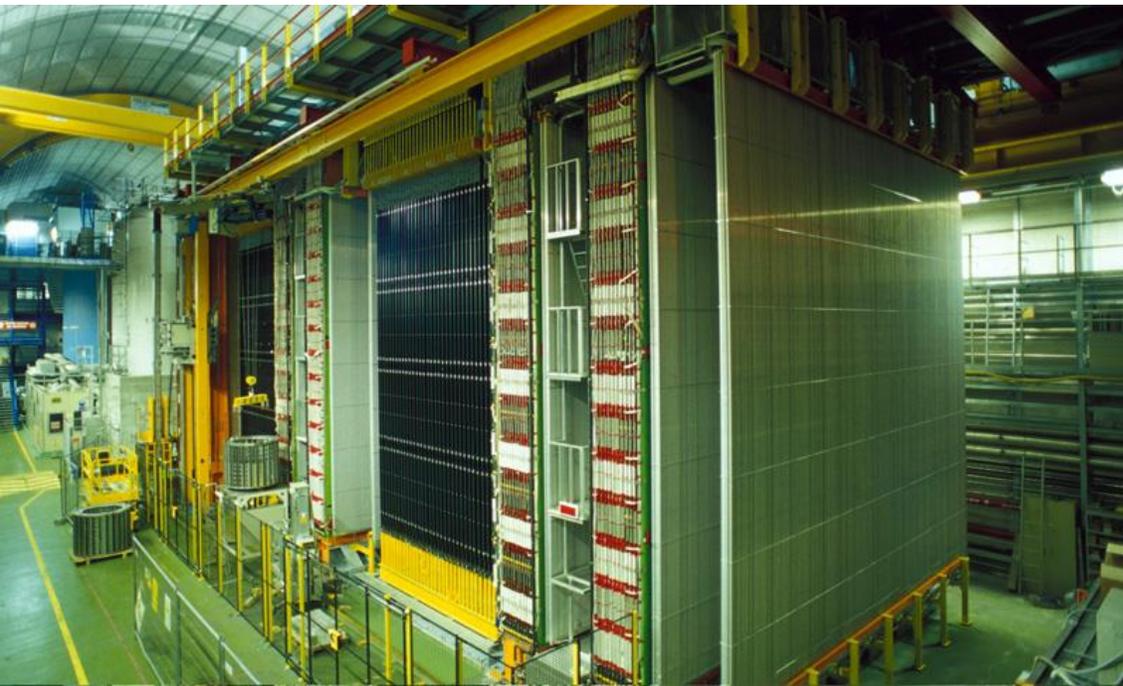
Auger²⁰⁰⁷



CTA



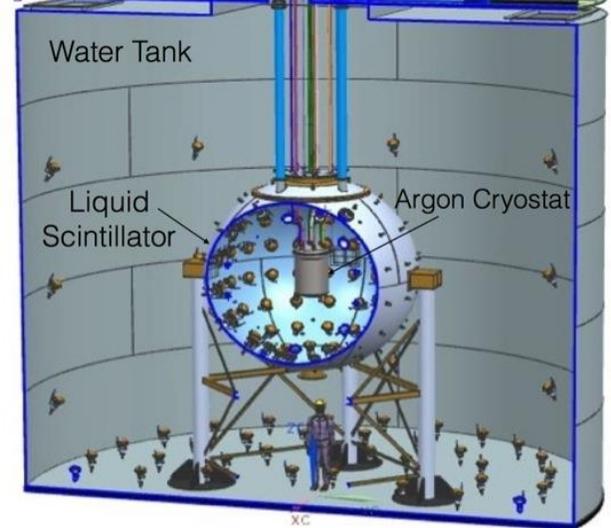
Esperimenti sotterranei (LNGS)





