

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

A cura di L.Benussi, P. Gianotti, G.Mazzitelli, C. Petrascu, B.Sciascia, T. Spadaro
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,
- sotto la supervisione del Min. Univ. e Ricerca

1951

4 Sezioni universitarie
Milano, Torino, Padova, e Roma

1957

Laboratori Nazionali di
Frascati

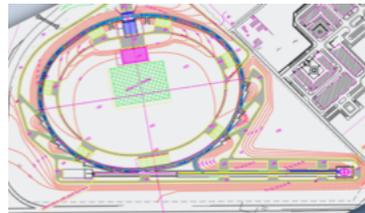


Frascati

INFN infrastructure & divisions



20 divisions at university sites



4 National Laboratories
 CNAF
 EGO
 Amministrazione centrale (Frascati)
 Presidenza (Roma)



VIRGO-EGO
 European
 Gravitational
 Observatory



LNF

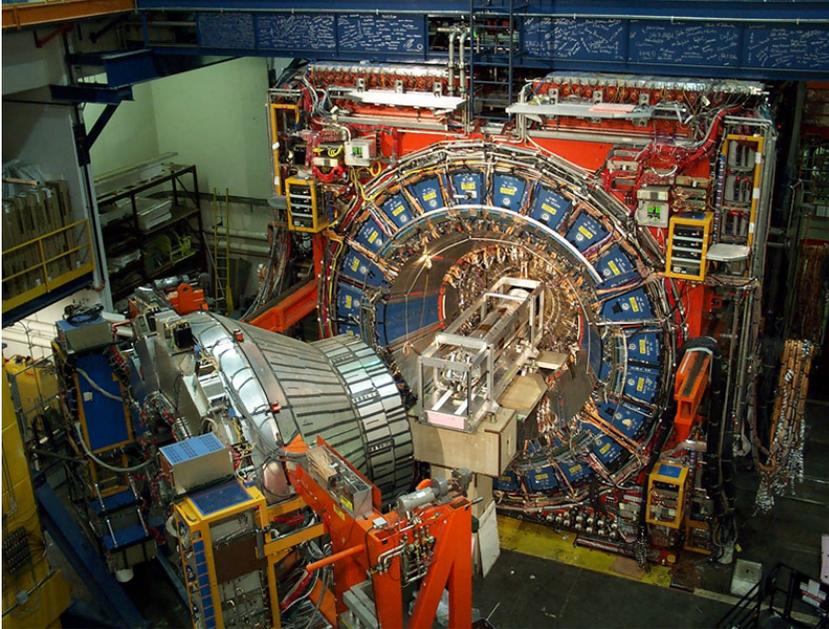
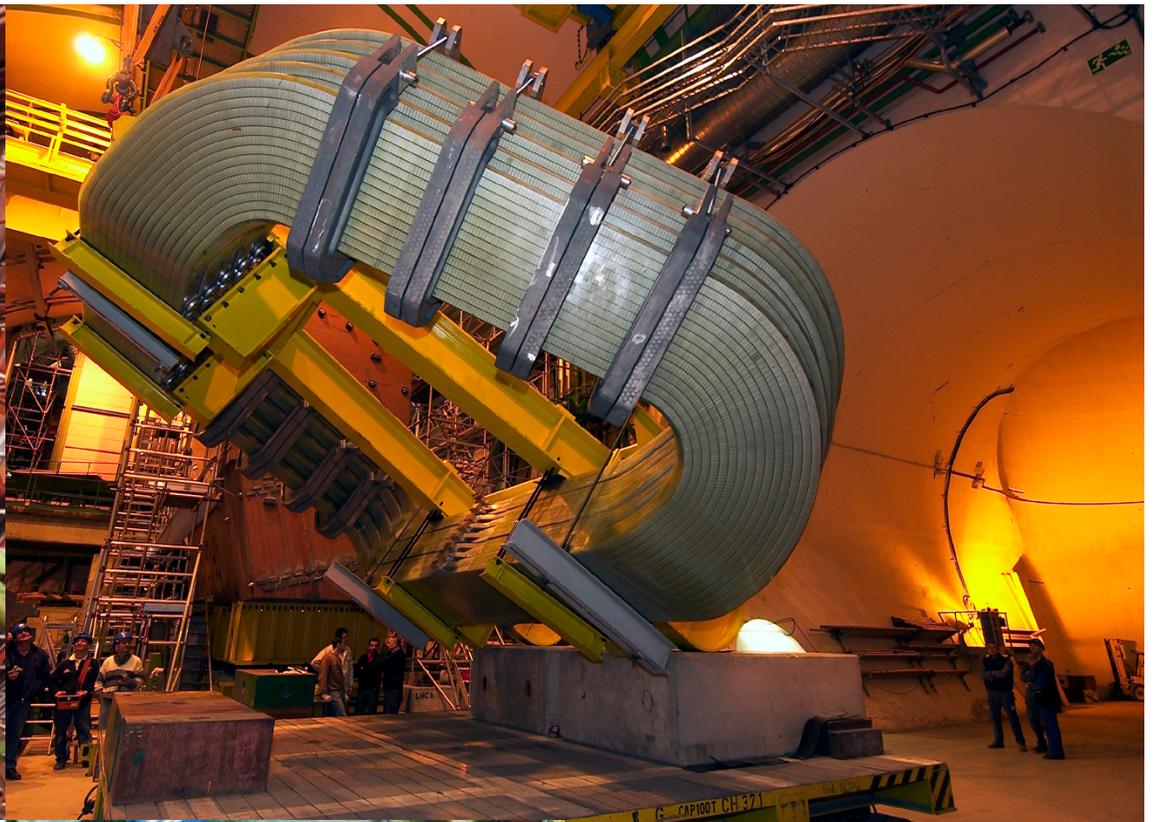


LNS



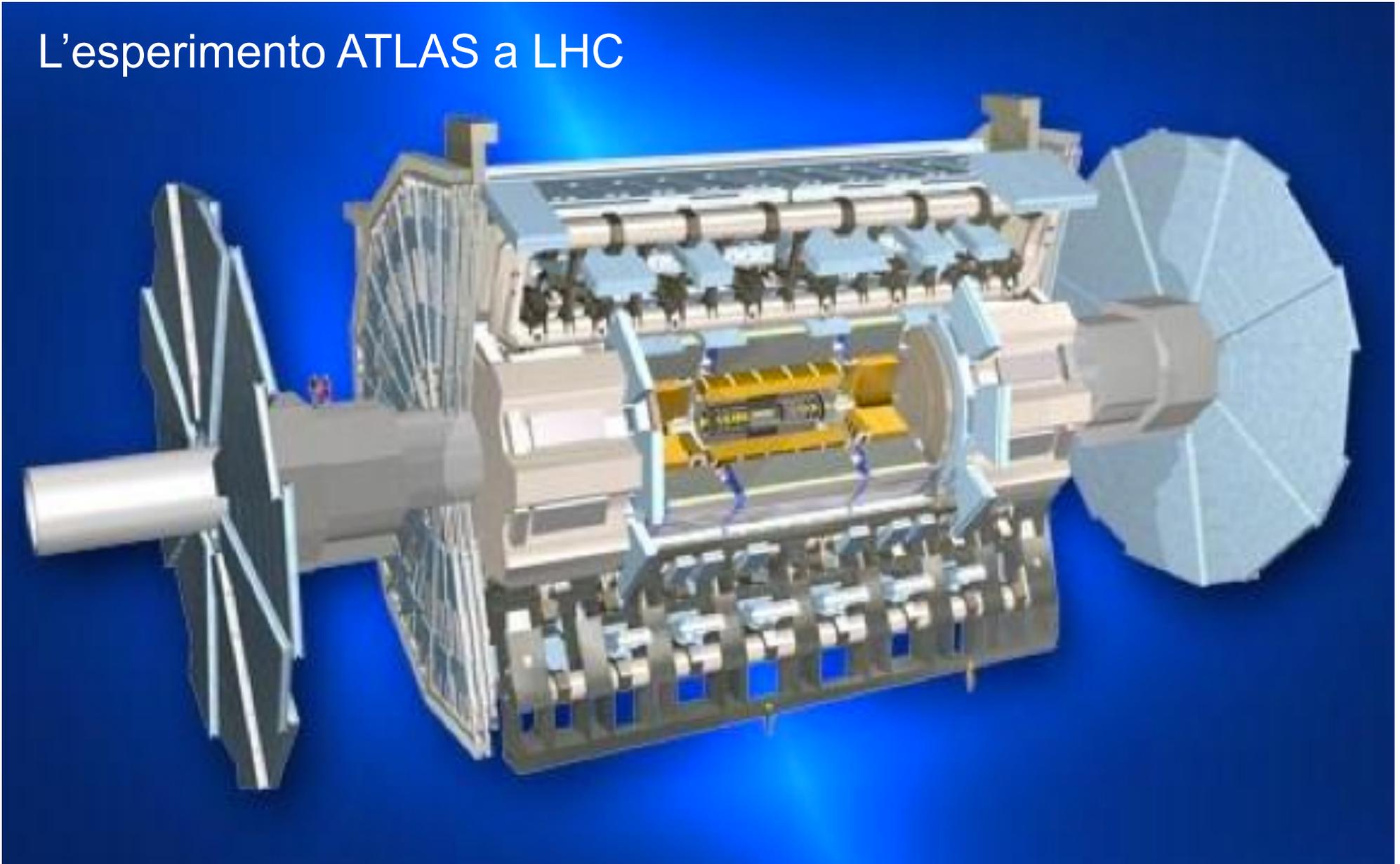
LNGS

INFN in pictures



Esperimenti complessi per l'esplorazione del microcosmo

L'esperimento ATLAS a LHC



La struttura dell'INFN

Staff INFN 1864 / 1906	Ricercatori 573 / 610	Tecnologi 230 / 253	Tecnici, CTER 691 / 721	Amministrativi 251 / 254
Tempo determinato 113	42	57	12	2
Associati 3421	1968 + 818	384	251	

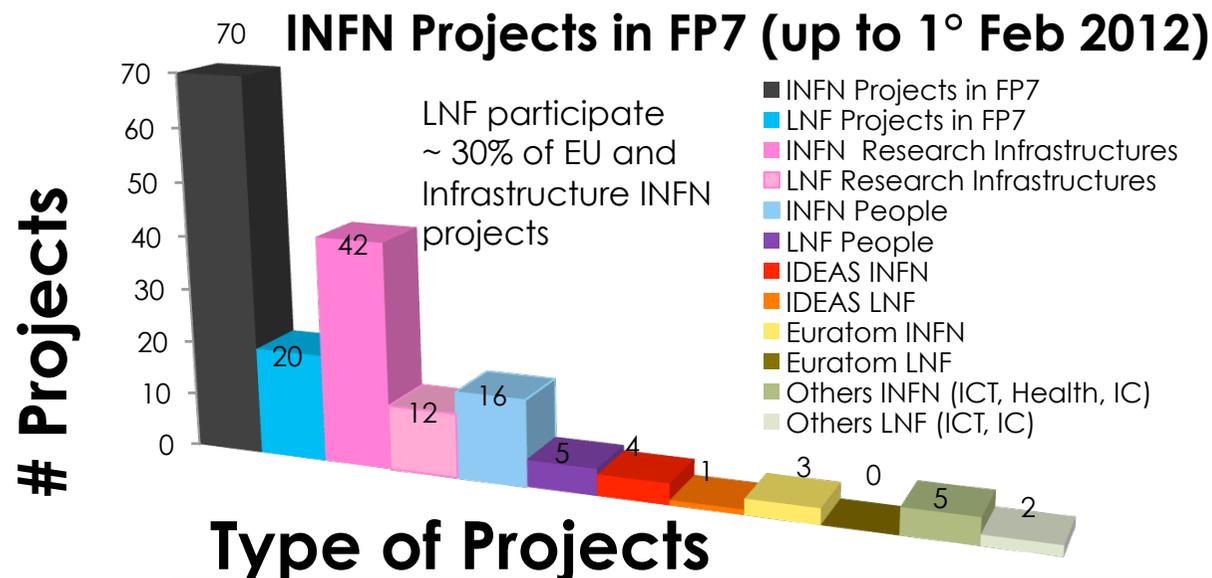
5 linee di ricerca

Linea di ricerca	FTE Staff + TD	FTE associati staff	Assegnisti, borsisti, dottorandi	Risorse finanziarie spese 2009-2011 (ME)
Fisica subnucleare	275	321	225	64.3
Fisica astroparticellare	153	260	198	42.12
Fisica nucleare	158	237	146	31.2
Fisica teorica	115	480	450	9.9
Ricerche tecnologiche e interdisciplinari	90	336	192	14.3

Fonte: piano triennale INFN 2012-2014

The Frascati INFN National Laboratory

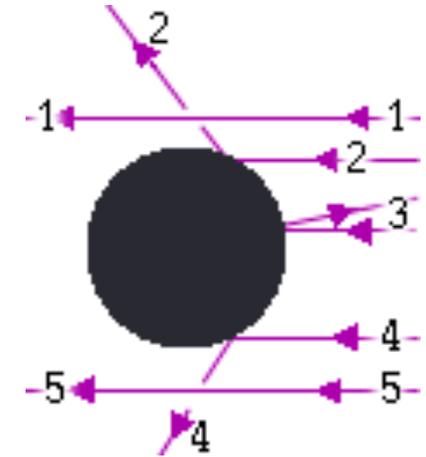
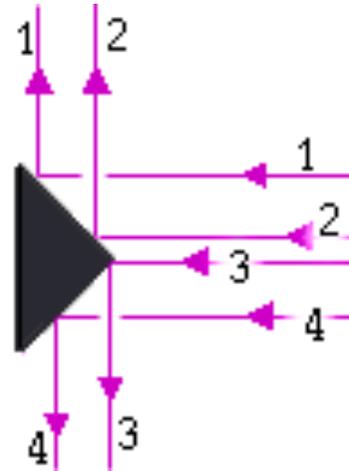
Total Staff 293	Researchers 80	Technologist Engineers 38	Technicians 142	Administration Services 33
External Users 501	Italian 257		Foreign 244	
Visitors 3426	Stages 184	Conference Workshops 21	Participants to Seminars 765	Course for teachers of high school 172



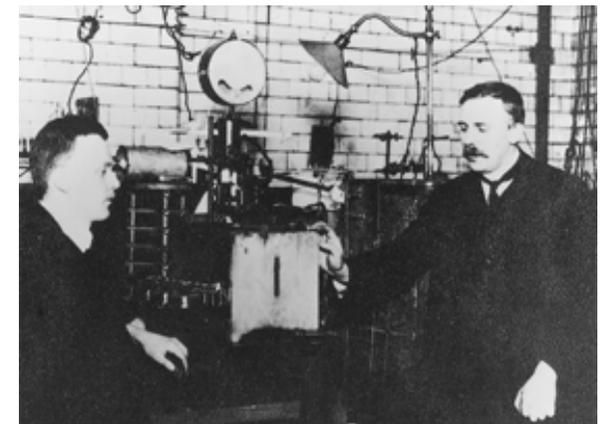
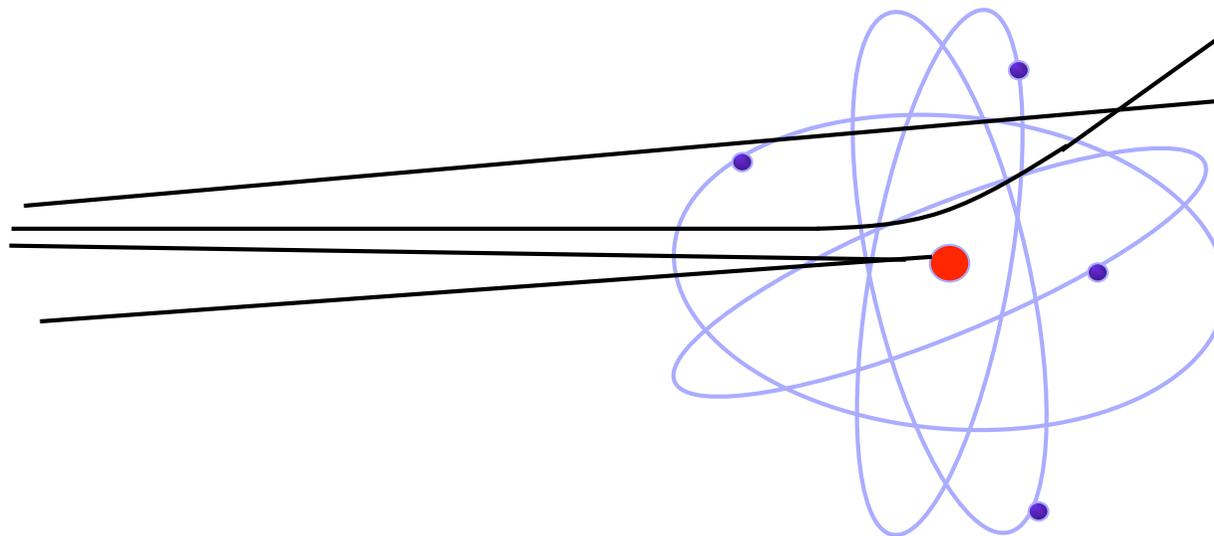
Hadron Physics 2 In FP7 (end December 2011)

Transnational Access
Activities
1880 assigned days in 2009
1673 assigned days in 2010
2853 assigned days in 2011

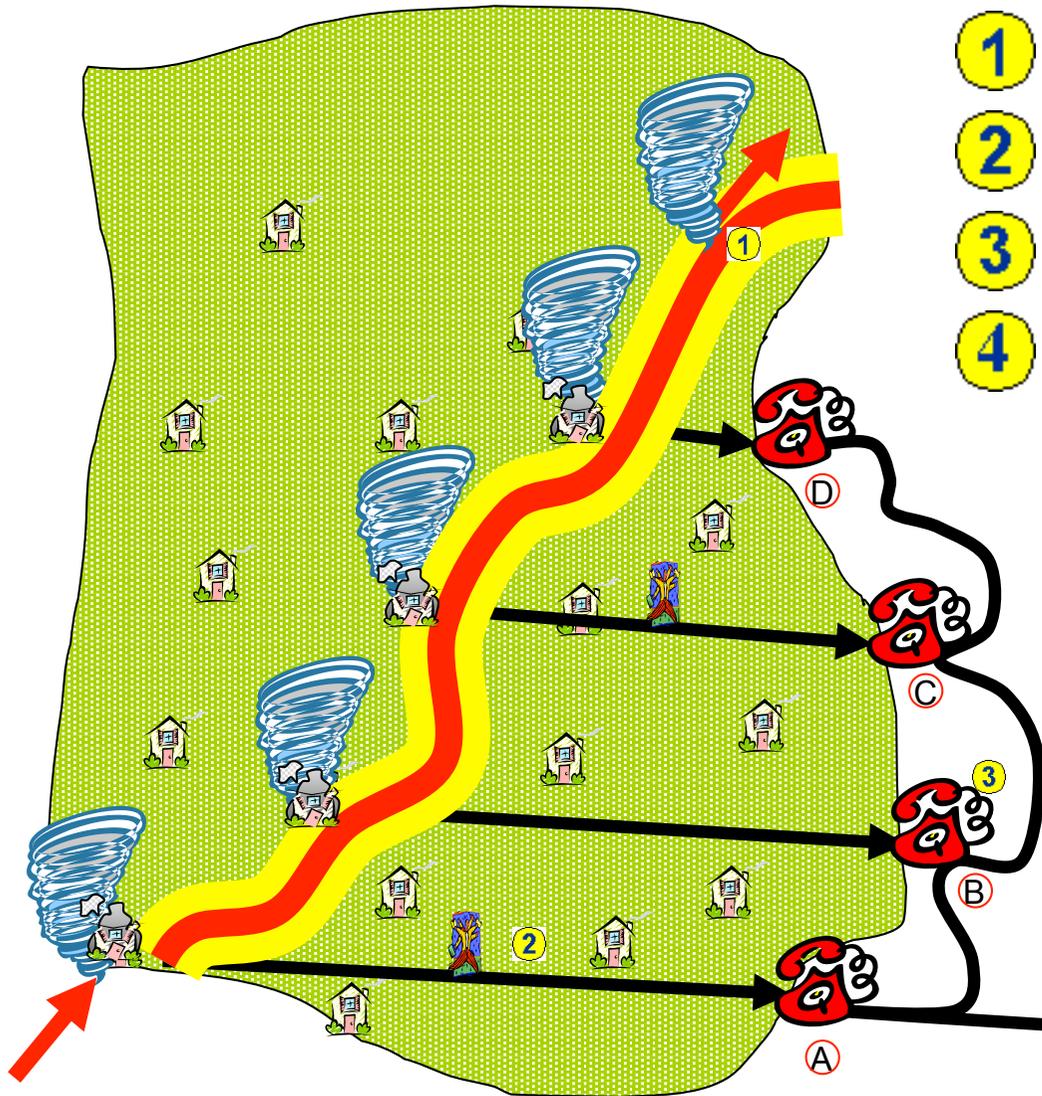
Scattering o “come vedere le cose”



