

Introduzione alle attività dei Laboratori Nazionali di Frascati dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

A cura di L.Benussi, P. Gianotti, G.Mazzitelli, C. Petrascu, B.Sciascia
con il supporto del Servizio Informazione Scientifica.



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

L'INFN

- promuove, coordina ed effettua la ricerca scientifica nel campo della fisica sub-nucleare, nucleare e astroparticellare,
- nonché la ricerca e lo sviluppo tecnologico necessari alle attività in tali settori,
- in stretta connessione con l'Università
- e nel contesto della collaborazione e del confronto internazionale.

1951

4 Sezioni universitarie
Milano, Torino, Padova, e Roma

1957

Laboratori Nazionali di
Frascati



Frascati



Gran Sasso



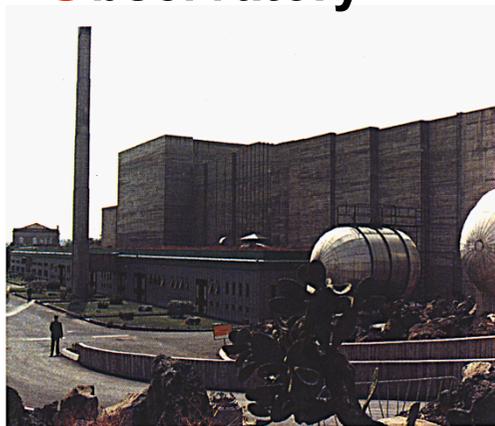
Legnaro



19 Sezioni
11 Gruppi collegati
4 Laboratori Nazionali



VIRGO-EGO
European
Gravitational
Observatory

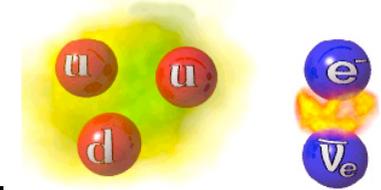


Laboratori del Sud (Catania)

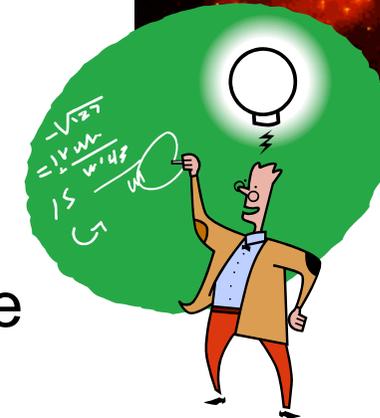
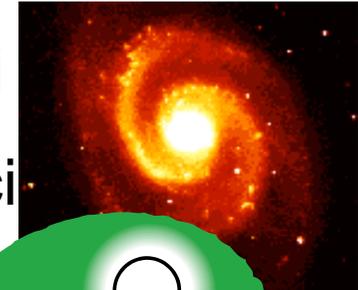


Che cosa si fa ai Laboratori Nazionali di Frascati?

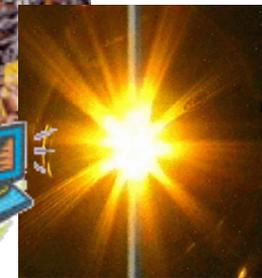
Ricerca fondamentale



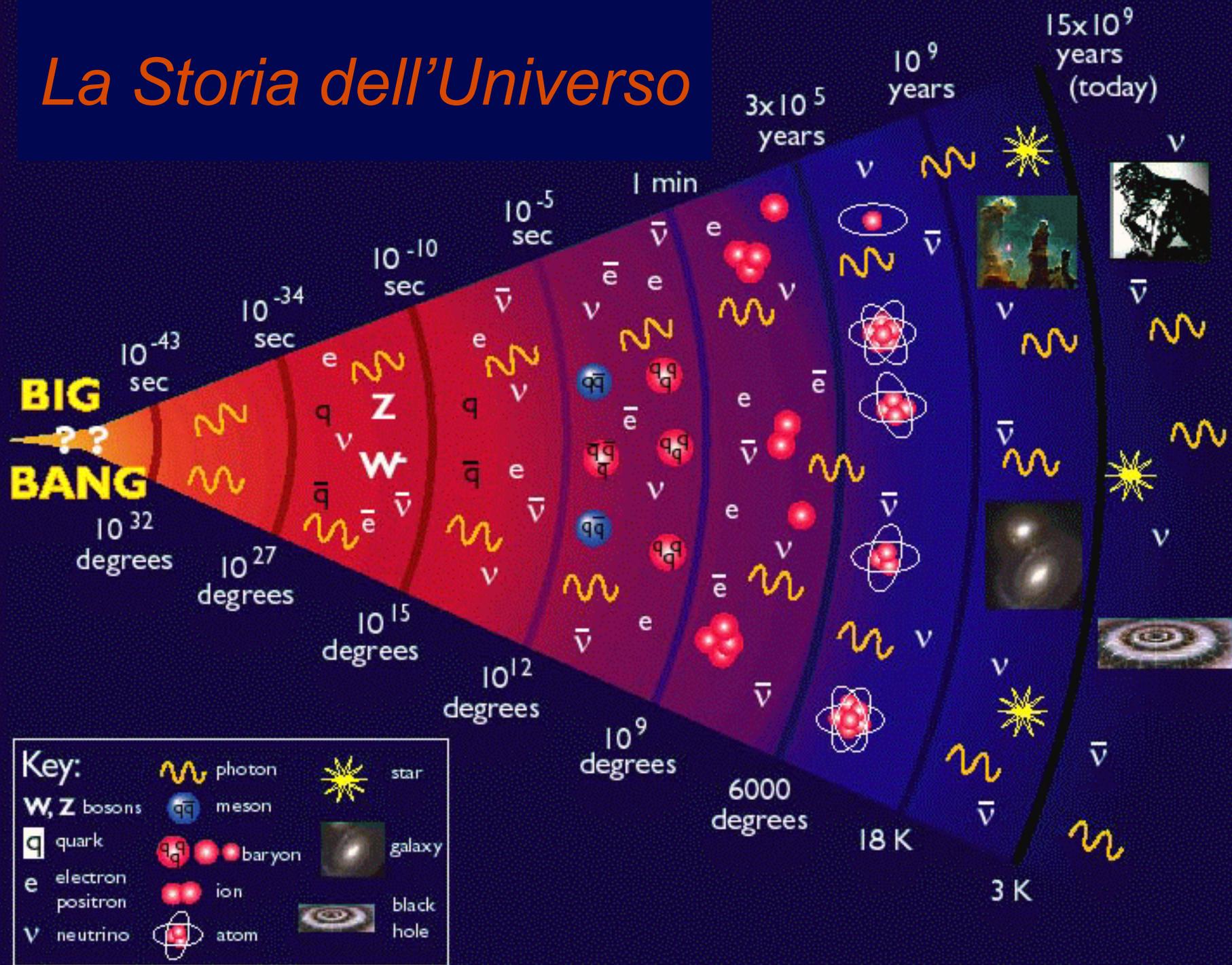
- Studi sulla struttura intima della materia
- Ricerca di onde gravitazionali
- Elaborazione di modelli teorici



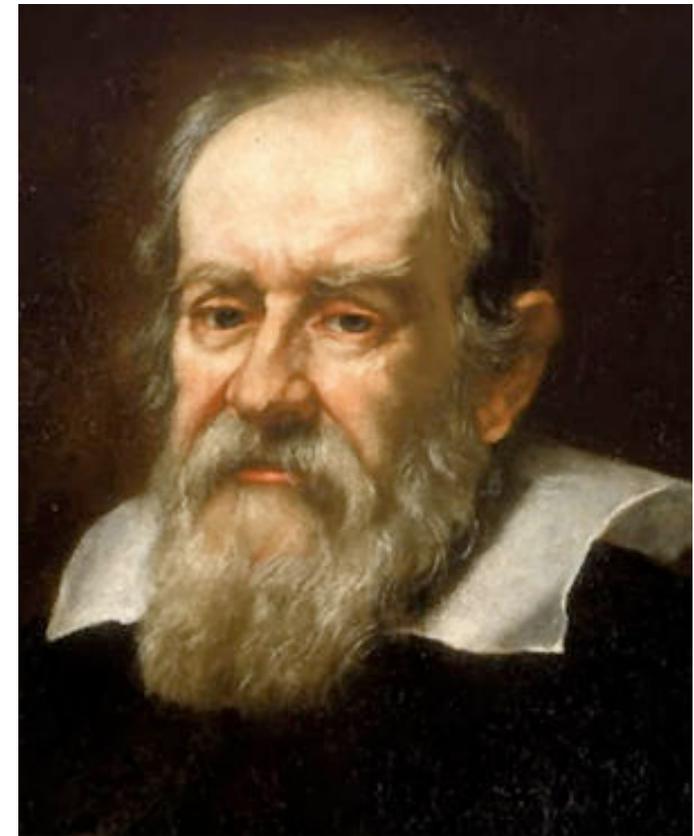
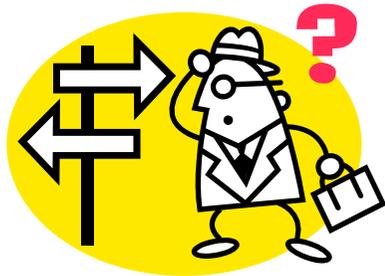
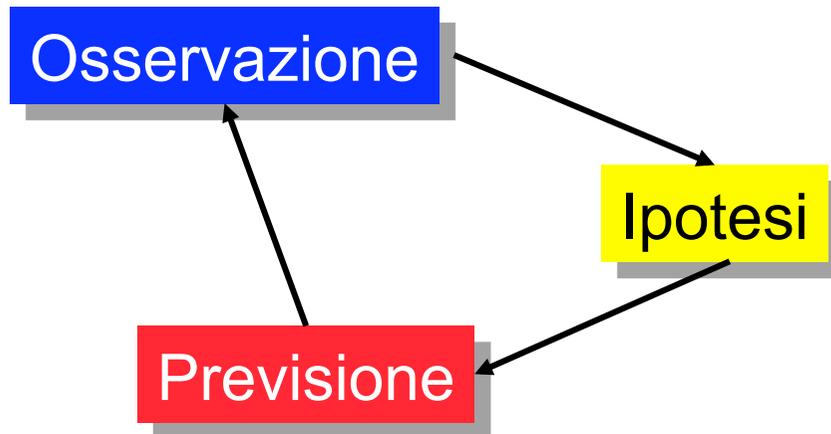
- Sviluppo e costruzione di rivelatori di particelle
- Studio e sviluppo di tecniche acceleratrici
- Studi di materiali e ricerche bio-mediche con luce di sincrotrone
- Sviluppo e supporto di sistemi di calcolo e reti



La Storia dell'Universo



Il metodo scientifico...

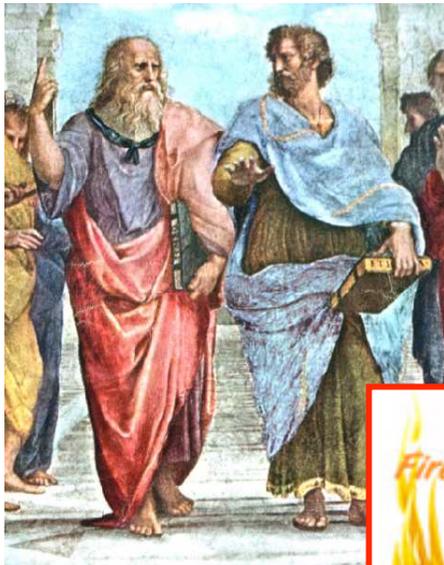


1564-1642

Galileo è il primo ad introdurre formalmente il metodo scientifico

Com'è fatta la materia

La nostra attuale idea della materia è frutto di secoli di studi...



