



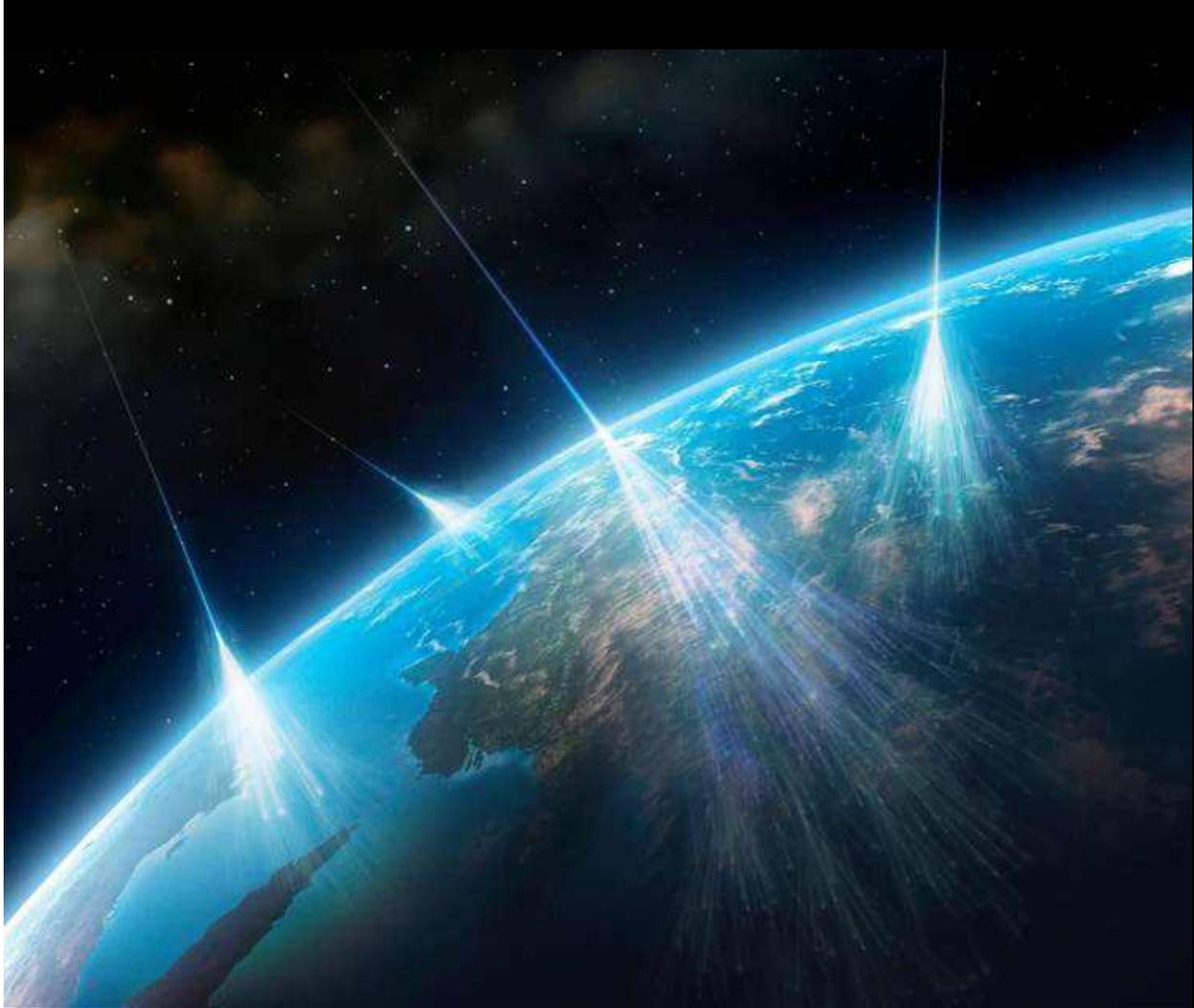
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Laboratori Nazionali di Frascati

