

Ricerche sperimentali in fisica delle interazioni fondamentali

Giovanni Batignani
Dipartimento di Fisica e I.N.F.N. Pisa

Gli esperimenti :

- gruppo 1 = fisica alle macchine acceleratrici
- gruppo 2 = fisica dei neutrini ed astroparticellare
- NTA = Nuove Tecniche Acceleratrici

<http://www.pi.infn.it>

Motivazioni

Obiettivo: risolvere i **problemi aperti** in fisica fondamentale.

Per esempio:

- Quali sono le particelle "elementari"?
- Come si spiegano i valori delle masse delle particelle "puntiformi"?
Es: Perché e , μ , τ hanno caratteristiche molto simili, ma masse molto diverse?
- Il vuoto è veramente vuoto? Esiste la Dark Matter?
- Come si comporta l'antimateria? perché in natura se ne trova poca?
- Abbiamo compreso fino in fondo la forza gravitazionale ?
- Esiste una teoria "unificatrice"?

Proporre e realizzare esperimenti per verificare le teorie non è facile: occorrono **creatività**, **cultura**, **metodo** di lavoro, disponibilità di **mezzi**.

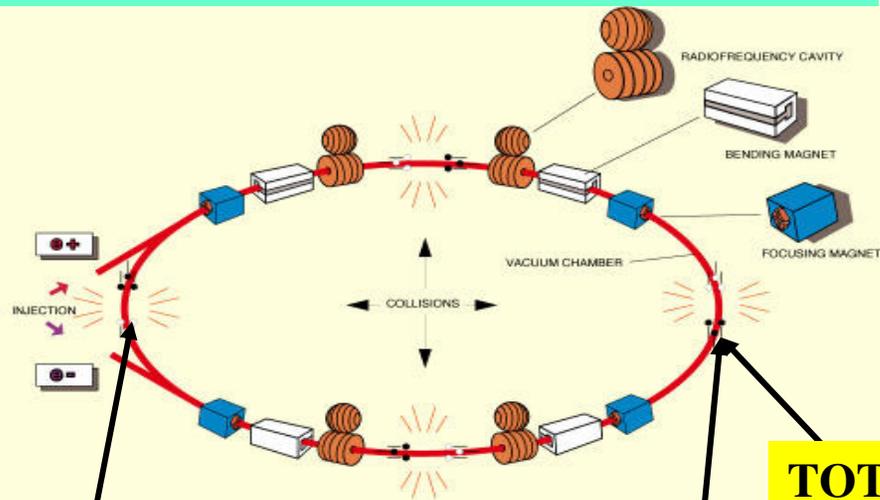
Caratteristiche degli esperimenti

- Sono svolti in **laboratori internazionali** da collaborazioni **internazionali** .
- Negli esperimenti si usano e si sviluppano tecnologie di avanguardia.
Esempi storici:
 - **Fotomoltiplicatori**
 - **Web, grid**
 - **Sistemi di acquisizione di dati in tempo reale**
 - **Micro-Elettronica**
 - **Superconduttività, criogenia**
 - **Simulazioni di sistemi complessi**
- La componente italiana è generalmente gestita e finanziata dall'INFN (**Istituto Nazionale di Fisica Nucleare**)

<http://www.pi.infn.it>

LHC al CERN

P+P 7+7 TeV regione inesplorata!