Gli studiosi dell'antica Grecia credevano che in natura ci fossero 4 elementi

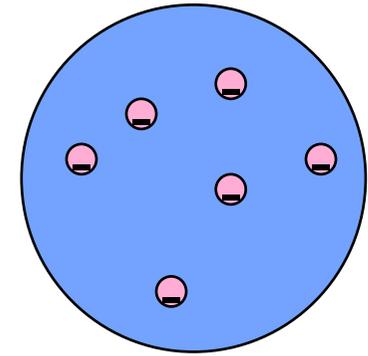


Dalton (1808) elenca, con il loro peso, diversi degli elementi che oggi conosciamo

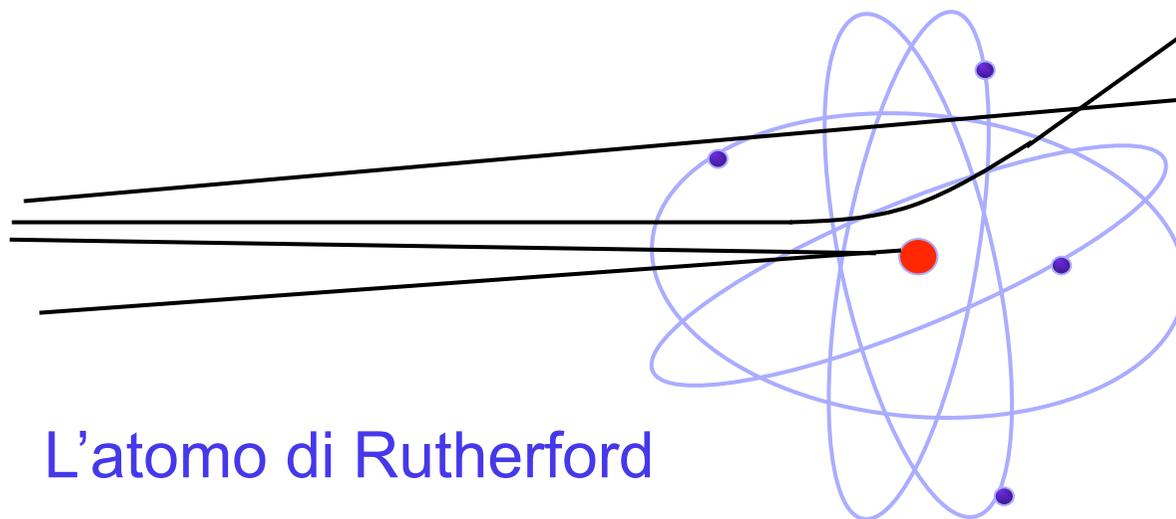
ELEMENTS			
Hydrogen	1	Strontian	46
Azote	5	Barytes	68
Carbon	5	Iron	50
Oxygen	7	Zinc	56
Phosphorus	9	Copper	56
Sulphur	13	Lead	90
Magnesia	20	Silver	190
Lime	24	Gold	190
Soda	28	Platina	190
Potash	42	Mercury	167

Vedere l'invisibile

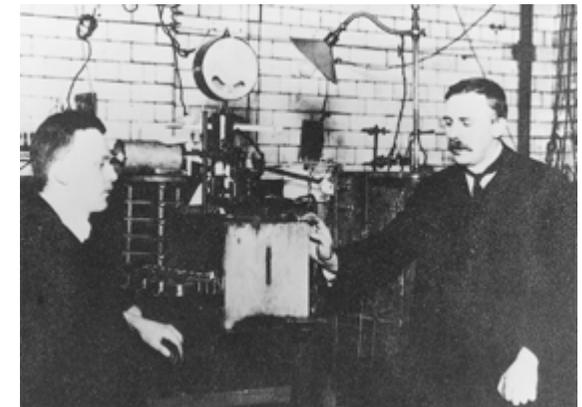
Nel 1898 Thomson formulò l'ipotesi che l'atomo fosse una sorta di palla di carica positiva all'interno della quale erano distribuite le cariche negative: una sorta di modello a “panettone”



Negli anni 1909-1911 Rutherford e i suoi colleghi per testare quest'ipotesi fecero degli esperimenti bombardando una foglia d'oro con particelle alfa

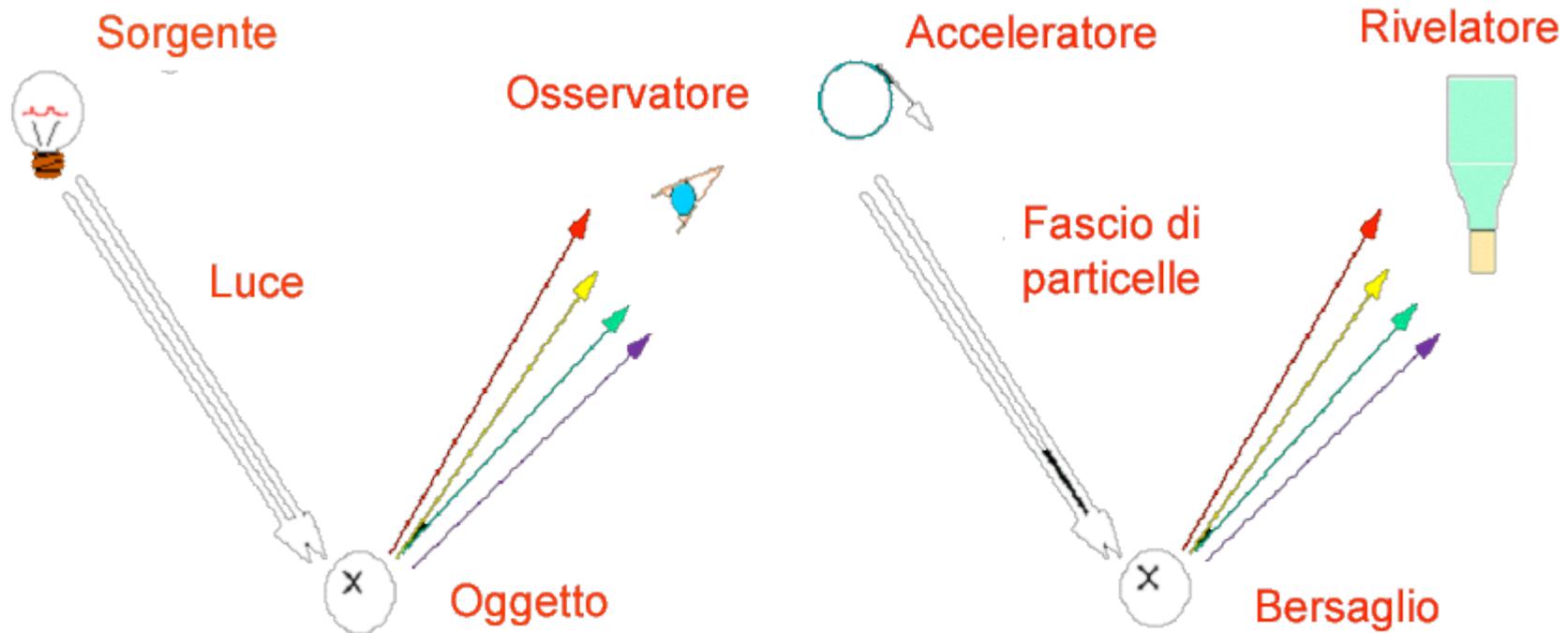


L'atomo di Rutherford



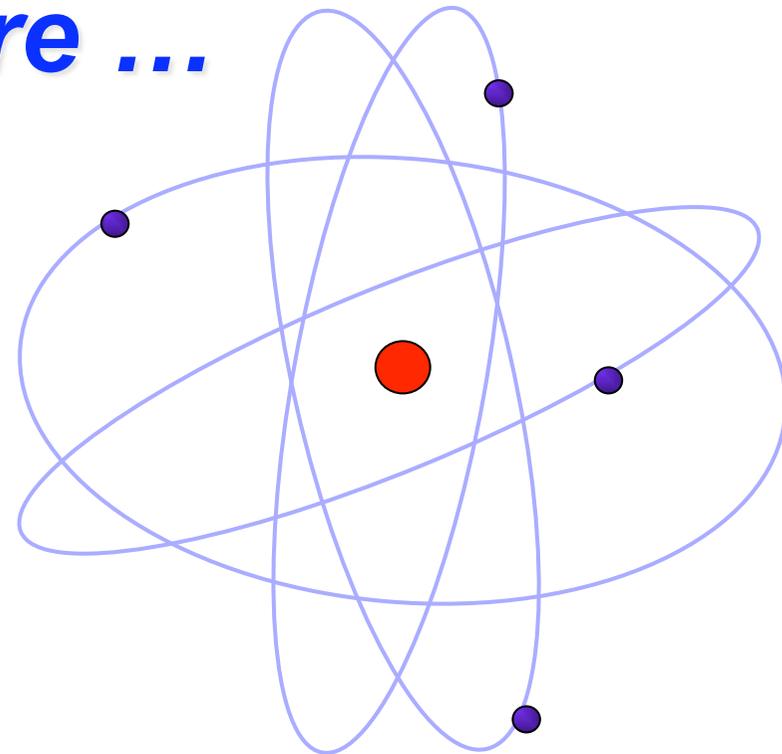
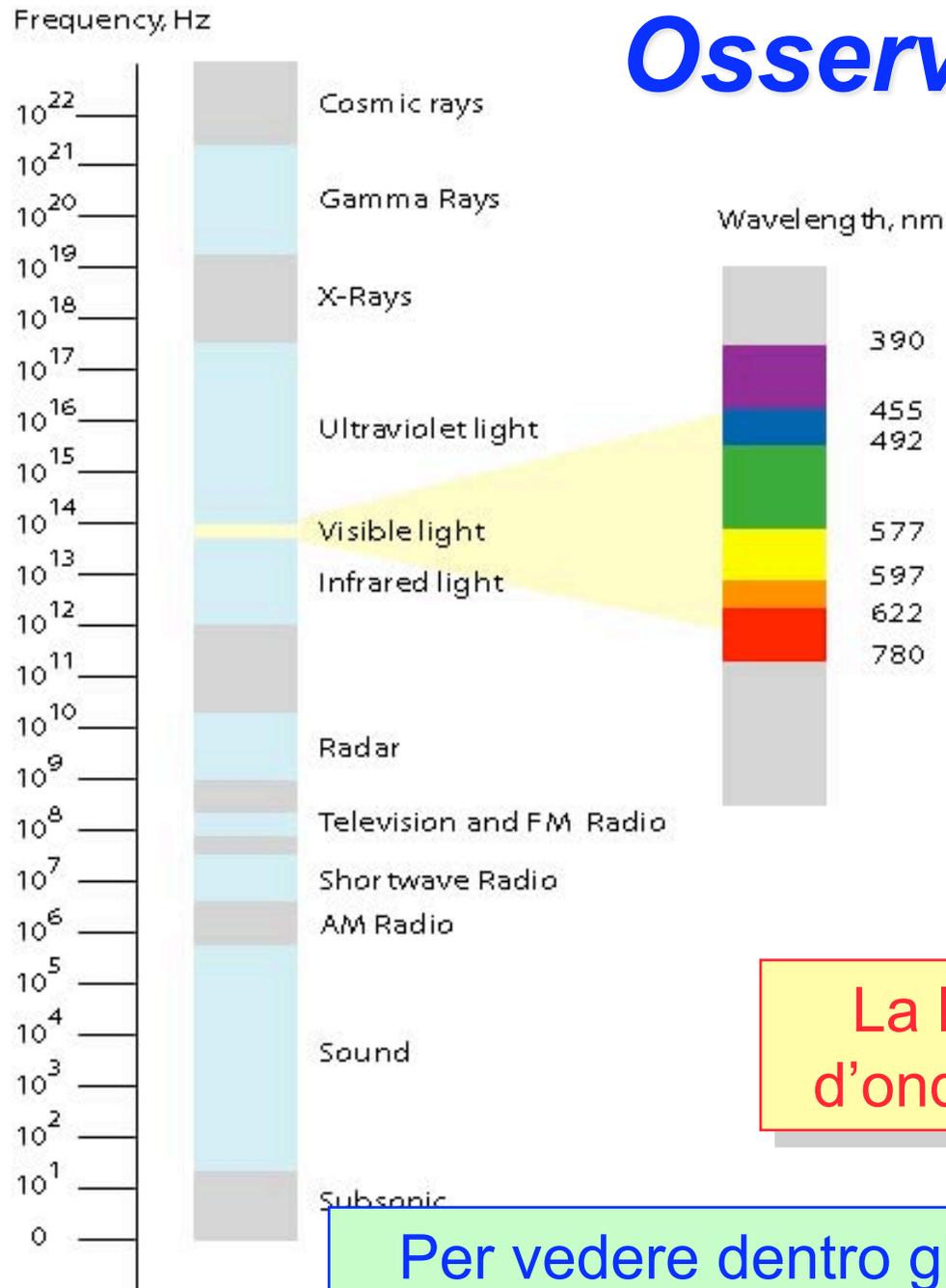
Osservare...