Xenon

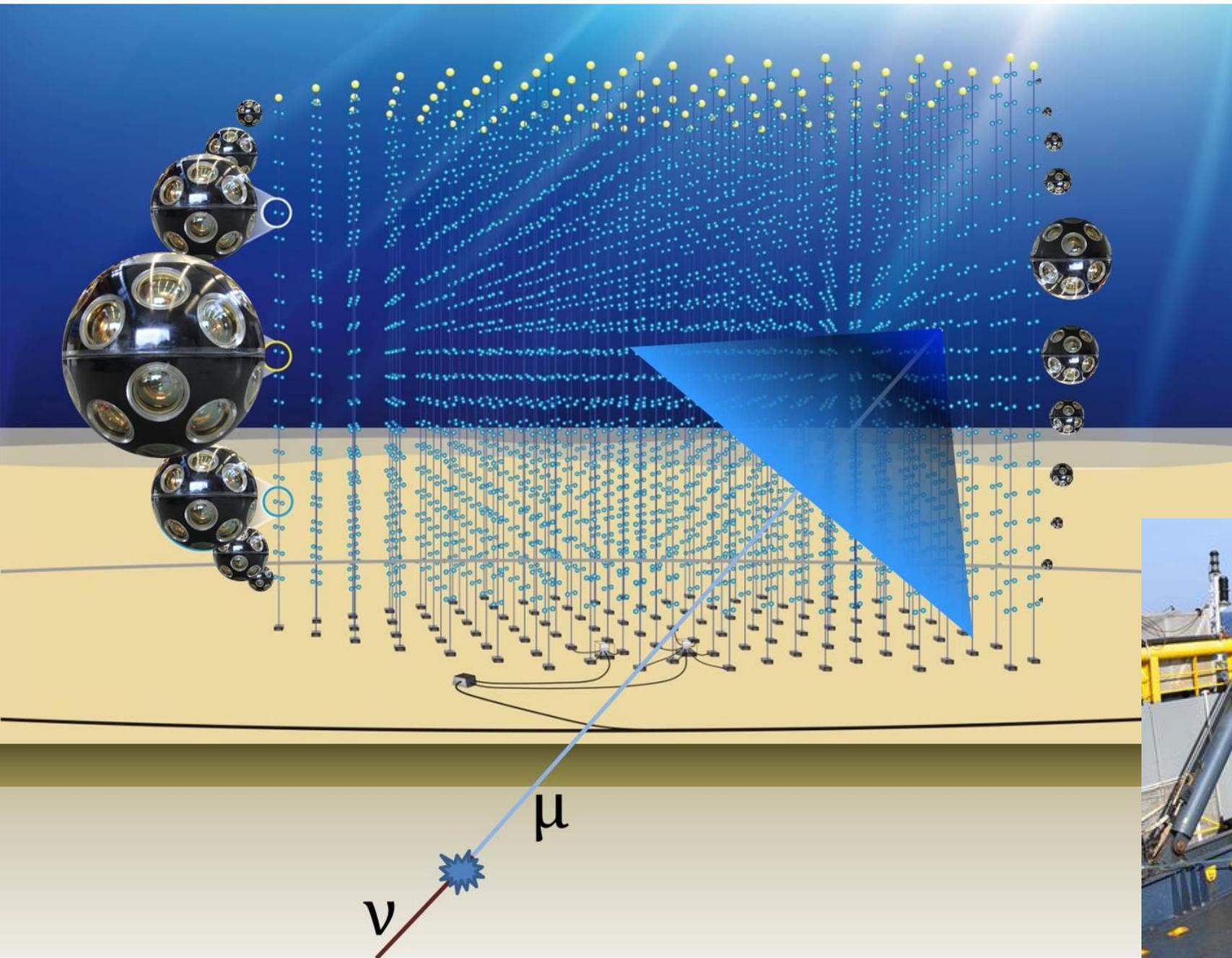
Esperimenti sulla materia oscura



Dark side

Esperimenti sottomarini

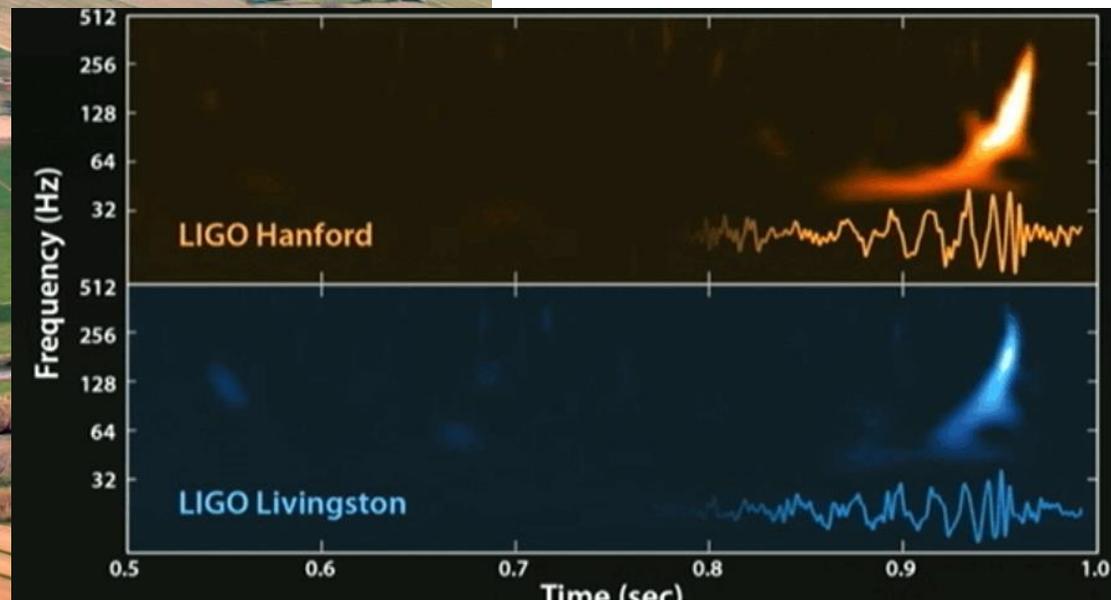
KM3



Onde gravitazionali

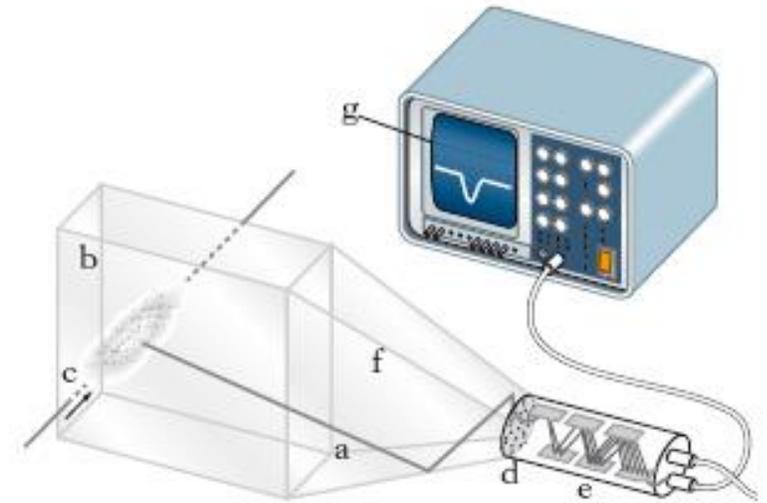
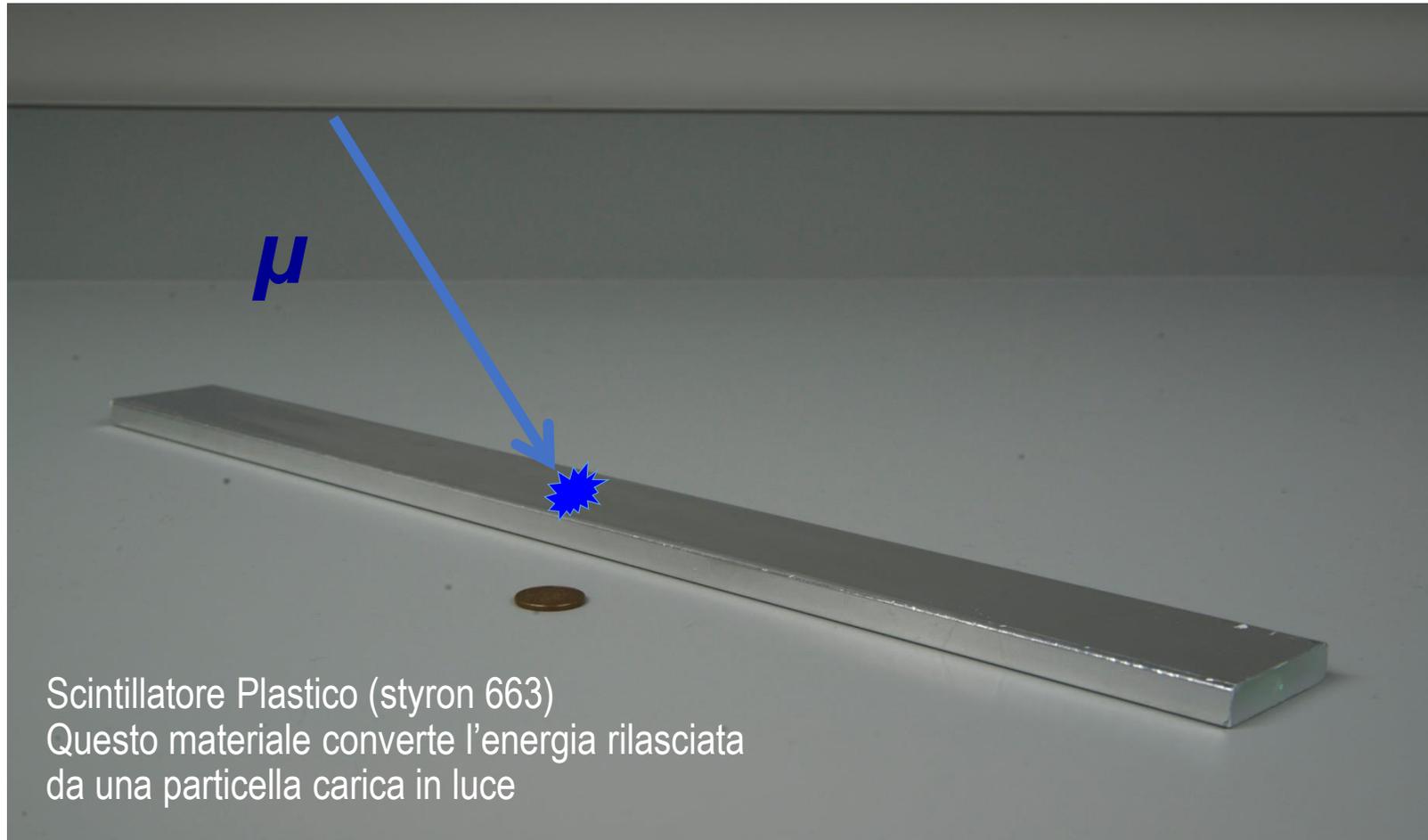


VIRGO



Ma come si possono rivelare i raggi cosmici?

- ✓ Anzitutto serve del materiale in grado di convertire l'energia rilasciata da una particella nell'interazione con la materia in un debole segnale luminoso (*scintillatore plastico o altro tipo di rivelatore*) accoppiato a un dispositivo che converte questa luce in un segnale elettrico.

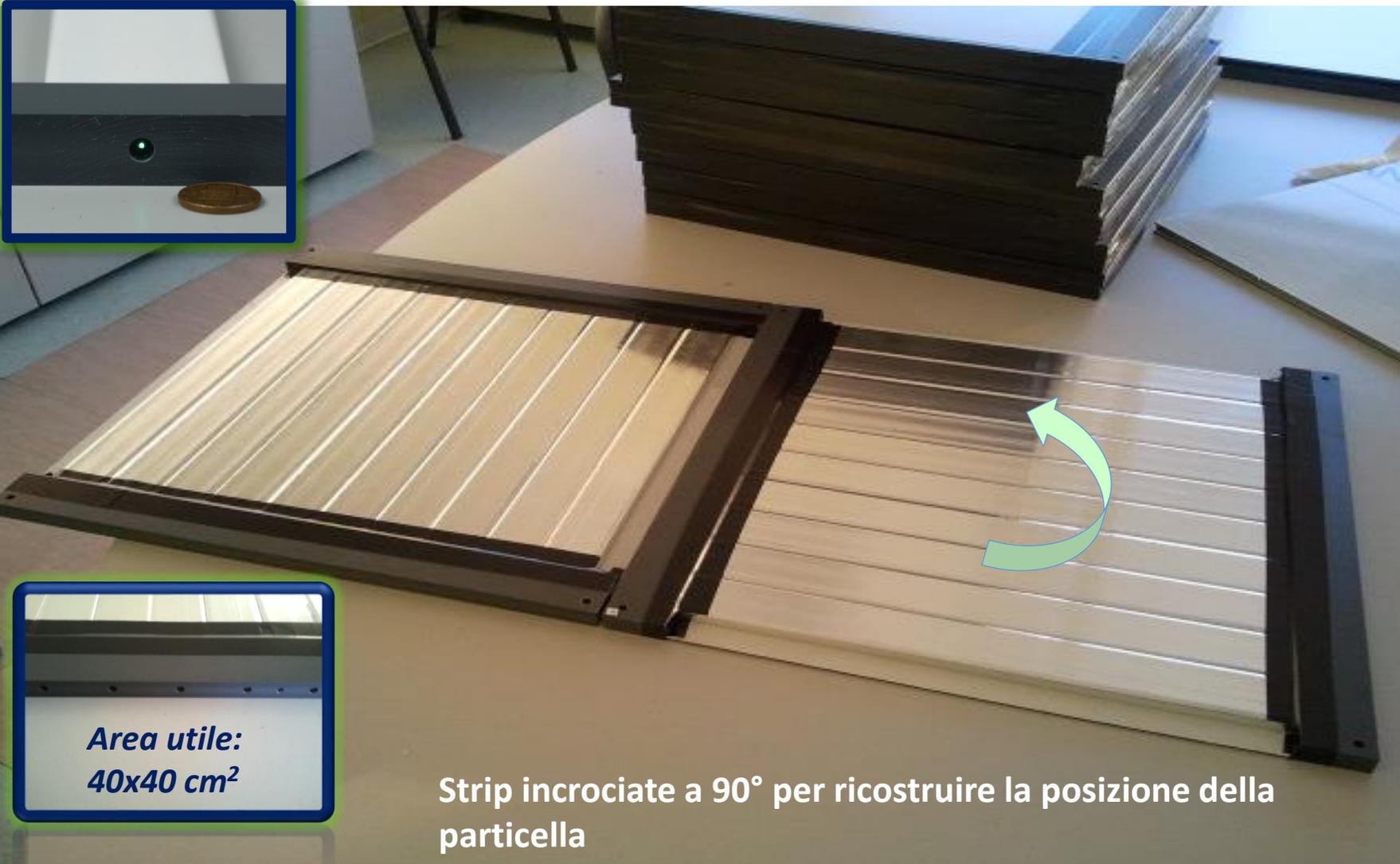


In questo modo si trasforma l'impulso luminoso generato nell'interazione particella-scintillatore in un impulso elettrico la cui carica è proporzionale al numero di fotoni raccolti.