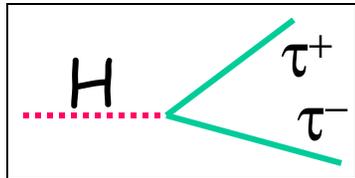


ATLAS

TOTEM

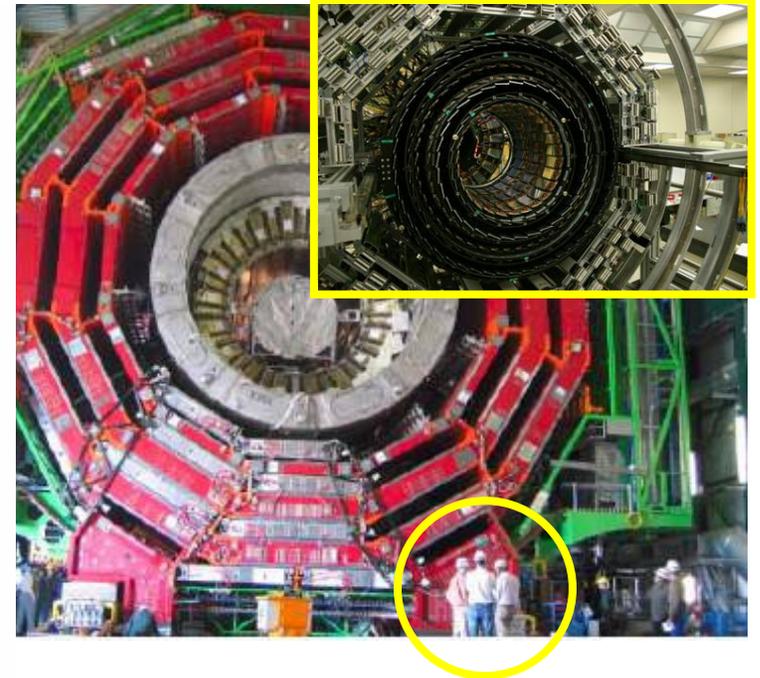
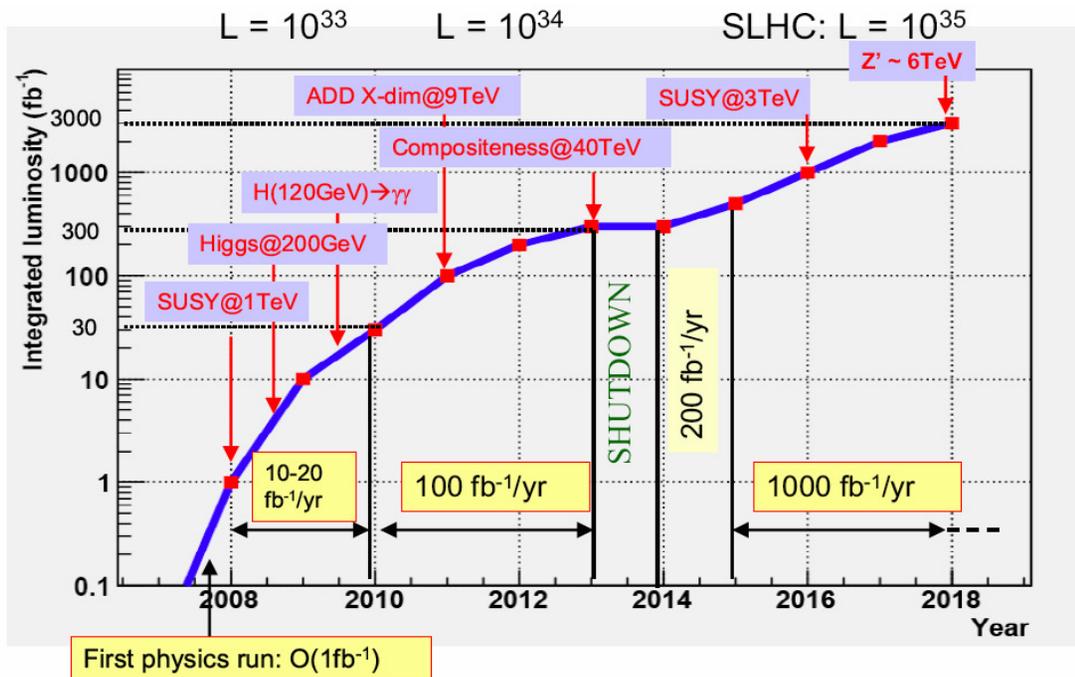
CMS

Misura sezione d'urto totale pp



Spettro piu' ampio possibile di fisica: ricerca del bosone di Higgs, di particelle supersimmetriche, extradimensions, di nuova fisica, misure di precisione dei parametri del quark top, ...