- L'osservazione degli oggetti "macroscopici" è un "esperimento alla Rutherford" fatto con la luce



- Per vedere nel mondo "microscopico" bersaglio e sonda devono avere dimensioni confrontabili

Osservare ...



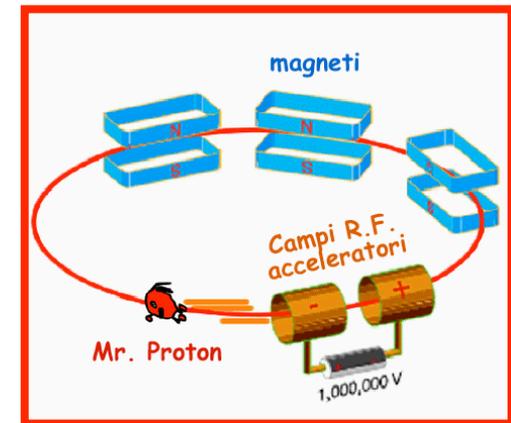
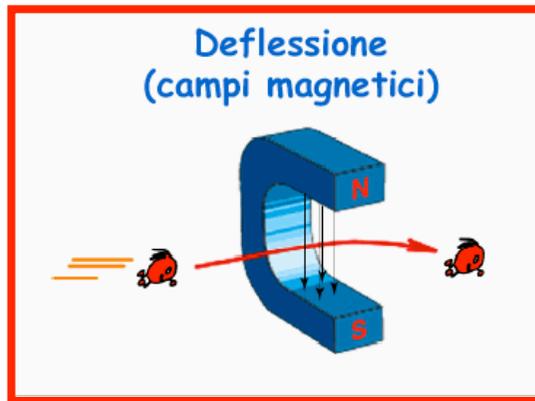
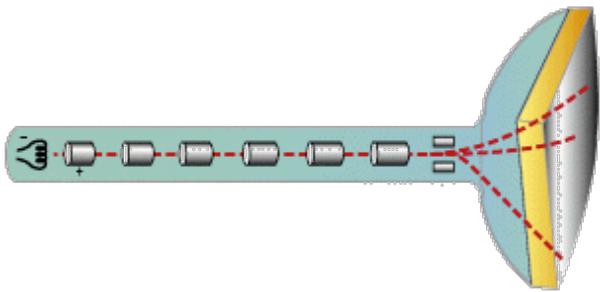
10^{-10} m

La luce visibile ha lunghezze d'onda da 400 a 800 nm (10^{-9} m)

Per vedere dentro gli atomi ci serve qualcos'altro!

Sorgenti di particelle

Rutherford produceva le particelle alfa usando sorgenti radioattive. **Per avere fasci di particelle di diversi tipi e di energia calibrata si costruiscono opportuni strumenti: gli acceleratori**



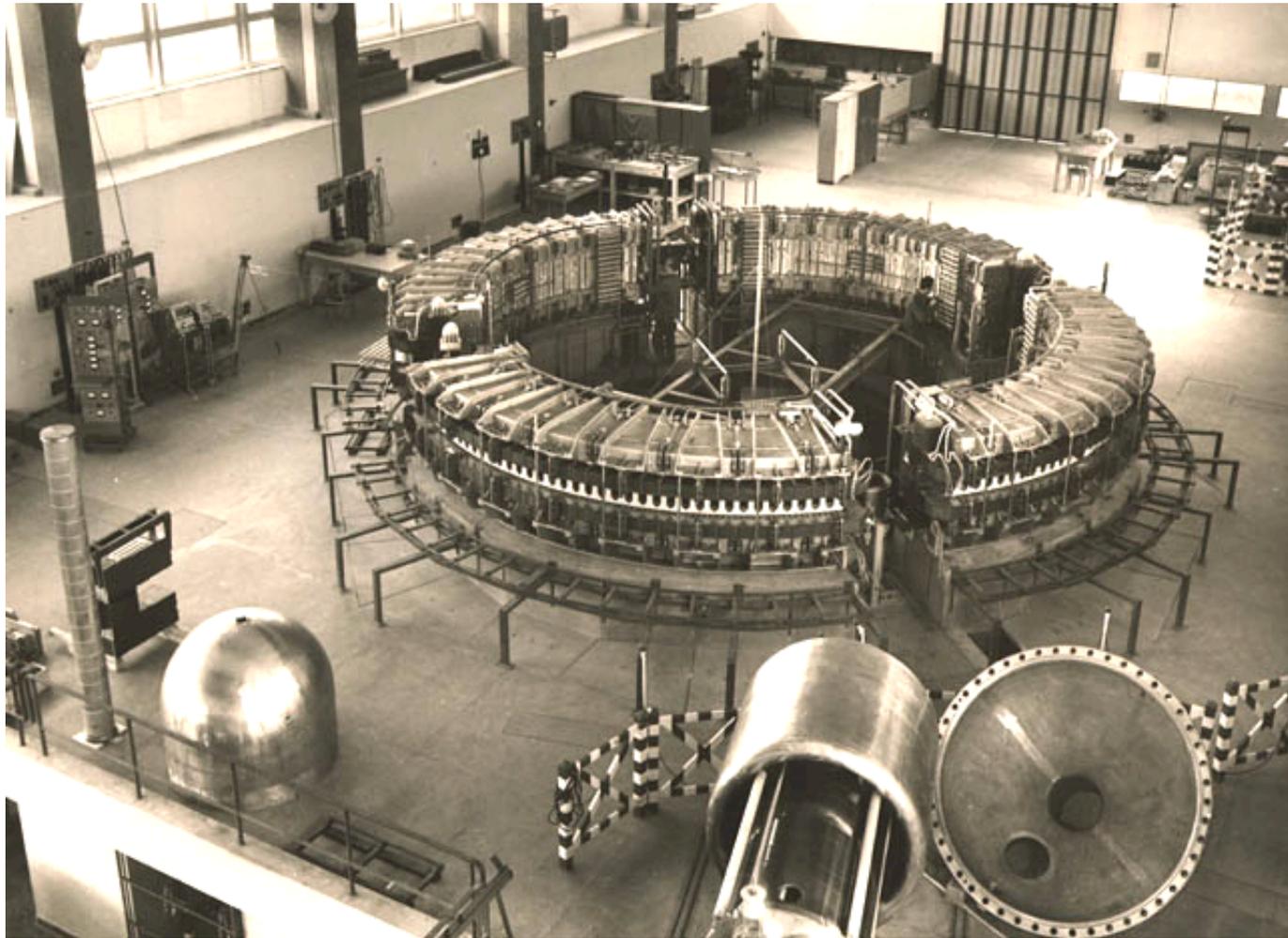
I fasci di particelle hanno origine da una sorgente. L'esempio più semplice è un filamento caldo, come quello di una lampadina



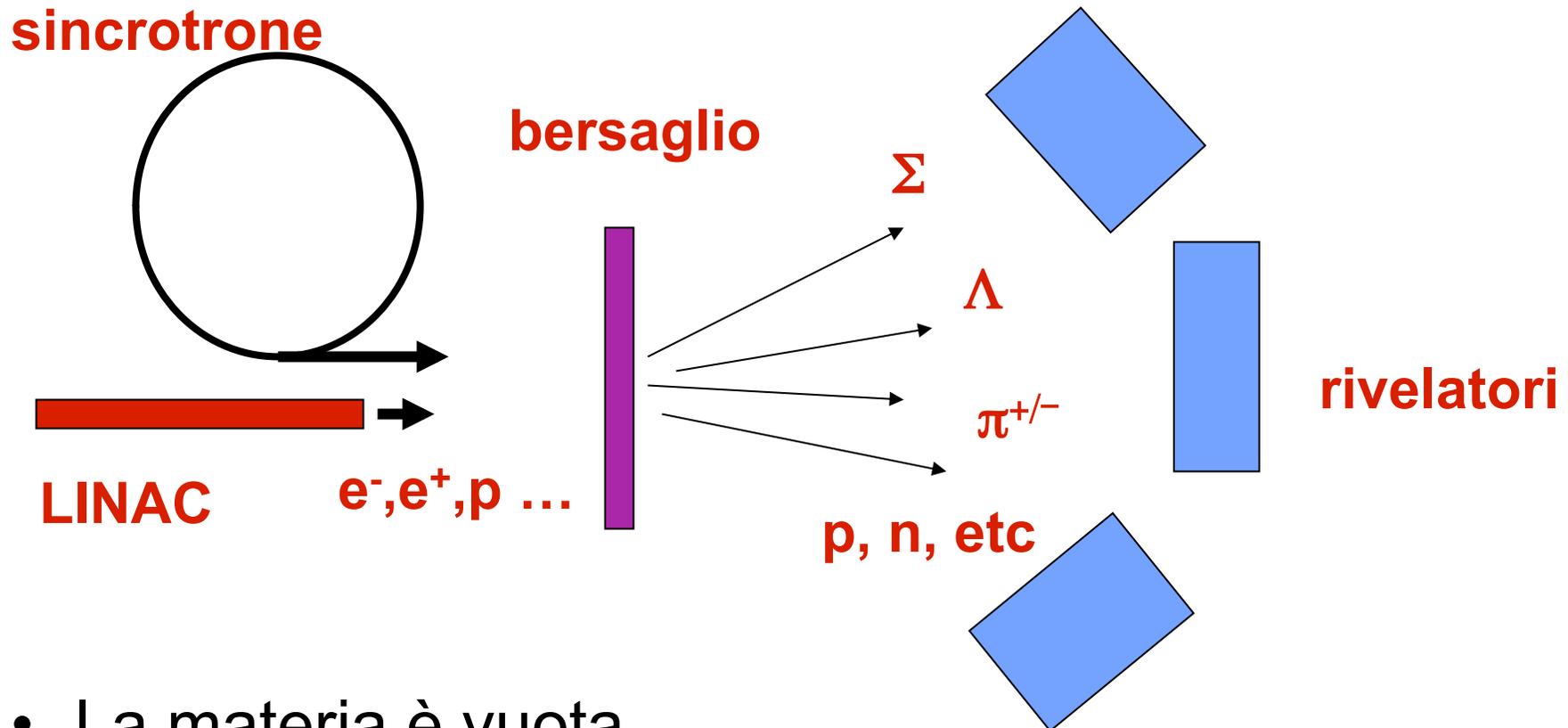
Le particelle acquistano energia uguale alla loro carica moltiplicata per la differenza di potenziale applicata tra gli elettrodi

$$\Delta E = qV$$

L'elettro-sincrotrone di Frascati *1959-1975*

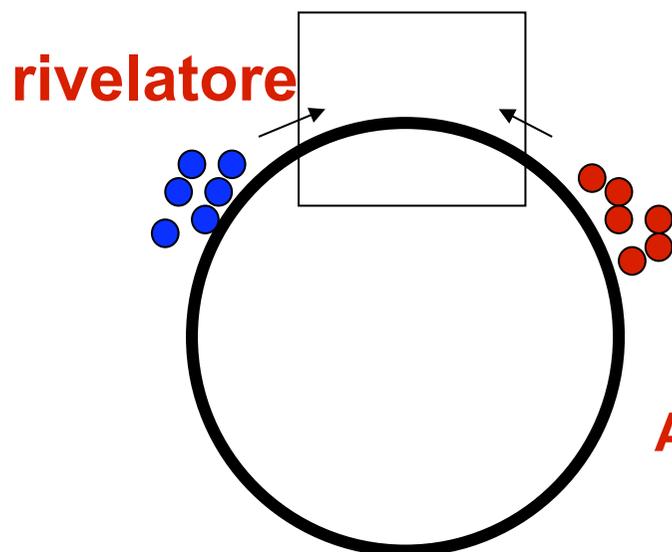


L'osservazione su bersaglio

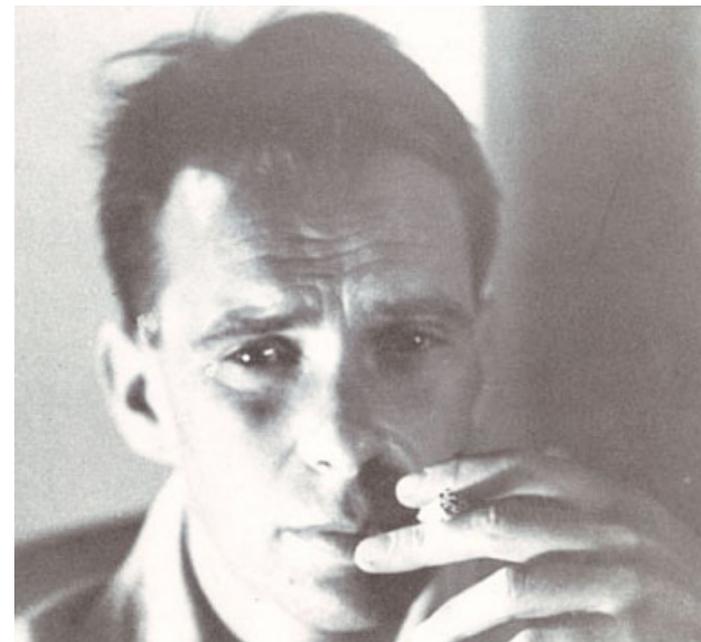


- La materia è vuota
- Ciò che non ha interagito viene perduto
- Limitata energia disponibile
- Il bersaglio è complesso.