Come si possono rivelare i raggi cosmici?

- ✓ Mettendo insieme più strisce di scintillatore si ottiene una superficie sensibile al passaggio delle particelle ionizzanti. Due piani di strisce incrociate consentono di rivelare il passaggio delle particelle e di individuare il punto in cui esse passano (piano x-y)

In figura sono mostrate bacchette (*strip*) di scintillatore di dimensioni $4 \times 1 \times 40 \text{ cm}^3$ con all'interno una fibra scintillante che trasporta la luce prodotta dall'interazione con una particella penetrante ad una delle estremità dove un dispositivo elettronico (*SiPM*) la raccoglie convertendola in segnale elettrico.

The main image shows a large assembly of scintillator strips. Two rectangular frames are positioned on a table, each containing a grid of parallel strips. A green arrow points from the strips in the right frame towards the left frame, indicating they are to be crossed. In the background, there is a stack of more strips. An inset in the top left shows a single strip with a coin placed next to it for scale. Another inset in the bottom left shows a close-up of the strip assembly with text.

**Area utile:
 $40 \times 40 \text{ cm}^2$**

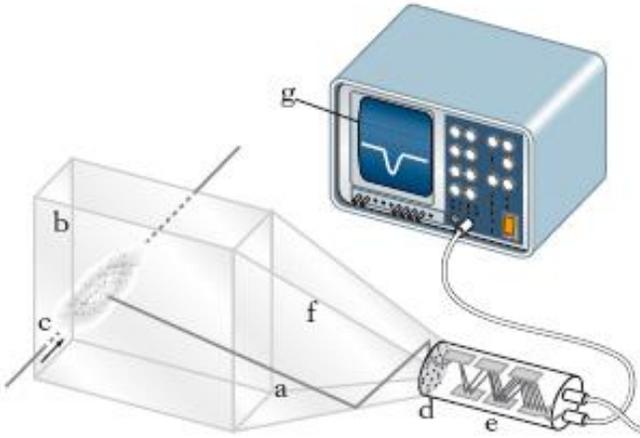
Strip incrociate a 90° per ricostruire la posizione della particella

Un apparato per 'vedere' i raggi cosmici: il telescopio

- ✓ Disponendo in pila più piani di rivelatori otteniamo un cosiddetto **'telescopio'**, cioè un apparato in grado di segnalare contemporaneamente su più piani il passaggio di una particella ionizzante permettendo di ricostruire la direzione di provenienza in un sistema tridimensionale.



Cosa produce il telescopio?

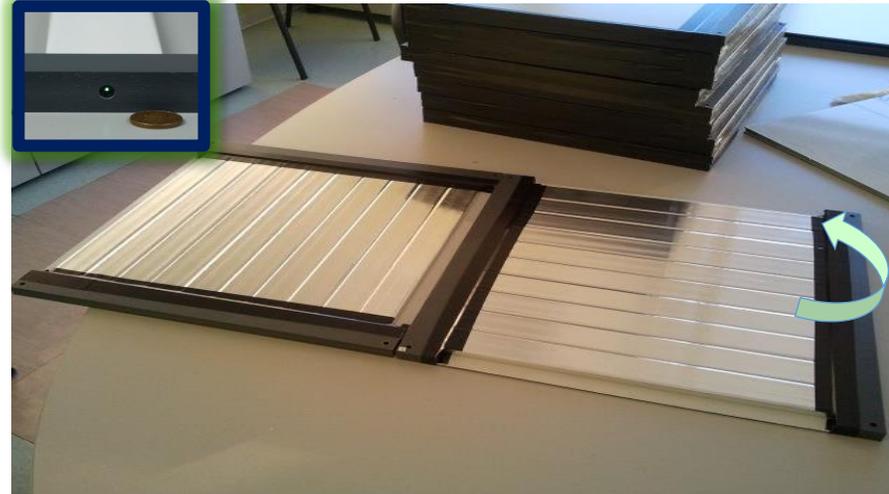
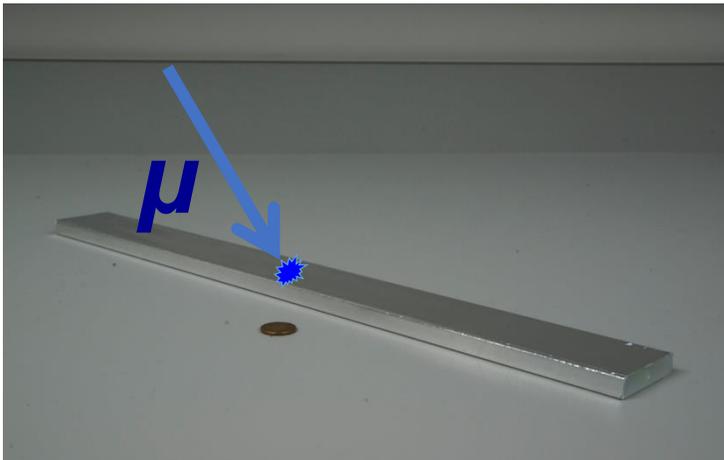


I deboli segnali luminosi generati dal passaggio di una particella cosmica in un rivelatore vengono trasformati in impulsi elettrici da un opportuno fotorivelatore a stato solido (SiPM). Il passaggio della particella viene quindi segnalato da questo impulso che nel telescopio viene utilizzato per accendere i led in corrispondenza della traccia: due led per ogni piano x-y.



Vista x

Vista y





Telescopio per la rivelazione di muoni cosmici installato nella Stazione metropolitana di Toledo a 40 metri di profondità il 5 maggio 2014 - Ideatore e costruttore **Attanasio Candela**

Progetto in collaborazione tra Laboratorio Nazionale del Gran Sasso, INFN Sezione di Napoli e ANM.



Toledo: un telescopio per la rivelazione di particelle subnucleari

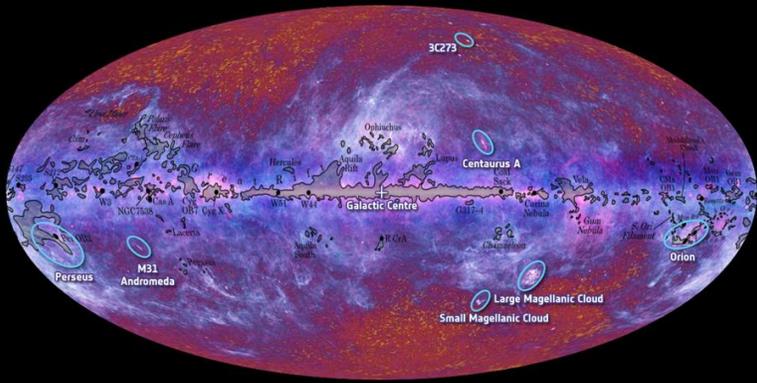
La parola “**telescopio**” porta a pensare al classico strumento ottico che raccoglie la luce (o altre radiazioni elettromagnetiche) proveniente da “oggetti” lontani e le concentra in un punto riproducendone un’immagine ingrandita.

...il “**telescopio**” installato nella metropolitana di Napoli, è, invece, uno strumento realizzato con i classici “rivelatori” che si usano negli esperimenti di fisica delle particelle. Con esso, anziché osservare la radiazione visibile, osserviamo altri messaggeri dell’universo:

LE PARTICELLE SUBNUCLEARI

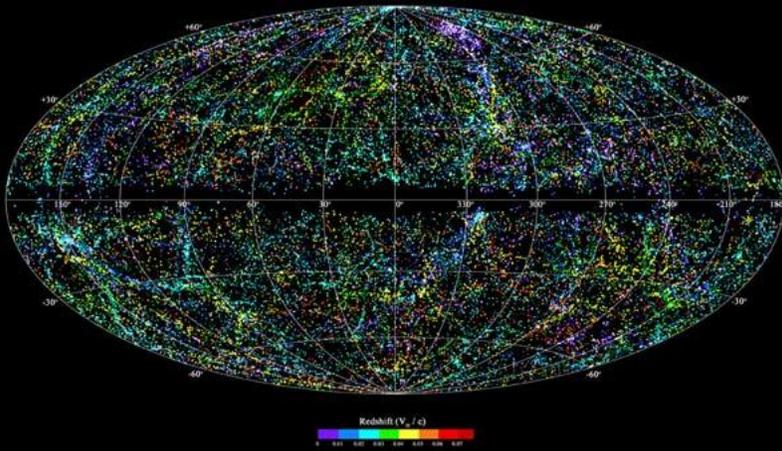
Quelle più penetranti sono in grado di attraversare grosse porzioni di Terra ed essere osservate da questi sofisticati strumenti.