Higgs et al.: CMS al CERN



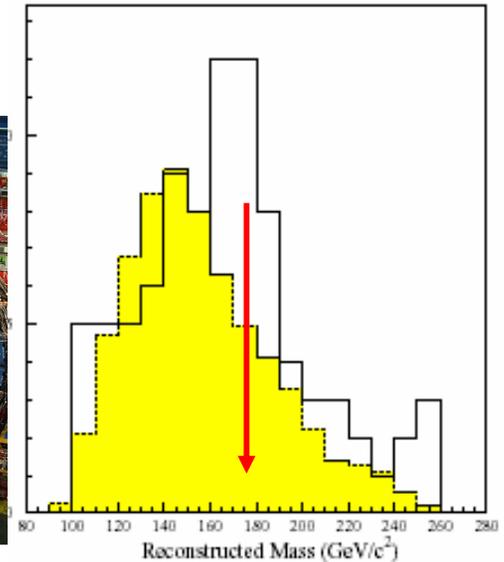
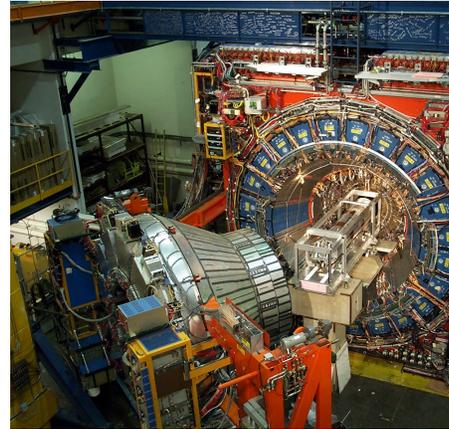
- In costruzione, presa dati dal 2008-9
- Tecnologie di punta (a Pisa):
 - Tracker al silicio, meccanica ed elettronica associate
 - Radiation hardness in semiconduttori
 - Acquisizione dati in tempo reale
 - Software avanzato (Tier2, grid,...)
- Contact Guido Tonelli guido.tonelli@pi.infn.it

Top et al.: CDF a FERMILAB

N

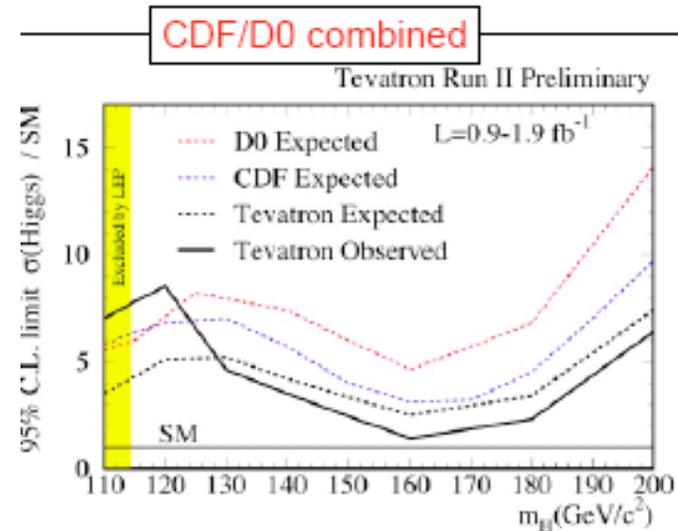
Scoperta del top (1995)
oscillazioni Bs (2006)

P + P 1 + 1 TeV



Goal futuri: misure sui B(s),
ricerca Higgs, test QCD

- In presa dati fino al 2009
- Tecnologie di punta (a Pisa):
 - Trigger e DAQ
 - Elettronica VLSI
- Contact Giorgio Chiarelli
 Giovanni Punzi