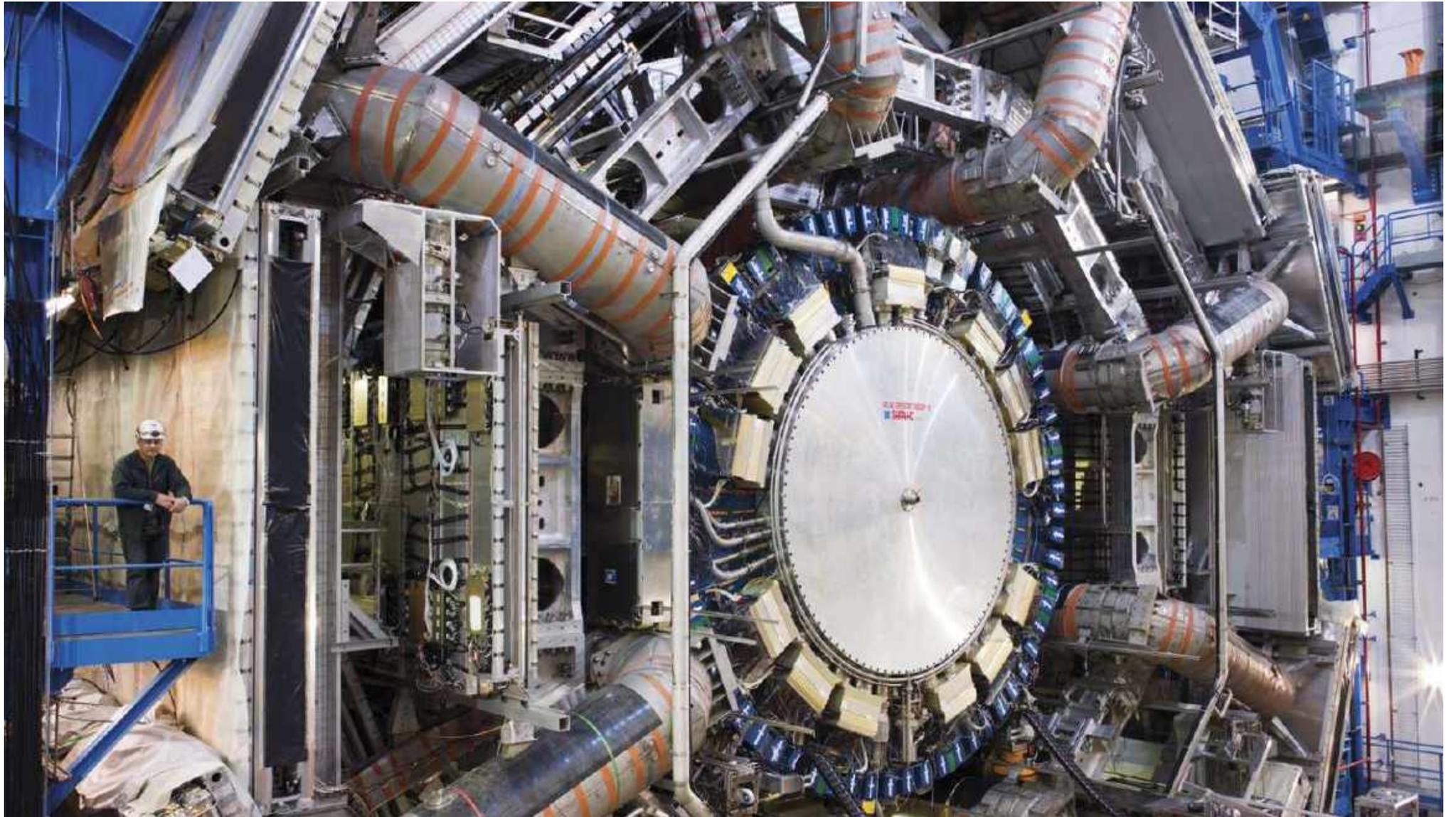
Danilo
Domenici

I Rivelatori di Particelle

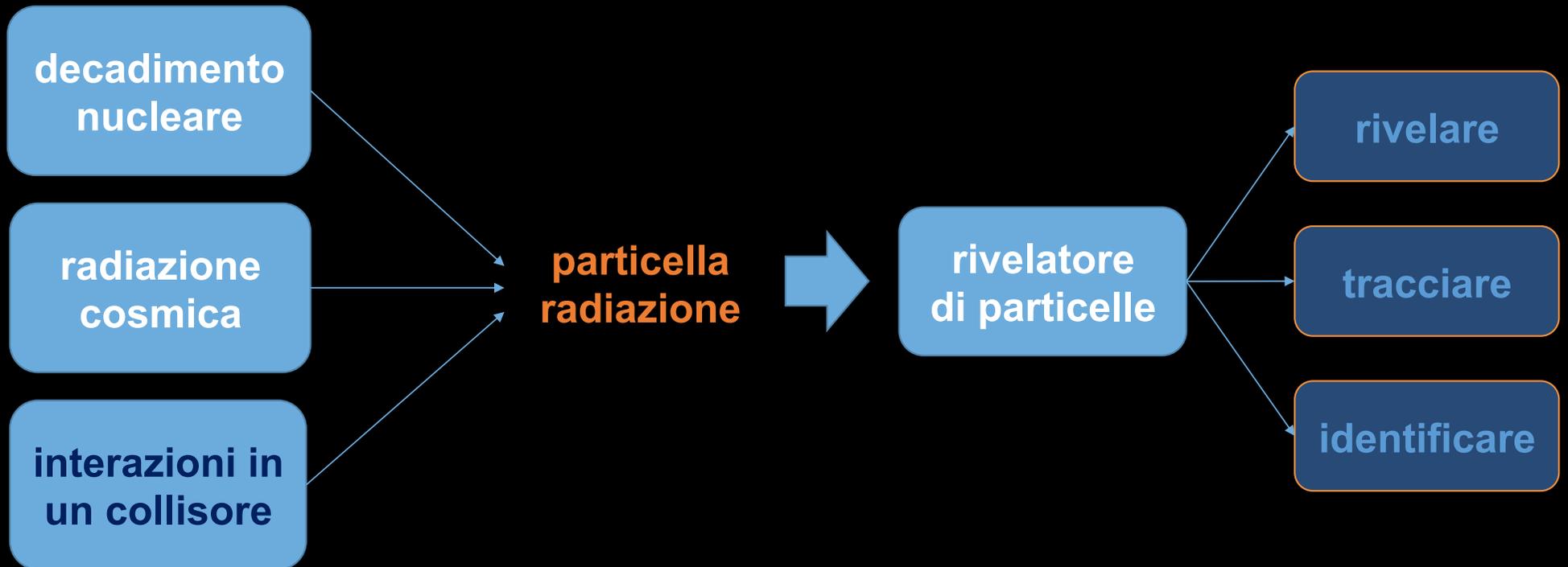
LNF Summer School
2022





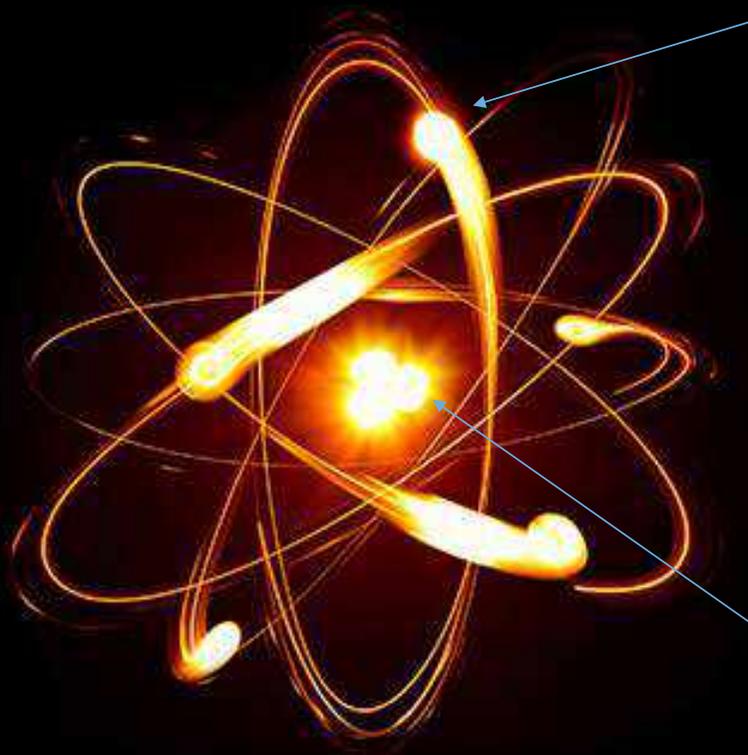


mappa concettuale



interazione radiazione-materia

tipi diversi
di particelle
possono interagire
con gli elettroni
o con il nucleo



elettroni
carica elettrica negativa

nucleo
carica elettrica positiva
carica nucleare forte

interazione radiazione-materia

urti con gli elettroni – forza elettromagnetica



urti con il nucleo – forza forte

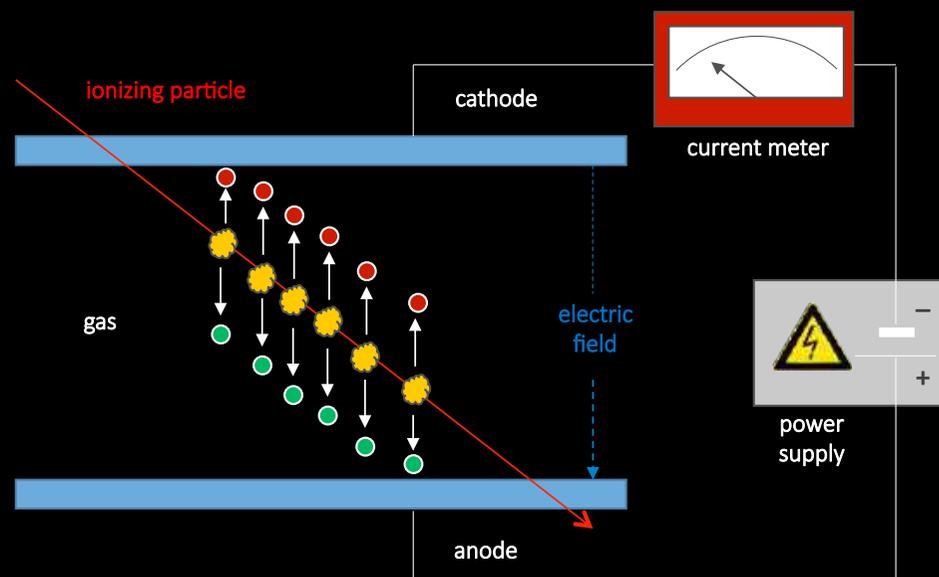


produzione di coppie e^+e^-

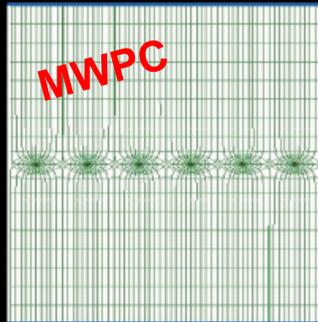