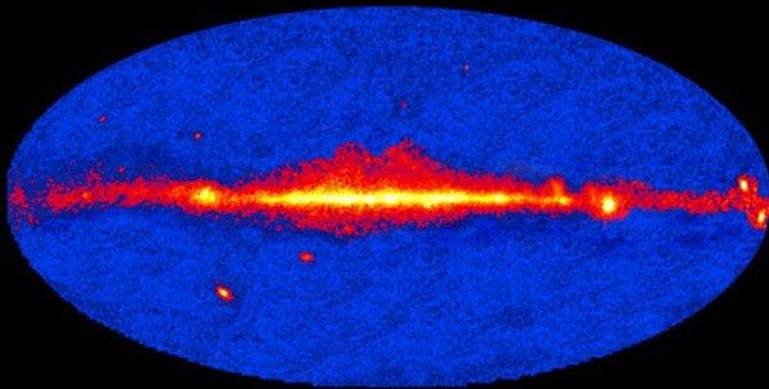


Universo a
microonde

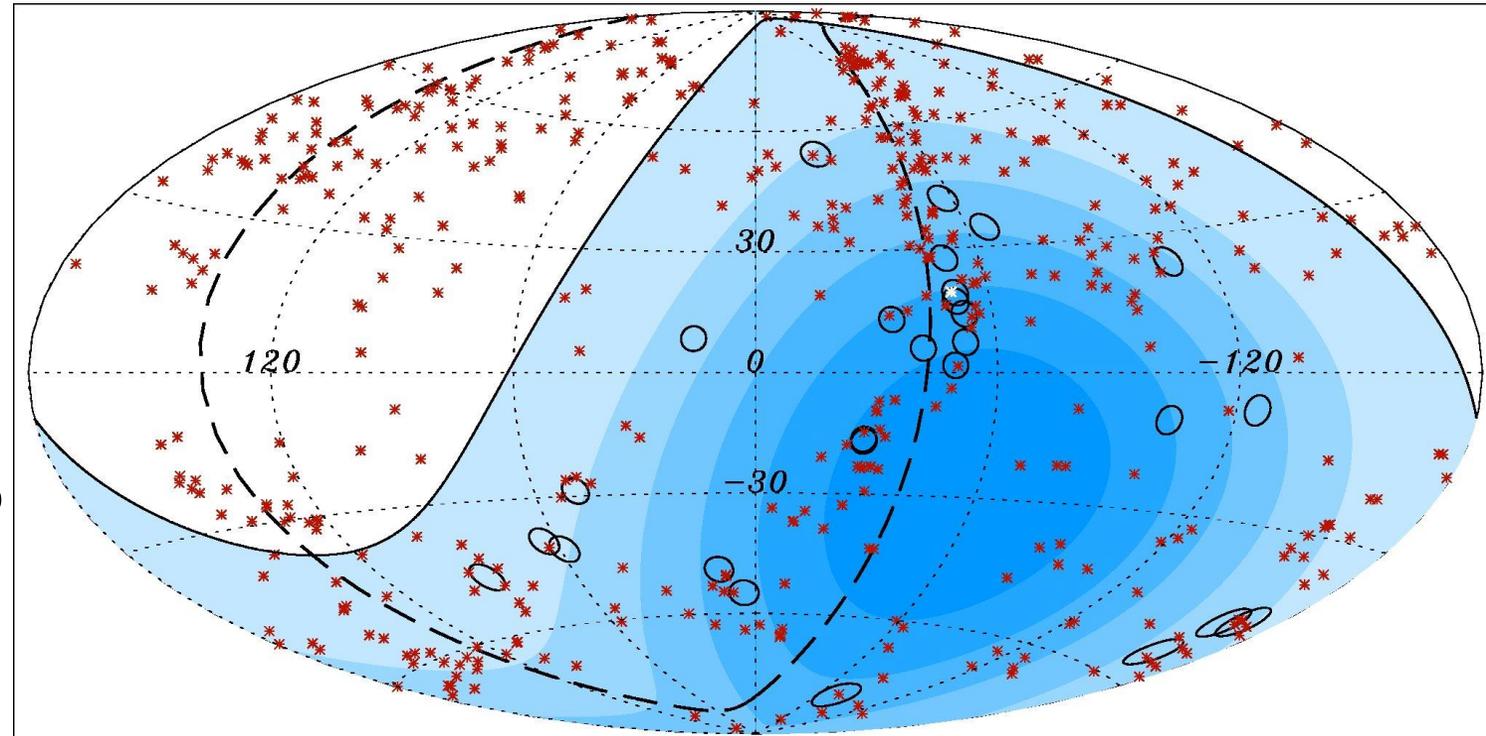
L'Universo in astroparticelle



Universo
visibile

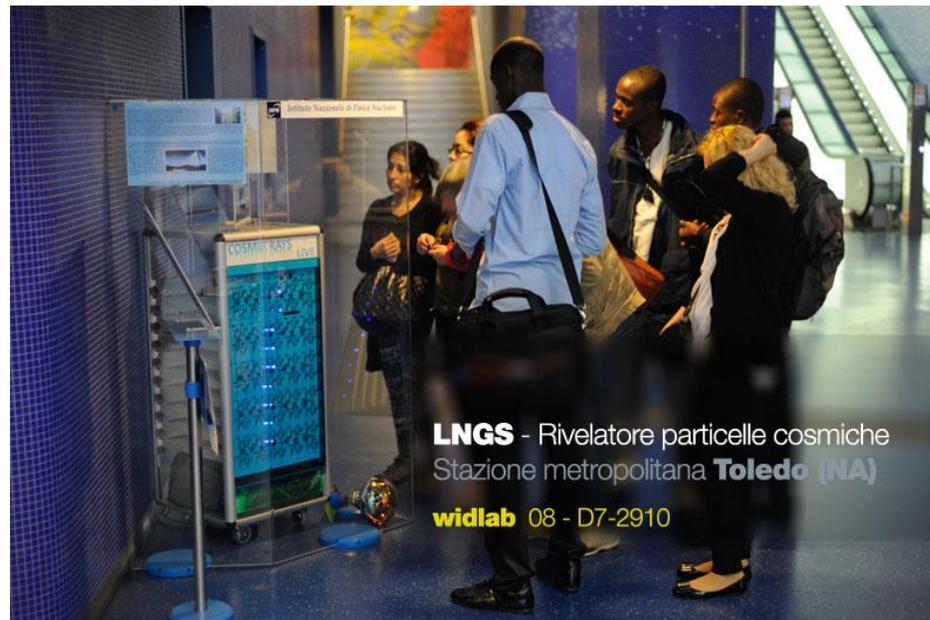


Universo
in raggi
gamma





LNGS - Rivelatore particelle cosmiche
Stazione metropolitana **Toledo (NA)**
widlab 10 - D3S-3332



LNGS - Rivelatore particelle cosmiche
Stazione metropolitana **Toledo (NA)**
widlab 08 - D7-2910



LNGS - Rivelatore particelle cosmiche
Stazione metropolitana **Toledo (NA)**
widlab 06 - D3S-3163

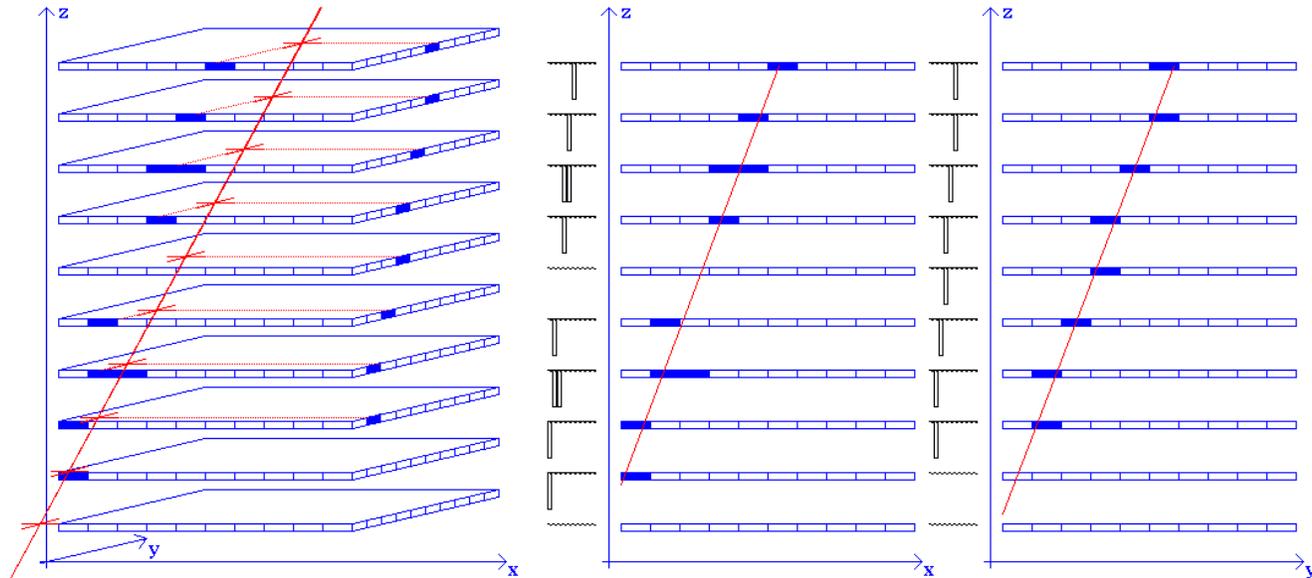
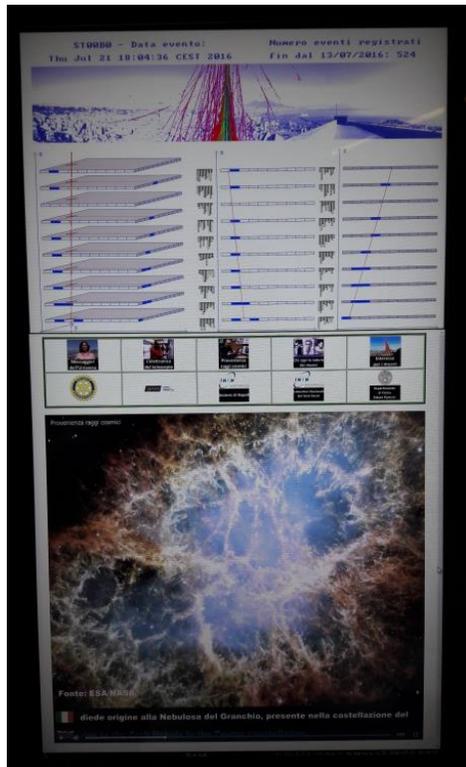
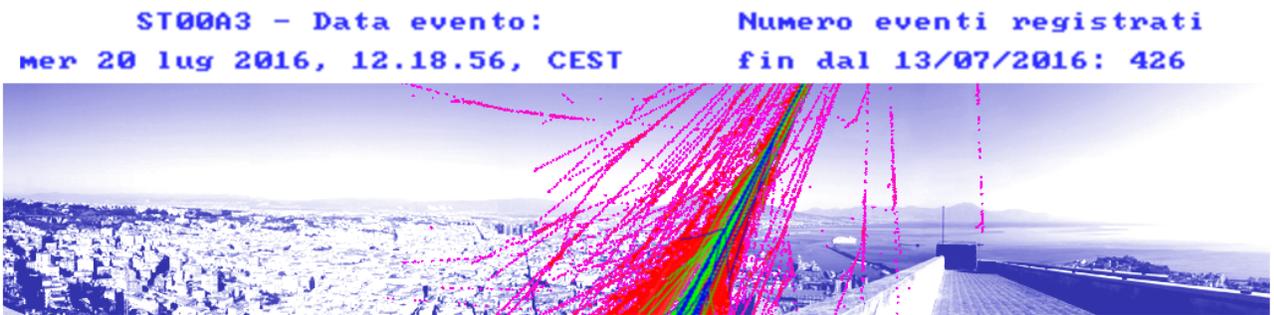