chiarelli@pi.infn.it
giovanni.punzi@pi.infn.it₇

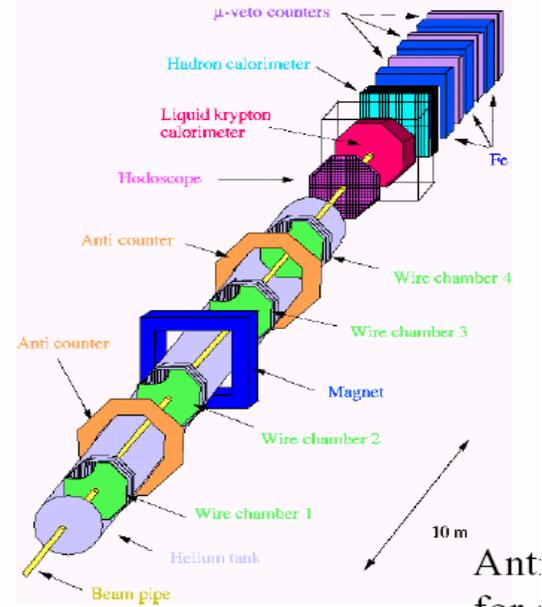
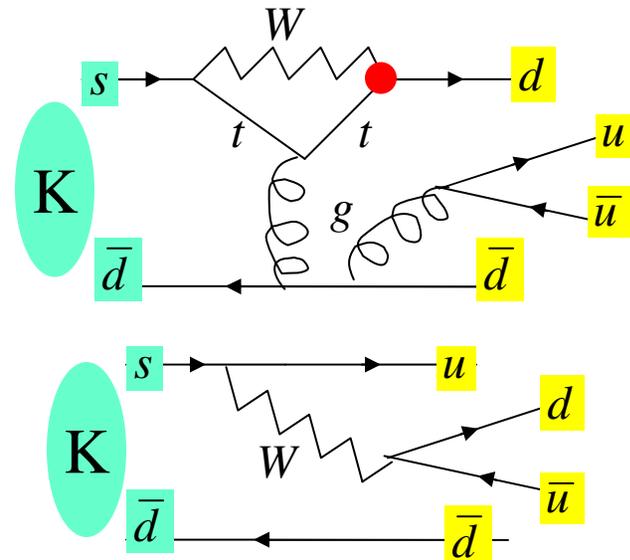
CP violation: NA48 -> NA62 al CERN

N

Scoperta della violazione diretta di CP nei K (2000-1)

Goal futuri: misura decadimenti rarissimi dei $K \rightarrow \pi \nu \nu \Rightarrow$ nuova fisica

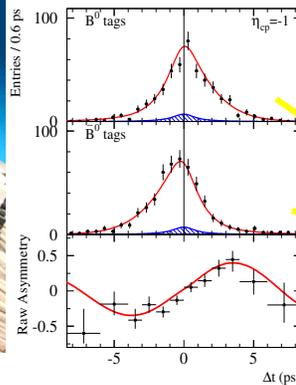
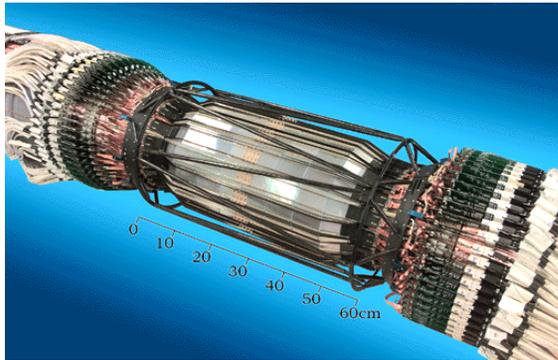
- in presa dati (NA48), da approvare (NA62)
- Tecnologie di punta (a Pisa):
 - Trigger
 - Calorimetria
- Contact Flávio Costantini
flavio.costantini@pi.infn.it