rivelatori a gas

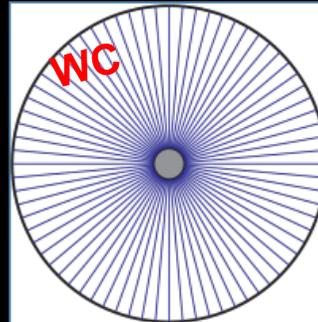
Ionizzazione Atomica



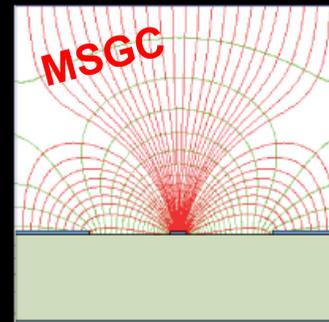
configurazioni di elettrodi



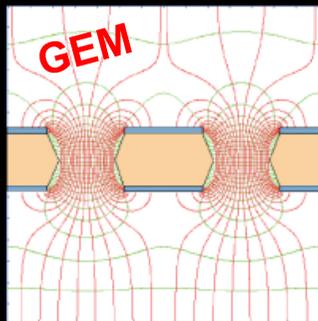
multi-filo



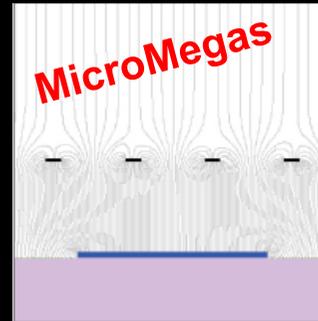
filo singolo



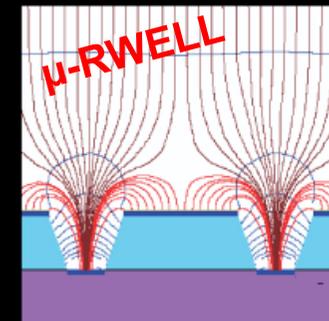
strisce



fori



griglia

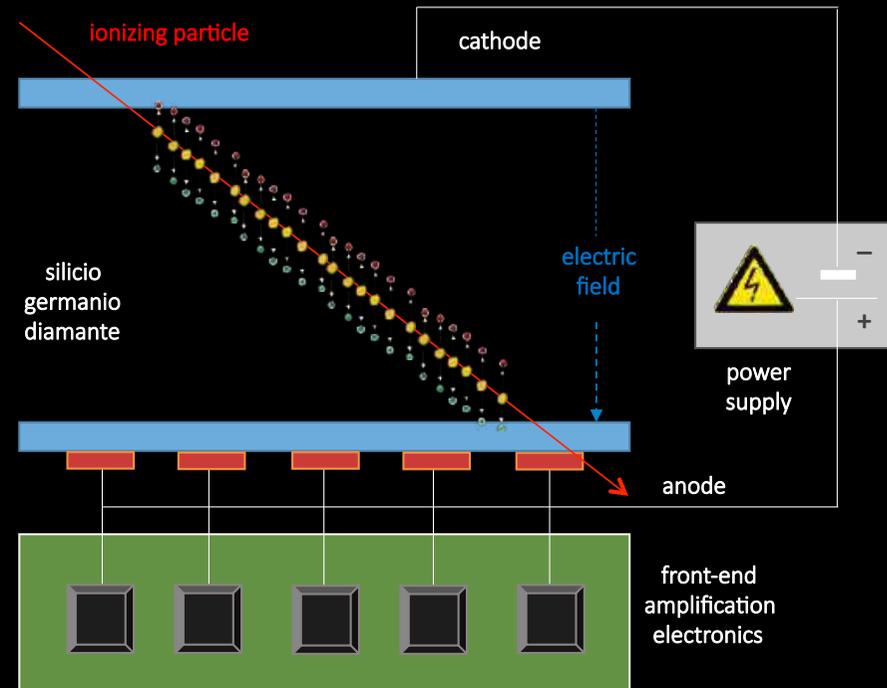


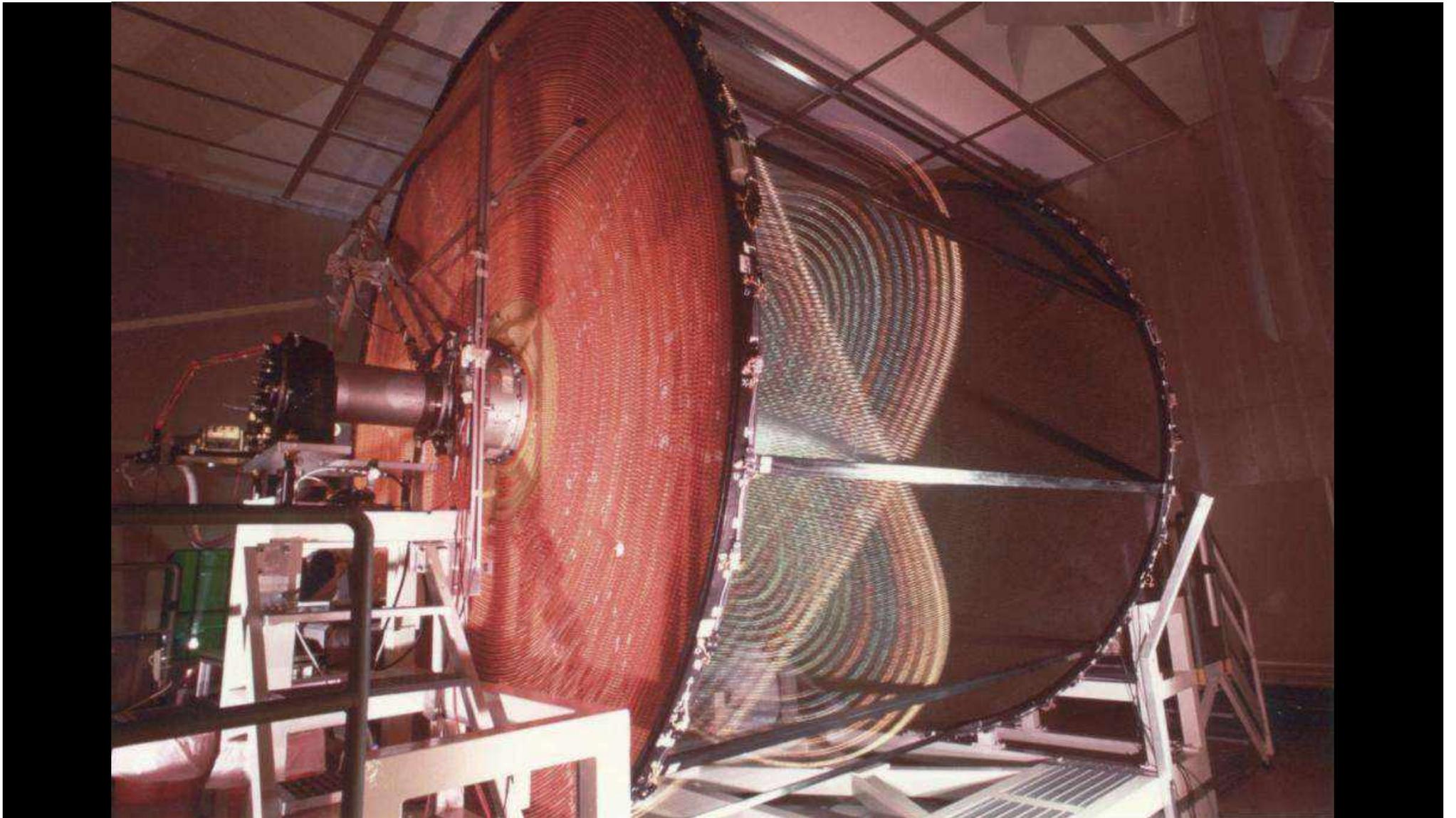
pozzi

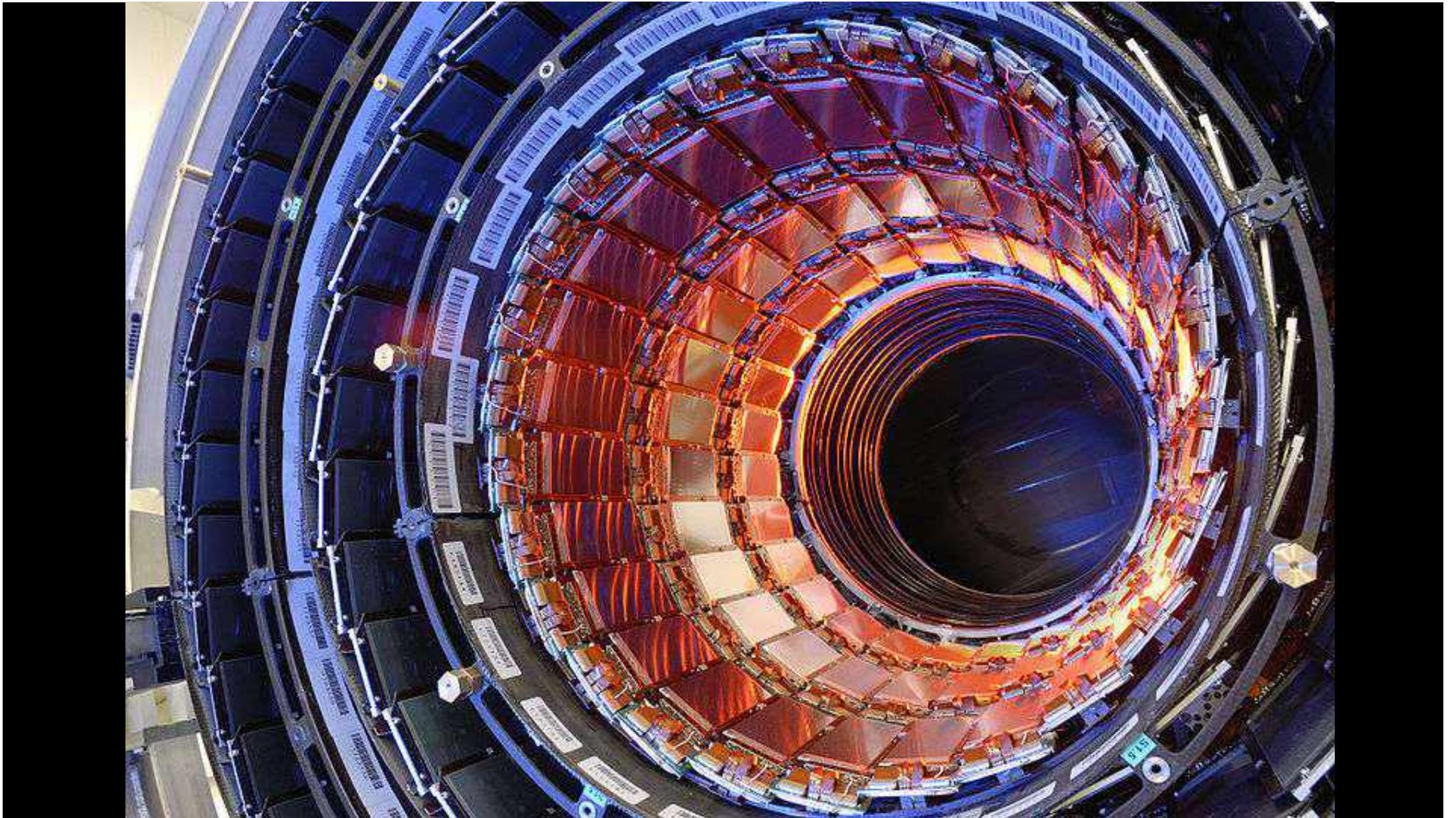
rivelatori a stato solido

Produzione di Coppie
Elettrone - Lacuna

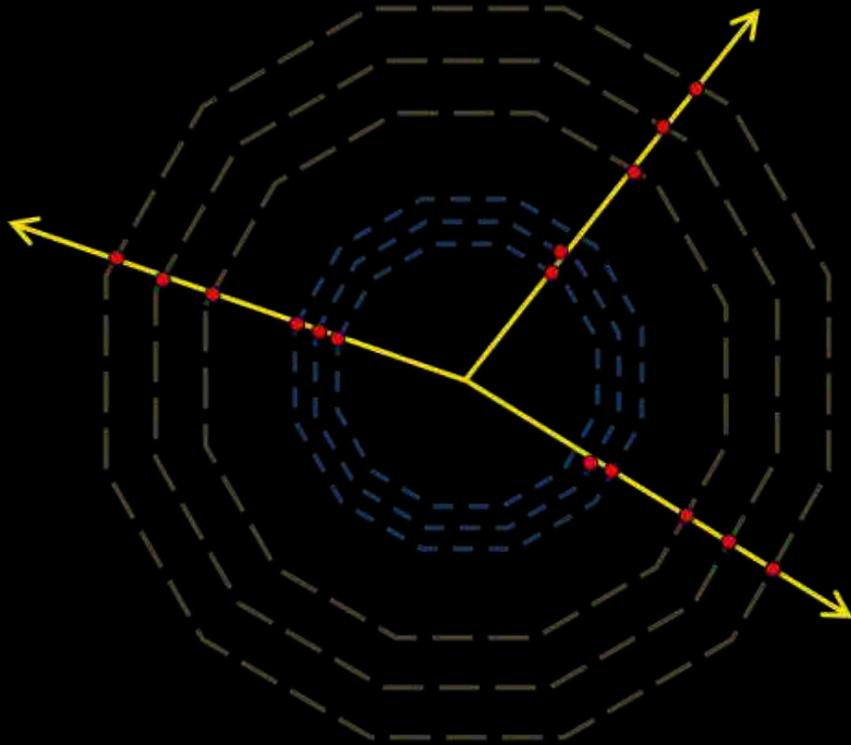
particelle cariche
 $p + Si \rightarrow p + e^- + h$