LNGS - Rivelatore particelle cosmiche
Stazione metropolitana **Toledo (NA)**
widlab 05 - D3S-3161



Il problema è che le informazioni sul telescopio riportate sui pannelli non vengono lette o comunque non riescono a spiegare ai profani cosa rivela il telescopio, come funziona o cosa significano i led accesi

Gestione dei dati e dei contenuti del Totem



I filmati rappresentati nella banda in alto scorrono automaticamente in sequenza nella parte inferiore dello schermo.
 I loghi presentati nella banda in basso sono cliccabili e aprono l'accesso alle rispettive aree che contengono informazioni e altri filmati selezionabili dal visitatore.



I filmati che scorrono in automatico



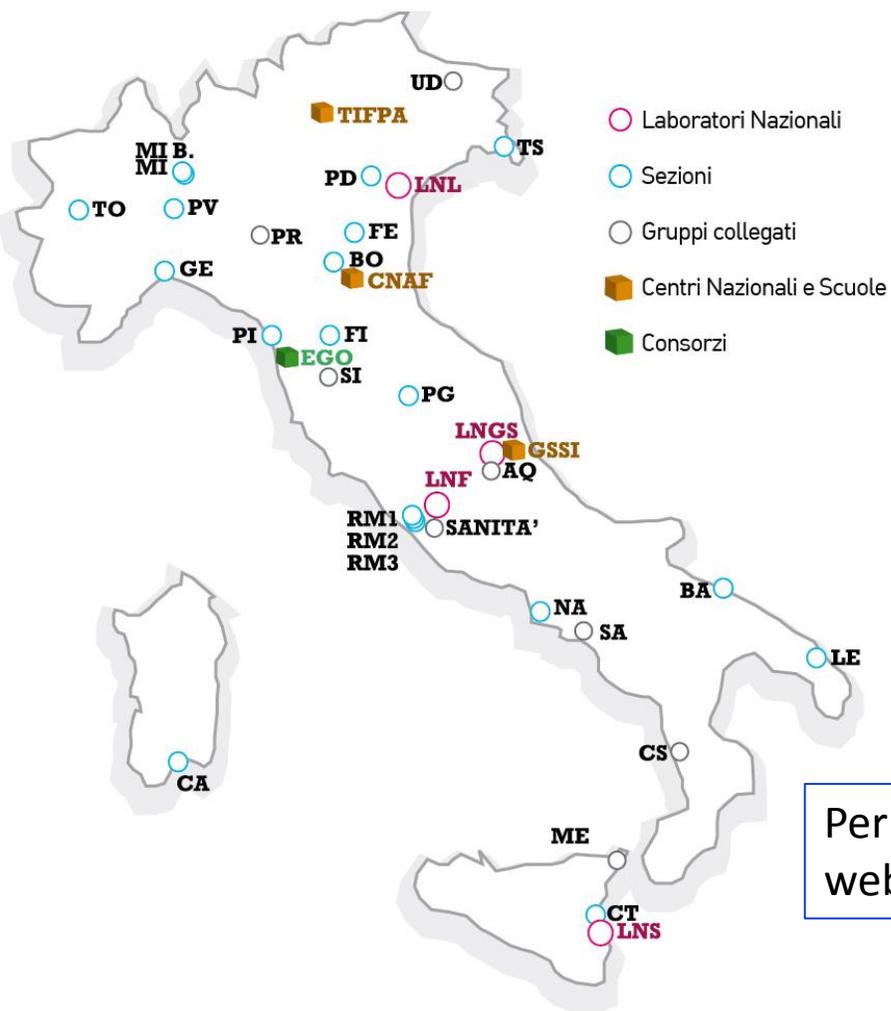


Istituto Nazionale
di Fisica Nucleare

L'INFN è l'ente pubblico nazionale, istituito l'8 agosto 1951, dedicato allo studio dei costituenti fondamentali della materia e delle leggi che li governano. Svolge attività di ricerca, teorica e sperimentale, nei campi della fisica subnucleare, nucleare e astroparticellare in un ambito di competizione internazionale e in stretta collaborazione con il mondo universitario italiano.

Nella seconda metà degli anni '50 l'INFN ha progettato e costruito il primo acceleratore italiano, l'elettrosincrotrone realizzato a Frascati, dove è nato anche il primo Laboratorio Nazionale dell'Istituto. Nello stesso periodo è iniziata la partecipazione dell'INFN alle attività di ricerca del CERN, il Centro europeo di ricerche nucleari di Ginevra, per la costruzione e l'utilizzo di macchine acceleratrici sempre più potenti.

Oggi l'ente conta circa 5000 scienziati il cui contributo è riconosciuto internazionalmente non solo nei vari laboratori europei, ma in numerosi centri di ricerca mondiali.



Per maggiori informazioni consultare il sito
web: www.infn.it

Filmati scientifici:

- Onde gravitazionali
- Materia oscura
- Gamma Ray Burst
- Raggi cosmici

Dati registrati dal telescopio



```
ST07EE  
0100000120080200602200A0160100  
00400402401001200800A006006005  
ST07EF  
000002004004008008010000000000  
000001001001001002002002002002  
ST07F1  
00100200400400C010010020040000  
0400480400400C0080180100100000  
ST07F2  
000000010010020020040040000000  
0002003000C0020008004002000000  
ST07F3  
000002002002002002004000000000  
000040020020010008004002001000  
ST07F4  
008208104100080040040000000000  
022022001001008008004004000000  
ST07F5  
01A01F0C70BF0BF2AF17717F017287  
2C203715F27F23F17E3EE3FA3D83E8  
ST07F6  
000000020020060100300000000000  
200200304200200300100000000000  
ST07F7  
000060010010010008004000002000  
300380140040020010008004004002  
ST07F8
```

Con l'aggiunta del totem e la sua connessione al telescopio, i segnali elettrici generati nel telescopio al passaggio di ogni particella vengono codificati in logica binaria:

- 0 indica un rivelatore non interessato e
- 1 un rivelatore attraversato

Le sequenze di 0 e 1 vengono poi impacchettate in stringhe di numeri secondo un codice esadecimale.

L'inizio di un evento è segnalato dalla sequenza ST cui segue il numero progressivo dell'evento. Le due stringhe successive di 30 caratteri esadecimali ciascuna contengono l'informazione su quali dei dieci rivelatori x e dieci rivelatori y sono scattati.

Formato dei dati del telescopio e dati salvati sul totem

Dati telescopio

```

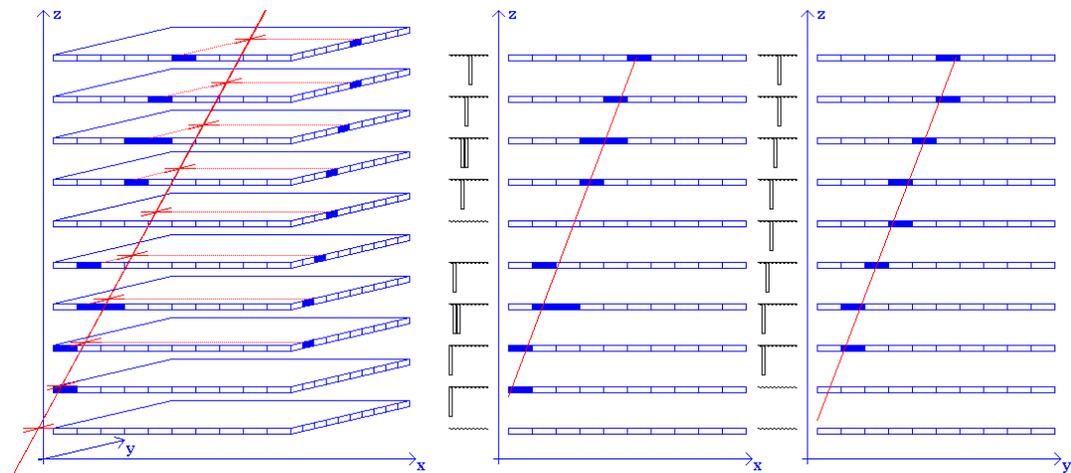
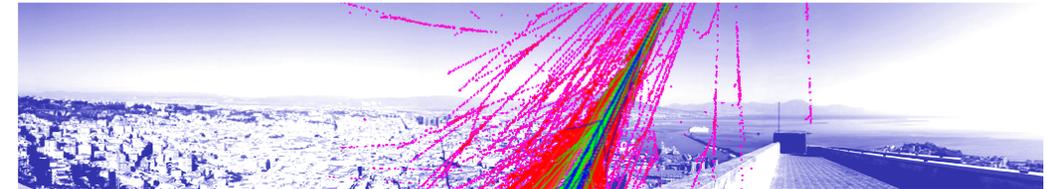
ST07EE
0100000120080200602200A0160100
00400402401001200800A006006005
ST07EF
000002004004008008010000000000
000001001001001002002002002002
ST07F1
00100200400400C010010020040000
0400480400400C0080180100100000
ST07F2
000000010010020020040040000000
0002003000C0020008004002000000
ST07F3
000002002002002002004000000000
000040020020010008004002001000
ST07F4
008208104100080040040000000000
022022001001008008004004000000
ST07F5
01A01F0C70BF0BF2AF17717F017287
2C203715F27F23F17E3EE3FA3D83E8
ST07F6
000000020020060100300000000000
200200304200200300100000000000
ST07F7
000060010010010008004000002000
300380140040020010008004004002
ST07F8
    
```