CP violation et al.: BaBar a SLAC

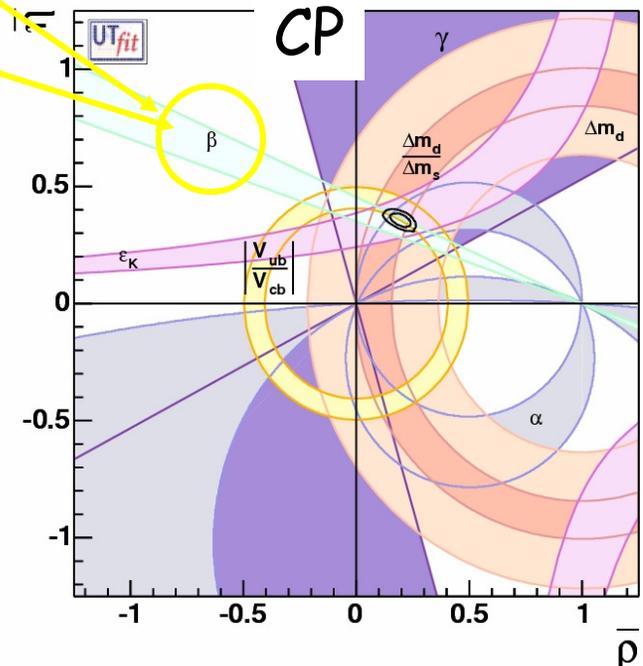
N

Scoperta della violazione di CP nei B:
indiretta (2001) e diretta (2005);
scoperta di nuovi mesoni D_s (2003)



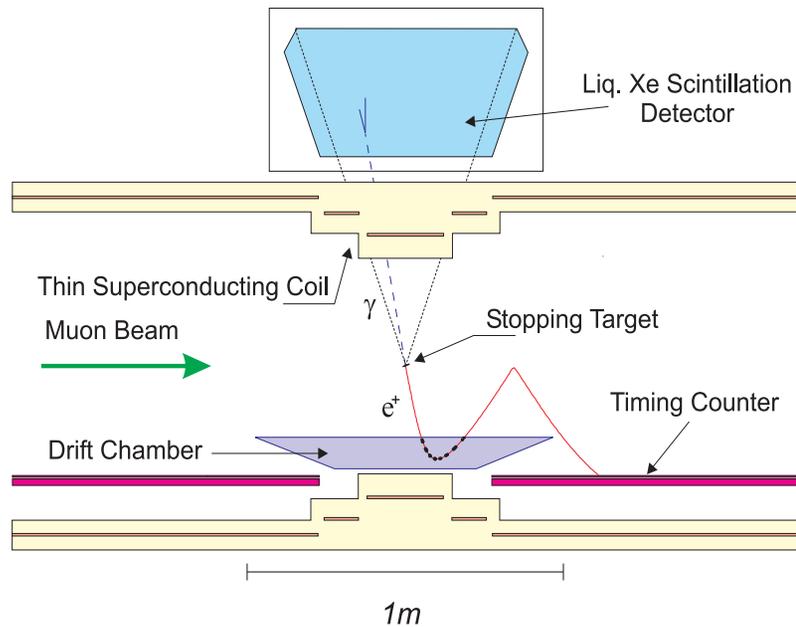
Goal futuri : misura decadimenti rarissimi dei **B** e del τ => nuova fisica

- In presa dati fino al 2008
- Tecnologie di punta (a Pisa):
 - Rivelatori a semiconduttore
 - Microelettronica
- Contact Giovanni Batignani



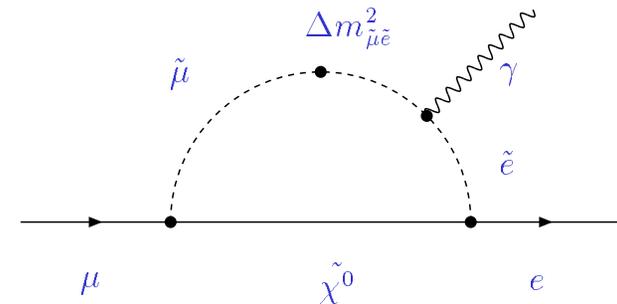
giovanni.batignani@pi.infn.it

Lepton Flavor Violation: MEG al PSI



Goal : misura decadimento proibito del muone => ricerca di nuova fisica (SUSY, ...)