Un nuovo approccio: usare fasci collidenti



Anello di Accumulazione



Bruno Touschek,
Frascati, 1960

- Le particelle che non interagiscono, possono essere riutilizzate al giro successivo
- Le particelle circolanti possono essere sia elementari che complesse (come nuclei o atomi).
- Collisione nel centro di massa

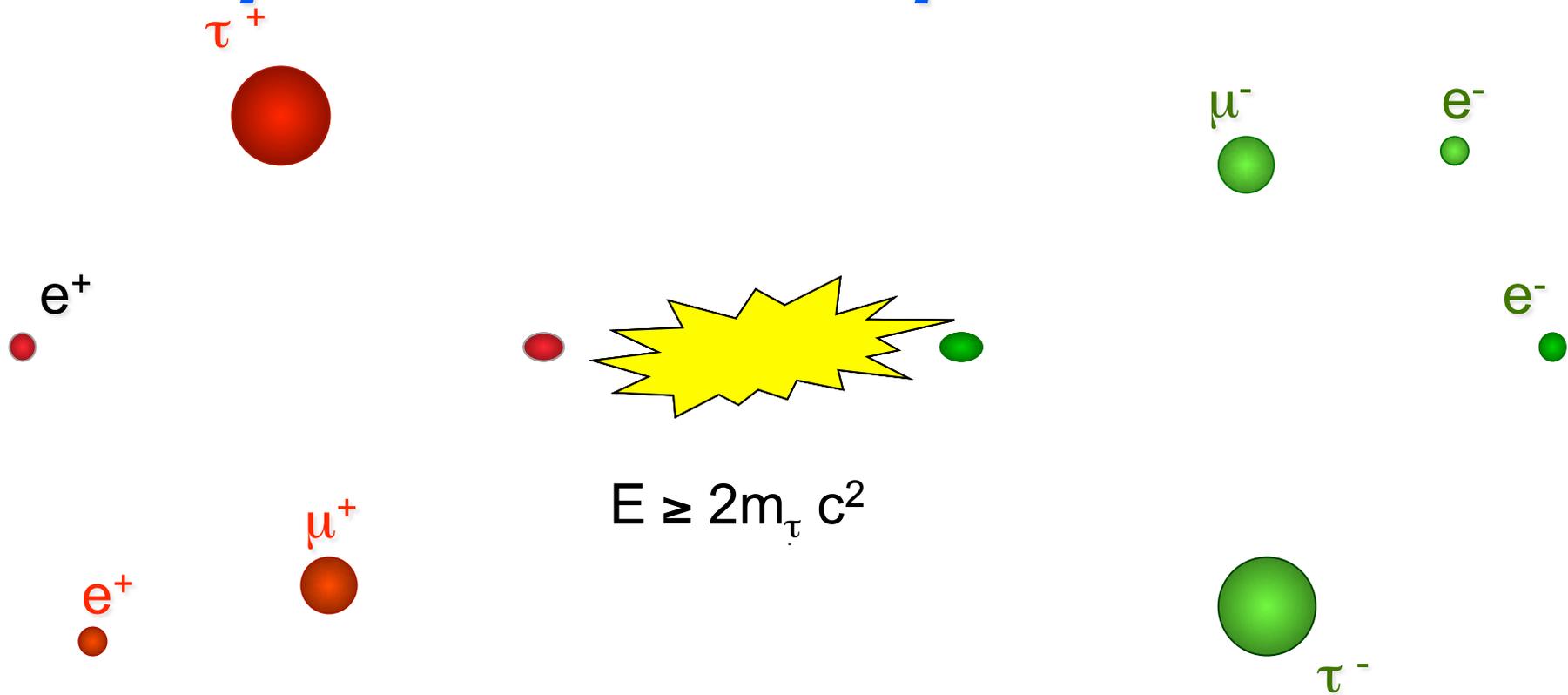
		Available Energy
Fixed Target		29 GeV
	Beam (450 GeV) Target (at rest)	
Colliding Beams		900 GeV
	Beam (450 GeV) Beam (450 GeV)	

I collisori materia-antimateria



LHC al CERN di Ginevra inizio attività 2008

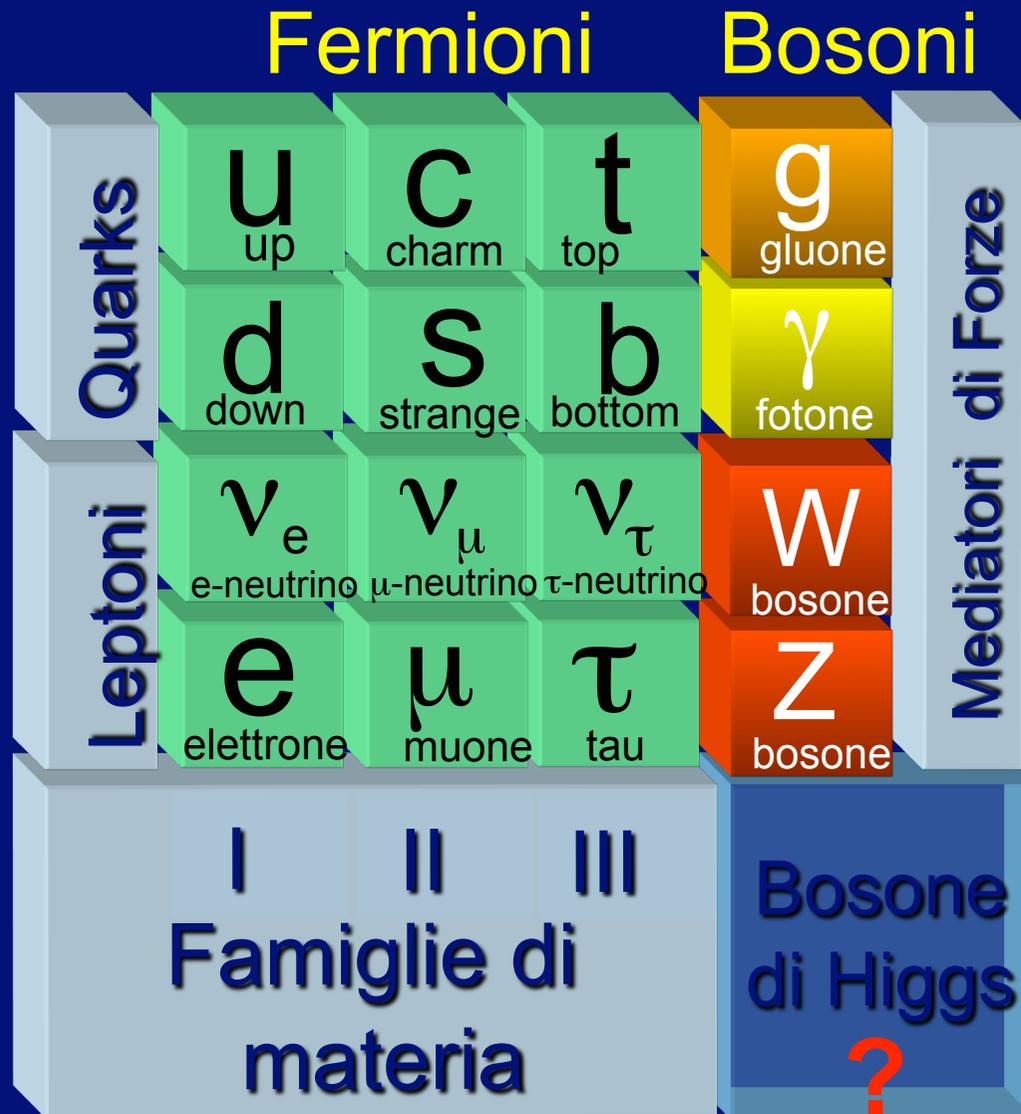
Un passo in piu` : Collisione di particelle e antiparticelle



$$E = m c^2$$

**Maggiore è l'energia,
più e più particelle si possono studiare...**

Il Modello Standard



Gravit 



il
fantasma
dell'opera



Le forze fondamentali



forza	intensità	effetto
Gravitazionale	1	Vi tiene seduti

Debole

10^{29}

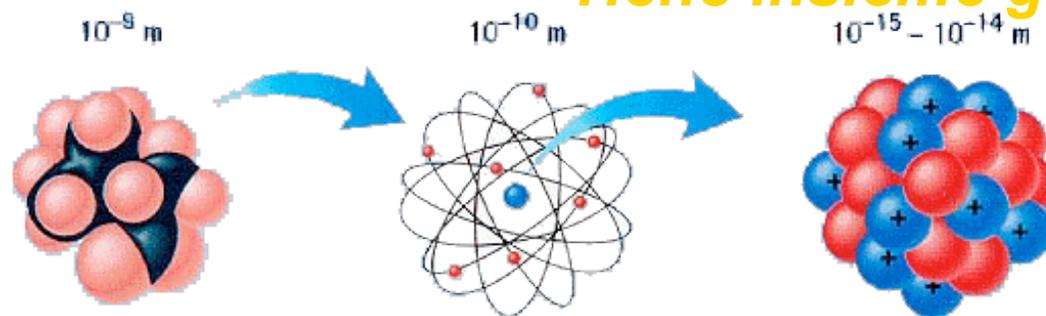
Decadimenti:
 $n \rightarrow p + e^- + \nu$



Elettromagnetica

10^{40}

Tiene insieme gli atomi



Forte

10^{43}

Tiene insieme i nuclei



DAΦNE



Damping ring



Test beam



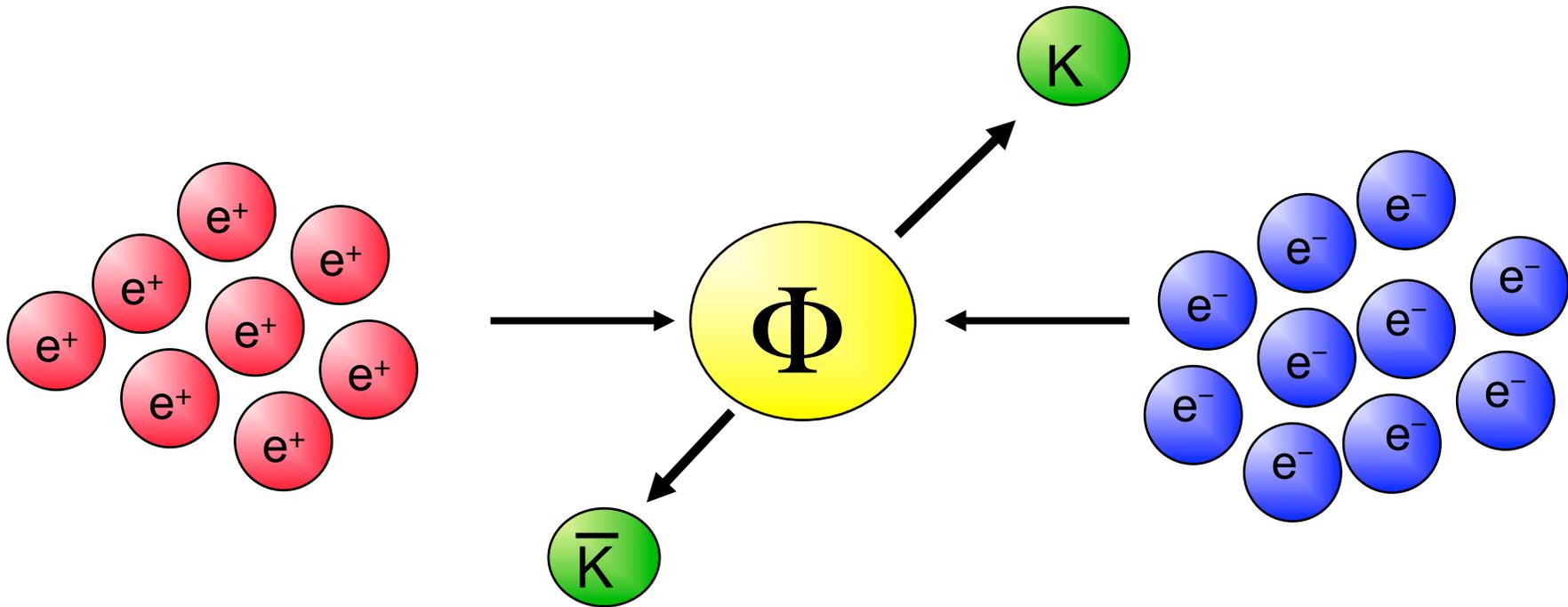
Linac



*DEAR
FINUDA*

La fisica a DAΦNE

Dalle collisioni tra elettroni e positroni può essere prodotto il mesone Φ , che decade immediatamente in altre due particelle, i Kaoni K . I due K possono essere entrambi carichi o neutri.