N. ev.	Ora	Angolo θ	Angolo ϕ
ST07EE	10:46:58	18.7	-23.05
ST07EF	10:47:21	-7.24	-18.31
ST07F1	10:48:33	-14.77	-22.21
ST07F2	10:48:57	39.98	-15.95
ST07F3	10:49:41	26.56	-10.79
ST07F4	10:50:05	26.56	-37.67
ST07F5	10:50:23	-25.69	-37.67
ST07F6	10:50:52	-25.69	-33.77
ST07F7	10:52:10	26.85	20.1
ST07F8	10:53:05	-42.18	25.33
ST07F9	10:53:29	-45.46	-35.18
ST07FA	10:53:53	28.14	41.24
ST0805	11:02:18	7.84	-13.4
ST0806	11:02:42	40.1	-12.88
ST0807	11:03:06	21.77	25.05
ST0808	11:03:30	25.38	-12.88
ST0809	11:03:53	29.74	37.35
ST080A	11:04:35	26.94	11.68
ST080B	11:04:59	6.98	18.64
ST080C	11:06:53	-11.03	29.74
ST080D	11:08:02	8.64	-16.67
ST080E	11:09:44	28.99	-10.79
ST080F	11:10:08	-30.36	-10.79
ST0810	11:10:50	-9.28	10.78
ST0811	11:11:17	15	17.95
ST0812	11:12:00	-45.34	-26.2
ST0813	11:14:04	-45.34	42.87
ST0814	11:14:23	32.72	-11.27
ST0815	11:14:47	16.98	-13.99
ST0816	11:15:11	12.04	-18.11
ST0817	11:17:50	40.33	-21.77
ST0818	11:18:33	40.33	23.6
ST0819	11:18:51	27.91	-31.58
ST081A	11:19:58	-10.57	-16.95
ST081B	11:20:22	-10.79	37.09
ST081C	11:20:46	11.89	-30.13
ST081D	11:23:24	-10.26	-13.99

All'arrivo di un evento il computer interno del totem decodifica la sequenza di caratteri esadecimali e ricostruisce l'evento mostrandone le proiezioni x e y e la sua provenienza dallo spazio esterno.

In un secondo file per ogni evento registra il numero identificativo, l'ora e gli angoli x-z e y-z.

ST00A3 - Data evento: mer 20 lug 2016, 12.18.56, CEST
 Numero eventi registrati fin dal 13/07/2016: 426



Dati disponibili sulla pagina web www.na.infn.it

Dati telescopio

ST07EE
0100000120080200602200A0160100
00400402401001200800A006006005
ST07EF
000002004004008008010000000000
000001001001001002002002002002
ST07F1
00100200400400C010010020040000
0400480400400C0080180100100000
ST07F2
000000010010020020040040000000
0002003000C0020008004002000000
ST07F3
000002002002002002004000000000
000040020020010008004002001000
ST07F4
008208104100080040040000000000
022022001001008008004004000000
ST07F5
01A01F0C70BF0BF2AF17717F017287
2C203715F27F23F17E3EE3FA3D83E8
ST07F6
000000020020060100300000000000
200200304200200300100000000000
ST07F7
000060010010010008004000002000
300380140040020010008004004002
ST07F8

N. ev.	Ora	Angolo θ	Angolo ϕ
ST07EE	10:46:58	18.7	-23.05
ST07EF	10:47:21	-7.24	-18.31
ST07F1	10:48:33	-14.77	-22.21
ST07F2	10:48:57	39.98	-15.95
ST07F3	10:49:41	26.56	-10.79
ST07F4	10:50:05	26.56	-37.67
ST07F5	10:50:23	-25.69	-37.67
ST07F6	10:50:52	-25.69	-33.77
ST07F7	10:52:10	26.85	20.1
ST07F8	10:53:05	-42.18	25.33
ST07F9	10:53:29	-45.46	-35.18
ST07FA	10:53:53	28.14	41.24
ST0805	11:02:18	7.84	-13.4
ST0806	11:02:42	40.1	-12.88
ST0807	11:03:06	21.77	25.05
ST0808	11:03:30	25.38	-12.88
ST0809	11:03:53	29.74	37.35
ST080A	11:04:35	26.94	11.68
ST080B	11:04:59	6.98	18.64
ST080C	11:06:53	-11.03	29.74
ST080D	11:08:02	8.64	-16.67
ST080E	11:09:44	28.99	-10.79
ST080F	11:10:08	-30.36	-10.79
ST0810	11:10:50	-9.28	10.78
ST0811	11:11:17	15	17.95
ST0812	11:12:00	-45.34	-26.2
ST0813	11:14:04	-45.34	42.87
ST0814	11:14:23	32.72	-11.27
ST0815	11:14:47	16.98	-13.99
ST0816	11:15:11	12.04	-18.11
ST0817	11:17:50	40.33	-21.77
ST0818	11:18:33	40.33	23.6
ST0819	11:18:51	27.91	-31.58
ST081A	11:19:58	-10.57	-16.95
ST081B	11:20:22	-10.79	37.09
ST081C	11:20:46	11.89	-30.13
ST081D	11:23:24	-10.26	-13.99

Ogni giorno, grazie a un collegamento di trasmissione dati via internet, i dati così registrati vengono trasmessi a un computer dedicato della Sezione INFN di Napoli, in un'area accessibile via web all'indirizzo:

<http://www.na.infn.it/a-scuola-di-astroparticelle>

Da quest'area gli utenti autorizzati possono prelevare i dati e utilizzarli per ricerche collaterali.

Questi sono dati di un reale esperimento che vengono messi a disposizione di coloro che vogliono approfondire le problematiche della fisica delle astroparticelle.

E' una iniziativa UNICA nel suo genere, ideata per la diffusione della cultura scientifica.

Il nostro target: le scuole secondarie del territorio



La disponibilità dei dati del telescopio elaborati dal totem apre interessanti e uniche possibilità di comunicazione scientifica e di diffusione della cultura nelle scuole secondarie del territorio.

Alle scuole che desiderano partecipare verrà consentito l'accesso alla banca dati del telescopio e gli studenti potranno accedere ai dati di un vero esperimento.

Allo stesso tempo ricercatori dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare e del Dipartimento di Fisica di Napoli saranno a disposizione dei partecipanti come tutor esterni: sia per introdurre le tematiche scientifiche che per assistere studenti e docenti nelle attività prescelte.

Learning by Doing

«Imparare facendo» è il modo migliore per coinvolgere i giovani in attività di conoscenza complementari al piano didattico prestabilito: essi si sentono protagonisti diretti e si impegnano fortemente nel conseguire obiettivi da loro stessi identificati e perseguiti.

Possibili attività nelle scuole partecipanti: il calcolo

Utilizzo diretto dei dati

Lettura dei dati e programma di ricostruzione eventi

Distribuzioni angolari

Distribuzioni temporali

Diagnostica del telescopio

Distribuzioni di provenienza dallo spazio

Radiografia muonica della stazione di Toledo

.....

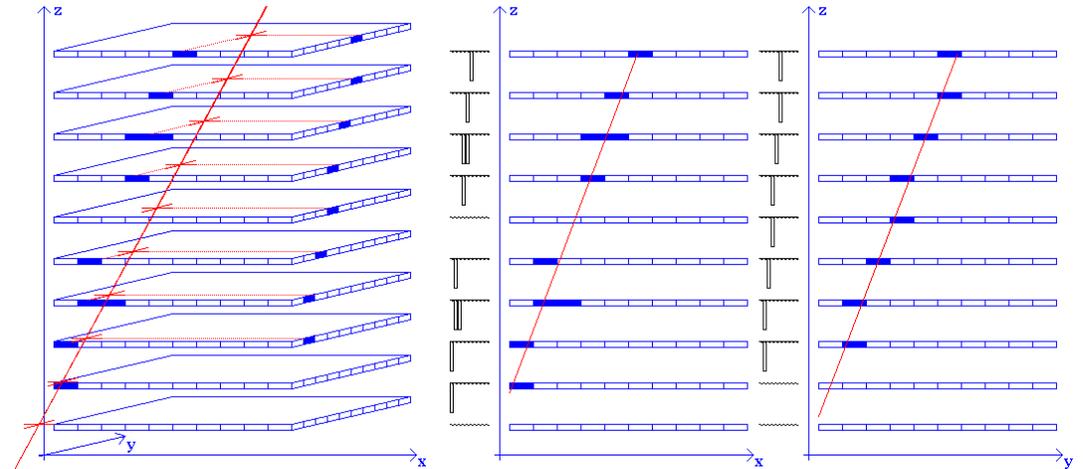
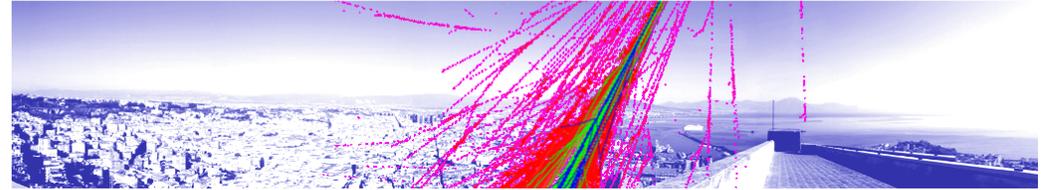
.....