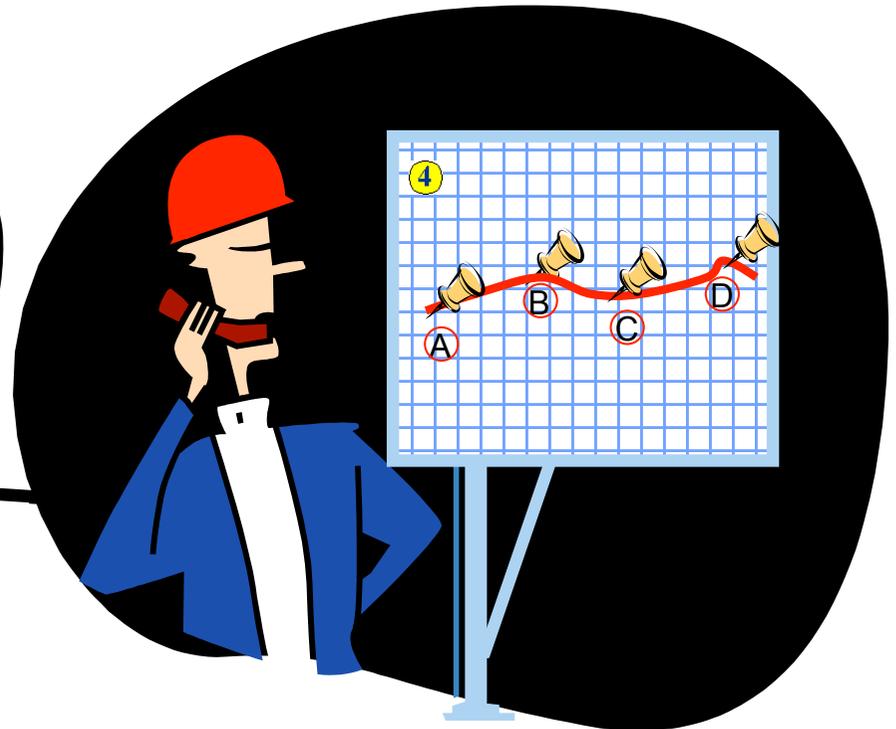
L'atomo di Rutherford



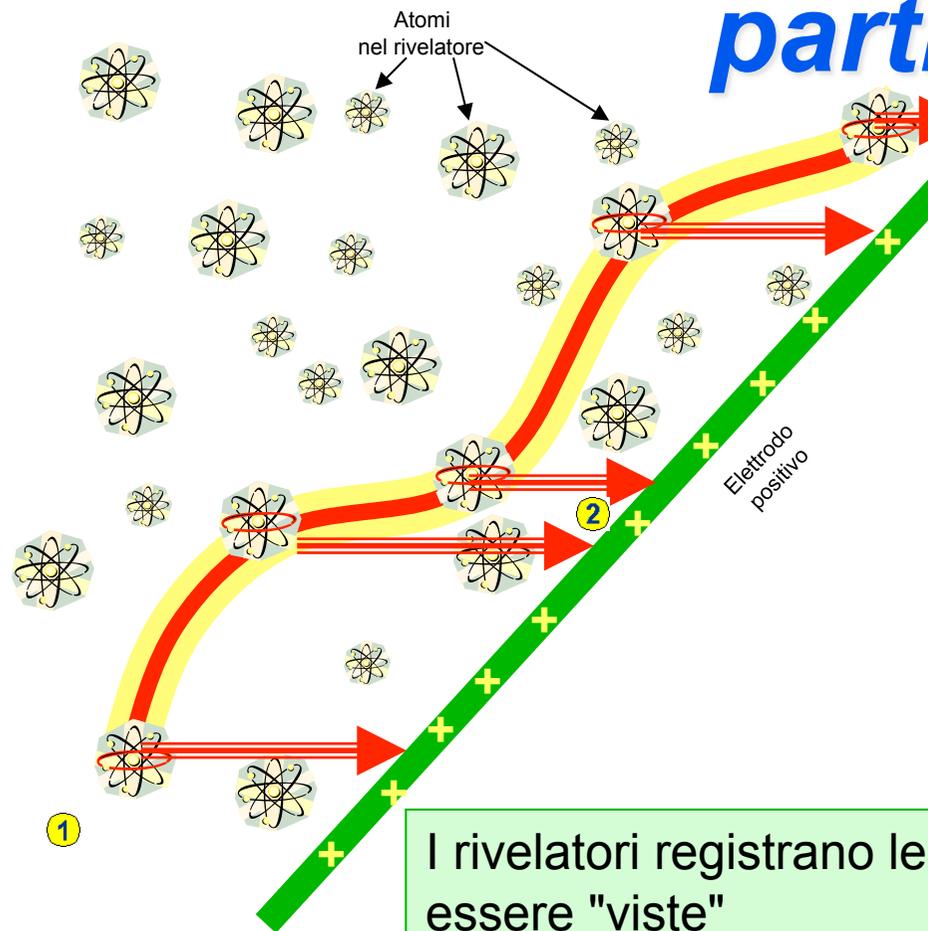
Come "vedere" le particelle subatomiche?



- 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

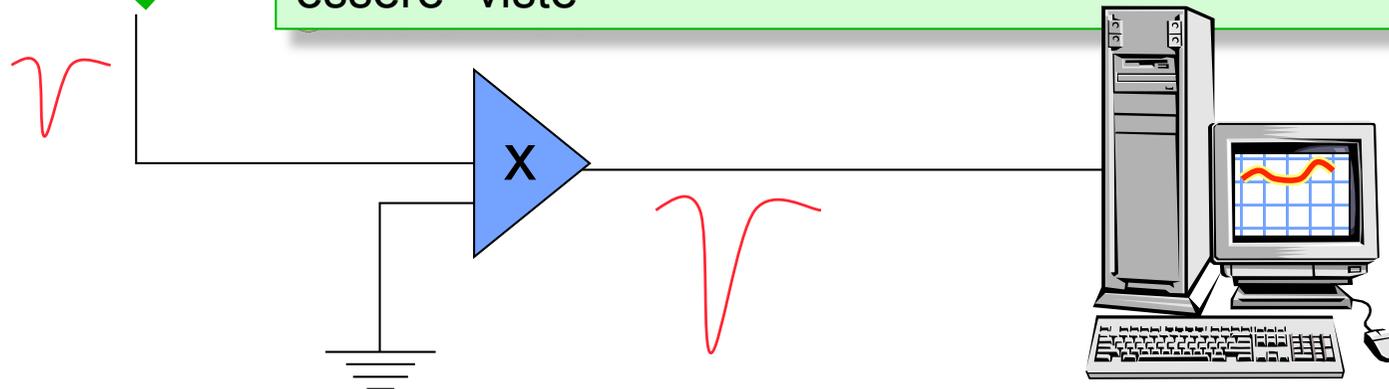


Come funzionano i rivelatori di particelle?



- 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"



Organizzare per capire, organizzare per scoprire

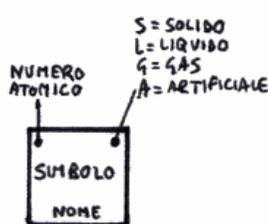
Mendeleev:

l'eka-alluminio (Gallio)

l'eka-silicio (Germanio)

Periodo	GRUPPO IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B	IB	II B	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA		
1	1 H G IDROGENO															2 He G ELIO		
2	3 Li S LITIO	4 Be S BERILLIO									5 B S BORO	6 C S CARBONIO	7 N G AZOTO	8 O G OSSIGENO	9 F G FLUORO	10 Ne G NEON		
3	11 Na S SODIO	12 Mg S MAGNESIO									13 Al S ALLUMINIO	14 Si S SILICIO	15 P S FOSFORO	16 S S ZOLFO	17 Cl G CLORO	18 Ar G ARGON		
4	19 K S POTASSIO	20 Ca S CALCIO	21 Sc S SCANDIO	22 Ti S TITANIO	23 V S VANADIO	24 Cr S CROMIO	25 Mn S MANGANESE	26 Fe S FERRO	27 Co S COBALTO	28 Ni S NICKEL	29 Cu S RAME	30 Zn S ZINCO	31 Ga S GALLIO	32 Ge S GERMANIO	33 As S ARSENICO	34 Se S SELENIO	35 Br L BROMO	36 Kr G KRITON
5	37 Rb S RUBIDIO	38 Sr S STRONZIO	39 Y S ITTRIO	40 Zr S ZIRCONIO	41 Nb S NIOBIO	42 Mo S MOLIBDENO	43 Tc A TECNEZIO	44 Ru S RUTENIO	45 Rh S RODIO	46 Pd S PALADIO	47 Ag S ARGENTO	48 Cd S CADMIO	49 In S INDIO	50 Sn S STAGNO	51 Sb S ANTIMONIO	52 Te S TELLURIO	53 I G IODIO	54 Xe G XENO
6	55 Cs S CESIO	56 Ba S BARIO	57 La * LANTANIO	72 Hf S AFNIO	73 Ta S TANTALIO	74 W S TUNGSTENO	75 Re S RENIUM	76 Os S OSMIO	77 Ir S IRIDIO	78 Pt S PLATINO	79 Au S ORO	80 Hg L MERCURIO	81 Tl S TALLIO	82 Pb S PIOMBO	83 Bi S BISMUTO	84 Po S POLONIO	85 At S ASTATO	86 Rn G RADON
7	87 Fr S FRANCIO	88 Ra S RADIO	89 Ac ▲ ATTINIO	104 Rf A RUTHERFORDIO	105 Db A DUBNIO	106 Sg A SEABORGHIO	107 Bh A BOHRIO	108 Hs A HASSIO	109 Mt A MITHNERIO	110 Ds A DARMSTADTIO	111 Rg A ROENTGENIO	112 Uub A UNUNBIO	?					

- metalli alcalini
 - non metalli
 - alogeni
 - metalli alcalino-terrosi
 - gas nobili
 - metalli del blocco d
 - lantanidi
 - metalli del blocco p
 - attinidi
- } blocco f



SERIE DEI LANTANIDI

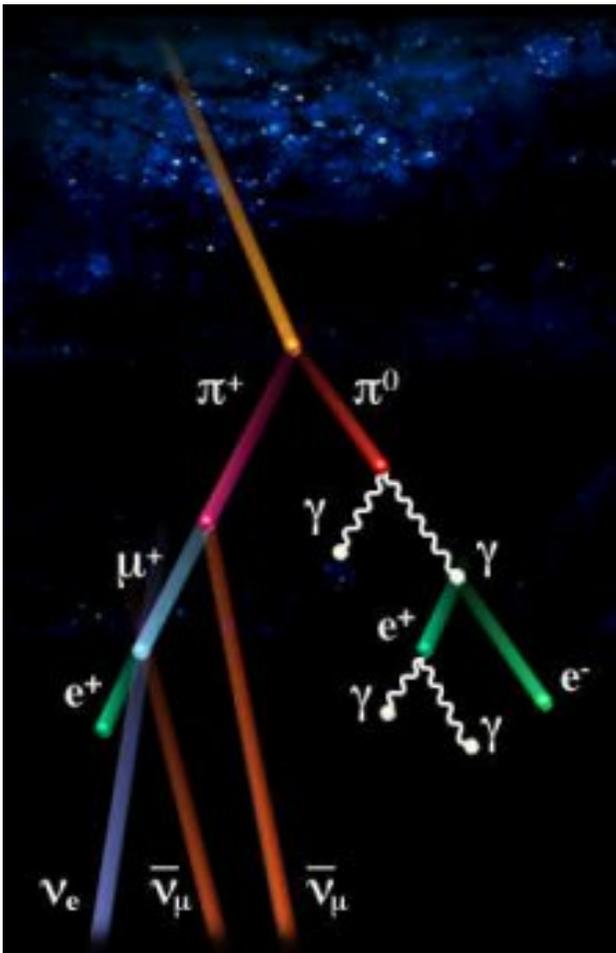
58 Ce S CERIO	59 Pr S PRASEODIMIO	60 Nd S NEODIMIO	61 Pm A PROMIZIO	62 Sm S SAMARIO	63 Eu S EUROPIO	64 Gd S GADOLINIO	65 Tb S TERBIO	66 Dy S DISPROSIO	67 Ho S OLMIO	68 Er S ERBIO	69 Tm S TULIO	70 Yb S ITTERBIO	71 Lu S LUTETIO
------------------	------------------------	---------------------	---------------------	--------------------	--------------------	----------------------	-------------------	----------------------	------------------	------------------	------------------	---------------------	--------------------

90 Th S TORIO	91 Pa S PROTATTINIO	92 U S URANIO	93 Np A NETTUNIO	94 Pu A PLUTONIO	95 Am A AMERICIO	96 Cm A CURIO	97 Bk A BERKELIO	98 Cf A CALIFORNIO	99 Es A EINSTEINIO	100 Fm A FERMI	101 Md A MOSCOVIO	102 No A NOBELIO	103 Lr A LAURENZIO
------------------	------------------------	------------------	---------------------	---------------------	---------------------	------------------	---------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------	----------------------	---------------------	-----------------------

SERIE DEGLI ATTINIDI

- S = SOLIDO
- L = LIQUIDO
- G = GAS
- A = ARTIFICIALE

Organizzare per capire, organizzare per scoprire - 2

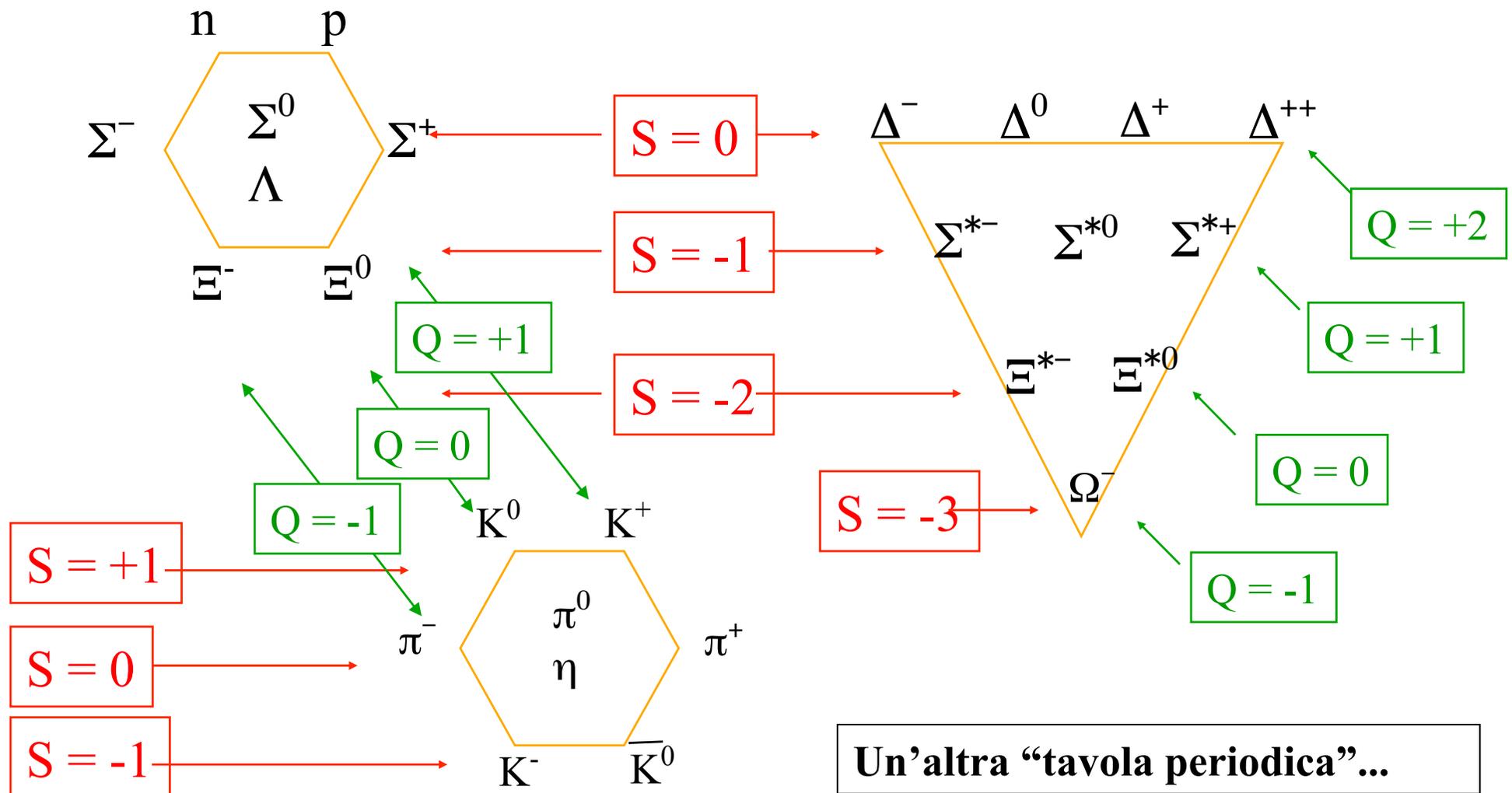


1930: La materia
e' composta di
Protoni,
Neutroni
ed Elettroni

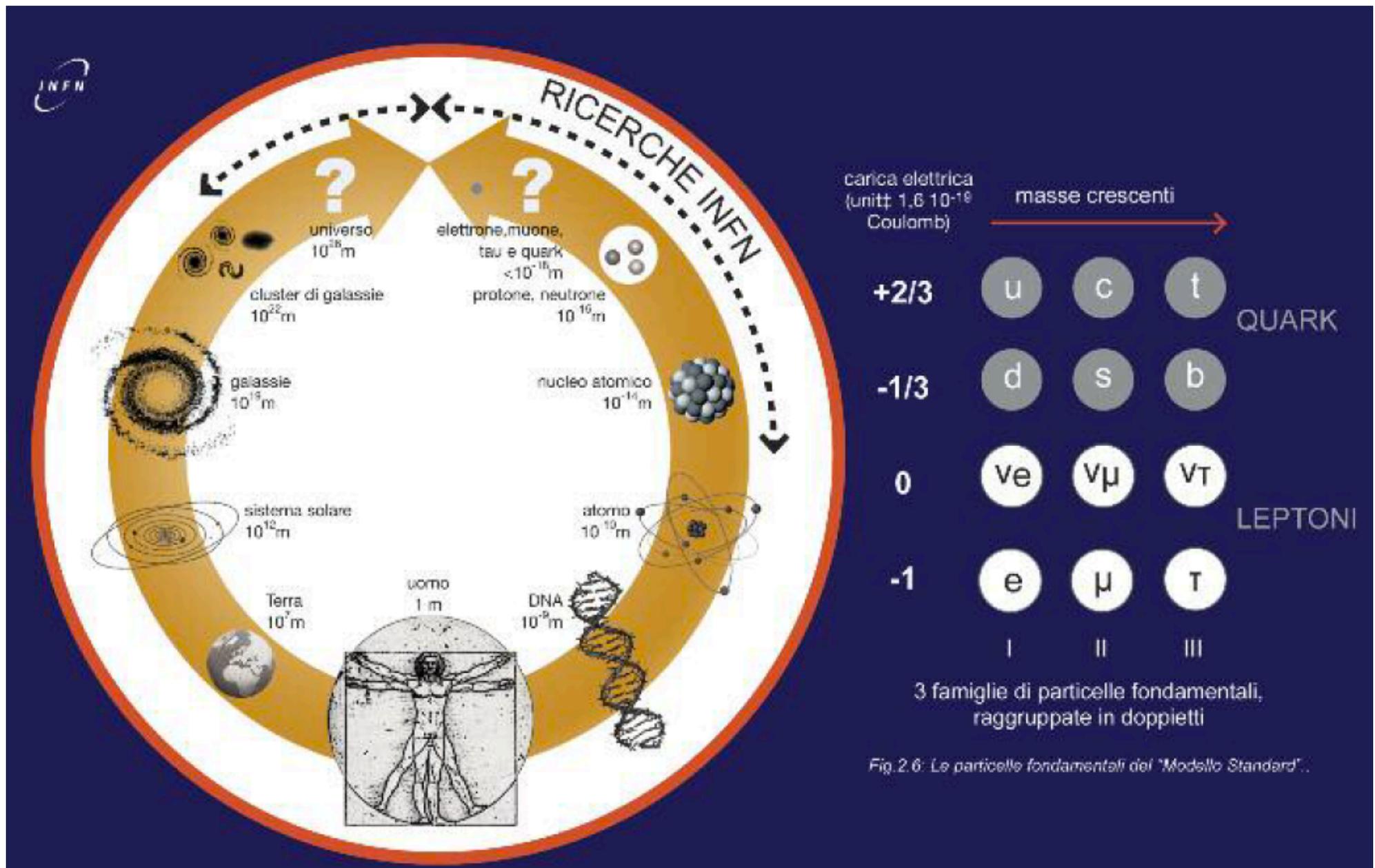


Σ^+ p n e Ξ^- τ^+ Σ^- ν_μ
 K^0 ρ Σ^0 K^-
DOVE E' FINITO L'ORDINE !!!!!
 μ^+ K^0 K^+ π^+
 K^0 n π^0 Δ