tracciatori



Sensibilità

tutte le particelle cariche

$$p = eBr$$

immersi in campo magnetico
misurano la quantità di moto

Materiali leggeri

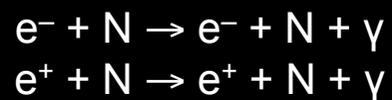
la particella deve perdere
poca energia

calorimetri

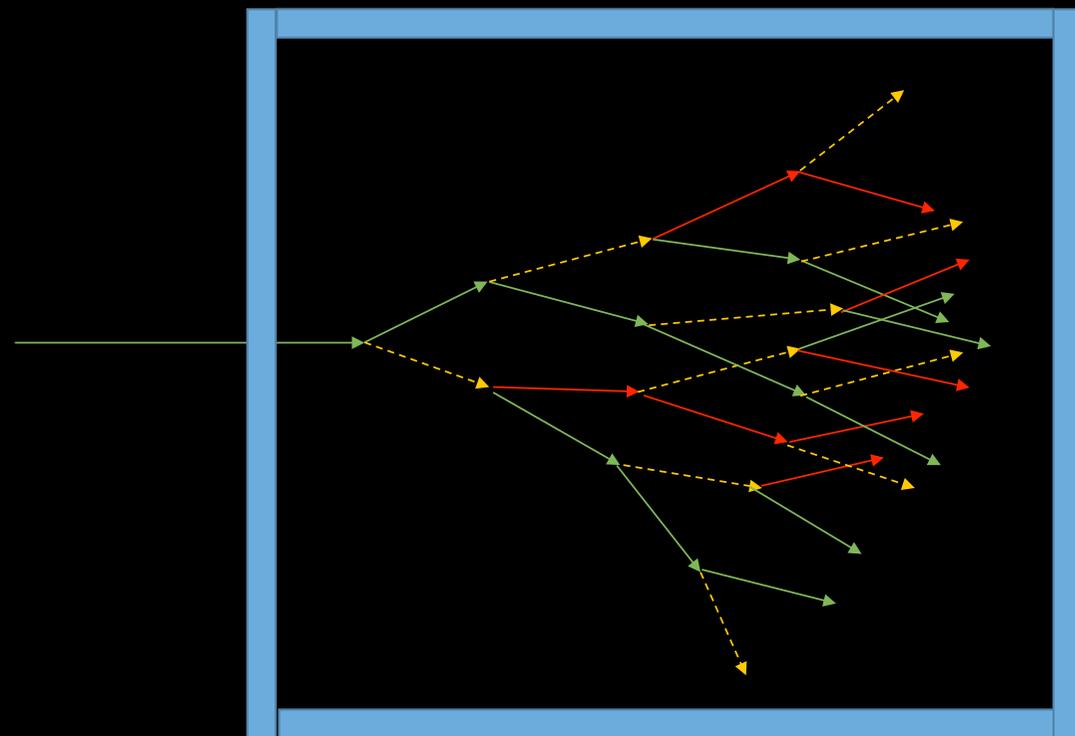
Sciame Elettromagnetico



Radiazione da Frenamento
(elettroni e positroni)



Produzione di Coppie
(fotoni)

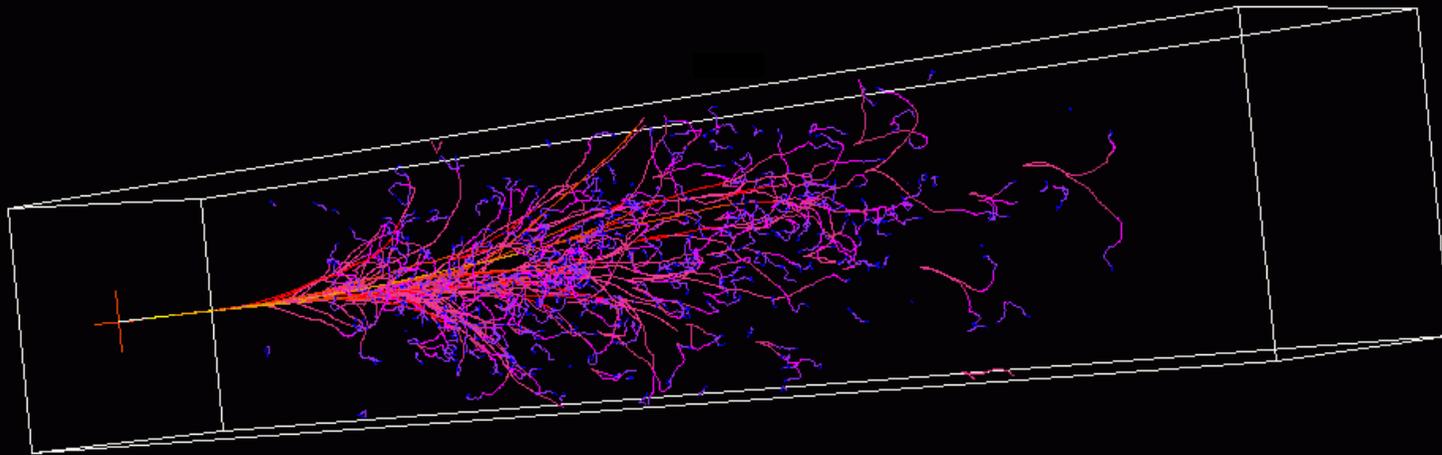


—▶ elettrone

—▶ positrone

—▶ fotone

calorimetri



Sensibilità

Ecal: elettroni e fotoni
Hcal: protoni, neutroni, pioni, kaoni

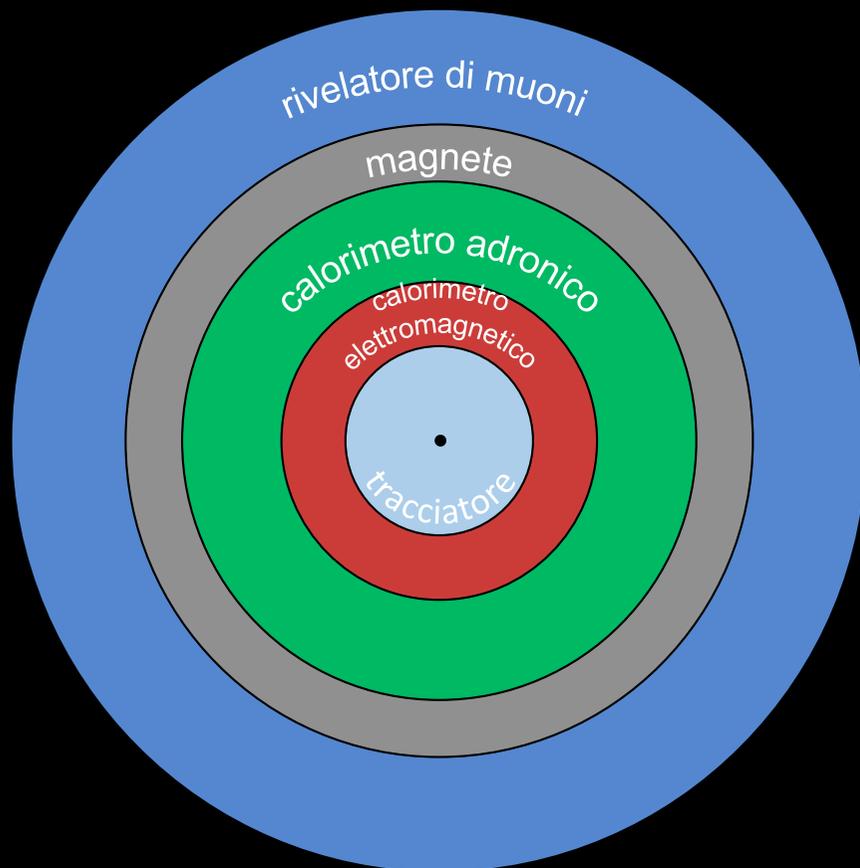
Energia

misurano l'energia
(senza campo magnetico)

Materiali pesanti

la particella deve perdere
tutta la sua energia

apparato di rivelazione ermetico



Rivelatore di Vertice o Tracciatore Interno
rivela le particelle cariche
e ne misura la quantità di moto

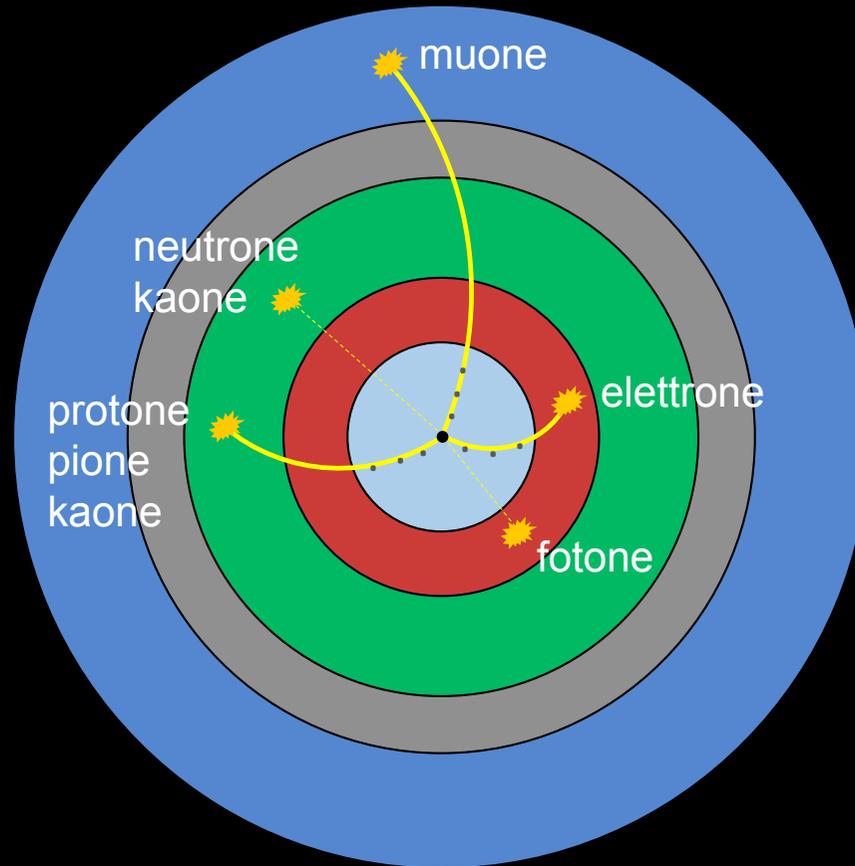
Calorimetro Elettromagnetico
rivela elettroni e fotoni
e ne misura l'energia

Calorimetro Adronico
rivela protoni, neutroni, pioni, kaoni
e ne misura l'energia