Correlazioni con fenomeni atmosferici

Variazione flusso con eclittica terrestre

ST00A3 - Data evento:
mer 20 lug 2016, 12.18.56, CEST

Numero eventi registrati
fin dal 13/07/2016: 426



La ricostruzione degli eventi dai dati sperimentali accumulati può coprire un largo spettro di attività.

Induce lo studente a imparare

- la logica binaria ed esadecimale
- trattare i dati con strumenti di calcolo idonei
- tracciare grafici e interpretare i risultati ottenuti

E' quanto di più simile al lavoro e alla formazione di base di un ricercatore.

Possibili attività nelle scuole partecipanti: gli strumenti

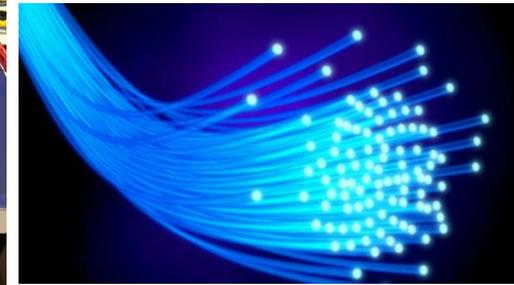
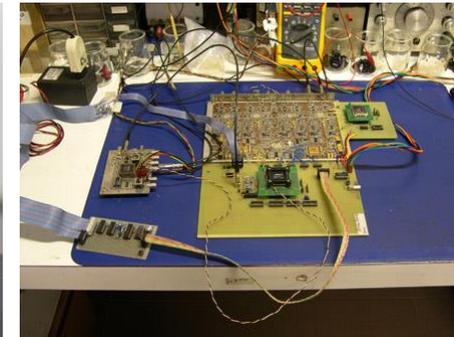
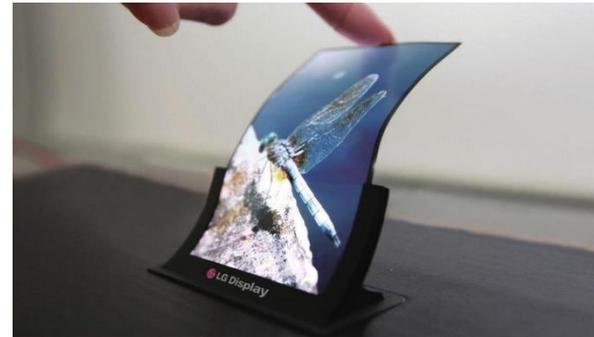
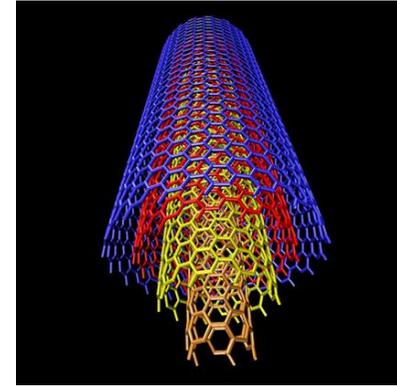
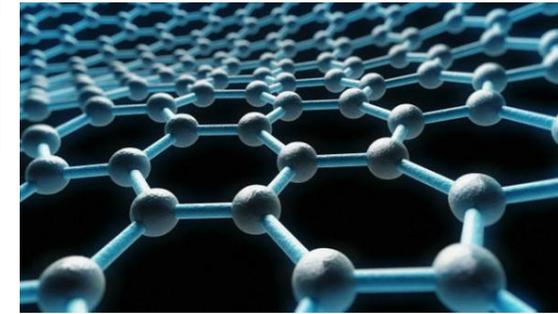
Attività Strumentali

Rivelatori di particelle
Fotorivelatori
Elettronica per rivelatori

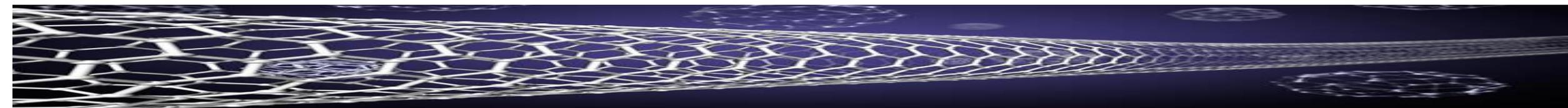
Le nuove frontiere della nanotecnologia:
Nanotubi di carbonio
Graphene
Quantum dots

.....

Facciamo un esperimento: costruzione di un mini-telescopio per la rivelazione dei raggi cosmici



La palestra del vero ricercatore: conoscenza della strumentazione e capacità di ideare sempre nuovi rivelatori e nuova elettronica per leggere sempre nuovi e più sofisticati strumenti. Passare la barriera della limitazione dei sensi umani per scoprire il mondo dell'infinitamente grande e incamminarsi verso il mondo dell'infinitamente piccolo.... Il solo limite è la fantasia.



Possibili attività nelle scuole partecipanti: la fisica

Seminari e approfondimenti di Fisica

Studio della radiazione cosmica

Origine e spettro energetico dei raggi cosmici

Collassi stellari

Esperimenti in corso sulla superficie terrestre

Esperimenti in corso underground

Esperimenti in corso nello spazio

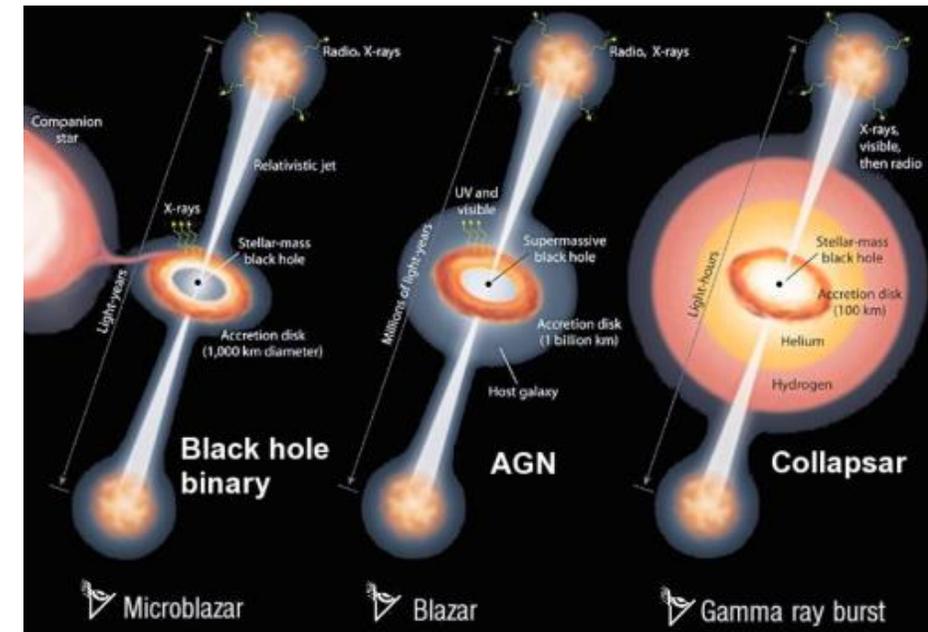
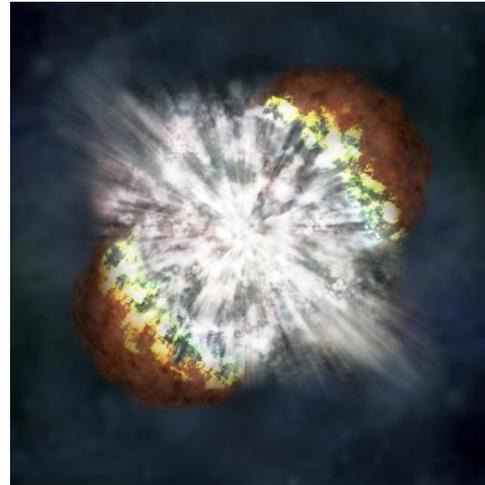
Esperimenti sottomarini

Onde gravitazionali

Energia oscura

Materia oscura

Neutrino Astronomy

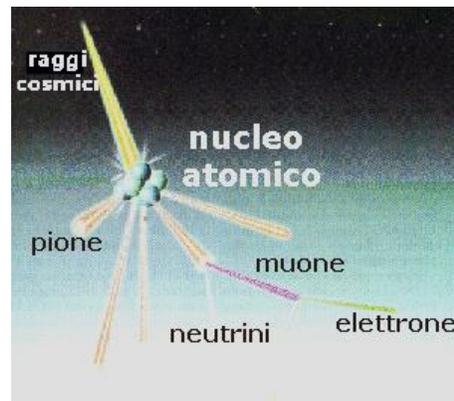


L'Universo conosciuto non finisce mai di stupirci e ci mostra di volta in volta aspetti nuovi, affascinanti e meravigliosi della sua infinita complessità.