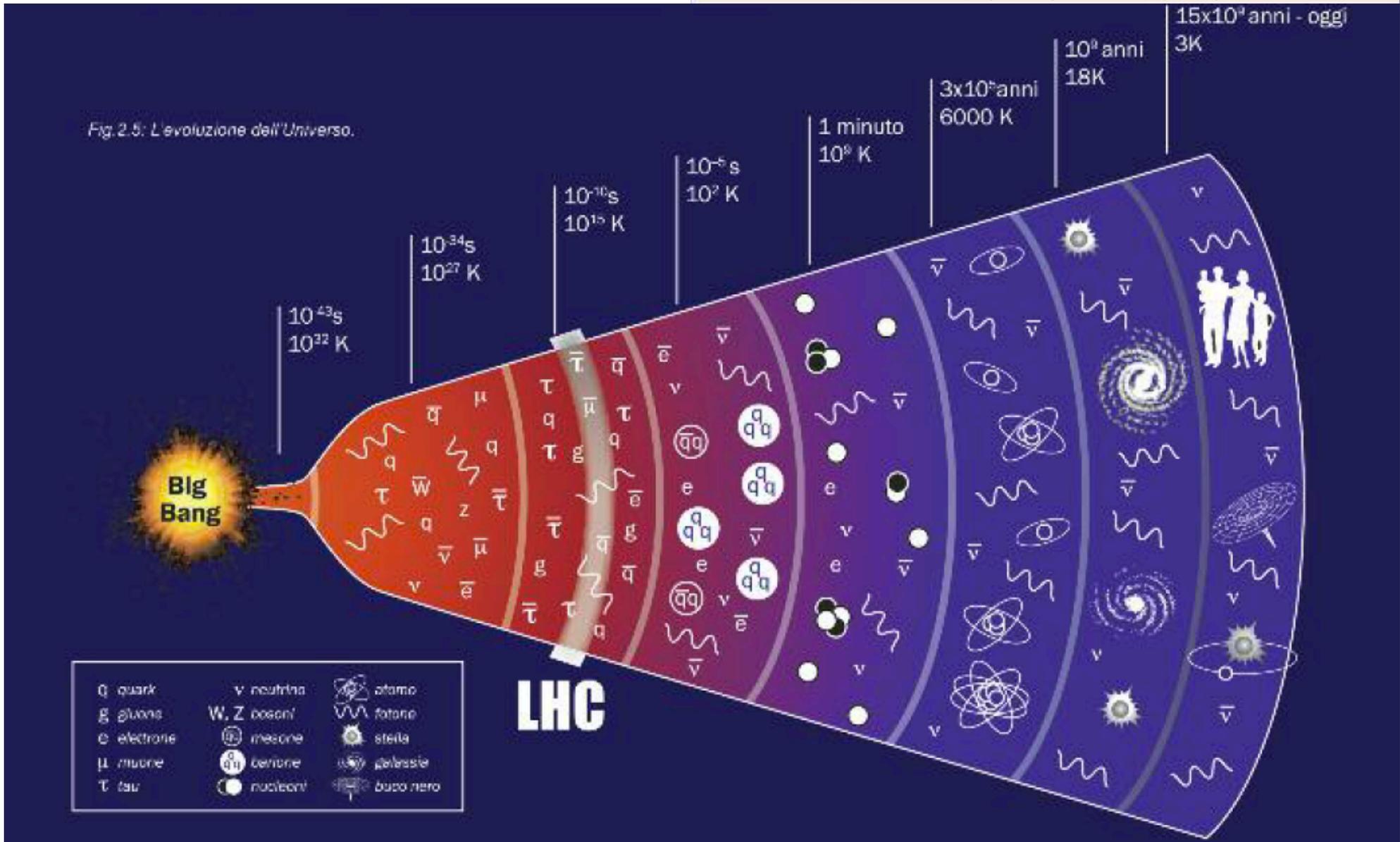
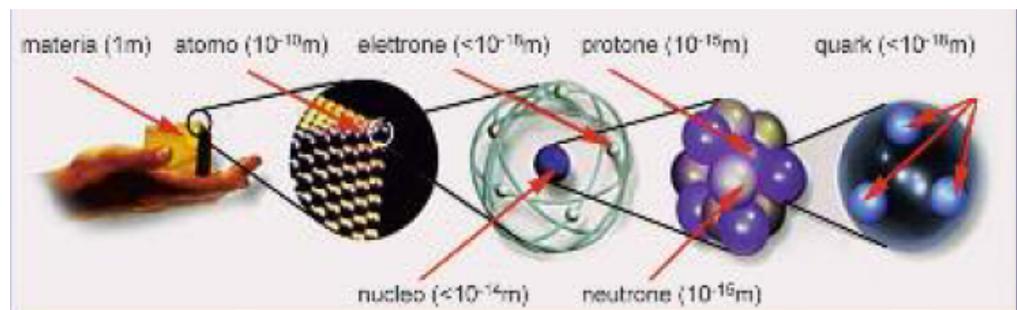
Organizzare per capire, organizzare per scoprire - 3



Un'altra tavola periodica



La connessione tra il microcosmo e il macrocosmo



Le forze fondamentali



forza	intensità	effetto
Gravitazionale	1	Vi tiene seduti

Debole

10^{29}

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

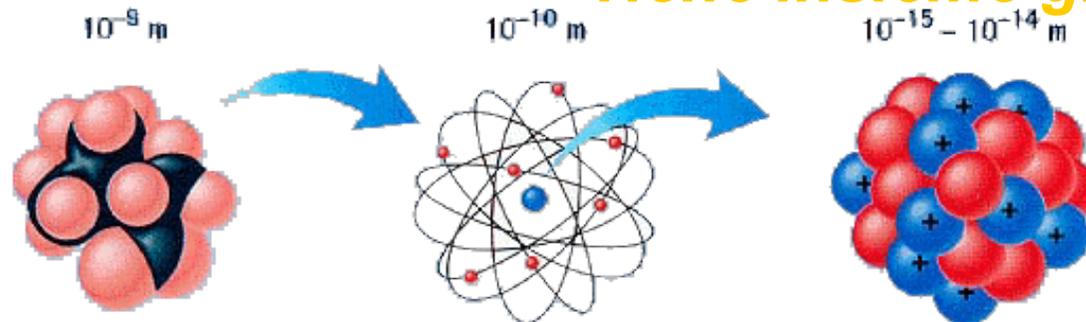


W
bosone
Z
bosone

Elettromagnetica

10^{40}

Tiene insieme gli atomi



γ
fotone

Forte

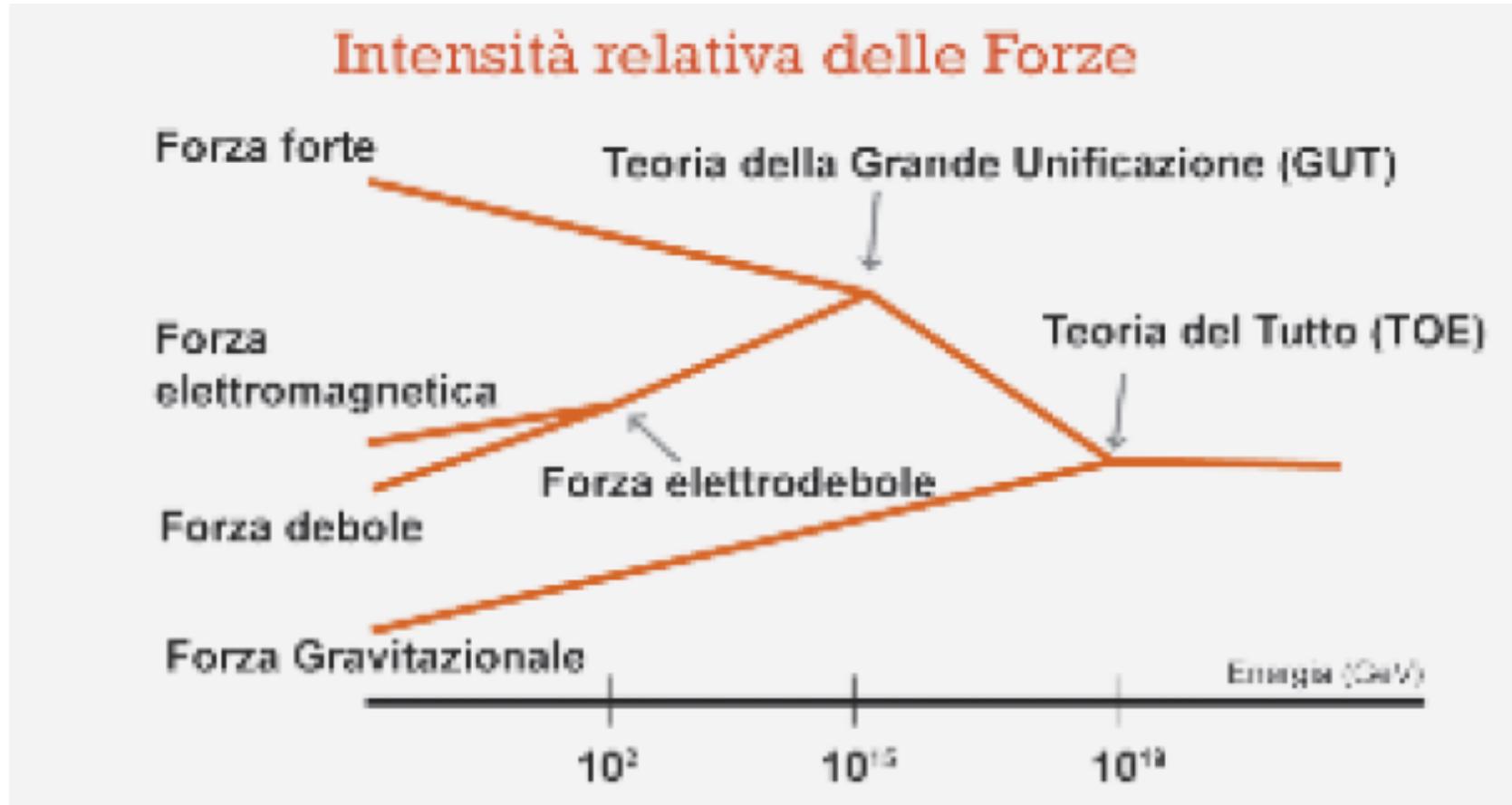
10^{43}

Tiene insieme i nuclei

g
gluone

Le forze fondamentali

L'intensità e' cambiata durante l'evoluzione dell'universo



Aumentare l'energia corrisponde a studiare istanti sempre piu' prossimi al big bang
Necessita' di accelerare le particelle

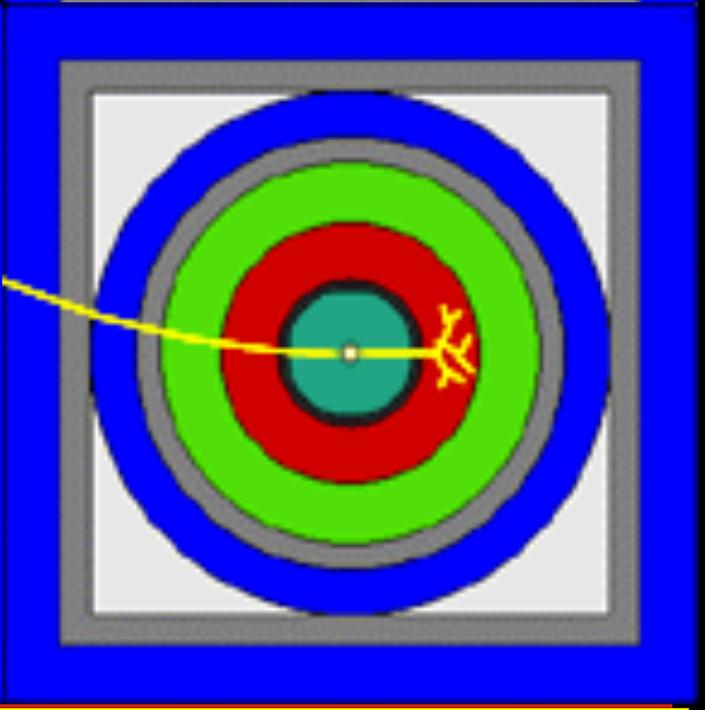
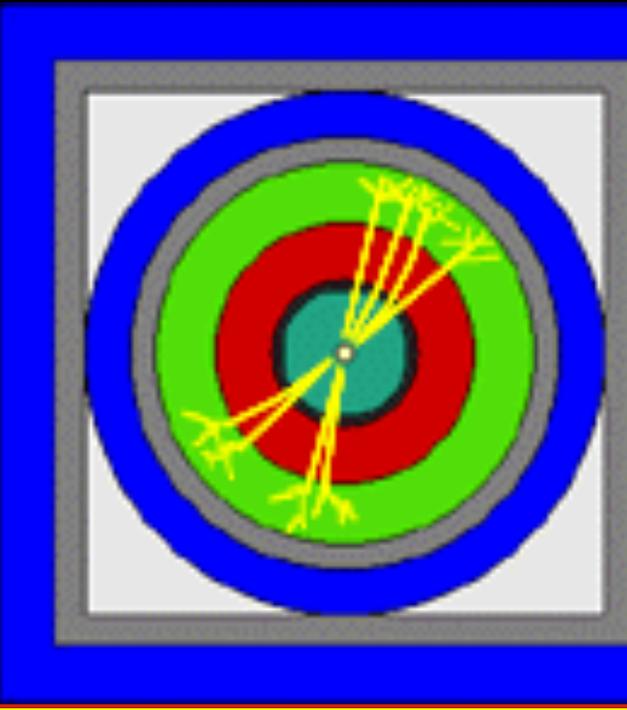
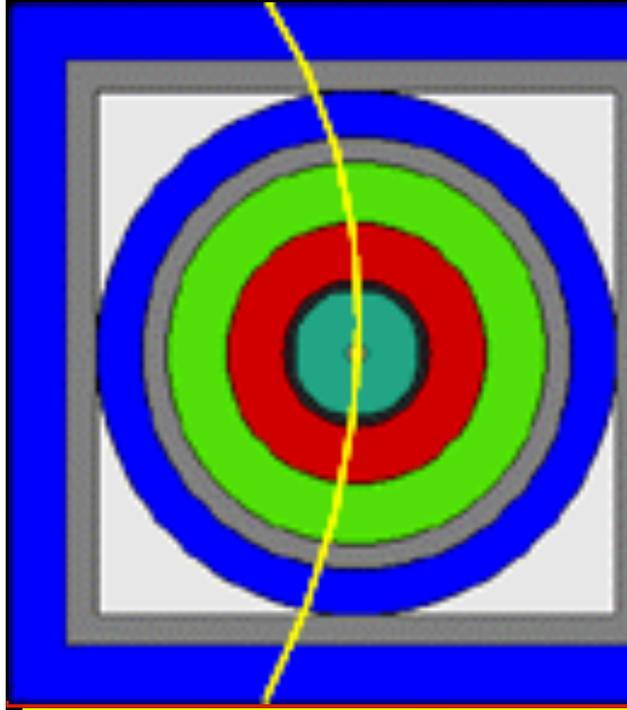
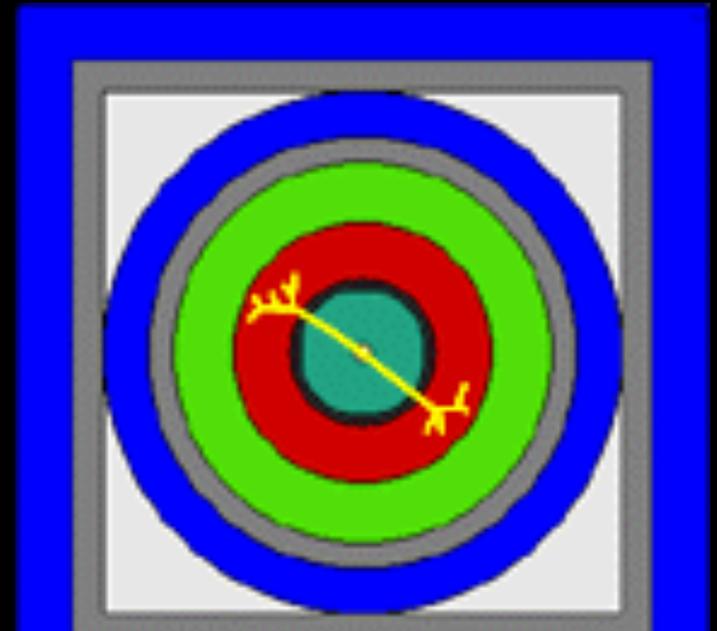
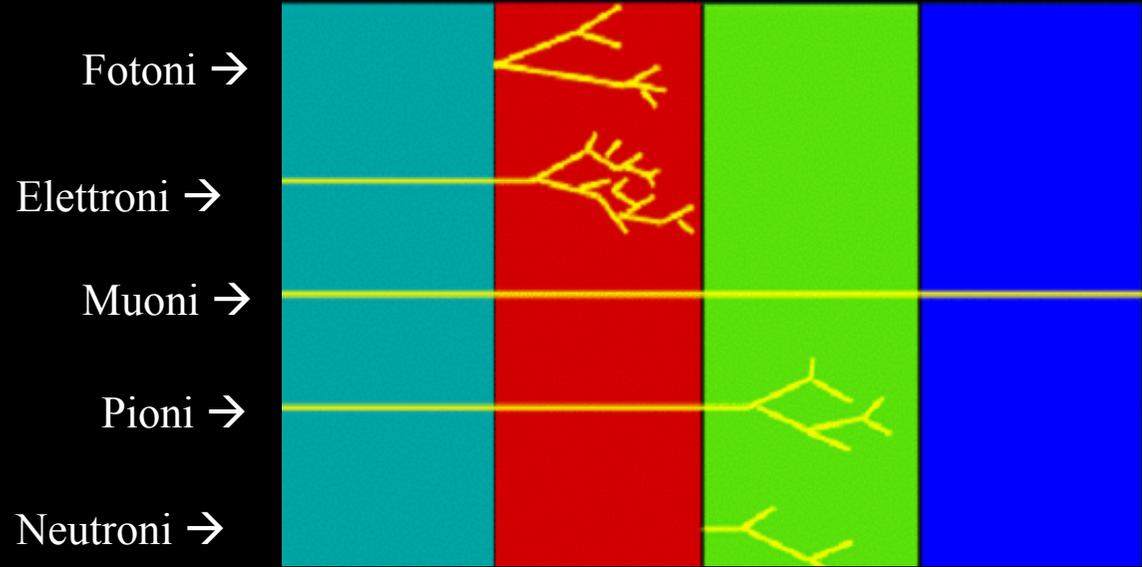
I collisori materia-antimateria