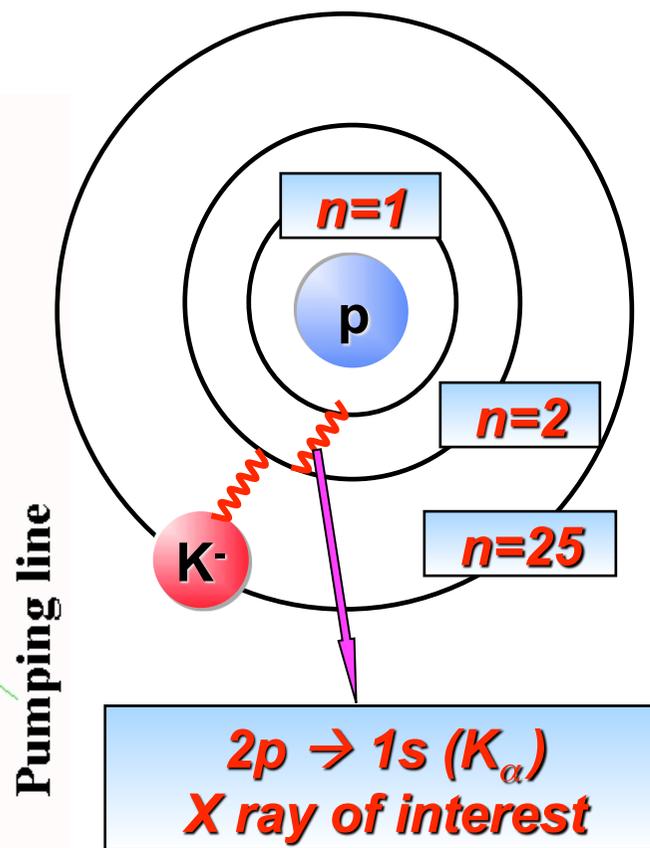
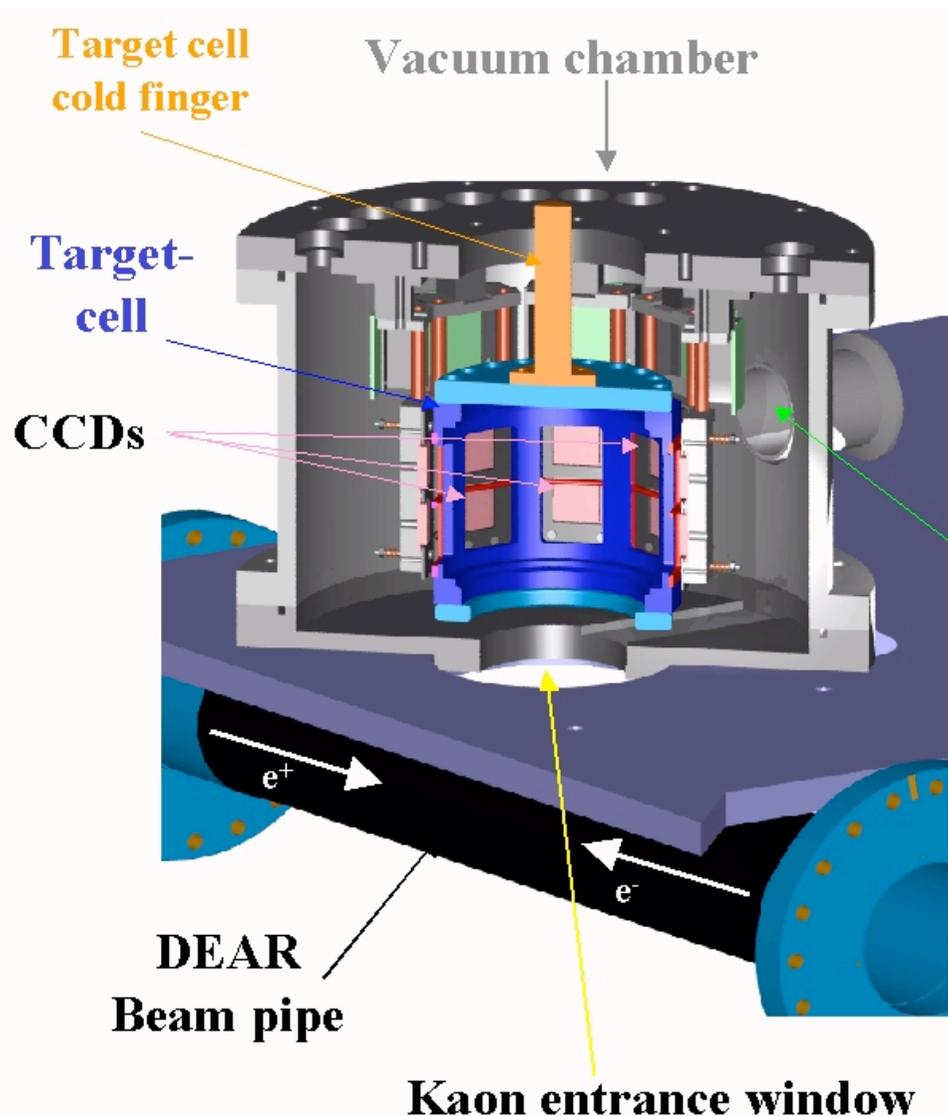


I K sono le particelle usate dagli esperimenti, FINUDA, KLOE, etc.. per i rispettivi obiettivi. La luminosità di DAΦNE, permette di produrre circa 10000 K al secondo.

Atomi Kaonici

(DEAR - Siddhartha)

Idrogeno Kaonico

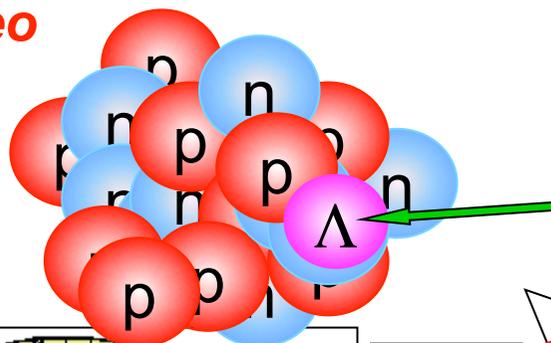


L'idea e' quella di esplorare la forza forte attraverso lo studio degli atomi kaonici (in cui un K^- ha sostituito un elettrone atomico).

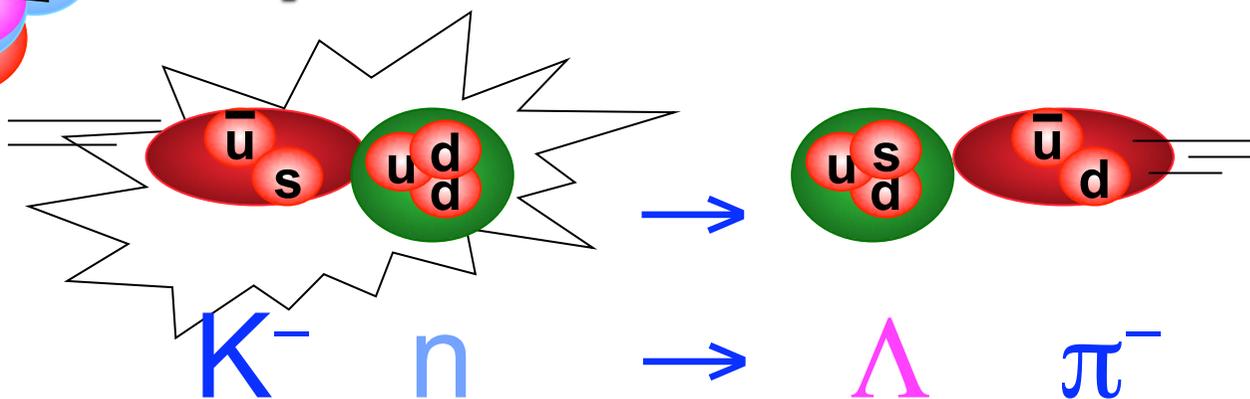
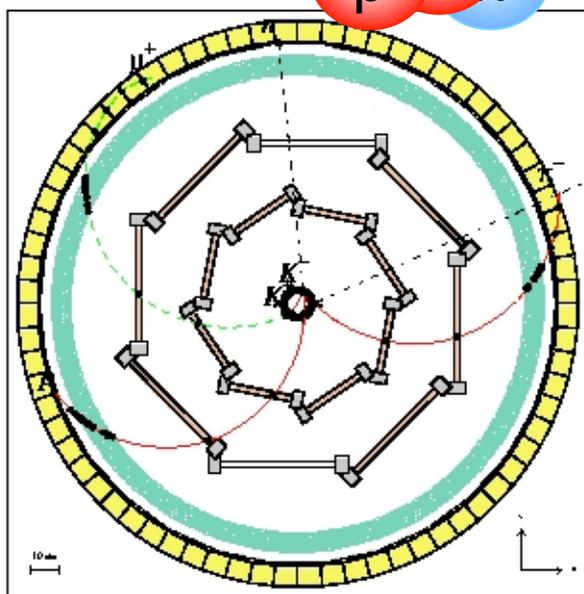
FINUDA

(Fisica Nucleare a DAΦNE)

L'esperimento FINUDA studia la forza forte attraverso l'inserimento di un "corpo estraneo" all'interno del *nucleo*