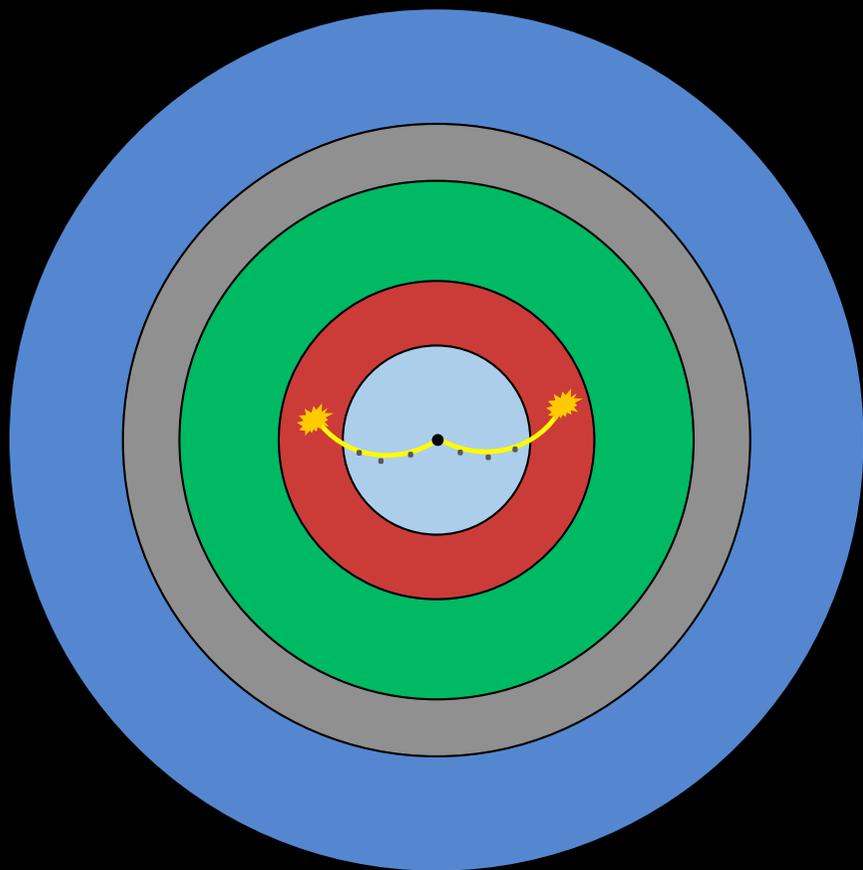
Magnete
curva le particelle cariche
e ne permette la misura della quantità di moto

Rivelatore di Muoni
rivela i muoni

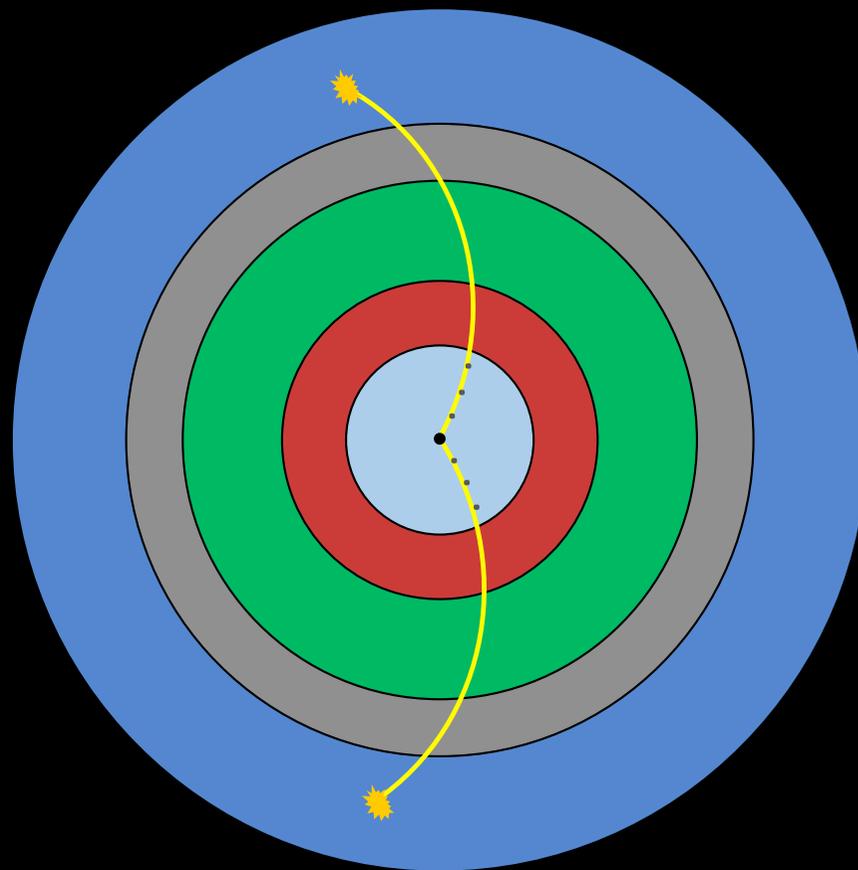
identificazione delle particelle



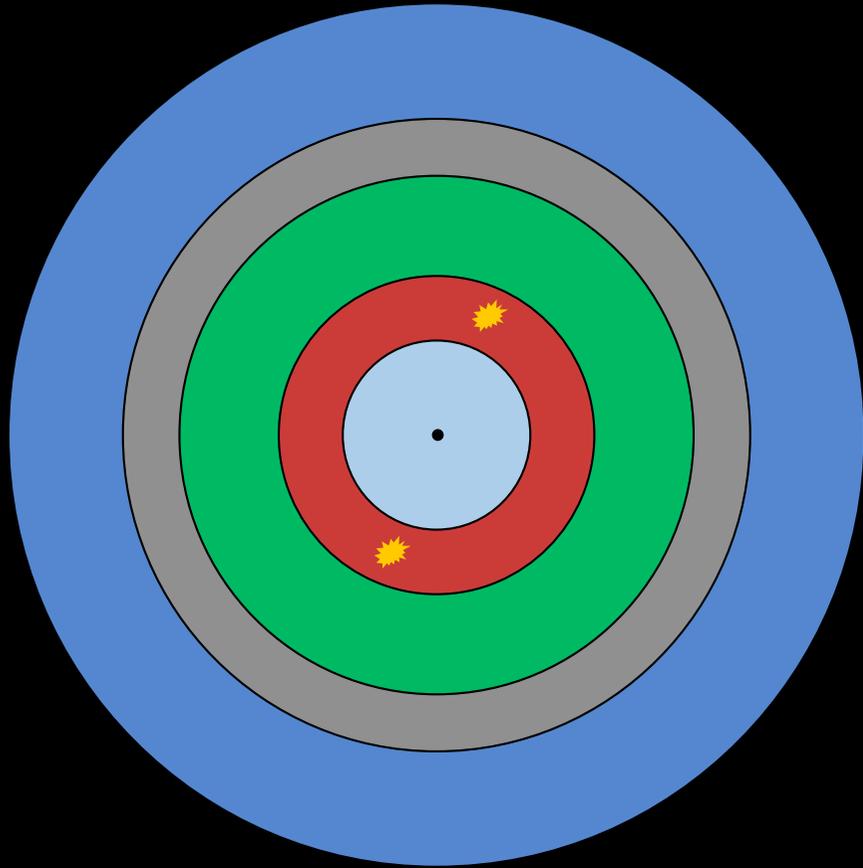
$$e^+ + e^- \rightarrow e^+ + e^-$$



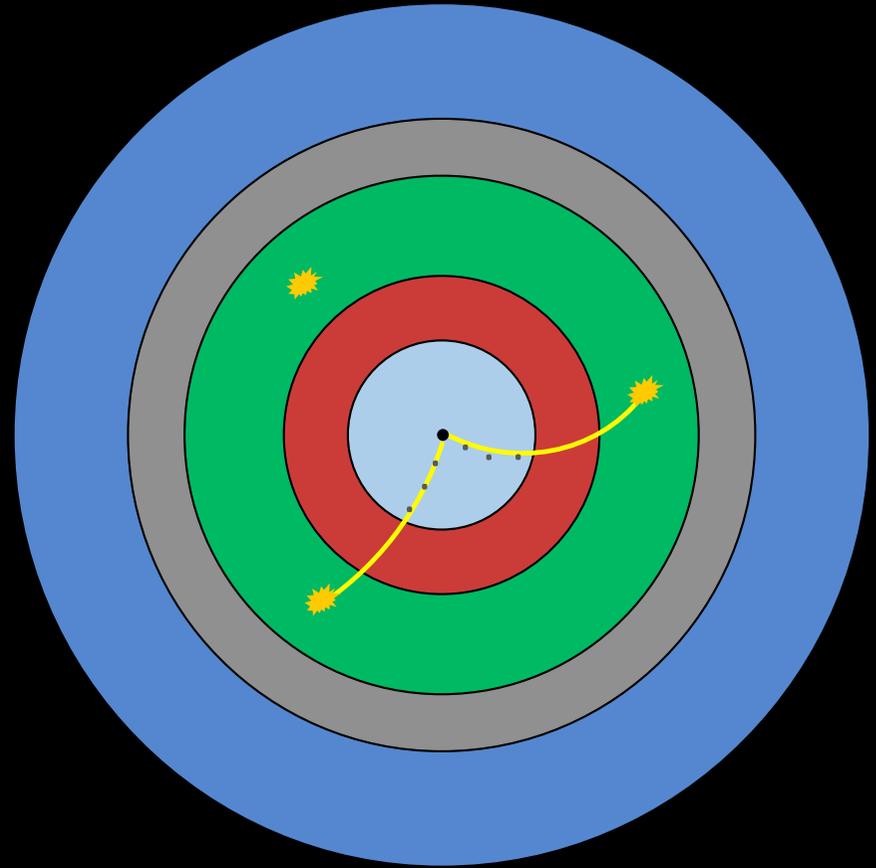
$$e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-$$