LEP al CERN di Ginevra 1988

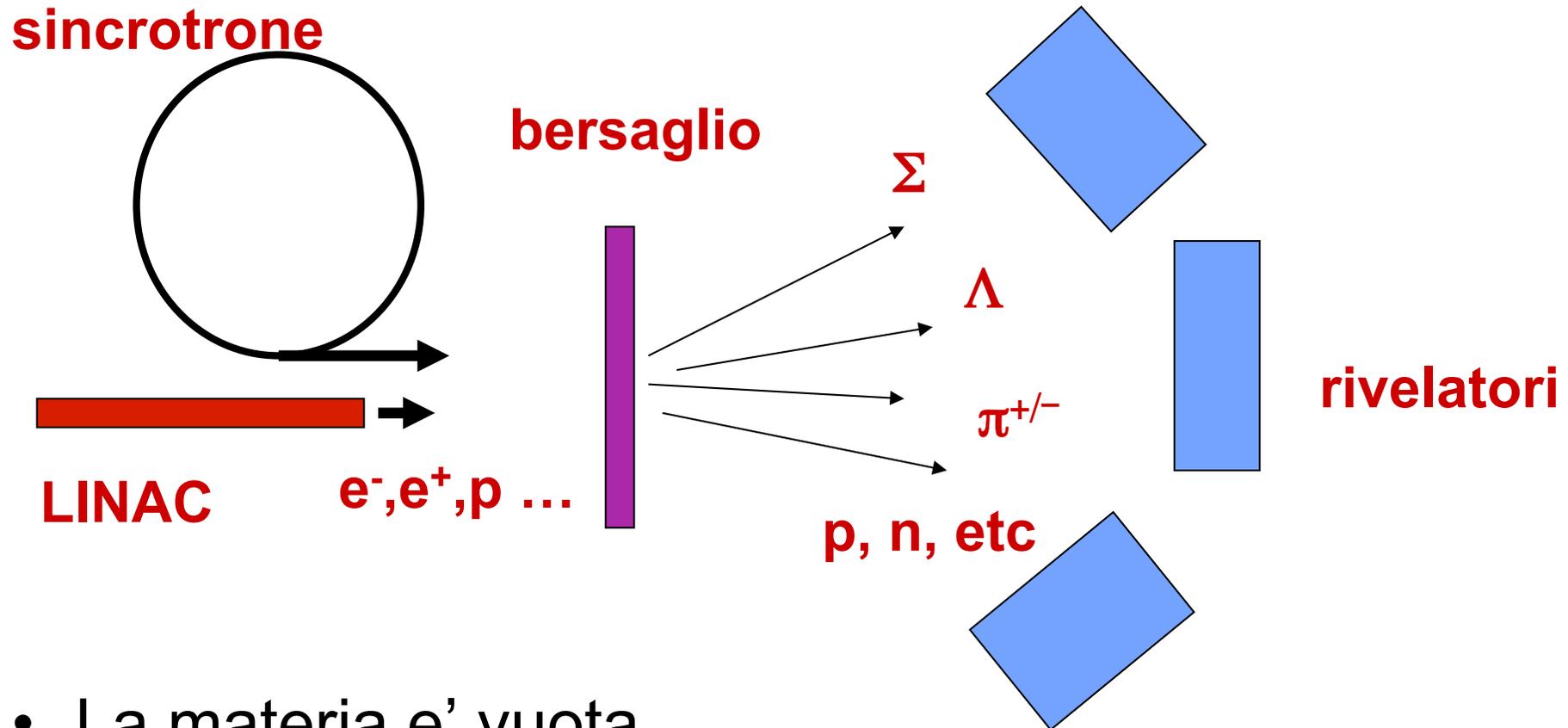


LHC al Cern di Ginevra, 27 Km

Riconoscere gli eventi

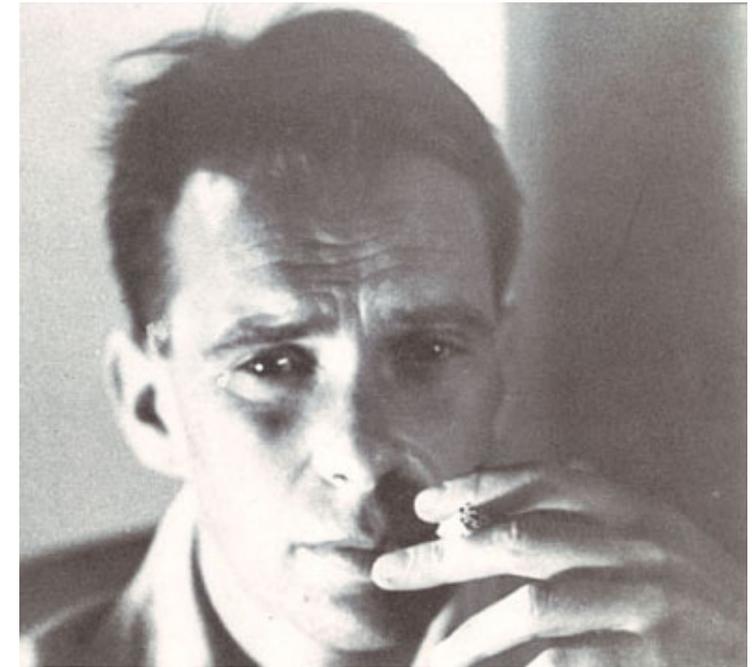


L'osservazione su bersaglio

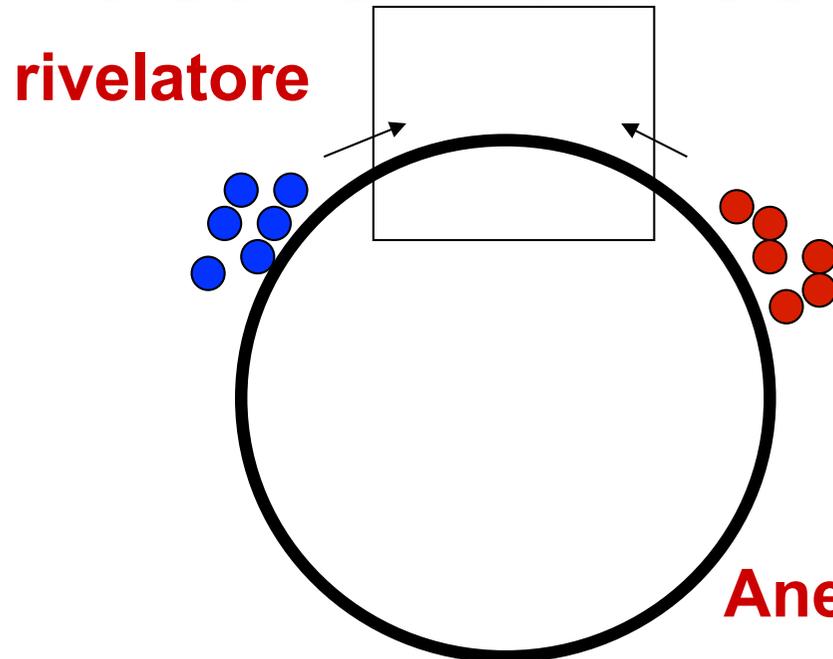


- La materia e' vuota
- Cio' che non ha interagito viene perduto
- Dispendio di energia nel muovere il centro di massa
- Il bersaglio e' complesso.

Un nuovo approccio: usare fasci collidenti



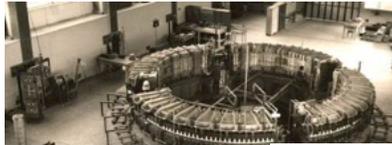
*Bruno Touschek,
Frascati, 1960*



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

The LNF accelerators history

Electron Synchrotron
(1959-1975) E=1 GeV



LNF-54/48 (1954)

Il progetto italiano di un elettrosincrotrone.

G. SALVINI

*Istituto di Fisica dell'Università - Pisa
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Sezione Acceleratore*

AdA 1960-1965
250 MeV



The Frascati Storage Ring.

C. BERNARDINI, G. P. CORAZZA, G. GHIGO
Laboratori Nazionali del CNEN - Frascati

B. TOSCHER

*Istituto di Fisica dell'Università - Roma
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Sezione di Roma*

(ricevuto il 7 Novembre 1960)

AdA was the first matter antimatter storage ring with a single magnet (weak focusing) in which e^+/e^- were stored at 250 MeV

1961	AdA	Frascati	Italy
1964	VEPP2	Novosibirsk	URSS
1965	ACO	Orsay	France
1969	ADONE	Frascati	Italy
1971	CEA	Cambridge	USA
1972	SPEAR	Stanford	USA
1974	DORIS	Hamburg	Germany
1975	VEPP-2M	Novosibirsk	URSS
1977	VEPP-3	Novosibirsk	URSS
1978	VEPP-4	Novosibirsk	URSS
1978	PETRA	Hamburg	Germany
1979	CESR	Cornell	USA
1980	PEP	Stanford	USA
1981	Sp-pbarS	CERN	Switzerland
1982	p-pbar	Fermilab	USA
1987	TEVATRON	Fermilab	USA
1989	SLC	Stanford	USA
1989	BEPC	Beijing	China
1989	LEP	CERN	Switzerland
1992	HERA	Hamburg	Germany
1994	VEPP-4M	Novosibirsk	Russia
1999	DAΦNE	Frascati	Italy
1999	KEKB	Tsukuba	Japan
2000	RHIC	Brookhaven	USA
2003	VEPP-2000	Novosibirsk	Russia
2008	BEPCII	Beijing	China
2009	LHC	CERN	Switzerland

ADONE (1968- 1993)
3 GeV 100 m



DAFNE (1999)
510 MeV 100 m



SPARC_LAB (2004)
150 MeV LINAC



Electron-Positron Colliding Beam Experiments

N. CABIBBO AND R. GATTO
*Istituti di Fisica delle Università di Roma e di Cagliari, Italy and
Laboratori Nazionali di Frascati del C.N.F.N., Frascati, Roma, Italy
(Received June 8, 1961)*

the "bible"

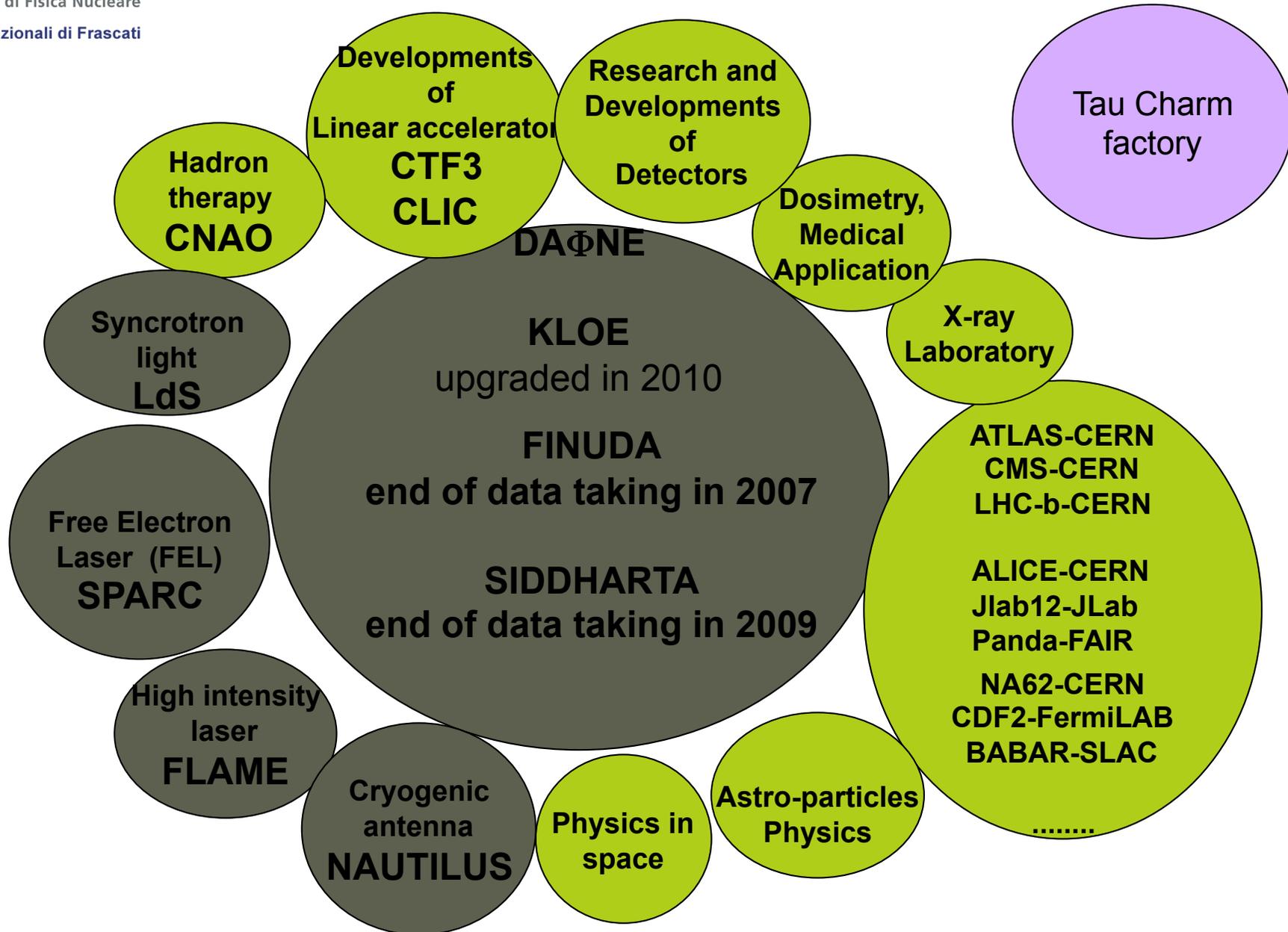
N. Cabibbo

collider in the world

Accelerators infrastructure at LNF today



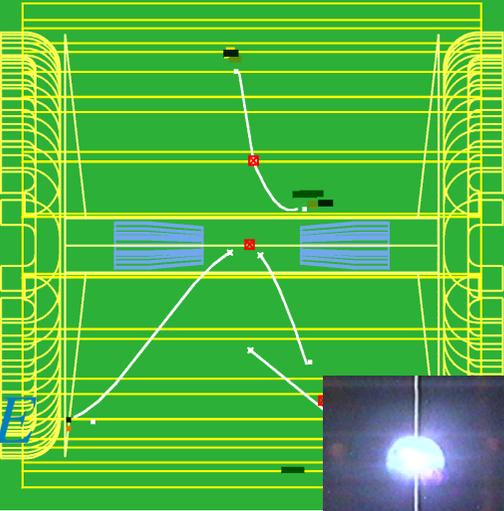
The LNF research areas



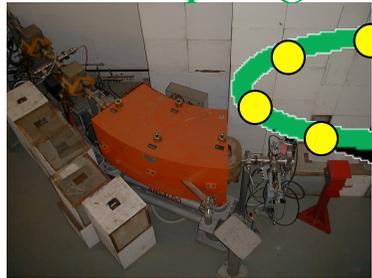
DAΦNE



Run	Event	Date
6757	738533	Apr. 20, 99



Damping ring



Test beam

Main rings

DAFNE-Light

Linac

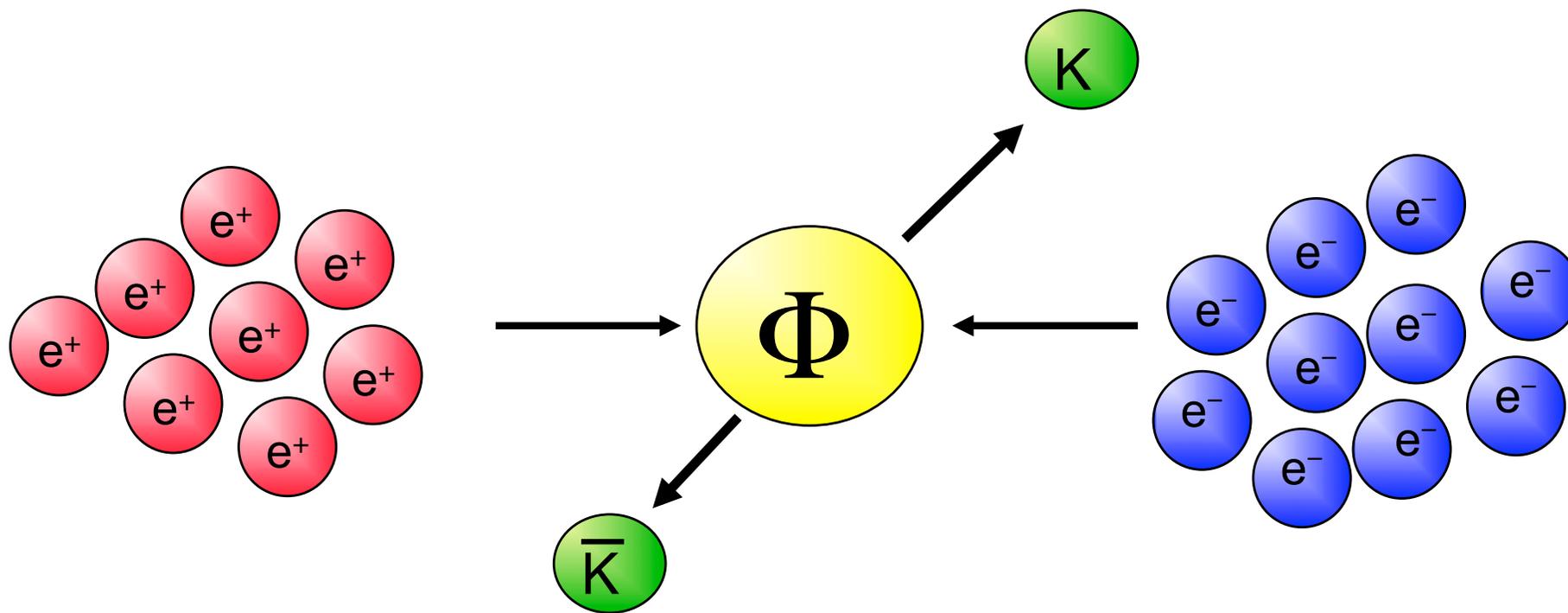


*DEAR
FINUDA*



La fisica a DAΦNE

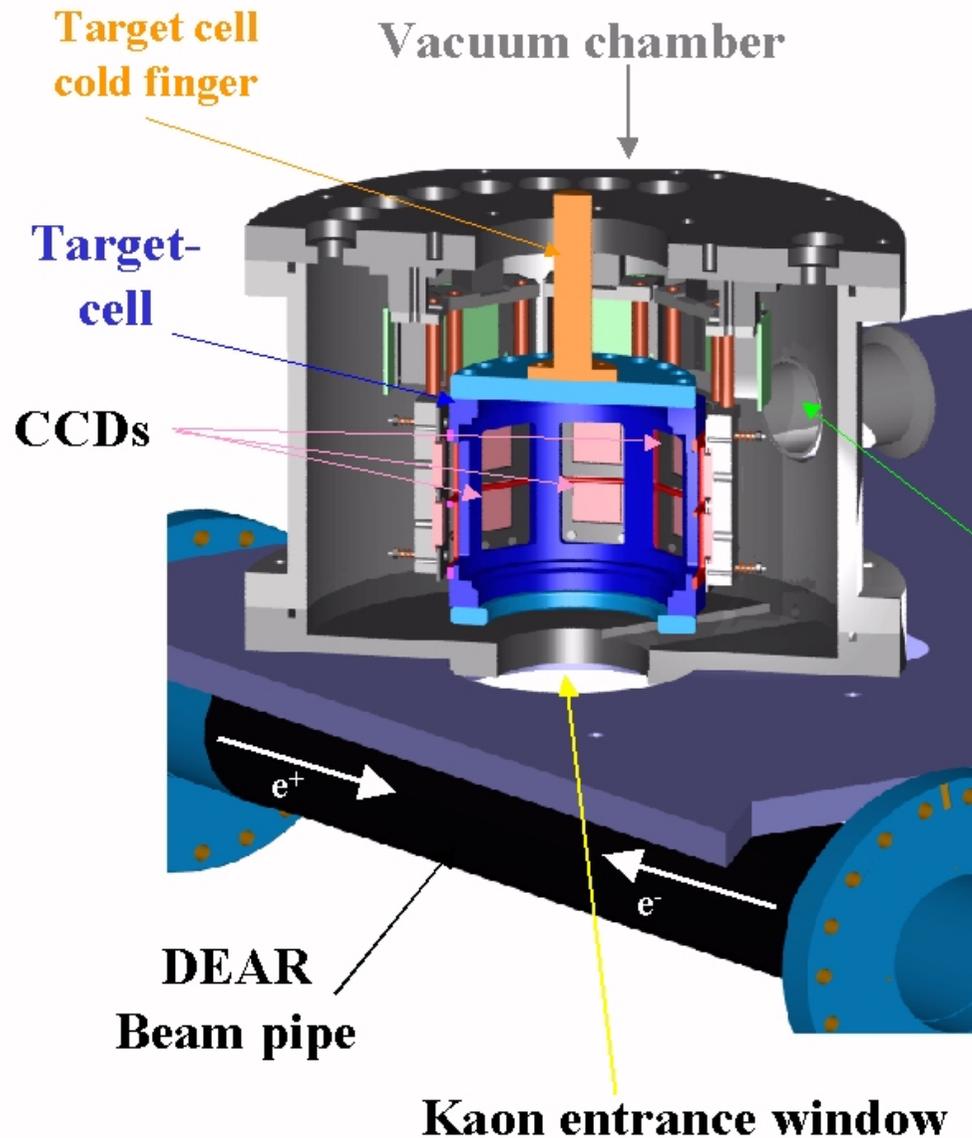
Dalle collisioni tra elettroni e positroni puo' essere prodotto il mesone Φ , che decade immediatamente in altre due particelle, i Kaoni K . I due K possono essere entrambi carichi o neutri.