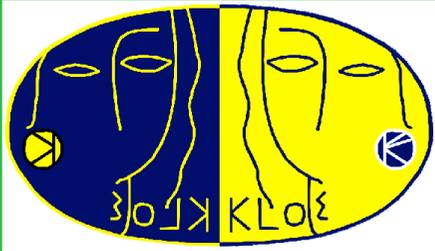


Ipernucleo

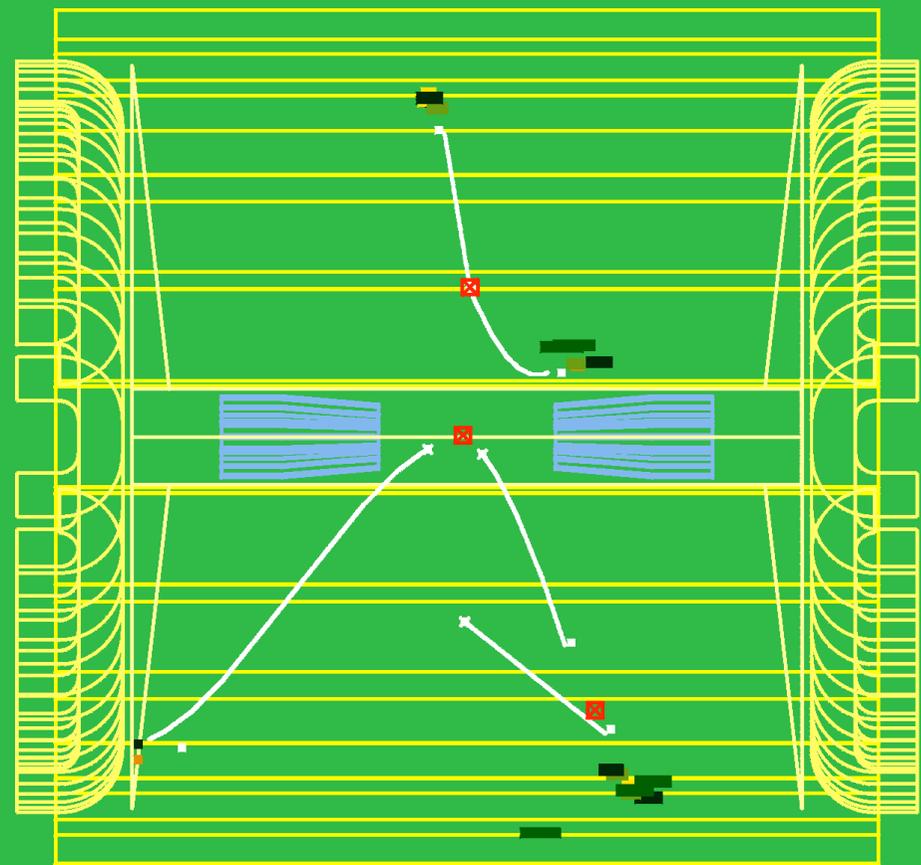
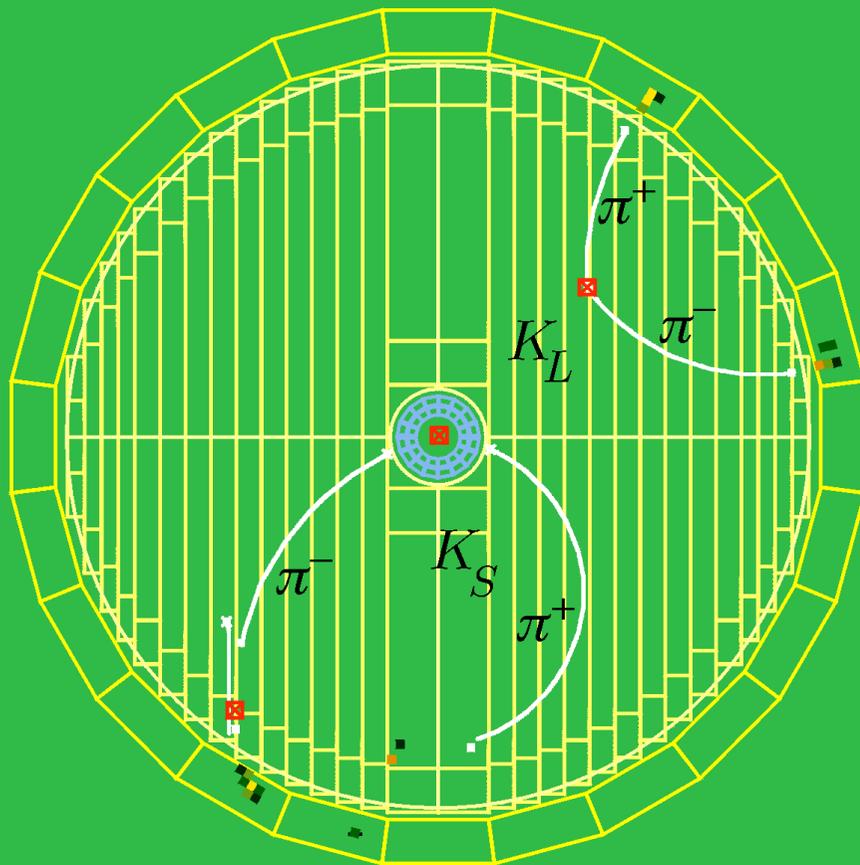


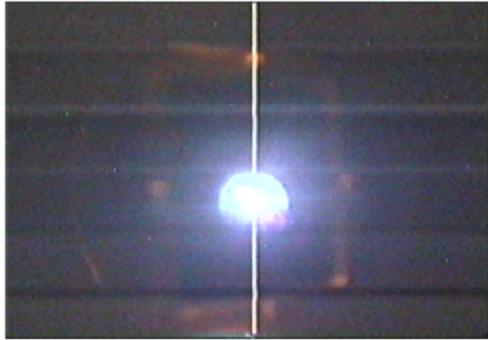
Ecco come appare un evento ipernucleare all'interno del rivelatore

KLOE



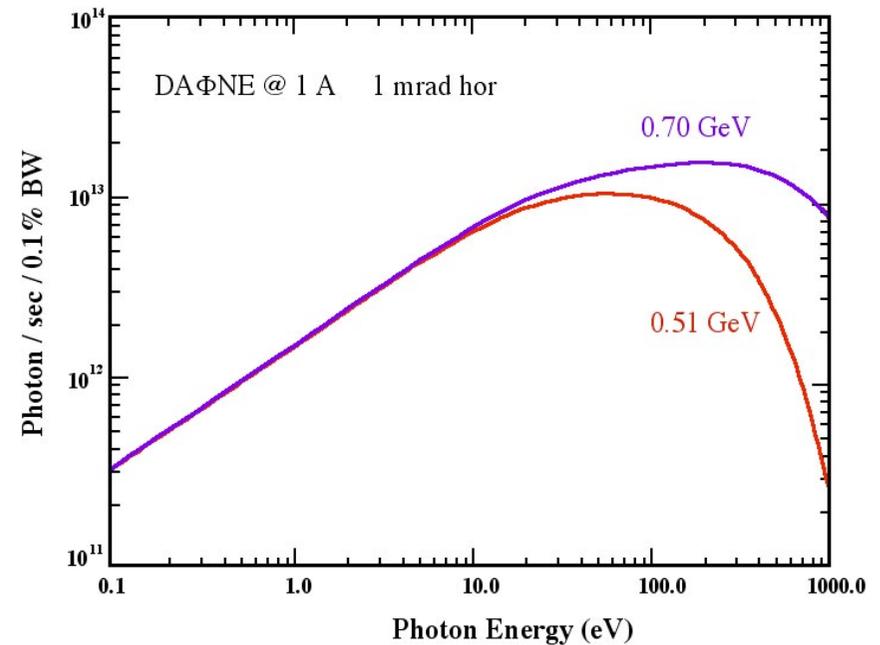
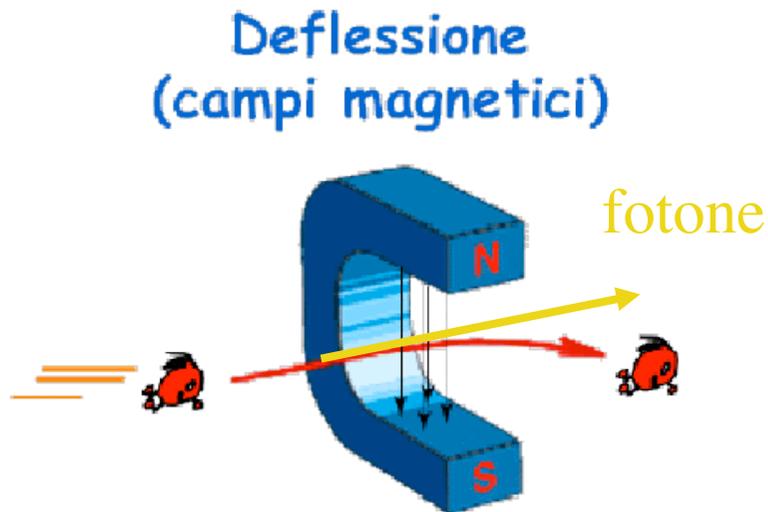
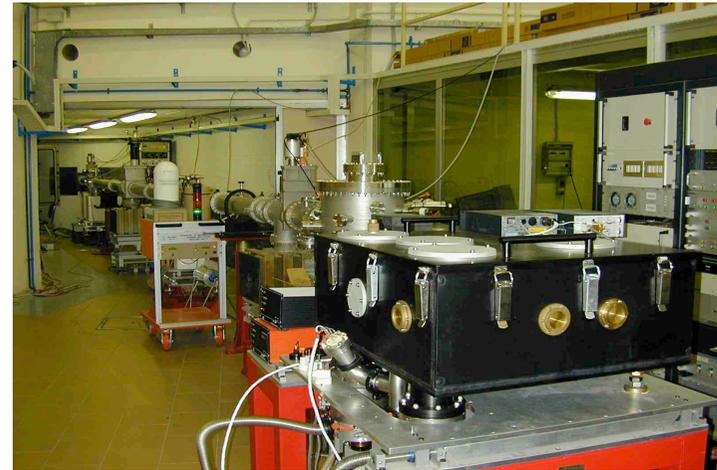
Run	Event	Date
6757	738533	Apr. 20, 99





DAΦNE-Luce

La luce di sincrotrone è la radiazione emessa da particelle cariche che subiscono una deflessione per effetto di un campo magnetico. Si utilizza per applicazioni multidisciplinari quali la *biofisica*, la *fisica dello stato solido* e la *scienza dei materiali*.



SPARC

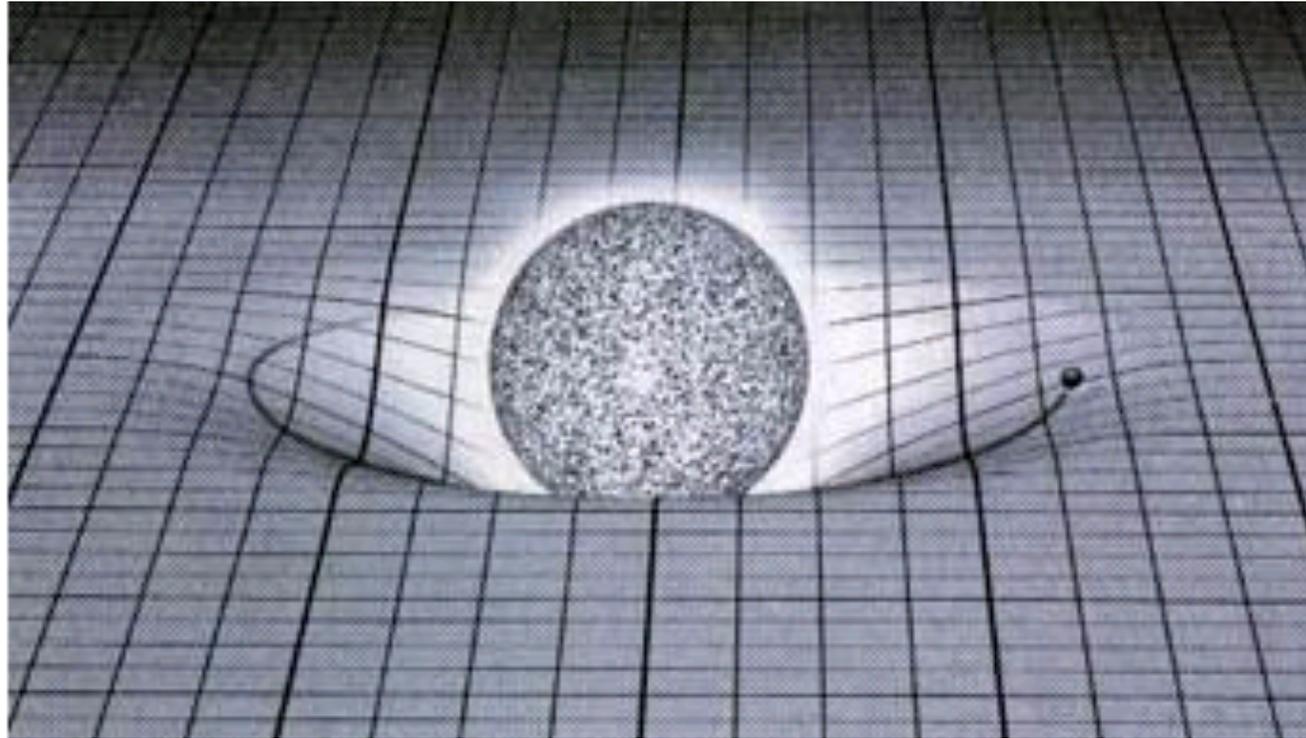
I raggi X sono utilizzati in una vasta gamma di campi, dalla ricerca fondamentale ed applicata, alla diagnosi radiologica e all'analisi di prodotti industriali.