- In presa dati da ora (ottobre 2007)
- Tecnologie di punta (a Pisa):
 - Trigger
 - Calorimetria
- Contact Alessandro Baldini

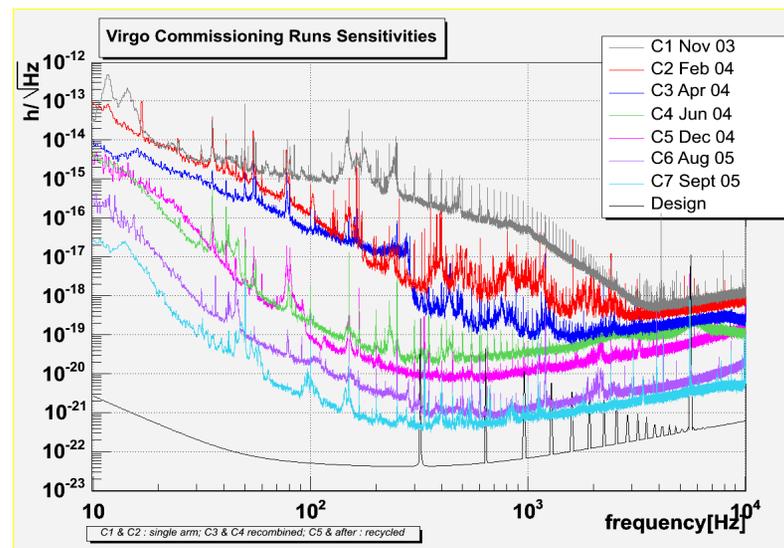


alessandro.baldini@pi.infn.it

Onde gravitazionali: VIRGO a Cascina

Obiettivo: **onde gravitazionali** con metodo interferometrico.

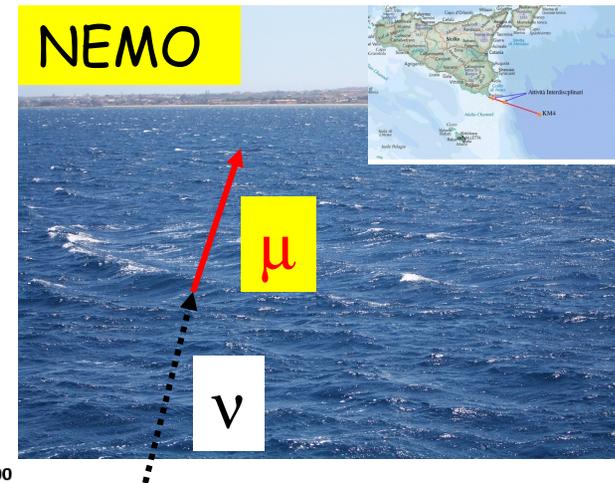
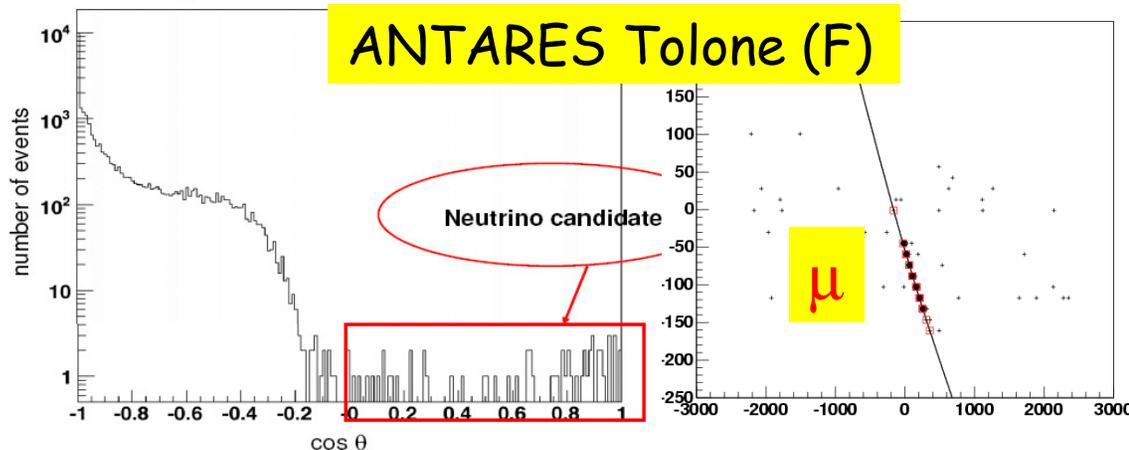
Banda 4 Hz-6 kHz. Supernovae e Binarie Coalescenti nella nostra galassia e in quelle circostanti (fino a 100 Mpc). Alcuni eventi per anno ?