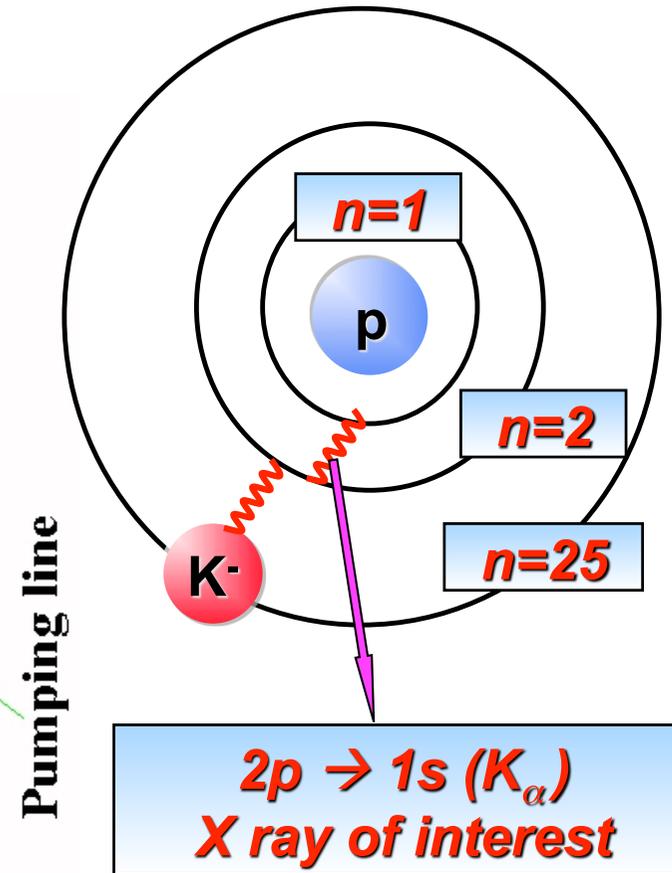
I K sono le particelle usate dai tre esperimenti DEAR, FINUDA e KLOE per i rispettivi obiettivi. La luminosità di DAΦNE, permette di produrre circa 10000 K al secondo.

DEAR

(DAΦNE Exotic Atom Research)



Idrogeno Kaonico

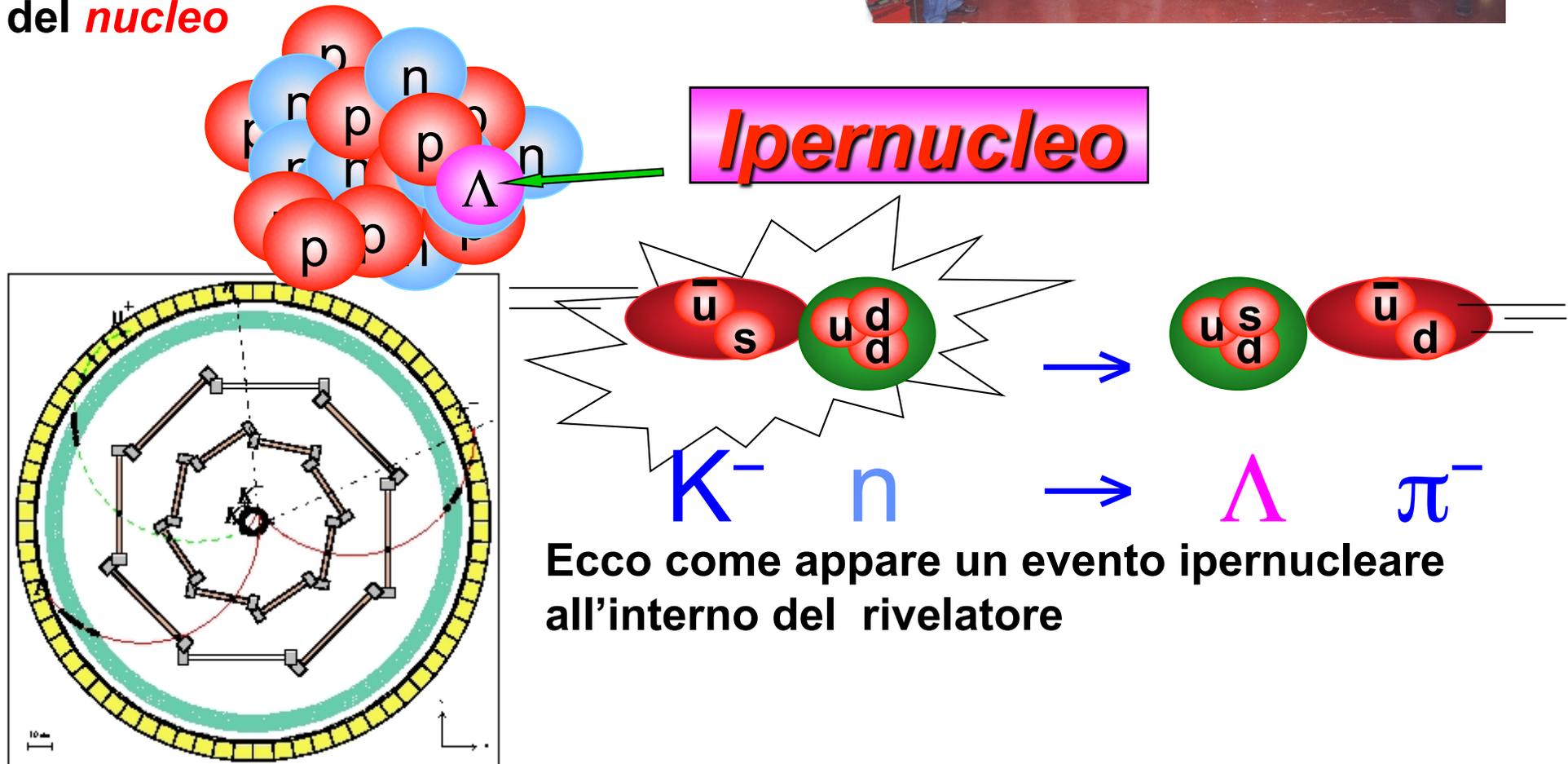


L'esperimento DEAR studia la **forza forte** attraverso lo studio degli **atomi kaonici** (in cui un K^- ha sostituito un elettrone atomico).

FINUDA

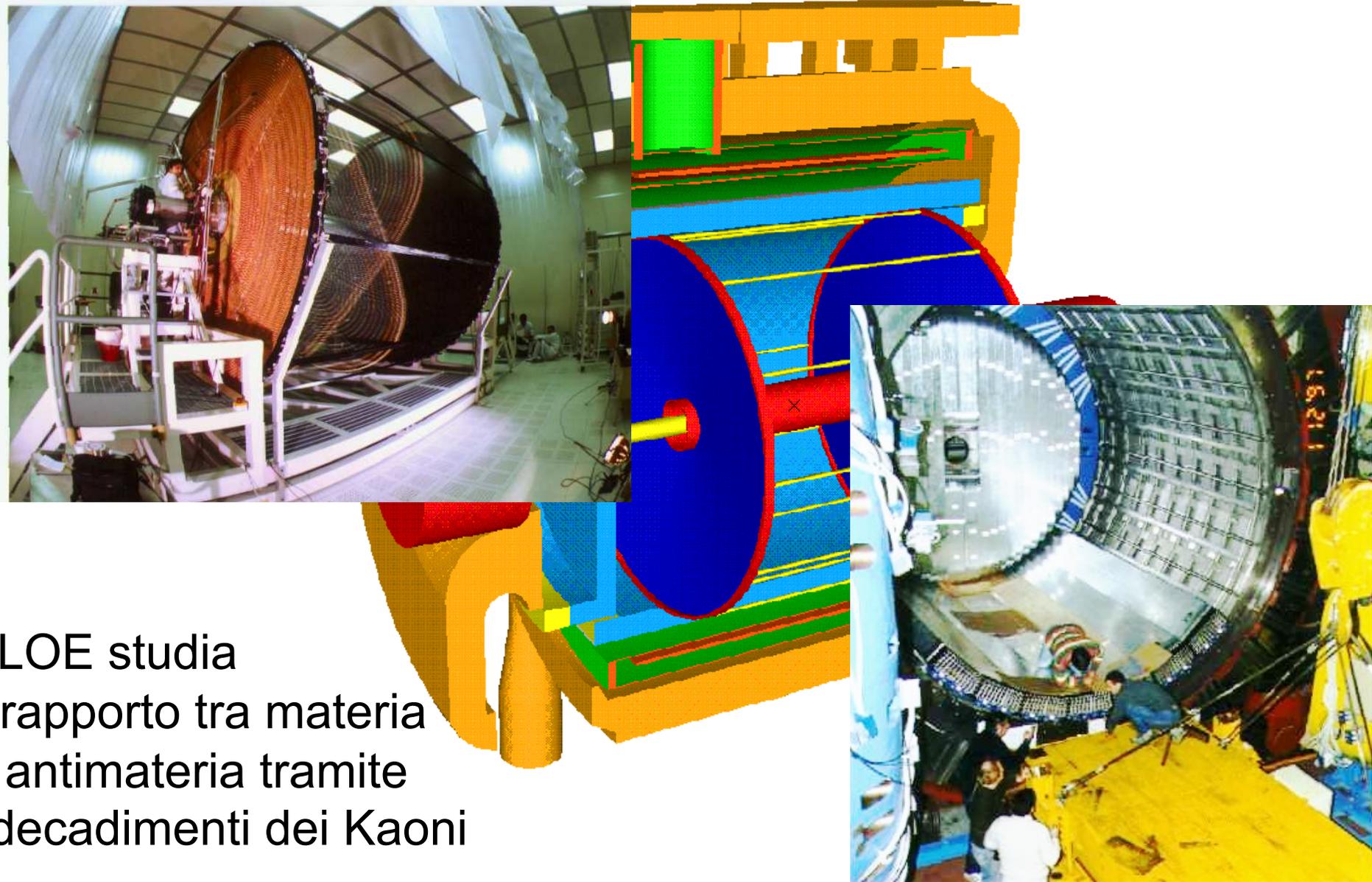
(Fisica Nucleare a DAΦNE)

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



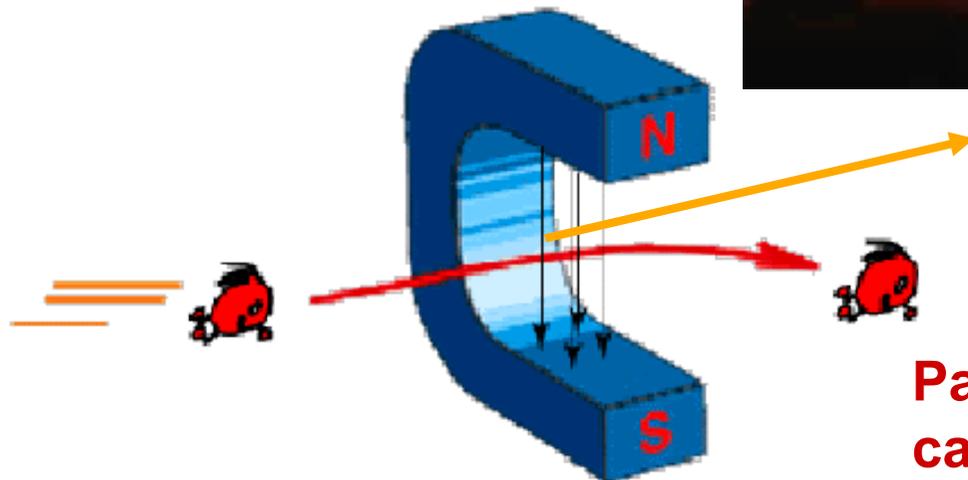
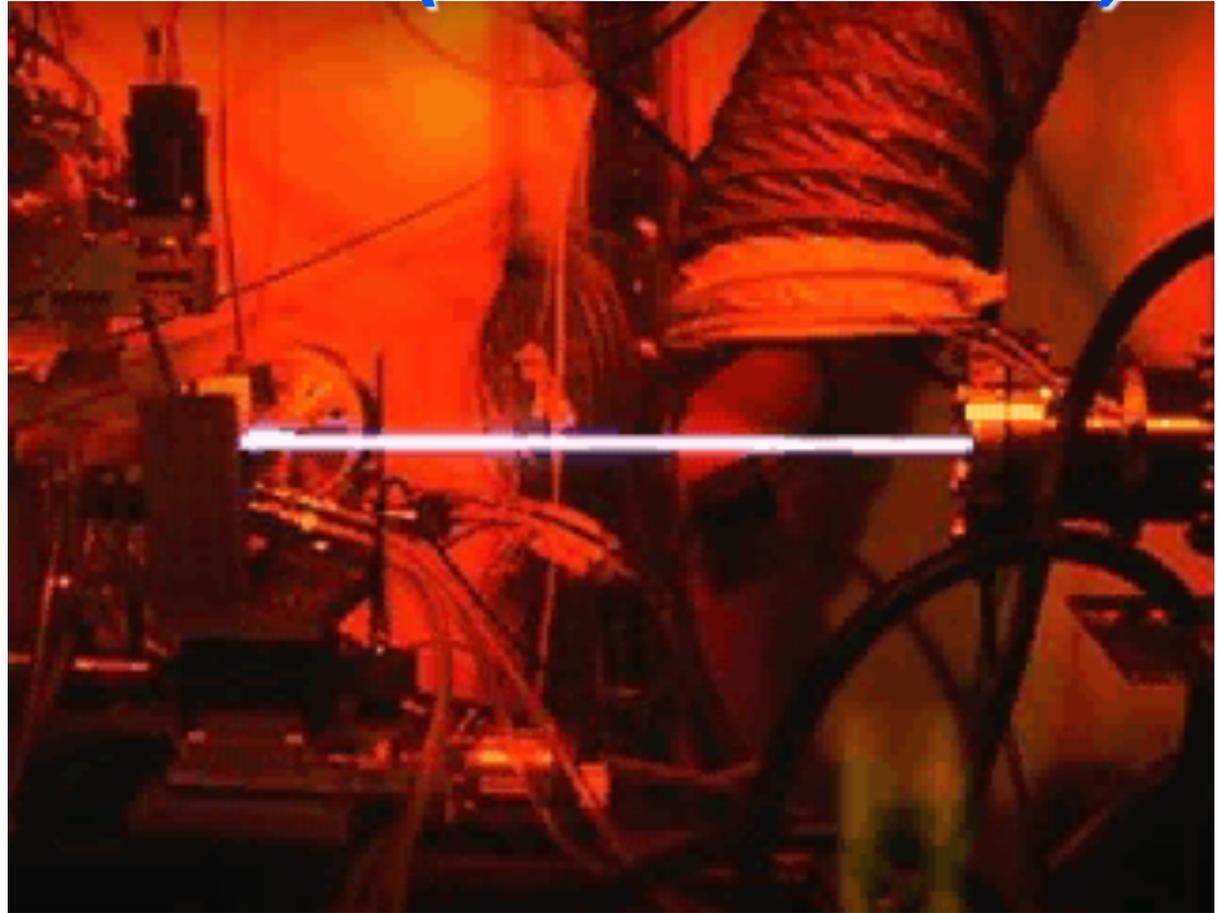
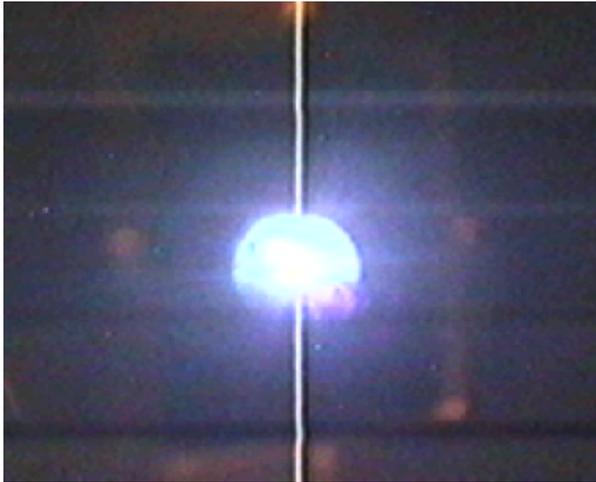
KLOE

(K LOnG Experiment)



KLOE studia
il rapporto tra materia
e antimateria tramite
i decadimenti dei Kaoni

Luce di sincrotrone (DAΦNE-luce)



Luce (fotoni)

**Particella
carica**

European Synchrotron
Radiation Facility

La fisica dei neutrini...

... e delle particelle debolmente interagenti, settore di grandissimo interesse

Interazioni debolissime → particelle forse così abbondanti da spiegare la massa mancante nell'universo

Laboratori Nazionali del Gran Sasso: studio di interazioni di particelle dallo spazio in presenza di un ridottissimo fondo di raggi cosmici, grazie all'attenuazione dovuta alla montagna sovrastante

Misure del flusso di neutrini dal sole (BOREXINO)

Uso di fasci di neutrini prodotti al CERN e inviati agli esperimenti OPERA, ICARUS

Ricerca diretta di possibili particelle di materia oscura (DAMA/LIBRA)

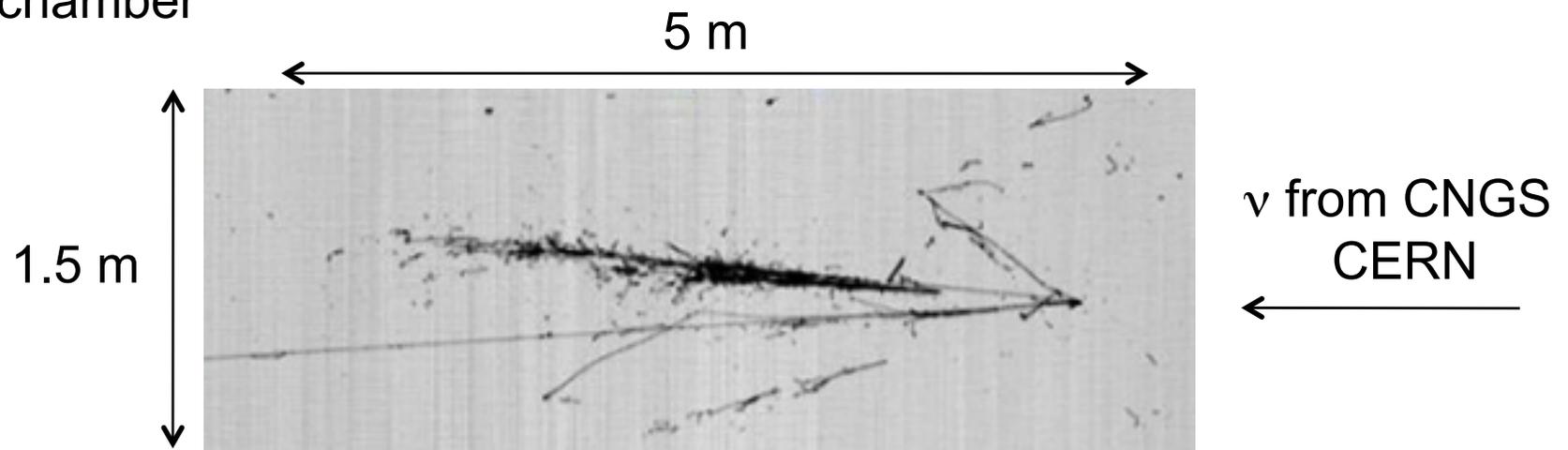
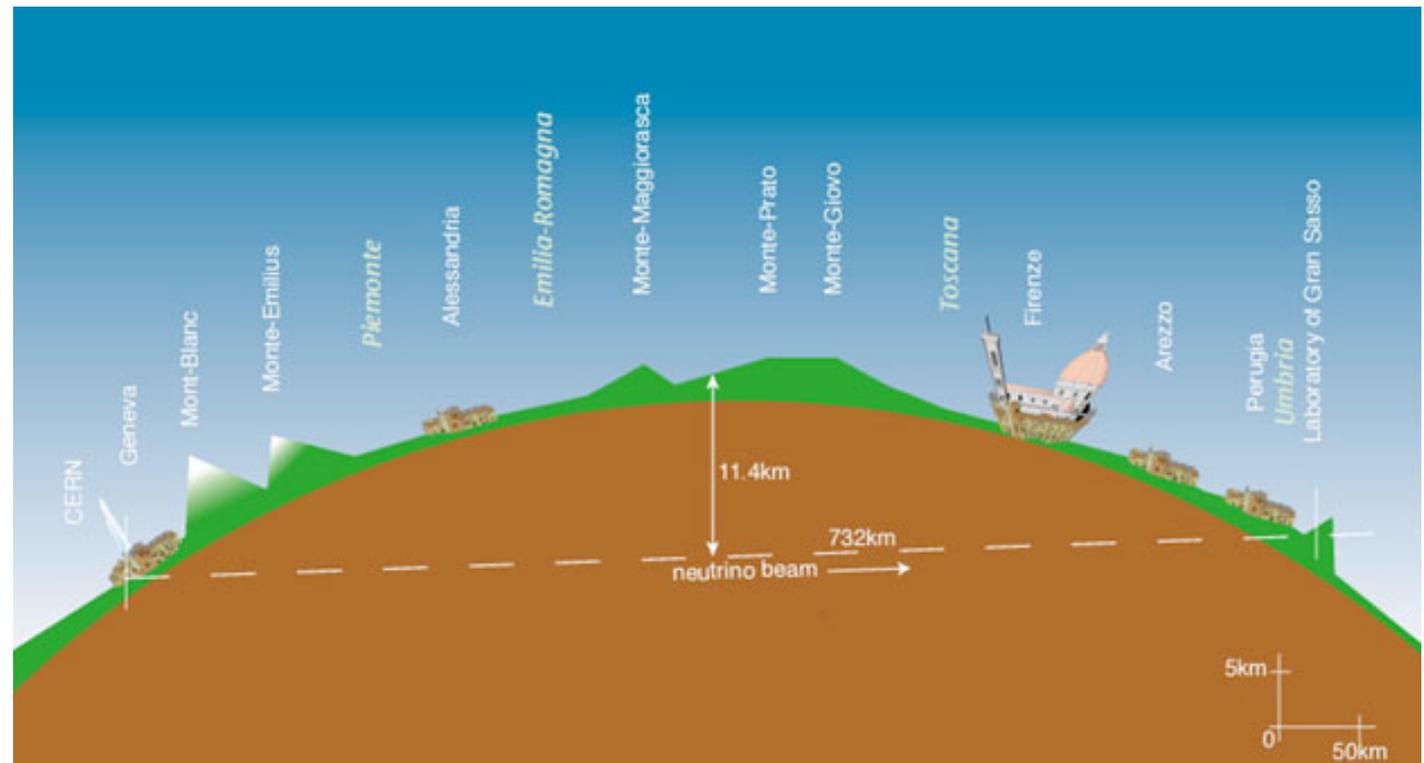
Ricerca indiretta: studio della composizione dei raggi cosmici nello spazio (PAMELA, AMS)