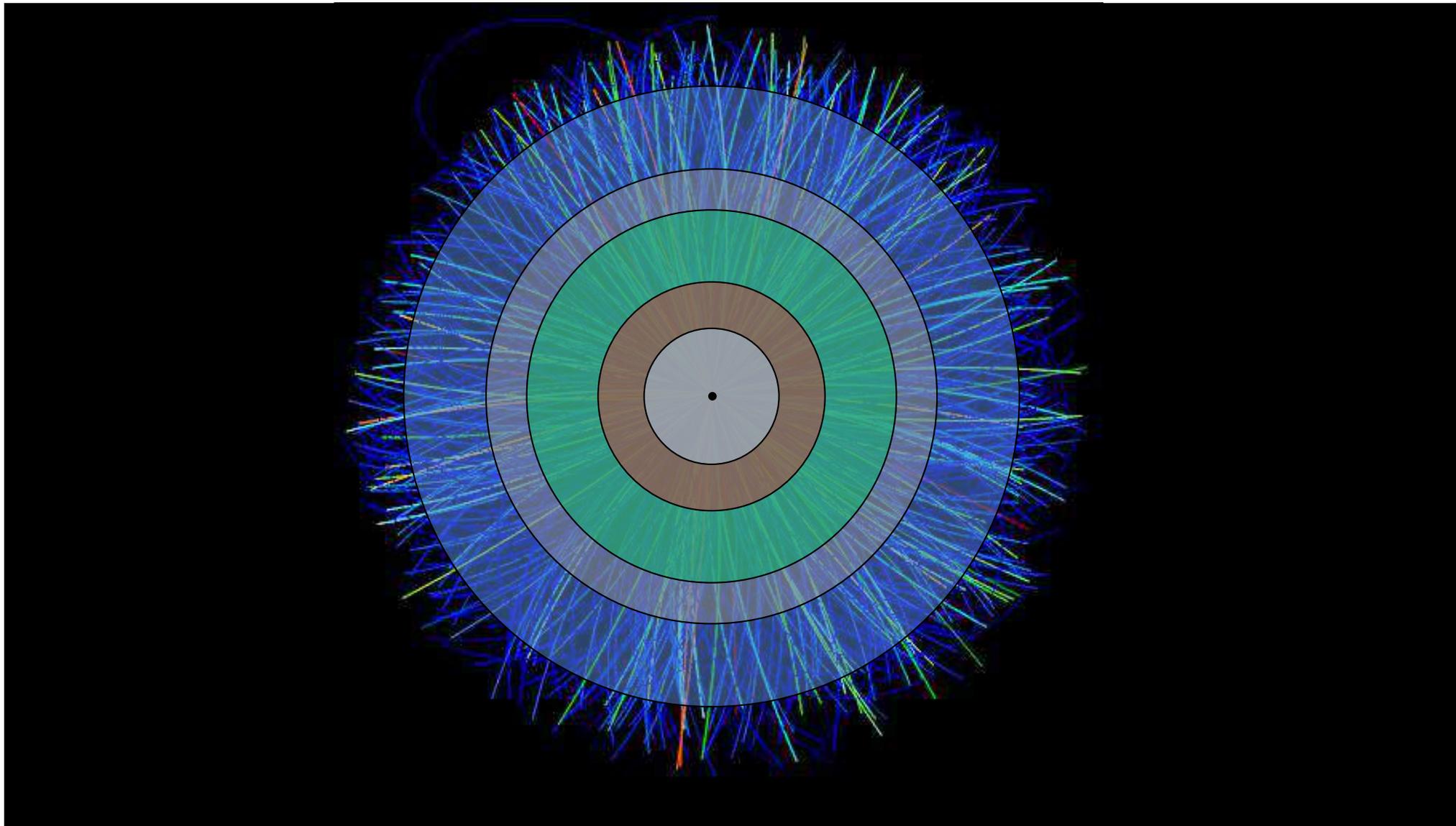


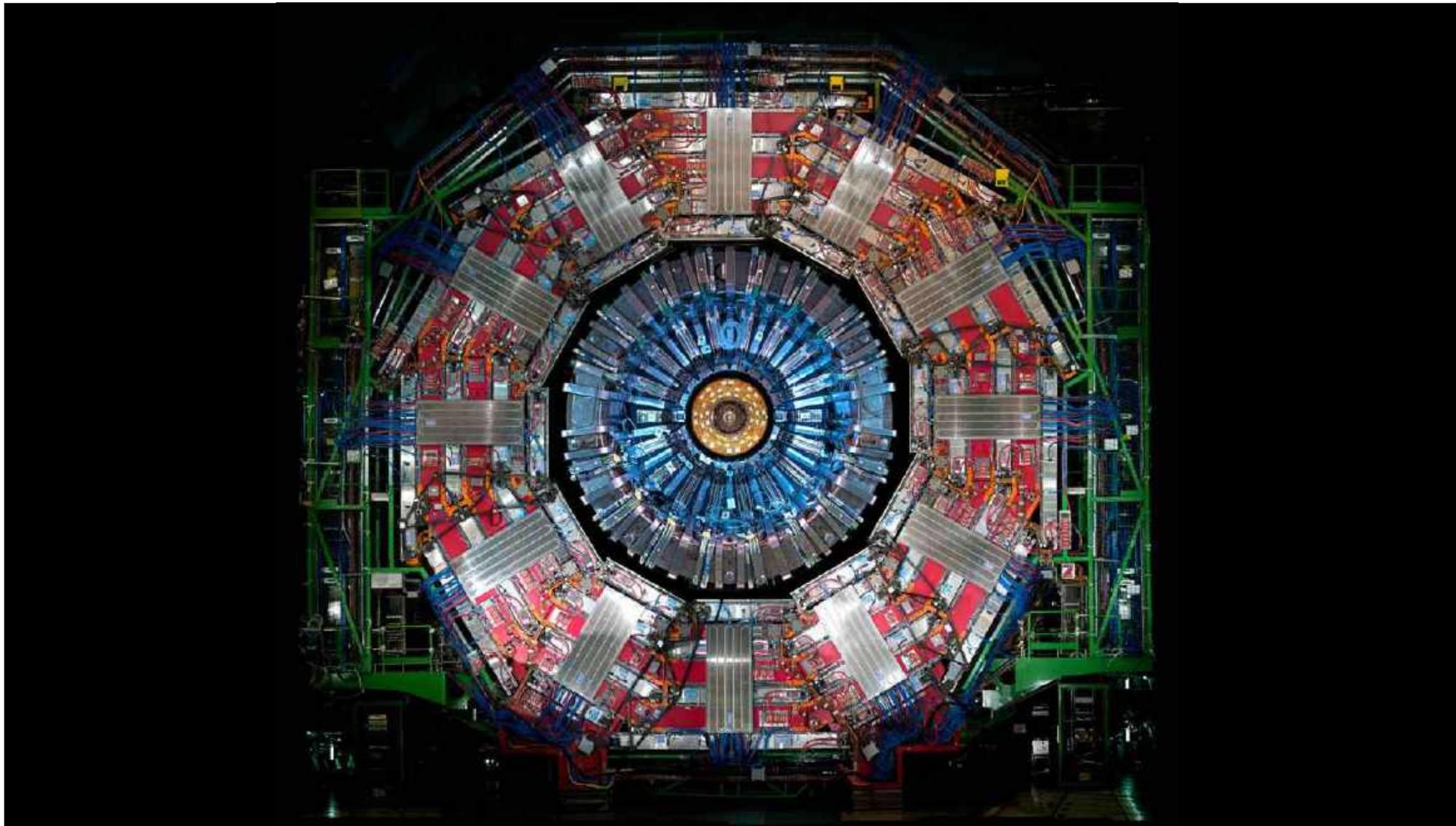
$$e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma$$



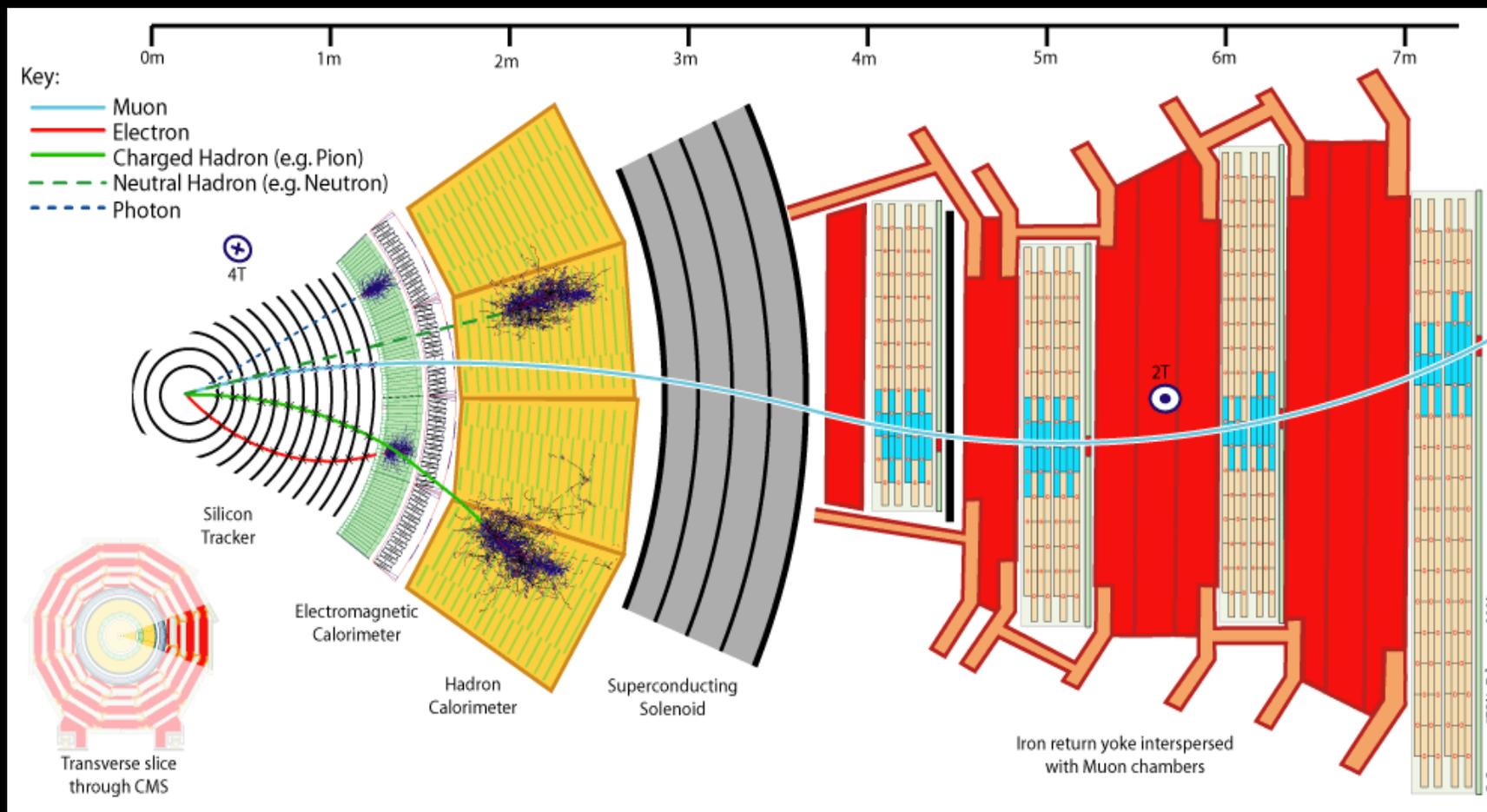
$$e^+ + e^- \rightarrow \pi^+ + \bar{p} + n$$