 (Sorgente Pulsata Auto-amplificata di Radiazione Coerente) e' un progetto con 4 linee principali che hanno in comune la realizzazione di una sorgente di raggi X di alta brillantezza:

- **150 MeV Advanced Photo-Injector** produzione di un fascio di elettroni e compressione dei pacchetti attraverso sistemi magnetici e RF;
- **SASE-FEL Visible-VUV Experiment** per lo studio dei sistemi di trasporto di fascio
- **Monocromatore di raggi X**
- **Sorgente di raggi X**

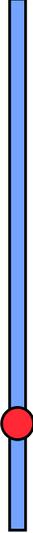


La forza di gravita`



Una distorsione nel tessuto dello spazio

antenna

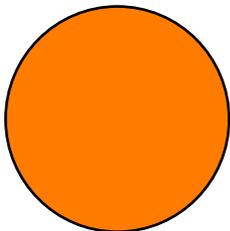


Le onde elettromagnetiche sono prodotte da cariche elettriche in moto accelerato...

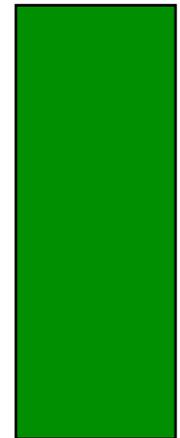
Ciao!
Come va?

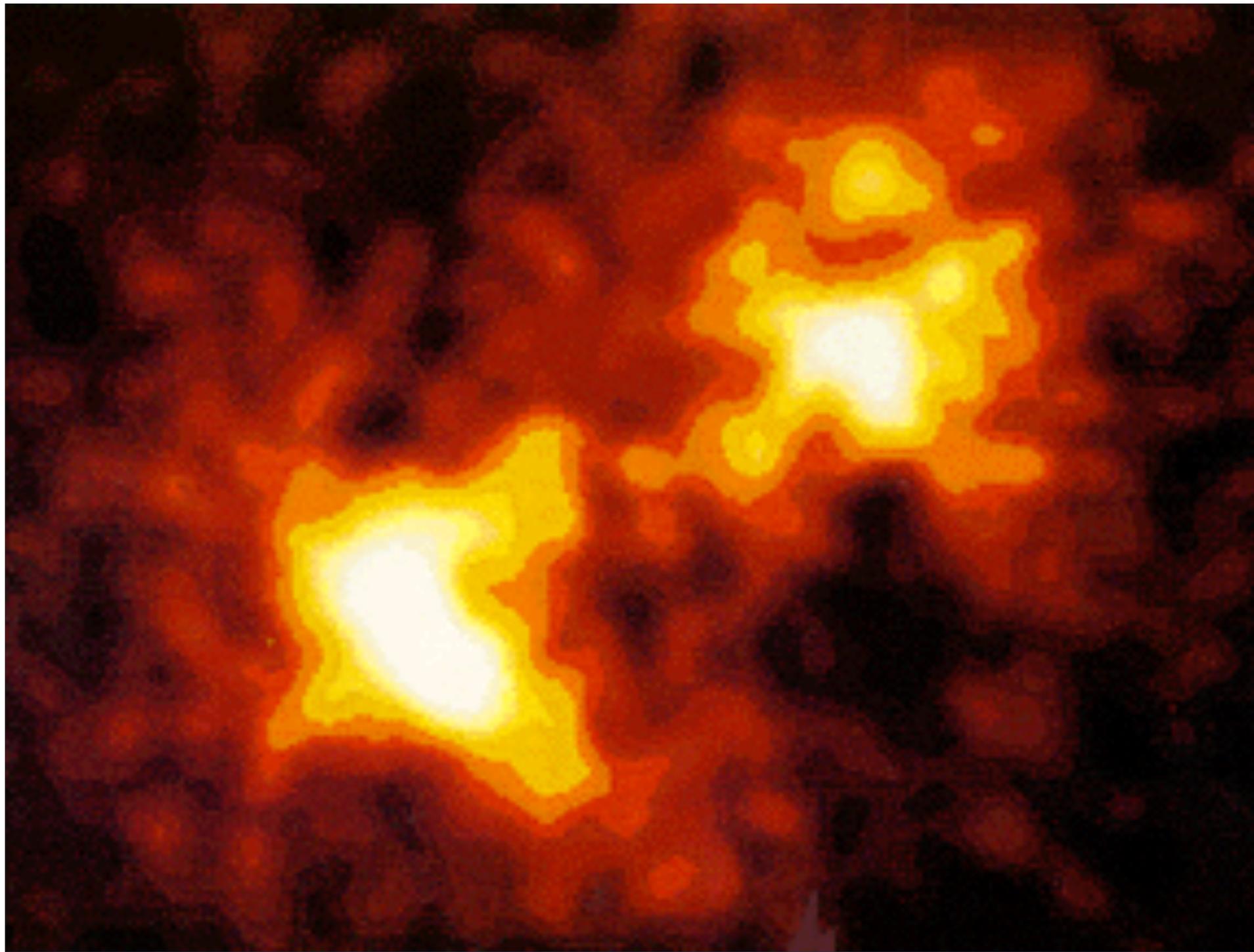


Onde Gravitazionali: un'analogia



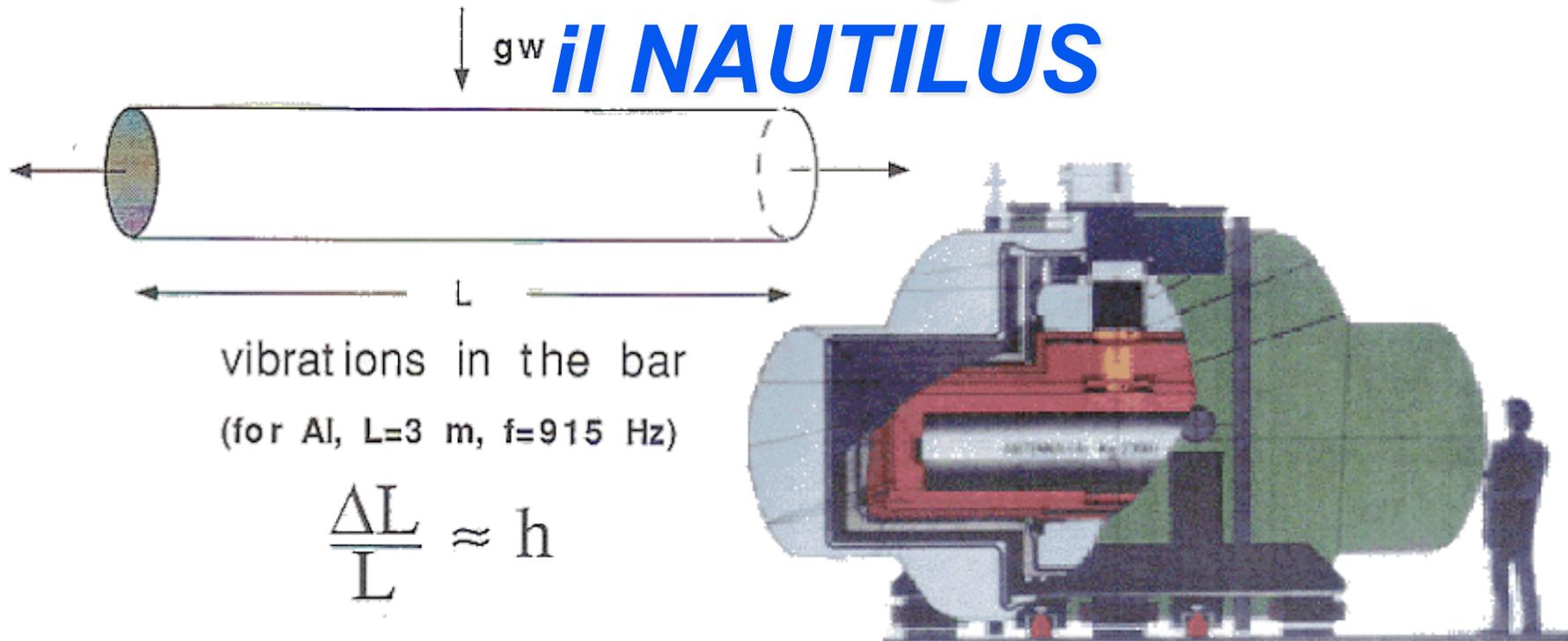
Le onde gravitazionali sono prodotte da masse in moto accelerato...





La ricerca di Onde gravitazionali:

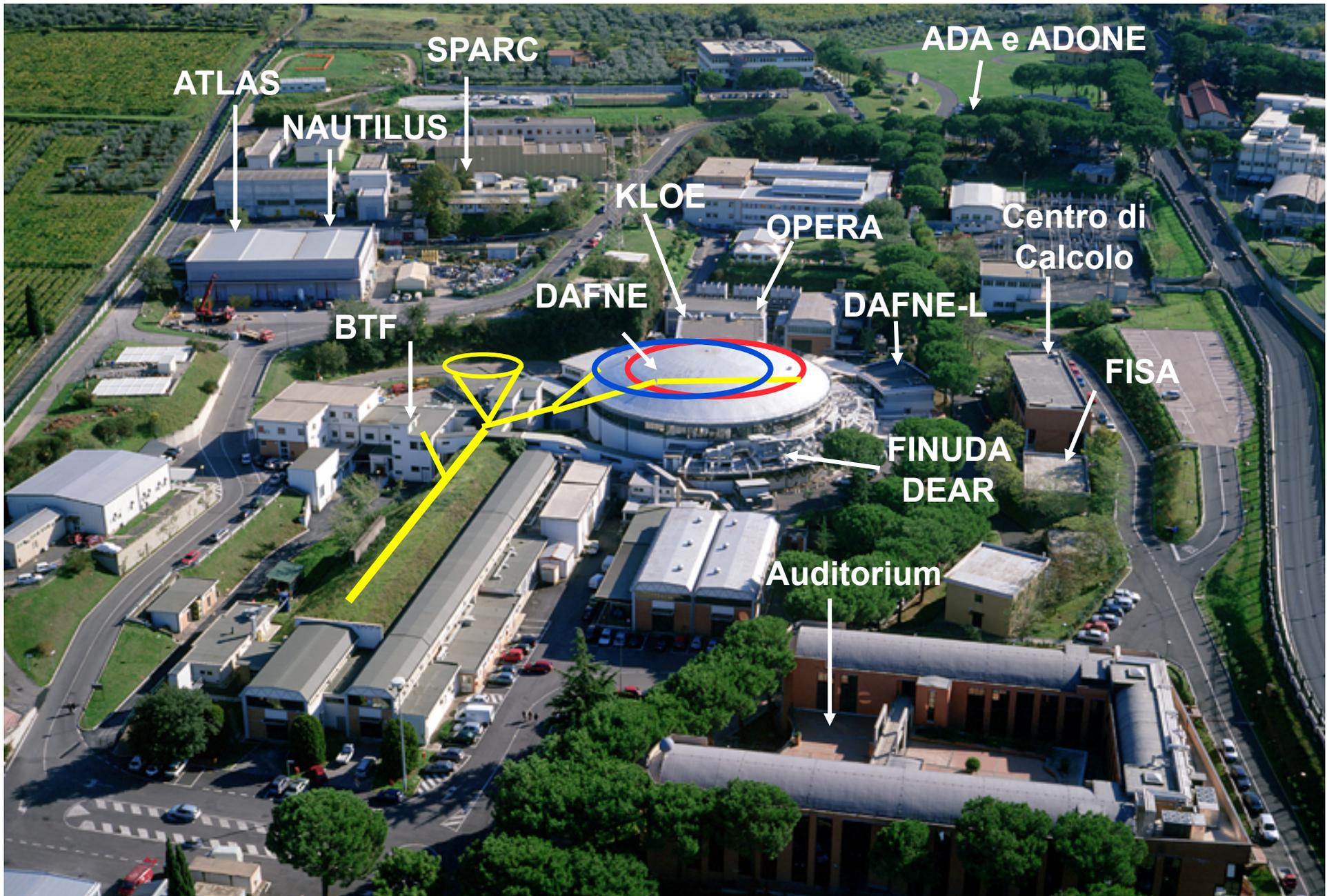
il NAUTILUS



- Supernova nella nostra Galassia $h=10^{-18}$
- Supernova in Virgo $h=10^{-21}$
- Rumore termico @ $T=300$ K, $\Delta L=10^{-16}$ m
- Rumore termico @ $T=3$ K, $\Delta L=10^{-17}$ m
- Rumore termico @ $T=300$ mK $\rightarrow \Delta L=10^{-18}$ m