Esperimento ICARUS a LNGS

Uso di un fascio di neutrini prodotti al CERN e rivelati a LNGS

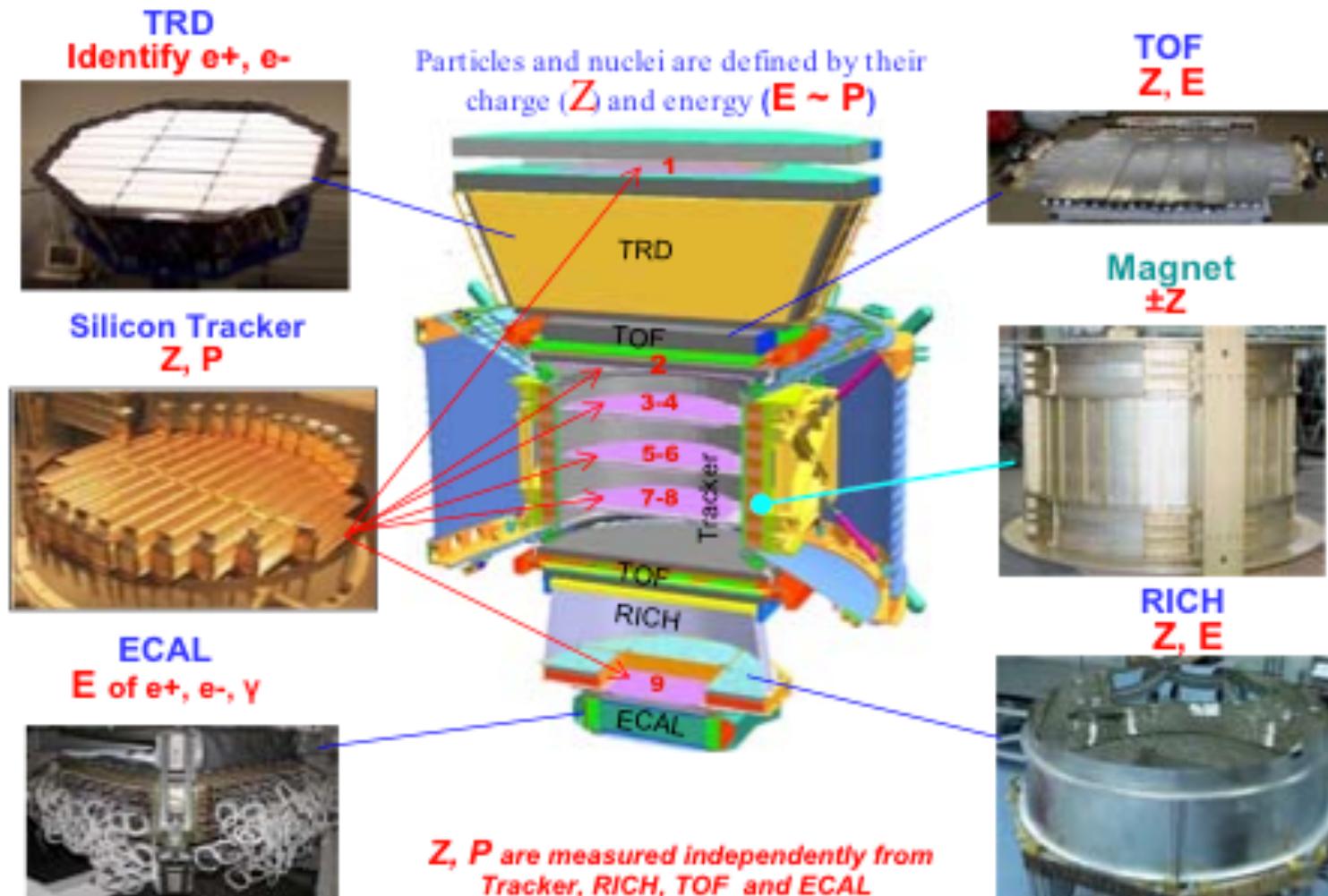
Studio delle oscillazioni dei neutrini

Tecnologia ad argon liquido time-projection chamber



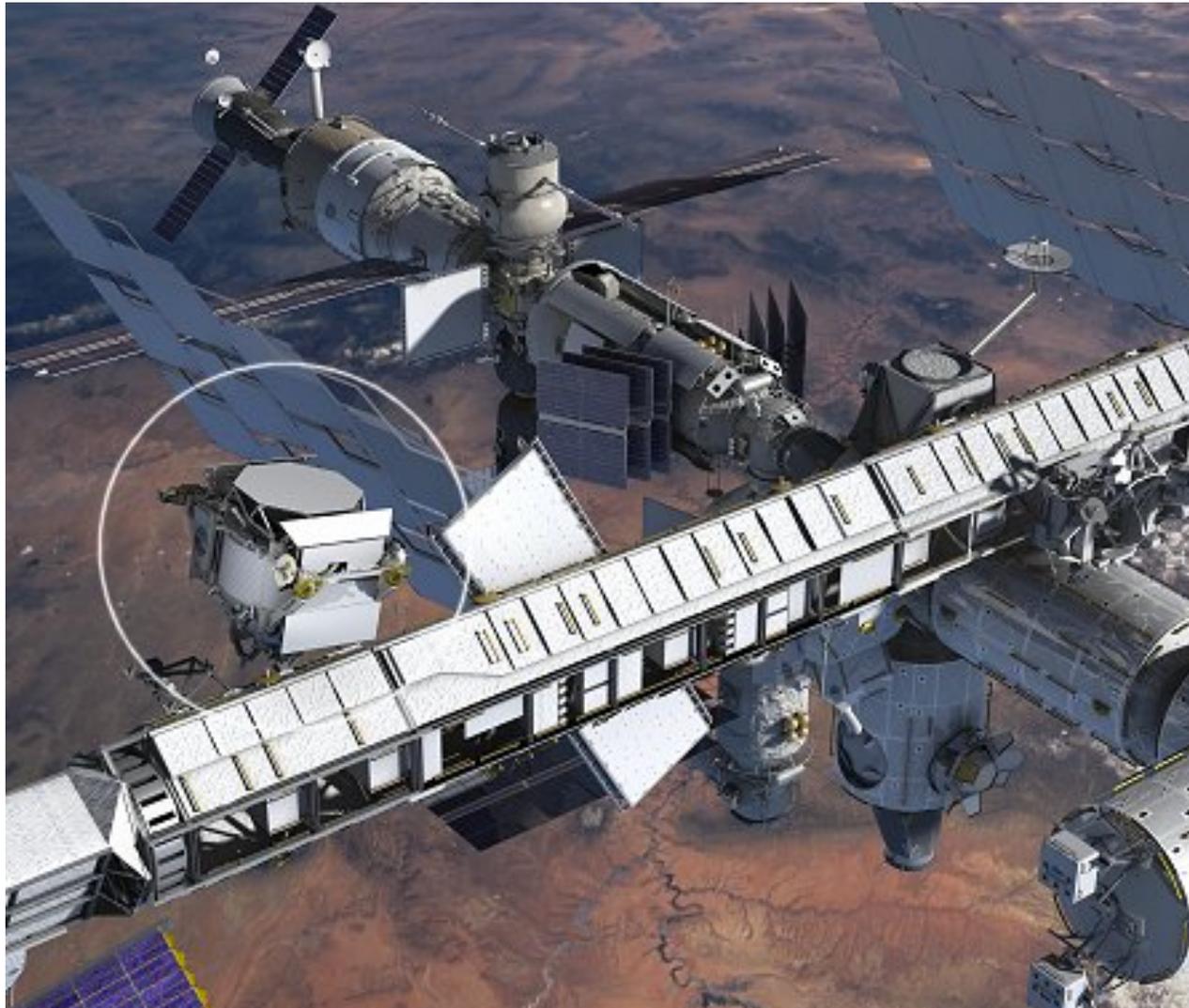
L'esperimento AMS

Studio della composizione e dello spettro energetico dei raggi cosmici...



L'esperimento AMS

... operando dallo spazio: trasportato dallo shuttle verso la ISS
Autonomia di 10 anni, i primi risultati stanno arrivando



L'infrastruttura KM3-net

Osservazione dei neutrini di alta energia di origine cosmica:

Debolissima interazione → neutrini da luoghi e tempi remoti dell'universo

Astronomia con neutrini apre una porta verso meccanismi cosmici
“violenti” (buchi neri, nuclei galattici attivi, supernovae, ...)

Debolissima interazione → alta massa del rivelatore

Eventi molto rari → uso di masse naturali instrumentate, ad es. ghiacci polari

L'infrastruttura KM3-net

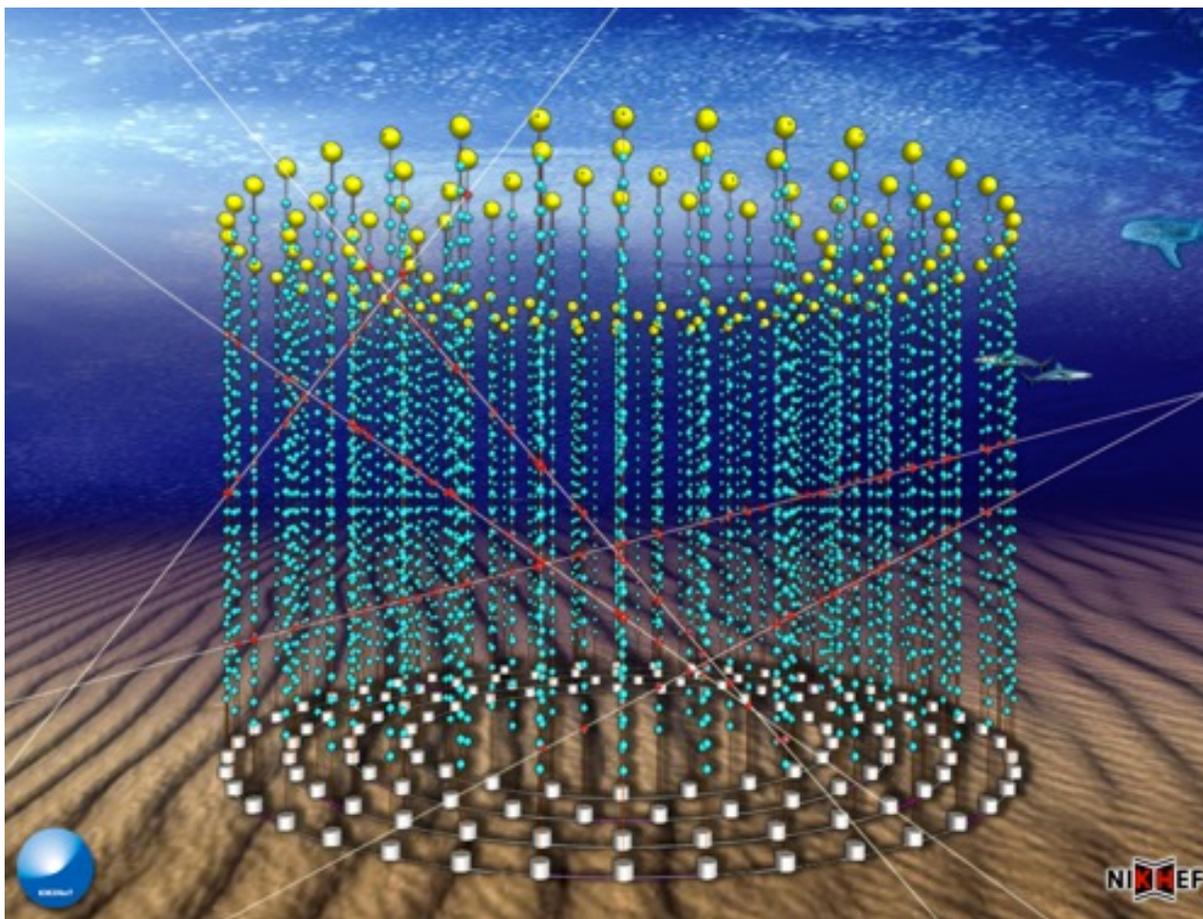
Eventi molto rari → uso di masse naturali instrumentate, ad es. ghiacci polari



L'infrastruttura KM3-net

oppure il mare mediterraneo: osservazione dei neutrini dai muoni prodotti dalla loro interazione → effetto Cerenkov

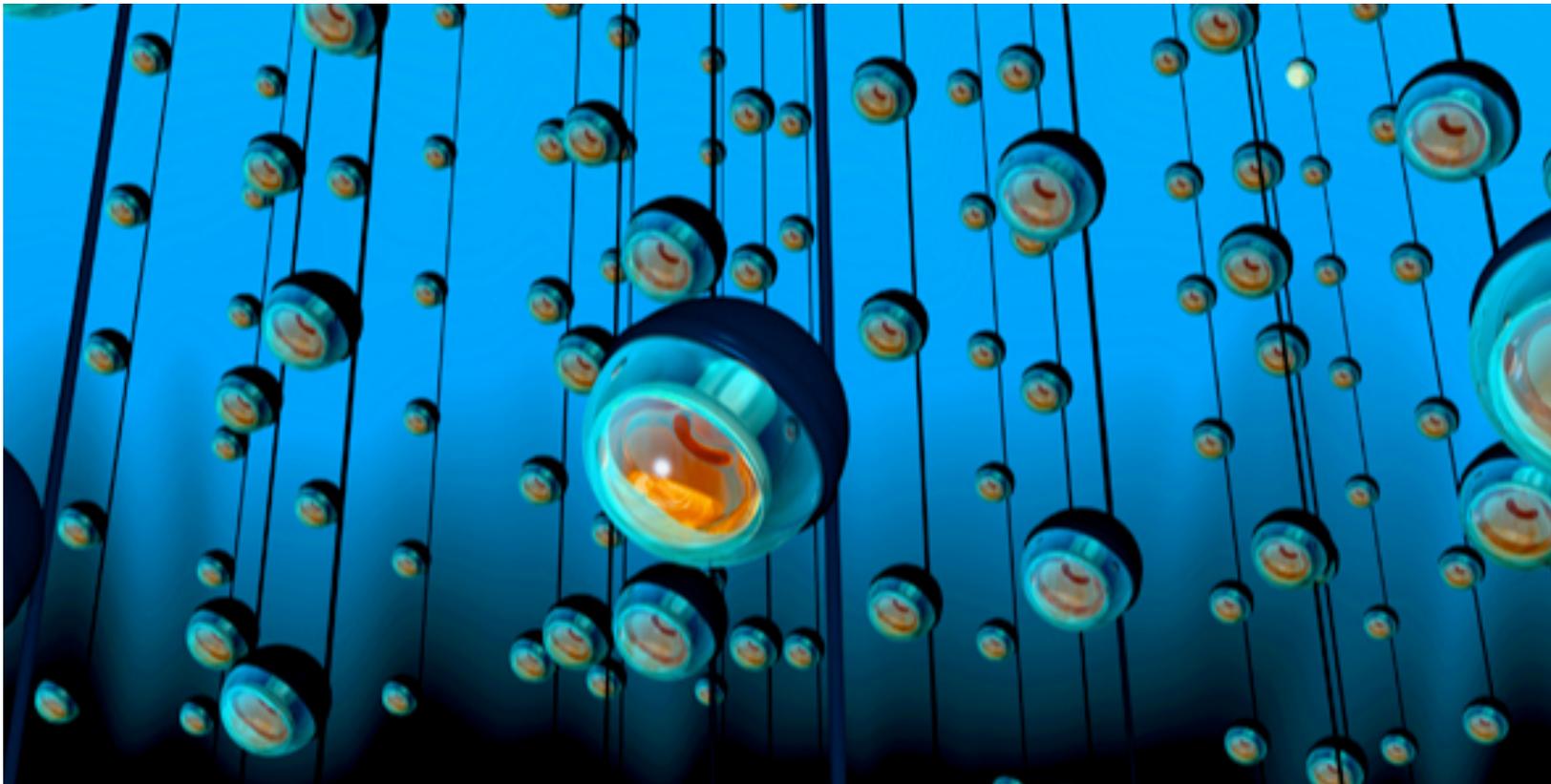
Copertura del cielo tramite due telescopi: uno nell'emisfero sud (IceCube) usa il ghiaccio antartico, uno nel mediterraneo (Capo Passero, Siracusa)



L'infrastruttura KM3-net

Osservazione dei neutrini dai muoni prodotti dalla loro interazione → effetto Cerenkov

Copertura del cielo tramite due telescopi: uno nell'emisfero sud (IceCube) usa il ghiaccio antartico, uno nel mediterraneo (Capo Passero, Siracusa)



La forza di gravita`

Newton, fine XVII secolo: la stessa forza e' responsabile della caduta dei corpi sulla terra e dell'attrazione dei pianeti verso il sole

Einstein, 1905: campo gravitazionale e struttura dello spazio-tempo sono connessi, la luce stessa e' curvata in presenza di una massa



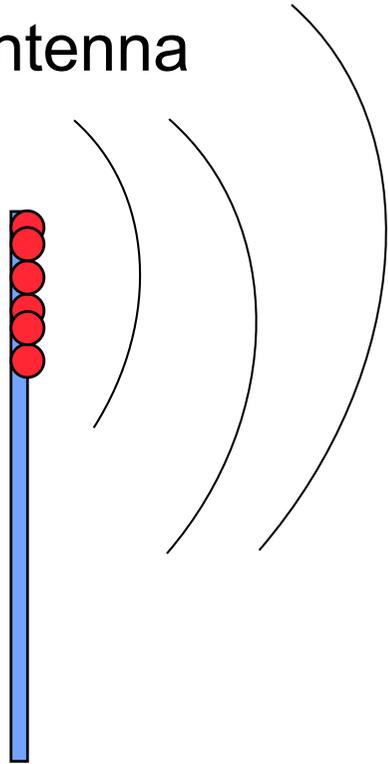
Questo quasar quadruplo è in realtà un miraggio gravitazionale. Mostra 4 immagini virtuali di un singolo oggetto situato molto al di là della galassia rossa responsabile delle quattro immagini del quasar in lontananza (due delle quali non completamente risolte) ottenute per effetto di lente gravitazionale.

(ESO-VLT picture of MG0414+0534)

La teoria di Einstein prevede l'esistenza di onde gravitazionali, prodotte da masse in movimento, le onde prodotte da un sasso in uno stagno

Manca una osservazione diretta

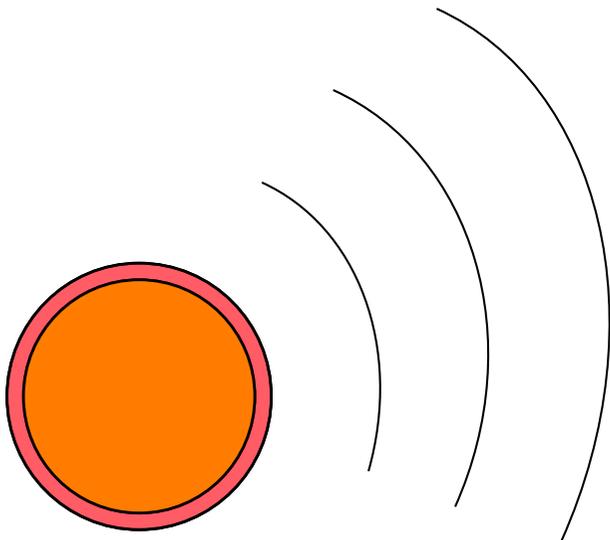
antenna



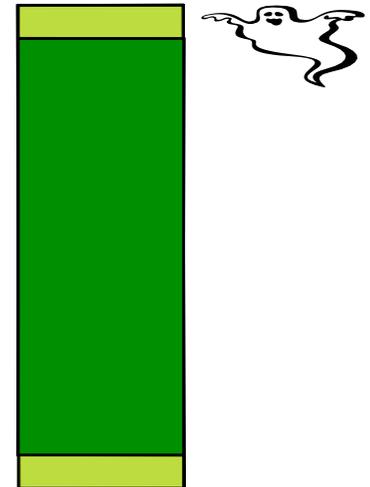
Le onde elettromagnetiche sono prodotte da cariche elettriche in movimento...