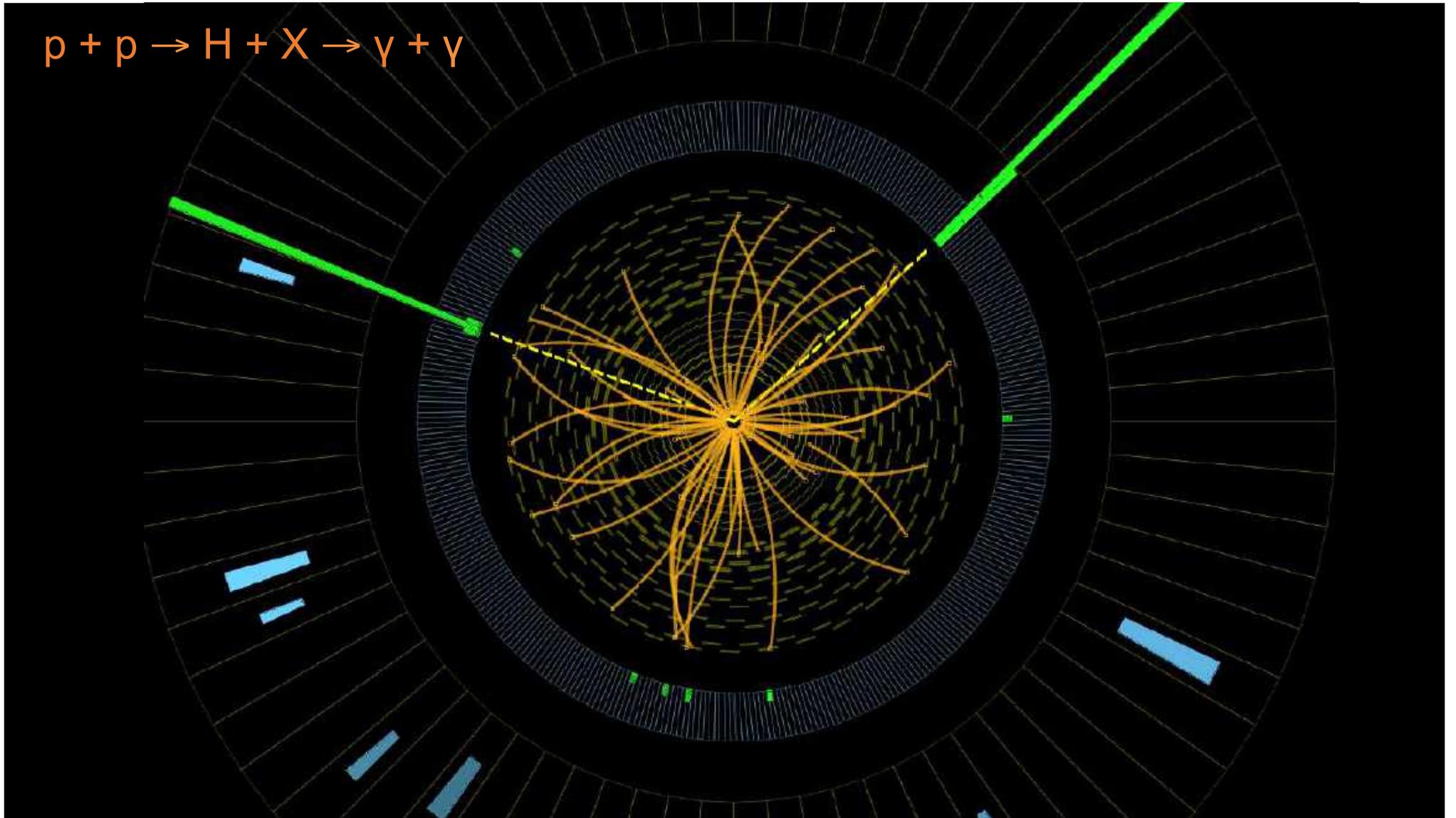




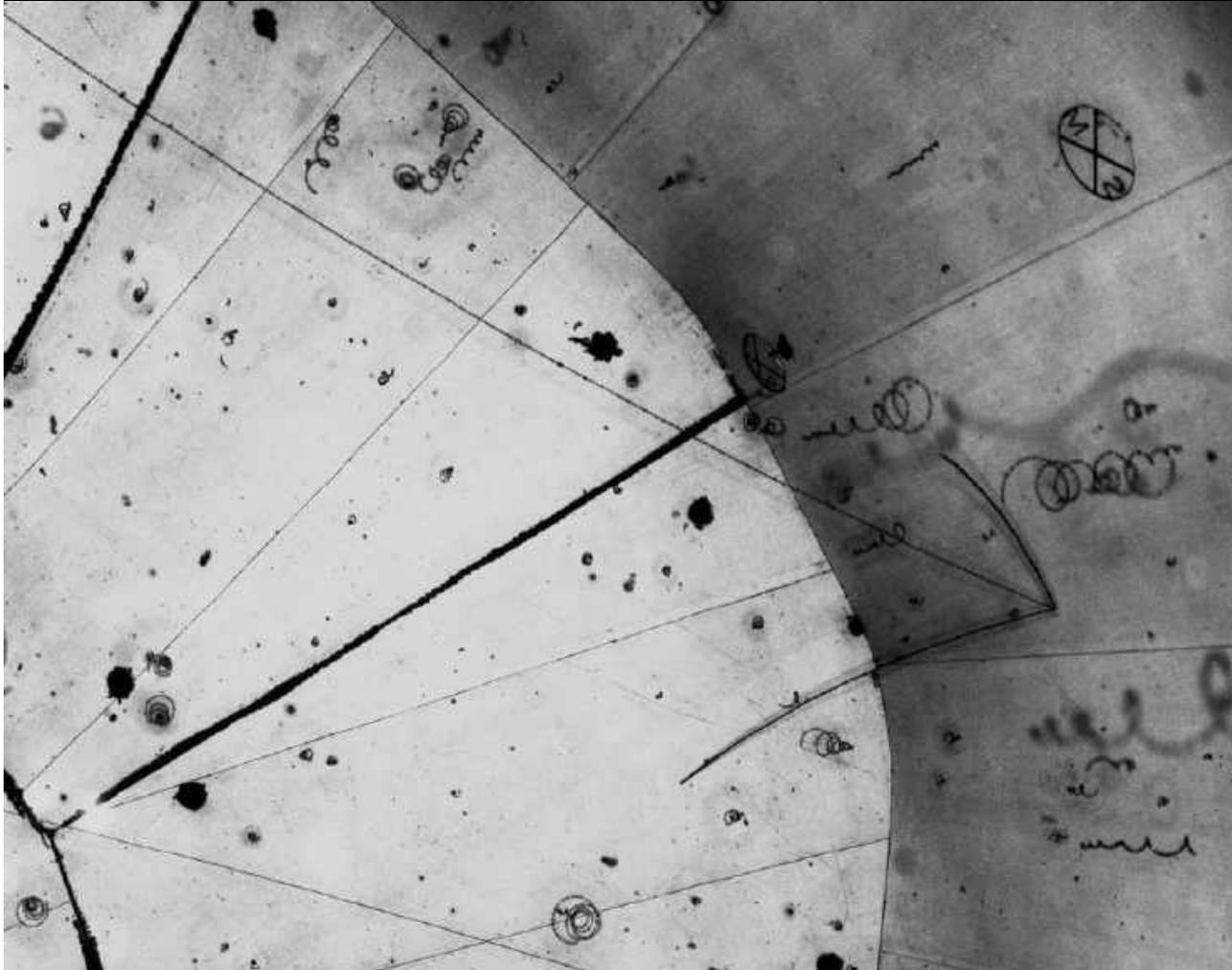
il rivelatore CMS a LHC



$p + p \rightarrow H + X \rightarrow \gamma + \gamma$

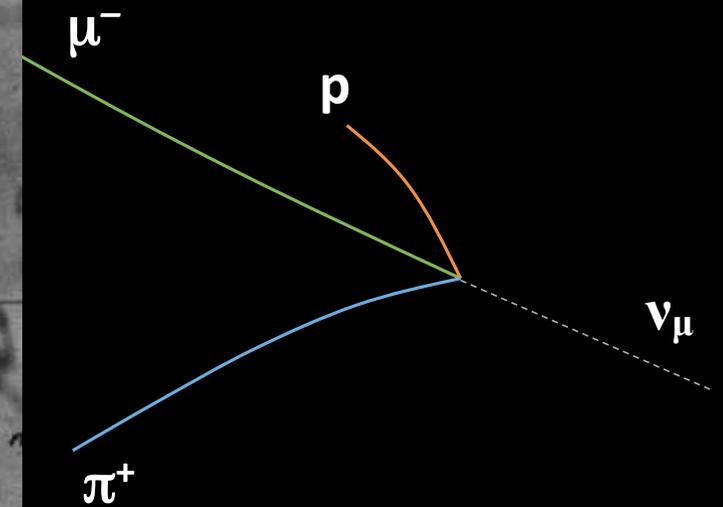


rivelare neutrini



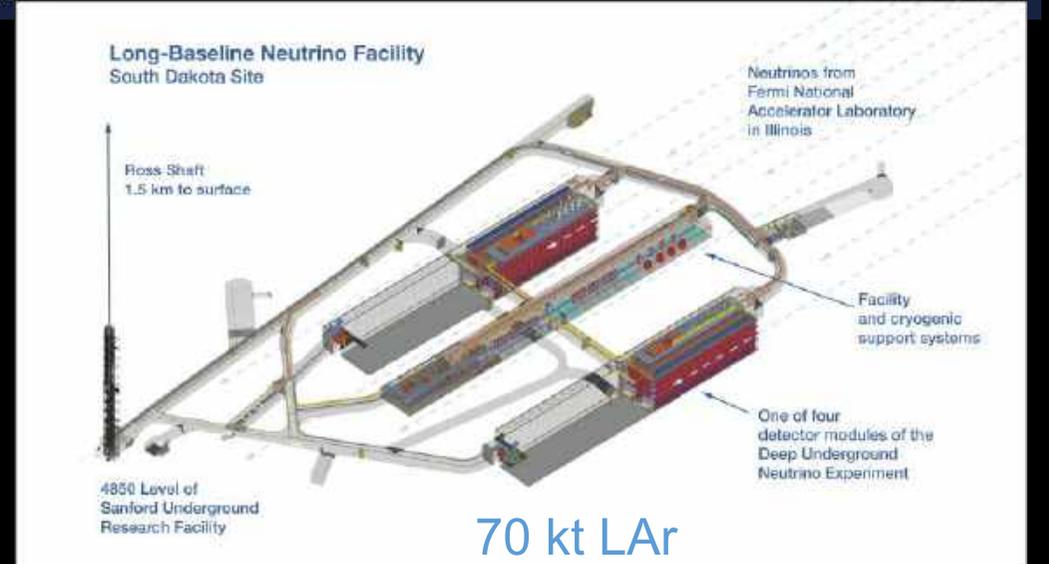
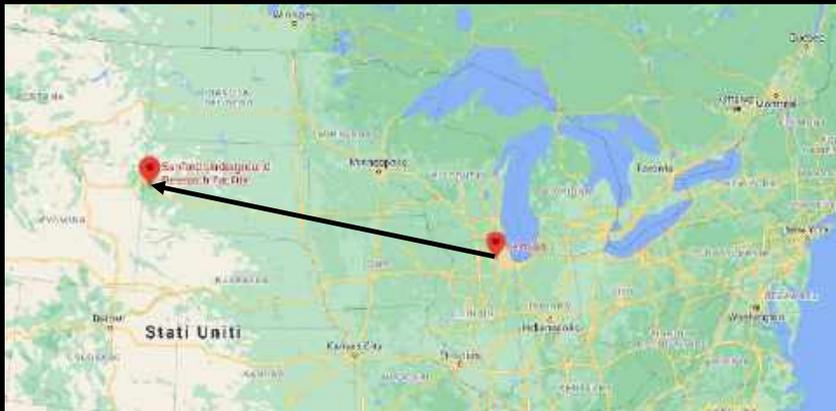
1970

prima rivelazione di un neutrino in
una camera a bolle a idrogeno

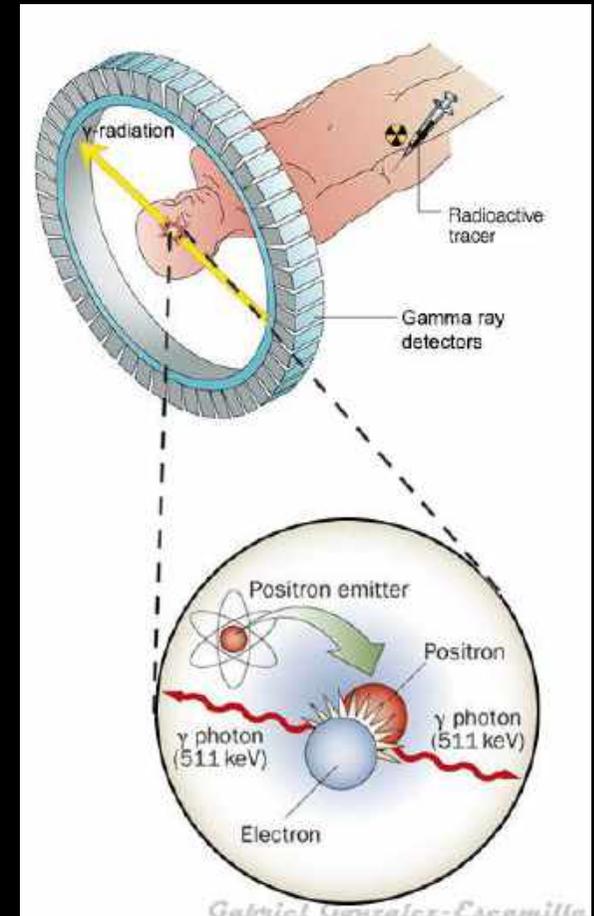


DUNE

deep underground neutrino experiment



Positron Emission Tomography



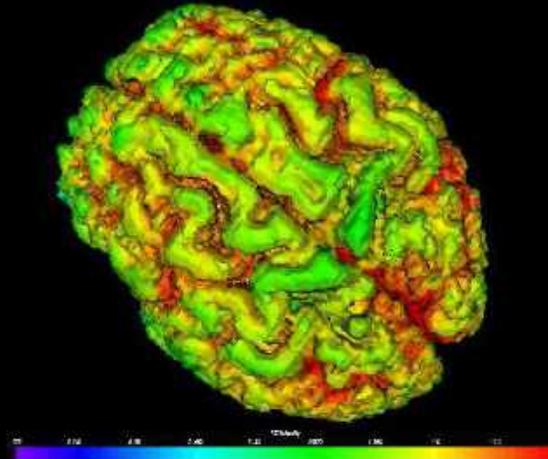
1975



1985



1994



2020

tomografia a muoni





Come è stato trovato lo spazio vuoto dentro la Piramide di Cheope

Lo ha scoperto un gruppo di fisici e ingegneri usando una tecnica che arriva dalla fisica delle particelle



RAGGI COSMICI E LUCE CHERENKOV

Non solo piramidi: con i muoni, la tac ai vulcani

Una tecnica analoga a quella utilizzata dal progetto ScanPyramids per scoprire la camera segreta nella piramide di Cheope è stata sviluppata dal team di Osvaldo Catalano dell'Inaf di Palermo. Potrebbe essere impiegata per "radiografare" l'Etna

Rossella Spiga 13/11/2017

Tweet

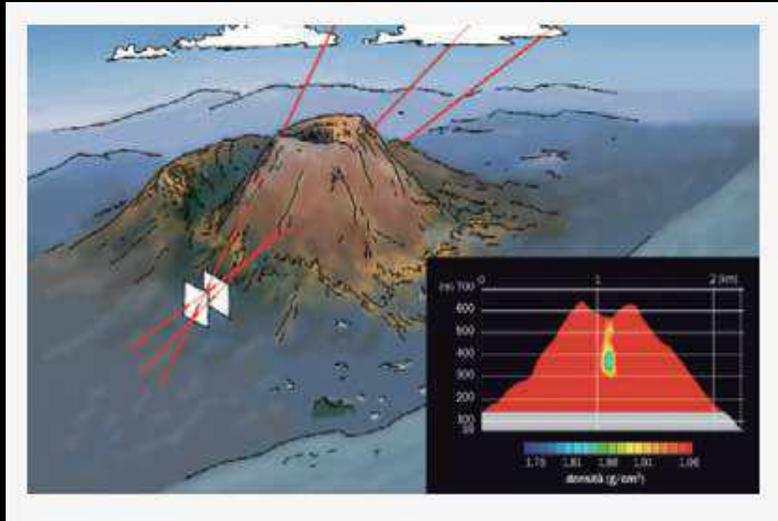
Condividi 0