Il pensiero umano si è sempre interrogato sull'origine del mondo che ci circonda e ancora oggi non sappiamo dare risposte precise né a cosa è stato prima né a cosa sarà dopo.

Capitoli di fisica e di conoscenza affascinanti e coinvolgenti possono essere studiati e approfonditi dagli studenti sotto la guida dei loro docenti e dei nostri tutor che conducono queste ricerche in prima persona.

Possibili attività nelle scuole partecipanti: l'influenza sull'evoluzione biologica



Radioattività ambientale

La radioattività naturale

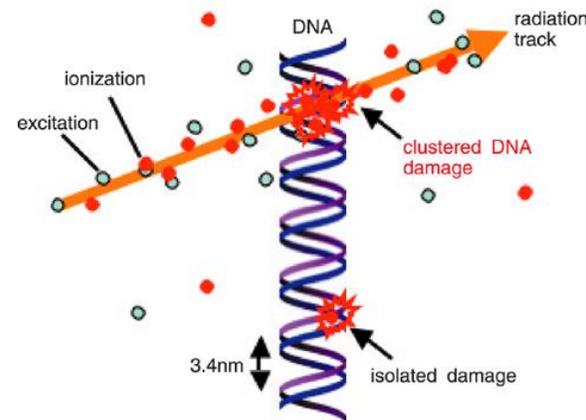
La radioattività artificiale

Le radiazioni ionizzanti

Interazione radiazione-materia

I rivelatori di radiazione

Effetti biologici delle radiazioni ionizzanti



La radioattività naturale permea il nostro ambiente e condiziona l'evoluzione biologica degli esseri.

Un ruolo importante viene svolto dai raggi cosmici che sono costituiti da sciami di particelle ionizzanti e altamente penetranti.

L'interazione di tali particelle con le cellule organiche e con il DNA può portare a mutazioni e alterazioni che condizionano il futuro dei costituenti organici fondamentali.

Possibili attività di approfondimento

Cosmologia

Origine dell'Universo

Evoluzione e fine dell'Universo

Materia oscura

Energia oscura

WIMPS

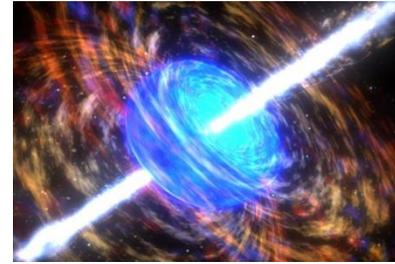
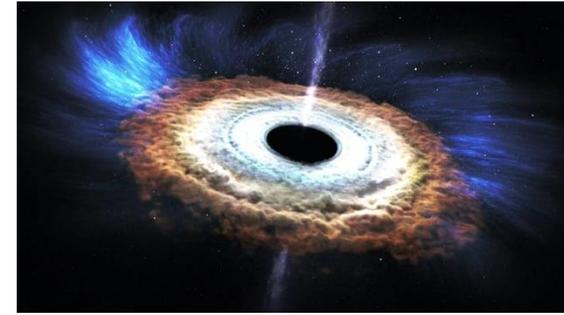
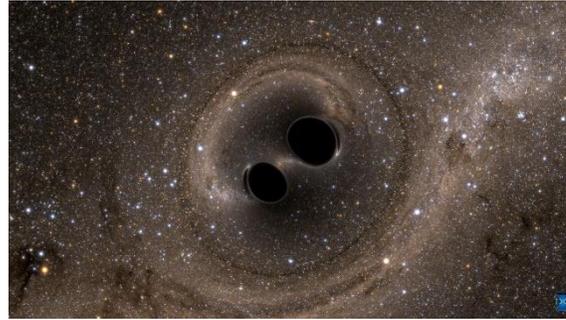
.....

L'osservazione dell'Universo

Dai filosofi greci agli astrofisici

.....

Scienza e fede nel pensiero umano





Istituto Nazionale di Fisica Nucleare



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
SEZIONE DI NAPOLI



Laboratori Nazionali del Gran Sasso

Dipartimento di Scienze Fisiche
Università di Napoli "Federico II"



azienda napoletana mobilità s.p.a.

Rotary



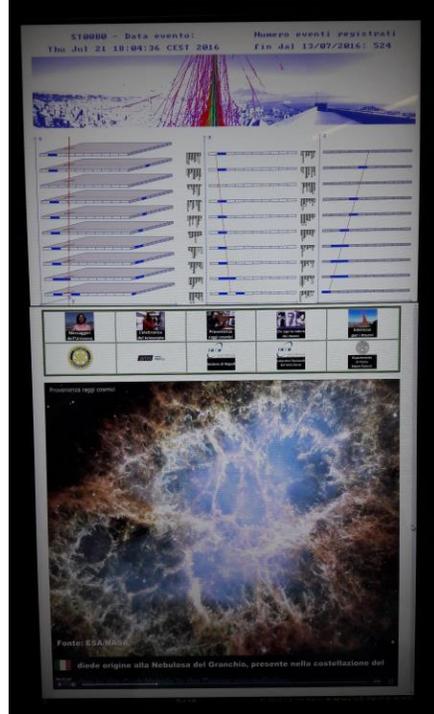
Concorso-mostra di diffusione della conoscenza scientifica

- ✓ Partecipazione diretta degli studenti con seminari ed esercitazioni pratiche;
- ✓ Realizzazione mostra pubblica dei lavori;
- ✓ Premiazione ufficiale pubblica;
- ✓ Premi per visite presso i LNGS: open day

Bando di concorso

“A scuola di Astroparticelle”

(Con il patrocinio del MIUR e della USR Regione Campania - da confermare)



Bando e modalità di concorso (*Learning by doing*)

Domanda di partecipazione al concorso:
"A scuola di Astroparticelle"

Da inviare all'indirizzo di posta PEC della Sezione INFN di Napoli: napoli@pec.infn.it - Nel campo oggetto della mail specificare: Att.ne Dr.sa Carla Aramo

Le Scuole della Regione Campania che intendono partecipare al concorso e/o attivare un percorso di Alternanza Scuola-Lavoro devono fare pervenire all'INFN entro il 20 novembre 2016 tramite PEC una domanda di partecipazione contenente le seguenti informazioni:

- Nome, tipologia e indirizzo completo della Scuola;
- Elenco dei progetti proposti;
- Elenco dei docenti referenti dei progetti completo dei loro recapiti telefonici e indirizzi mail;
- Studenti partecipanti ad ogni progetto;
- Per ogni progetto una breve relazione di massimo due pagine nella quale viene spiegato il progetto che si vuole realizzare, le sue finalità e l'importanza didattica che gli viene attribuito.

Una commissione di esperti dell'INFN valuterà le richieste pervenute, contattando eventualmente i referenti dei progetti, e stilerà una graduatoria sulla base del significato didattico-scientifico della proposta, sul ruolo e impegno dei docenti e sull'importanza dell'argomento prescelto. Ad ogni gruppo ammesso a partecipare sarà assegnato un tutor INFN che curerà la formazione scientifica dei gruppi, la trasmissione e l'utilizzo dei dati del telescopio e di ogni altro necessario supporto didattico-scientifico. Egli inoltre terrà a richiesta dei seminari introduttivi e curerà ogni esigenza di spazio espositivo, strumentazione, sistemazione e documentazione dei lavori presentati.

Le richieste di Alternanza Scuola-Lavoro saranno valutate in base al tipo di attività proposta.



Bando di concorso

"A scuola di Astroparticelle"

(Con il patrocinio del MIUR e della USR Regione Campania - da confermare)

Possibilità di aprire progetti di Alternanza Scuola Lavoro

Apertura termini partecipazione: [ORA](#)

Mostra lavori presso Complesso Universitario di Monte Sant'Angelo: [INIZIO MAGGIO 2017](#)

Open Day presso i Laboratori Sotterranei del Gran Sasso: [30 maggio 2017](#)

Conclusioni

- **L'installazione del totem multimediale e il suo collegamento al telescopio per raggi cosmici della Stazione metropolitana di Toledo apre nuove prospettive di comunicazione e diffusione della cultura scientifica sia verso il pubblico che visita l'installazione sia soprattutto verso gli studenti delle scuole secondarie del territorio.**
- **La disponibilità di dati acquisiti utilizzando una vera installazione sperimentale permette agli studenti di analizzare essi stessi i dati e imparare le tecniche di analisi e di rappresentazione grafica degli eventi.**
- **La fisica ad essi correlata spazia dalle origini dell'universo alla sua evoluzione, ai complessi meccanismi di nascita, crescita e morte delle stelle, fino all'enigma della materia oscura e della massa mancante all'Universo.**
- **La tecnologia che ha permesso la realizzazione di questi strumenti di osservazione e la relativa elettronica di lettura sono quanto di più nuovo e all'avanguardia in questo momento. Alle tecniche di rivelazione consolidate si accoppiano comunque nuove ricerche di sempre nuovi e più complessi rivelatori, fino alle moderne ricerche di nanotecnologie applicate che vedono la Sezione INFN di Napoli all'avanguardia in Italia.**
- **Tutto questo noi intendiamo mettere a disposizione del pubblico e degli studenti affinché prendano coscienza dell'evoluzione della conoscenza scientifica e della sua importanza per la comprensione del mondo in cui viviamo.**

Grazie della vostra attenzione!

Carla Aramo

QUANDO PENSI DI AVERE TUTTE
LE RISPOSTE, LA VITA TI
CAMBIA TUTTE LE DOMANDE..