Onde Gravitazionali: un'analogia

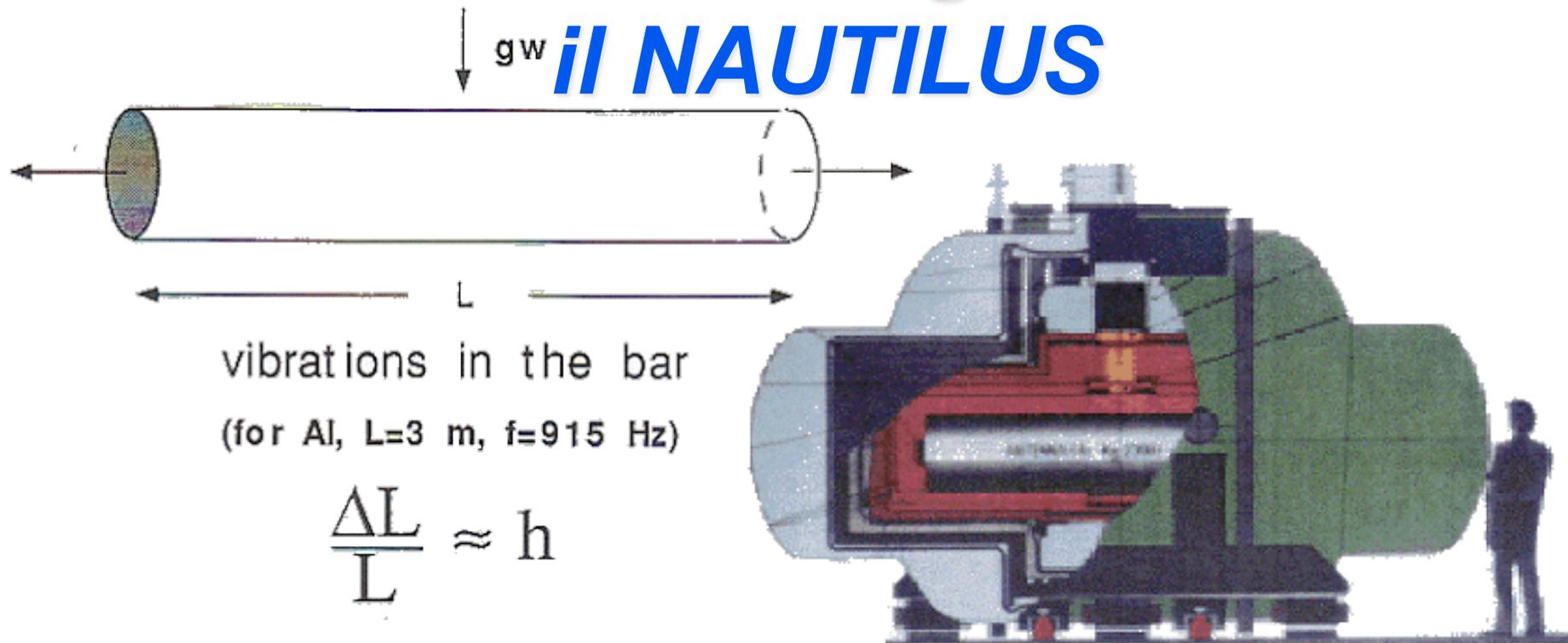


Le onde gravitazionali sono prodotte da masse in movimento...



La ricerca di Onde gravitazionali:

il NAUTILUS



- Supernova nella nostra Galassia $h=10^{-18}$
- Supernova in Virgo $h=10^{-21}$
- (Per $L \sim 10^{11}$ m \sim distanza terra-sole, $\Delta L = 10^{-10}$ m...)
- 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

Rivelatori di onde gravitazionali



La ricerca di Onde gravitazionali: VIRGO

VIRGO: consorzio INFN-CNRS (Francia) a Cascina (Pisa)

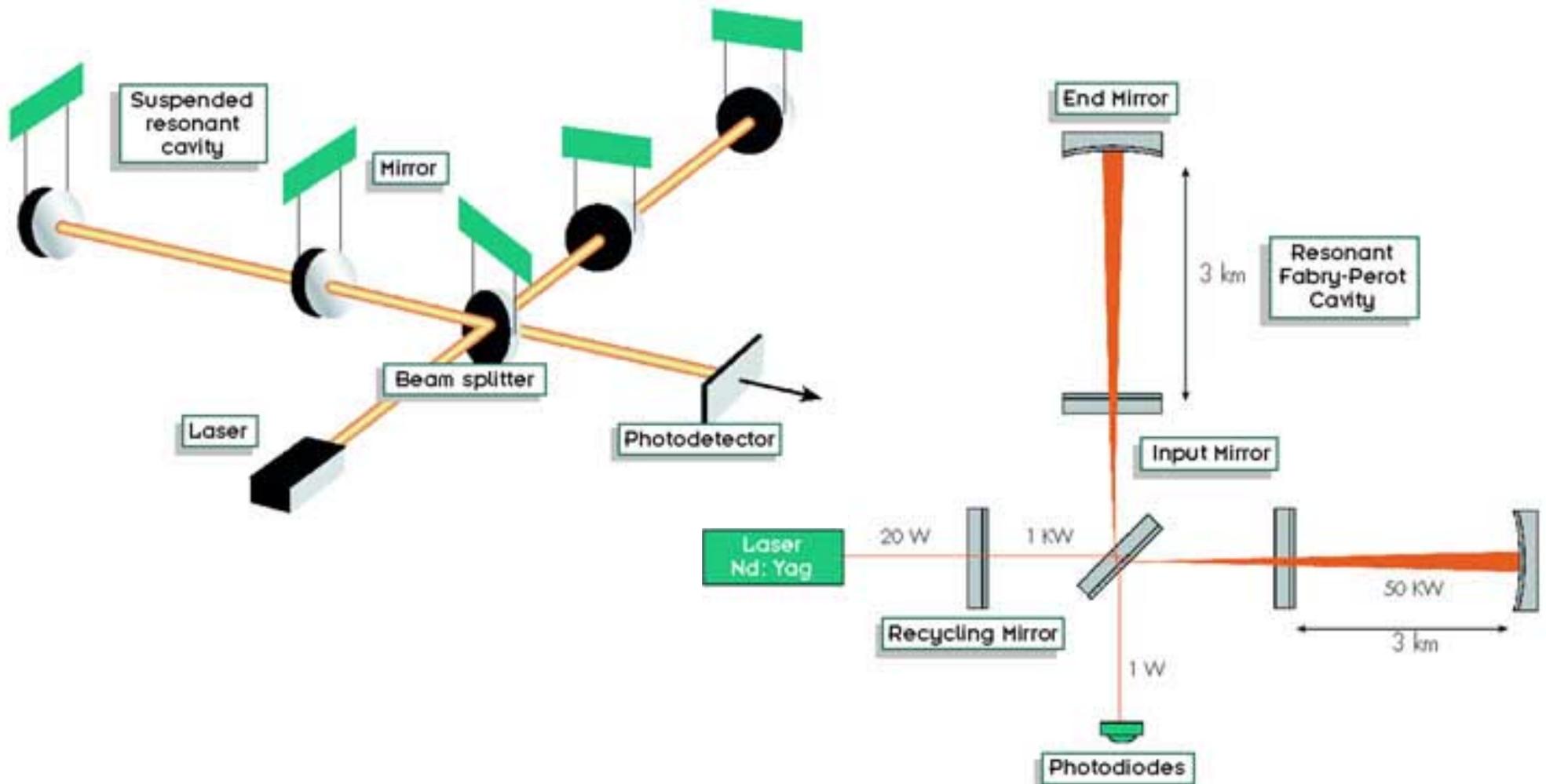
Interferometro LASER: quando passa un'onda gravitazionale, rilevare la variazione di distanza tra i bracci dalla variazione della figura di interferenza



La ricerca di Onde gravitazionali: VIRGO

Interferometro con bracci di 3 Km, la cavita' risonante estende la lunghezza efficace a 100 Km

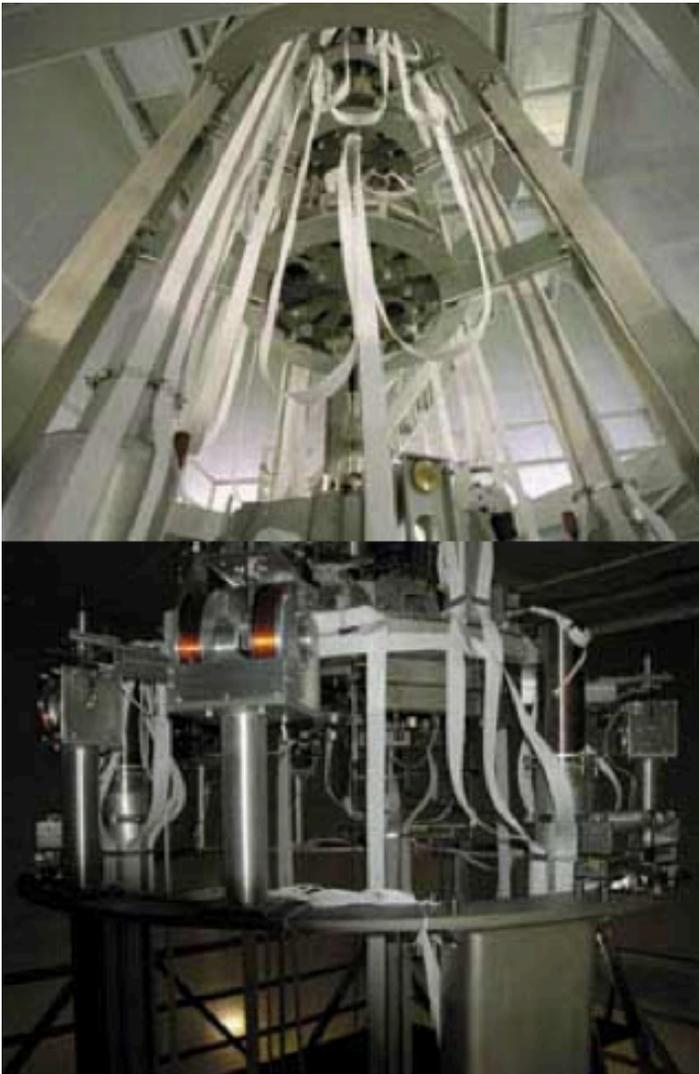
La luce interferisce in contro-fase, normalmente non si rivela immagine



La ricerca di Onde gravitazionali: VIRGO

Sofisticato sistema di isolamento dalle vibrazioni:

- ultra-vuoto (10^{-10} mbar)... 1 MW per braccio (!)
- ancoraggio agli strati piu' profondi del terreno (20-50 m)
- filtri meccanici e retro-attivi



Le vibrazioni sismiche del terreno sono miliardi di volte più grandi delle variazioni di distanza indotte dalle onde gravitazionali. Di conseguenza è essenziale evitare movimenti spuri dei componenti ottici. L'isolamento sismico viene realizzato attraverso una catena di filtri sismici equipaggiati di molle a balestra triangolari. Le molle provvedono all'isolamento nella direzione verticale mentre il pendolo composto assicura l'isolamento nella direzione orizzontale.

Per ridurre ulteriormente il disturbo di origine sismica questa catena è sospesa a una piattaforma stabilizzata attivamente in grado di correggere moti di grande ampiezza a bassa frequenza. Questa piattaforma assicura il controllo della posizione al micron.

Un secondo controllo della posizione viene svolto all'estremità della catena di sospensione da una marionetta alla quale sono sospesi con fili molto sottili lo specchio e una massa di rinculo. Il controllo ultimo della posizione dello specchio è ottenuto attraverso forze piccolissime tra lo specchio e la massa di rinculo generate da bobine e magneti oppure da attuatori elettrostatici. In definitiva l'ambiente dell'interferometro VIRGO sarà molto più quieto di quanto lo sia quello di un velivolo spaziale in orbita intorno alla Terra.

Spin-off da VIRGO

Mentre la ricerca continua e la sensibilita' andra' migliorando...



Diverse tecnologie usate per Virgo sono state sviluppate in stretta collaborazione con l'industria e possono avere un impatto su altre attività scientifiche o industriali.

Sistemi di isolamento sismico e accelerometri ultrasensibili possono trovare applicazioni in altri settori scientifici o industriali.

La più grande camera a vuoto d'Europa ha richiesto lo sviluppo di speciali processi produttivi in metallurgia e la realizzazione di elementi in acciaio di grandi dimensioni e alta precisione.

Superfici ottiche a bassissima diffusione hanno richiesto la costruzione di un impianto speciale a Lione (F).

La richiesta per l'ottica di VIRGO di un assorbimento estremamente basso e di una alta omogeneità, ha avuto come risultato un notevole miglioramento del processo produttivo di un tipo di silice fusa di alta qualità, ora disponibile anche per altre applicazioni.

...notevoli ricadute tecnologiche

I Laboratori Nazionali di Legnaro (Padova)

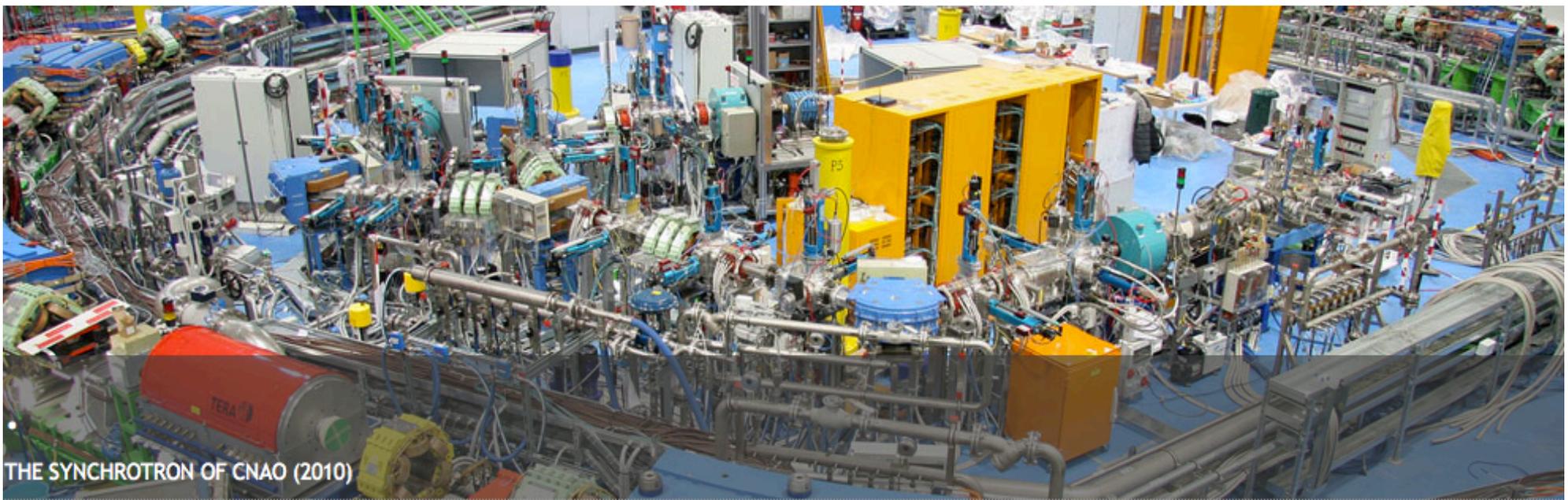
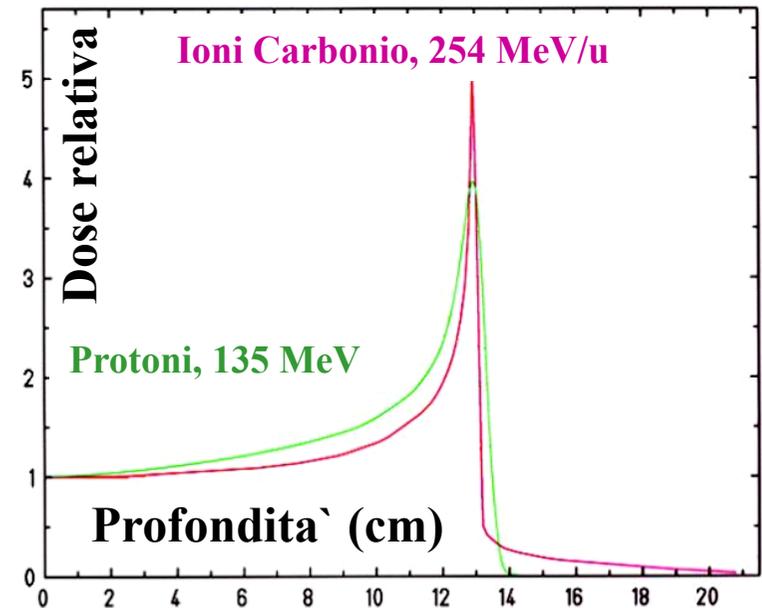
Studio della struttura e della dinamica dei nuclei atomici:

- acceleratore Tandem e
- acceleratore lineare di ioni, ALPI, basato su tecnologie superconduttive
- costruzione di cavità superconduttive
- radiobiologia
- scienza dei materiali
- produzione di fasci intensi di protoni (progetto SPES, un acceleratore di protoni ad alta intensità, con energia di 40 MeV)
- IFMIF (International Fusion Materials Irradiation Facility), il progetto di una macchina per lo studio degli effetti dell'irraggiamento neutronico sui materiali di un reattore a fusione
- Partecipa al CNAO, Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica a Pavia

La fondazione CNAO a Pavia

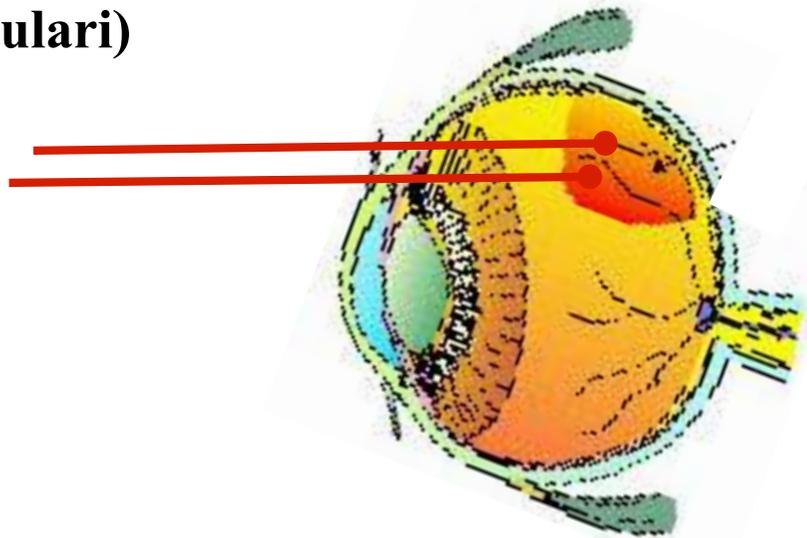
Uso di protoni e adroni accelerati per il trattamento dei tumori:

- Rilascio di energia massimo in corrispondenza del tumore
- Fascio collimato, danno minimizzato nei tessuti nelle aree circostanti
- Gli adroni causano rotture multiple nelle catene del DNA delle cellule tumorali, impedendone la auto-riparazione
- **Primo paziente trattato con ioni carbonio a Novembre 2012**