Laboratori Nazionali di Frascati, info: <http://www.Inf.infn.it/ sis/>



INFN-LNF Attività di divulgazione scientifica A cura del SIS Ufficio Divulgazione e Pubbliche Relazioni

L'attività di divulgazione scientifica è organizzata e coadiuvata dal SIS e prevede:

- Stages invernali
- Masterclass
- Stages estivi-residenziali
- Incontri di Fisica per gli Insegnanti
- Visite guidate per scuole: elementari 4-5
Medie inferiori
Medie superiori } Progetto Quasar
- Seminari divulgativi
- Lezioni di Fisica
- Iniziative estemporanee come “Notte della Ricerca”, “Open Day”, incontri speciali

⋮

<http://www.inf.infn.it/sis/>

Backup slides



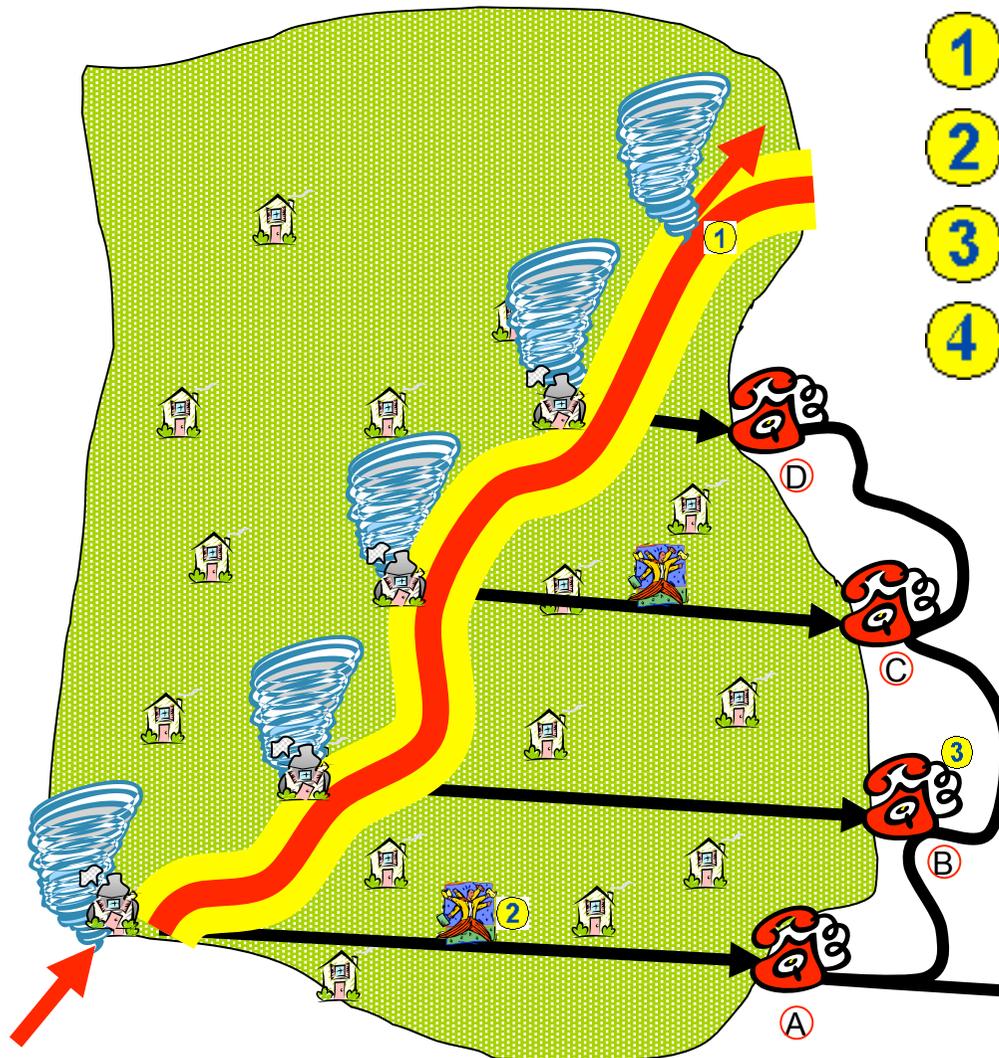
Quanto costa la ricerca in fisica delle alte energie?



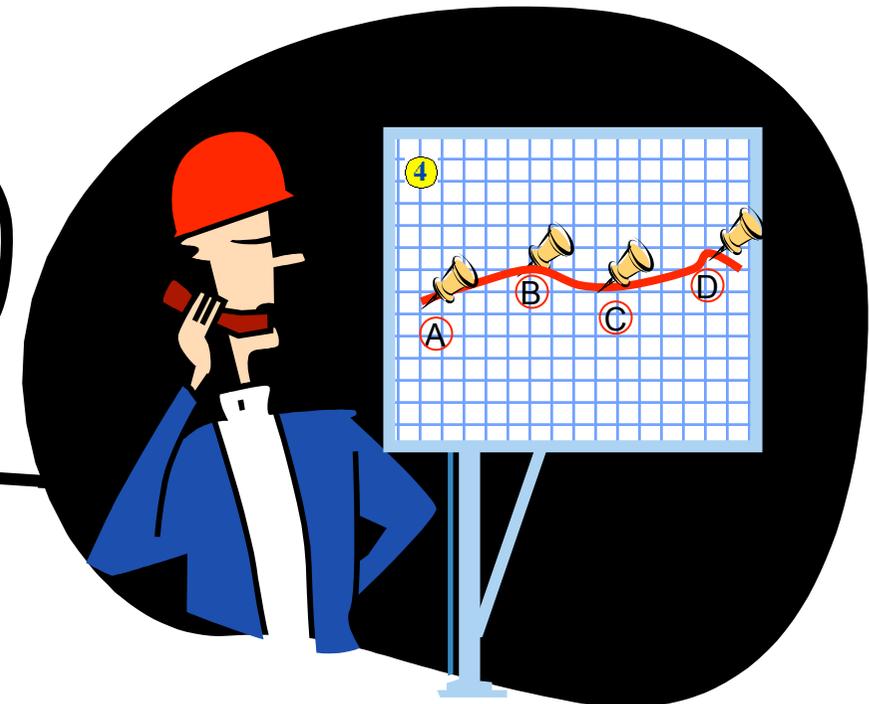
F16	\$15M
F117-A (stealth)	\$100M
Dafne and KLOE	\$150M
B-1B	\$200M
INFN/year	\$280M
B-2B (stealth)	\$2B
Space shuttle:	\$4B
Launching	\$400M
Messina Bridge	\$5B
NASA/year	\$15B
ISS	\$40B
US Defense/year	\$400B



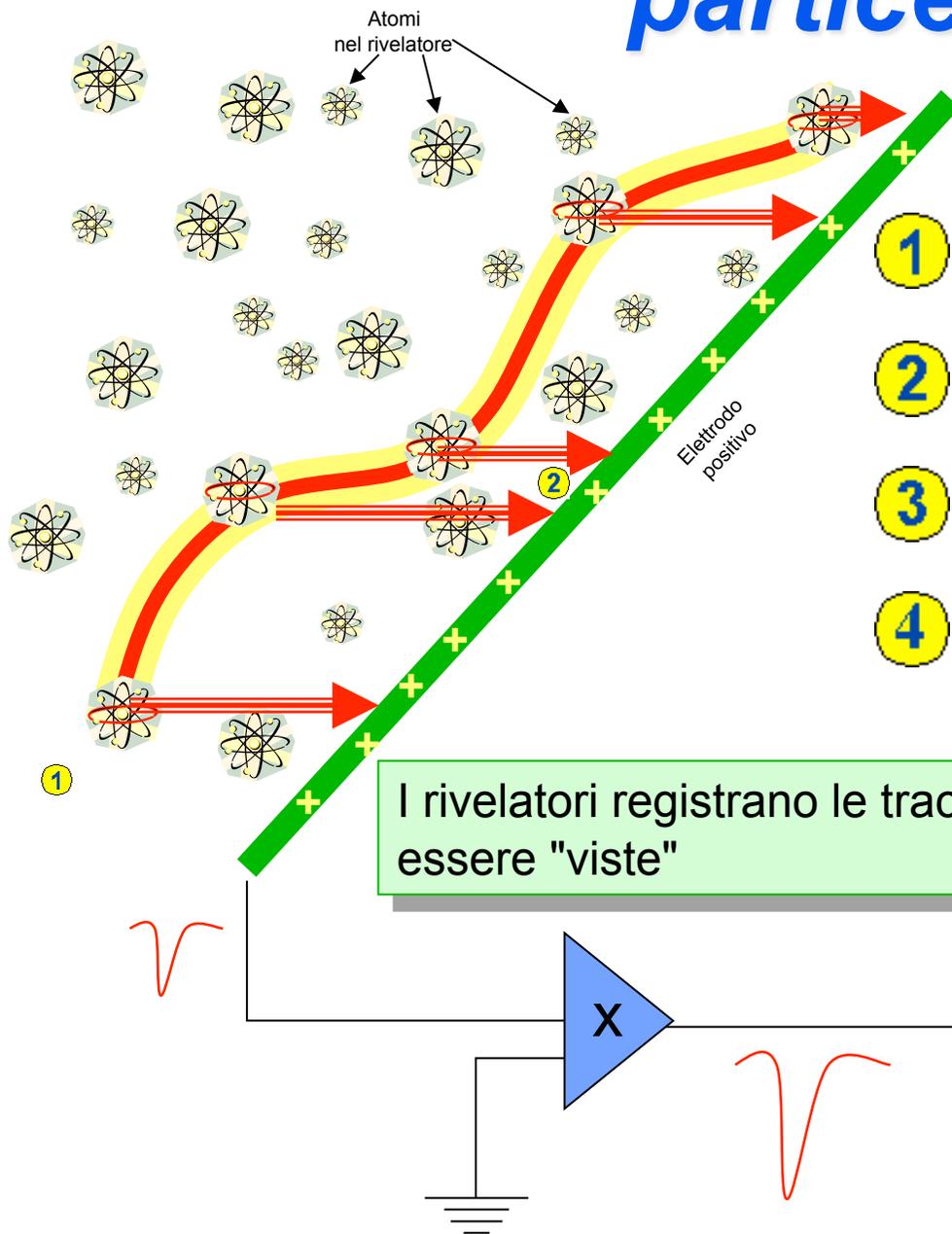
Come "vedere" le particelle subatomiche?



- 1 Una tromba d'aria distrugge le case di un villaggio.
- 2 Gli abitanti delle case distrutte corrono al telefono più vicino per chiamare i pompieri.
- 3 I pompieri registrano la **posizione** dei telefoni e l'**istante** delle chiamate.
- 4 Dalla **posizione** dei telefoni e dal **tempo** **intercorso** fra le chiamate, si ricostruisce il punto in cui è avvenuto l'incidente e la velocità della tromba d'aria.



Come funzionano i rivelatori di particelle?



- 1 una **particella invisibile** passando attraverso il rivelatore ne colpisce gli atomi e **libera elettroni**.
- 2 Gli **elettroni negativi** sono attratti dall'elettrodo **positivo** più vicino.
- 3 Il segnale prodotto è **amplificato** e inviato ad un **computer**.
- 4 Dalla **posizione** dell'elettrodo e dal tempo di arrivo del segnale, il computer **ricostruisce il punto** di passaggio della particella.

I rivelatori registrano le tracce delle particelle troppo piccole per essere "viste"