- Apparato in presa dati fino al >2015.. ed oltre!
- Tecnologie di punta (a Pisa):
 - Vuoto spinto, meccanica, laser,
 - Interferometria, nuovi cristalli
- Contact Francesco Fidecaro francesco.fidecaro@pi.infn.it

I neutrini cosmici: ANTARES→NEMO

Obiettivo: neutrini cosmici di alta energia da Active Galactic Nuclei e Gamma Ray Burst



- ANTARES: Apparato in presa dati fino al 2011
- Contact Vincenzo Flaminio vincenzo.flaminio@pi.infn.it
- NEMO: prototipi funzionanti; km³ dopo 2010
- Contact Mauro Morganti mauro.morganti@pi.infn.it
- Tecnologie di punta (a Pisa):
 - Idrofoni, elettronica analogica e digitale

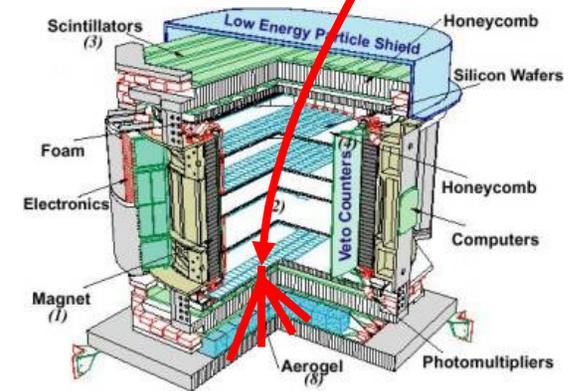
Materia e antimateria cosmica: AMS , CREAM



AMS

Antimateria nelle galassie distanti (anti-nuclei da **anti-stars**); eccesso di positroni di alta energia ($>10\text{GeV}$)
=> **dark matter**

- Lancio e presa dati ~ 2009
- Tecnologie di punta (a Pisa):
 - Calorimetro a fibre scintillanti
- Contact Franco Cervelli

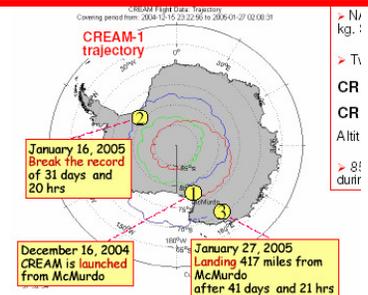


franco.cervelli@pi.infn.it

CREAM

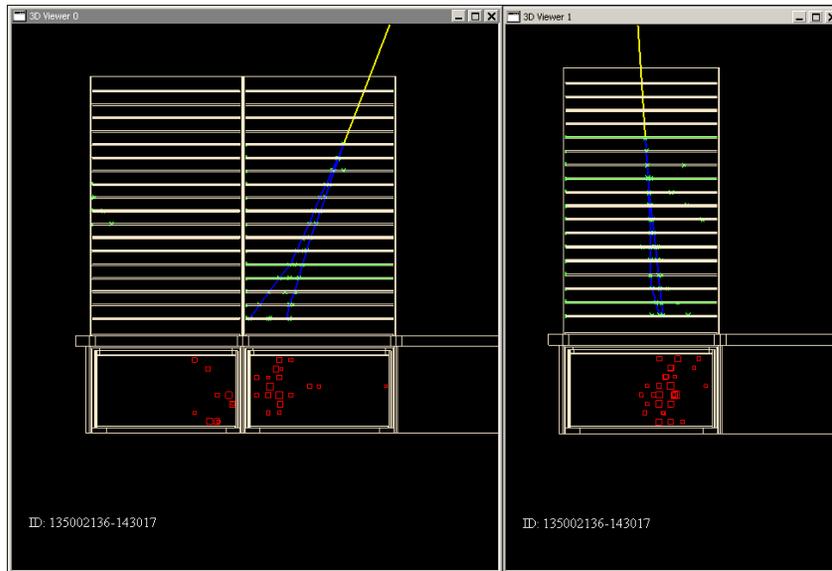


- **Materia** cosmica
- In analisi dati
- Contact: Franco Angelini
franco.angelini@pi.infn.it