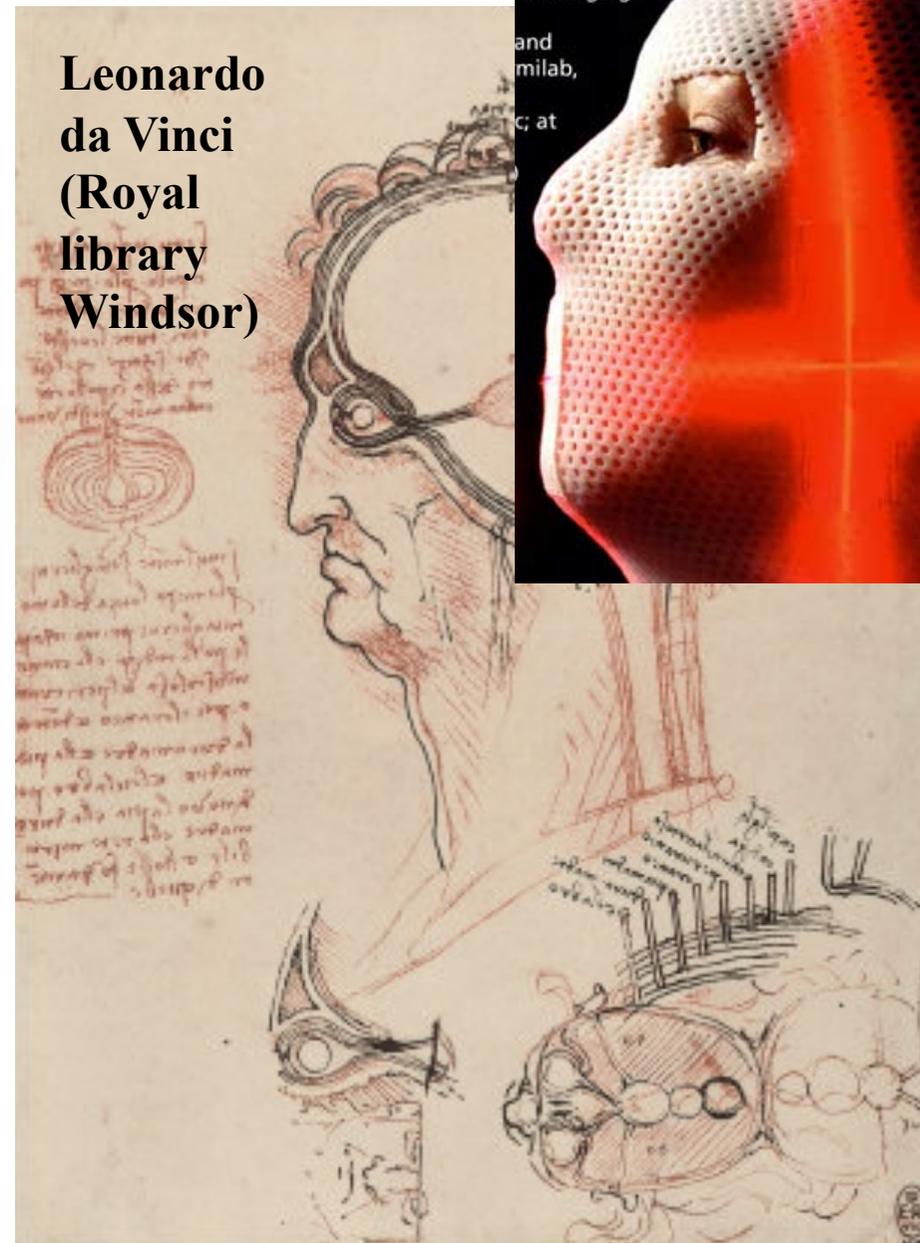
CATANA ai Laboratori Nazionali del SUD

Con fasci di particelle e' possibile trattare tumori altrimenti inoperabili (il caso dei tumori oculari)



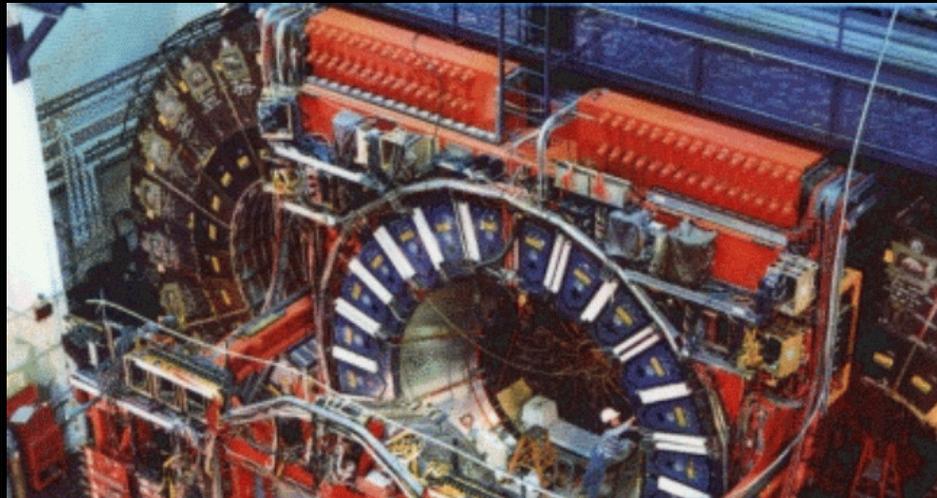
Uso di un ciclotrone superconduttore per accelerare protoni a 60 MeV

Futura costruzione di un centro dedicato con il contributo della regione Sicilia

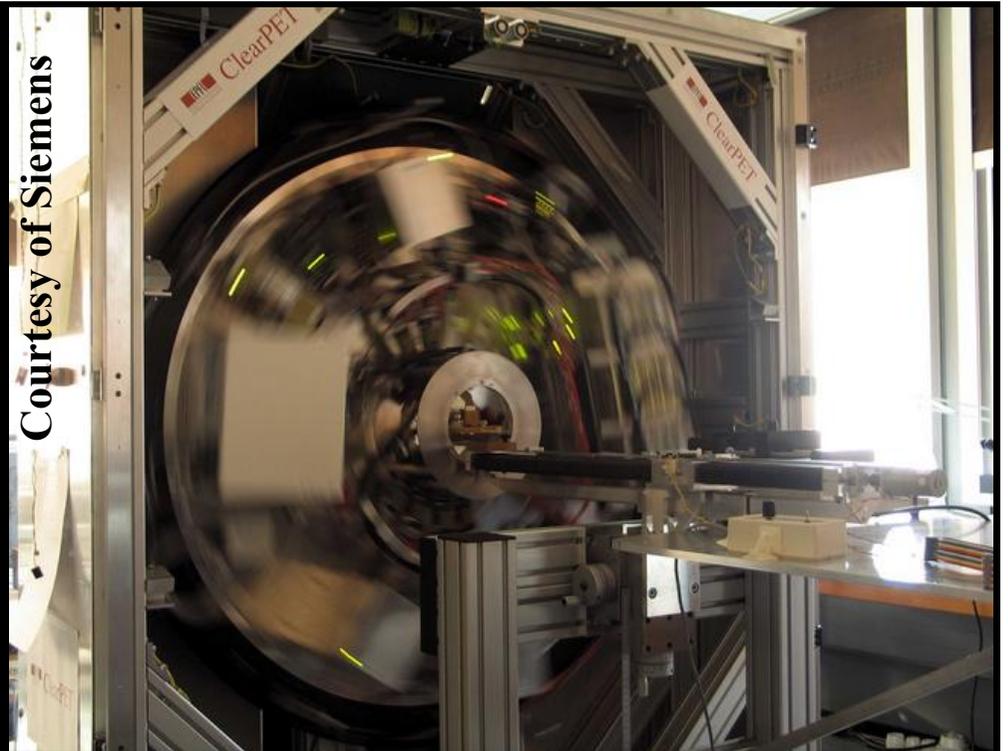


Leonardo da Vinci (Royal library Windsor)

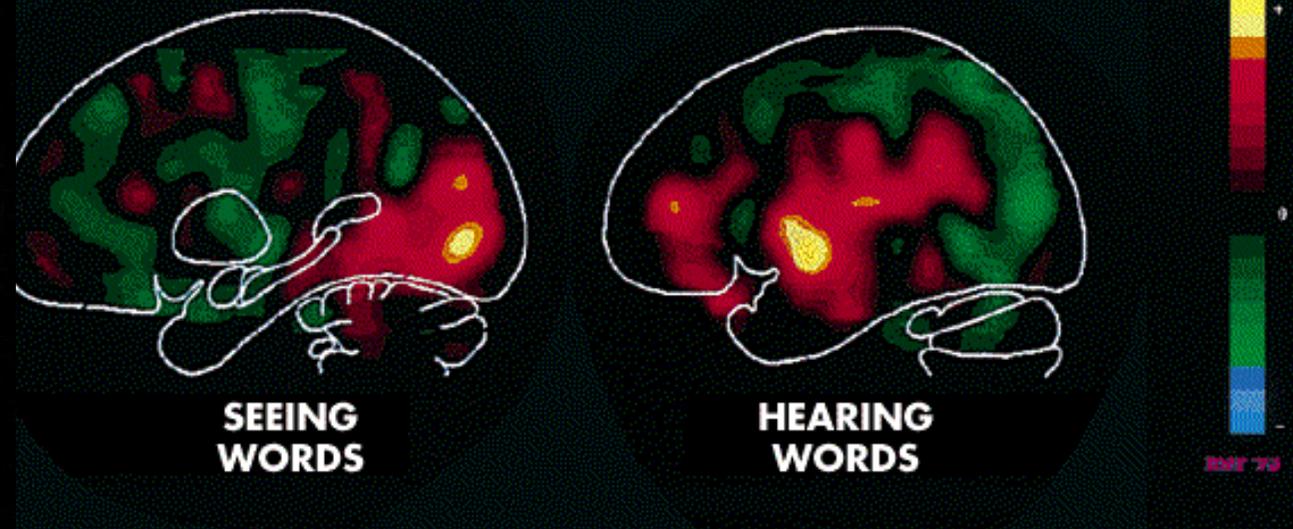
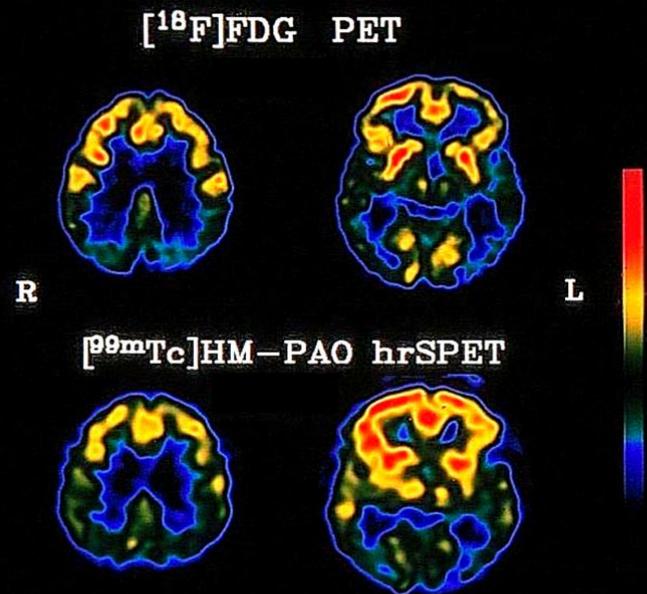
A cosa serve l'antimateria?



Courtesy of Siemens



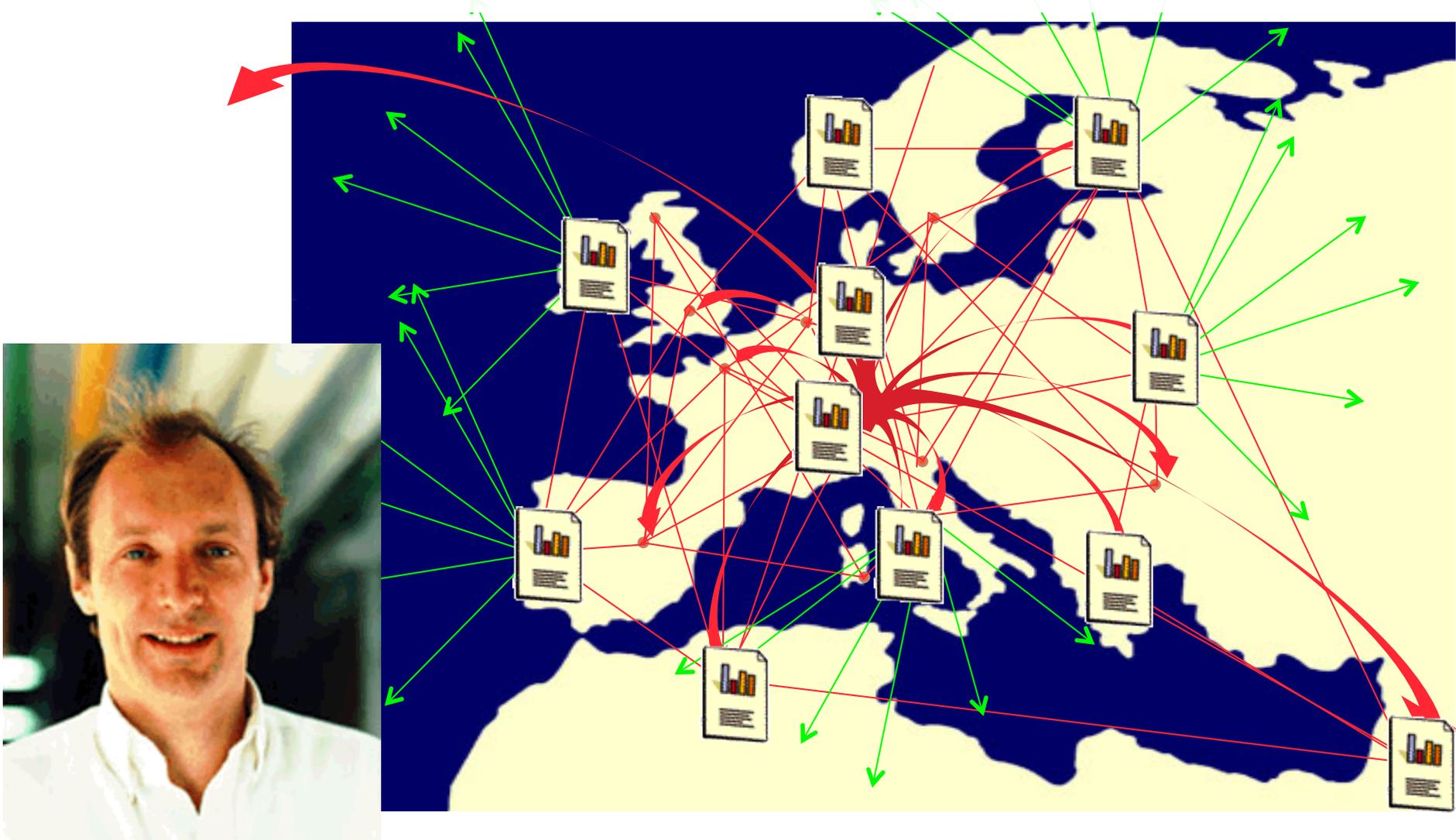
PET: Positron Emission Tomography



Marcus E. Raichle, M.D., Washington University School of Medicine in St. Louis

Il World Wide Web (www)

Nel 1990 al CERN nasce il WWW: sistema originamente concepito per condividere informazioni tra ricercatori di differenti Laboratori e Università impegnati negli stessi progetti scientifici; OGGI HA MILIONI DI UTENTI SCIENTIFICI E COMMERCIALI IN TUTTO IL MONDO



La GRID

20 PByte gia' collezionati dalle collisioni di LHC

Analisi possibile solo tramite un'infrastruttura di calcolo distribuito a livello mondiale

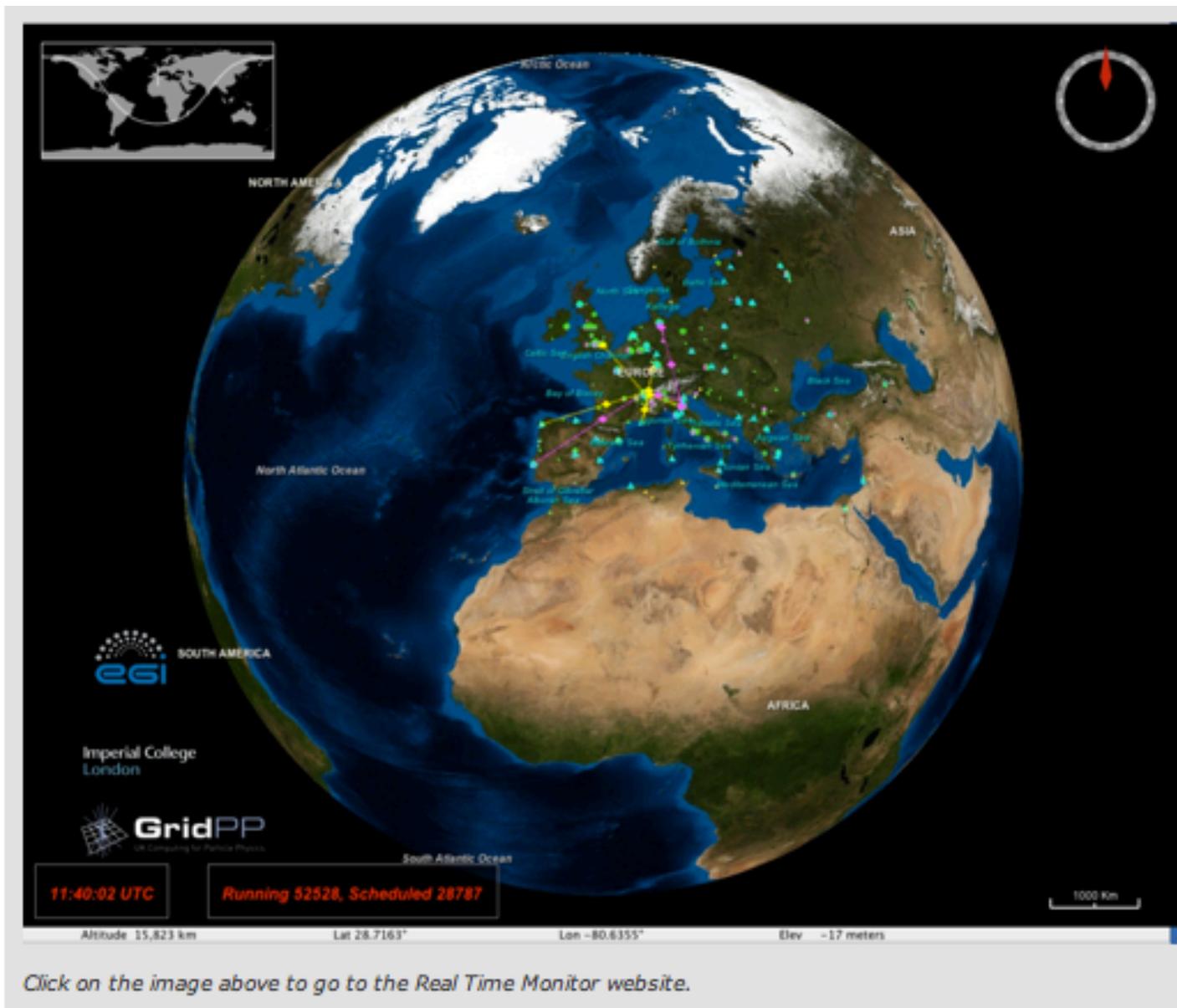


Click on the image above to go to the WLCG Google Earth Dashboard. You can also follow the status of the WLCG in your own Google Earth setup, by following the instructions [here](#).

Infrastruttura con centri di eccellenza in Italia

Centro Nazionale per R&D in tecnologie informatiche dell'INFN (CNAF)

Dal 2005, il primo TIER-1 italiano per LHC



II CNAF in numeri

20 PByte su tapes, 11 PByte su dischi, con banda di 30 GB/s

Calcolo parallelo di 8300 jobs per ~110 000 CPU HS06-equivalenti

3.4 MW di potenza in continuita' + 1.2 MW erogabili da un gruppo di continuita'

EXPERIMENT	RISORSE CNAF								
	2011			2012			2013		
	CPU HS06	DISK TB-N	TAPE TB	CPU HS06	DISK TB-N	TAPE TB	CPU HS06	DISK TB-N	TAPE TB
ALICE	22200	1501	2400	25890	1749	3098	29830	1653	5377
ATLAS	22600	2480	3000	25900	2700	3600	27300	3000	4000
CMS	18300	2400	6500	18850	2860	6630	18850	3510	7670
LHCb	9750	525	520	16950	1425	930	16500	1665	1200
TOTAL LHCb TIER1	72850	6906	12420	87590	8734	14258	92480	9828	18247
BaBar	2360	350	0	2360	350	0	2360	350	0
SuperB (dal 2011)	2500	100	0	2500	200	0	2500	200	0
CDF	7000	300	15	8000	467	15	8000	467	15
KLOE				0	33	625	0	33	625
LHCb TIER2	5400	0	0	7200	0	0	7200	0	0
TOTALE GRUPPO I	17260	750	15	20060	1050	640	20060	1050	640
AMS2	2457	143	50	5400	384	220	5400	384	220
ARGO	800	160	752	1200	224	986	1200	224	986
AUGER	1200	110	0	1600	160	0	1600	160	0
FERMI/GLAST	1400	60	40	1400	60	40	1400	60	40
MAGIC	450	30	50	500	45	70	500	45	70
PAMELA	600	60	80	600	70	96	600	70	96
Virgo	7500	469	348	3500	469	660	3500	469	660
TOTALE GRUPPO II	14407	1032	1320	14200	1412	2072	14200	1412	2072
TOTALE CNAF	87098	7898	13755	104430	10371	1697	109320	11465	20959



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

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