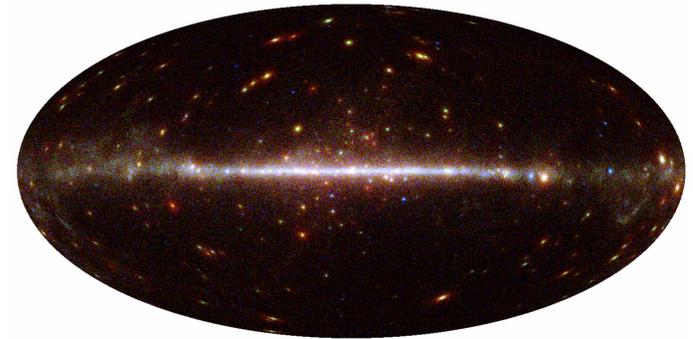


I raggi gamma cosmici: GLAST

Telescopio per raggi γ di alta energia Goals:
mappa accurata del cielo γ , γ -Ray Burst.



- Pronto: **lancio** e presa dati dal 2008
- Tecnologie di punta (a Pisa):
 - Tracker
- Contact Ronaldo Bellazzini



Lancio in U.S. (NASA)



ronaldo.bellazzini@pi.infn.it

Altri esperimenti

ICARUS a L.N.G.S.: rivelazione ν , proton decay

- Presa dati dal 2008; tecnologia: Liquid Argon TPC
 - Contact: Franco Sergiampietri franco.sergiampietri@pi.infn.it
-

GGG: tests del Principio di Equivalenza

- In preparazione
 - Contact: Anna Nobili anna.nobili@pi.infn.it
-



MAGIC alle Canarie: rivelazione raggi γ alla superficie terrestre

- In analisi dati
 - Contact: Stefano Braccini stefano.braccini@pi.infn.it
-

PVLAS ai laboratori nazionali di Legnaro: struttura del vuoto e ricerca di particelle sconosciute che interagiscano con la luce

- In presa dati
- Contact E.Polacco / S.Carusotto salvatore.carusotto@df.unipi.it

Per futuri acceleratori

Sviluppi hi-tech in corso, esperimenti dopo 2010-2015-2020.

SuperB Factory - evoluzione di BaBar ad alta luminosita' (>100 ab⁻¹)

- Tecnologie in sviluppo (a Pisa):

- Studi di macchina (progetto SUPB)

- Rivelatori a semiconduttore sottili (progetto SLIM5)

- Contact SUPB

Marcello Giorgi

marcello.giorgi@pi.infn.it

- Contact SLIM5

Francesco Forti

francesco.forti@pi.infn.it

ILC - Linear collider e⁺e⁻ da 250+250 GeV a 500+500 GeV

- Tecnologie in sviluppo (a Pisa):

- Criogenia, elettronica per controllo RFQ

- Contact

Franco Bedeschi

franco.bedeschi@pi.infn.it

PLASMONX - per LC o CLIC

- Tecnologie in sviluppo (a Pisa):

- Accelerazione di elettroni tramite laser

- Contact

Danilo Giulietti

danilo.giulietti@df.unipi.it

... in conclusione:

... questo e' il futuro che abbiamo preparato per voi!

<http://www.pi.infn.it>

INFN
Istituto Nazionale
di Fisica Nucleare

Integrated luminosity (fb⁻¹)

3000
1000
300
100
30
10
1
0.1

2008 2010 2012 2014 2016 2018

10-20 fb⁻¹/yr
100 fb⁻¹/yr
SHUTDOWN
200 fb⁻¹/yr
1000 fb⁻¹/yr

ADD X-dim@9TeV
SUSY@3TeV
Compositeness@40TeV
H(120GeV)→γγ
Higgs@200GeV
SUSY@1TeV
Z ~ 6TeV

$\tilde{\mu}$
 $\Delta m_{\tilde{\mu}e}^2$
 \tilde{e}
 γ