È di inizio novembre la scoperta di una camera segreta all'interno della piramide di Cheope a Giza, in Egitto. L'[annuncio](#) ha suscitato molto clamore, soprattutto a causa dell'originalissima tecnica con cui un team di scienziati franco-giapponesi ha rilevato una grande cavità, ribattezzata il "Grande Vuoto", lunga oltre trenta metri, al di sopra della Grande Galleria. La [scoperta](#) è stata pubblicata su *Nature* da un team di archeologi guidati da [Mehdi Tayoubi](#) dell'[Hip Institute](#) di Parigi e [Kunihiro Morishima](#) dell'[Università di Nagoya](#) in Giappone, coordinatori del progetto [ScanPyramids](#).



Rappresentazione 3D della piramide e della camera nascosta (puntini bianchi). Crediti: ScanPyramids

tomografia a muoni



caratteristiche dei rivelatori

Sensibilità

capacità di produrre un segnale per un certo tipo di radiazione e di energia

Risoluzione

capacità di distinguere tra due misure vicine di una grandezza fisica misurata (es. posizione o tempo)

Efficienza

frazione di particelle rivelate rispetto a quelle incidenti

Tempo morto

tempo necessario per essere di nuovo attivo dopo la rivelazione di una particella

tipi di rivelatori

Funzione

Tracciatori

Calorimetri

Materiale

Rivelatori
a gas

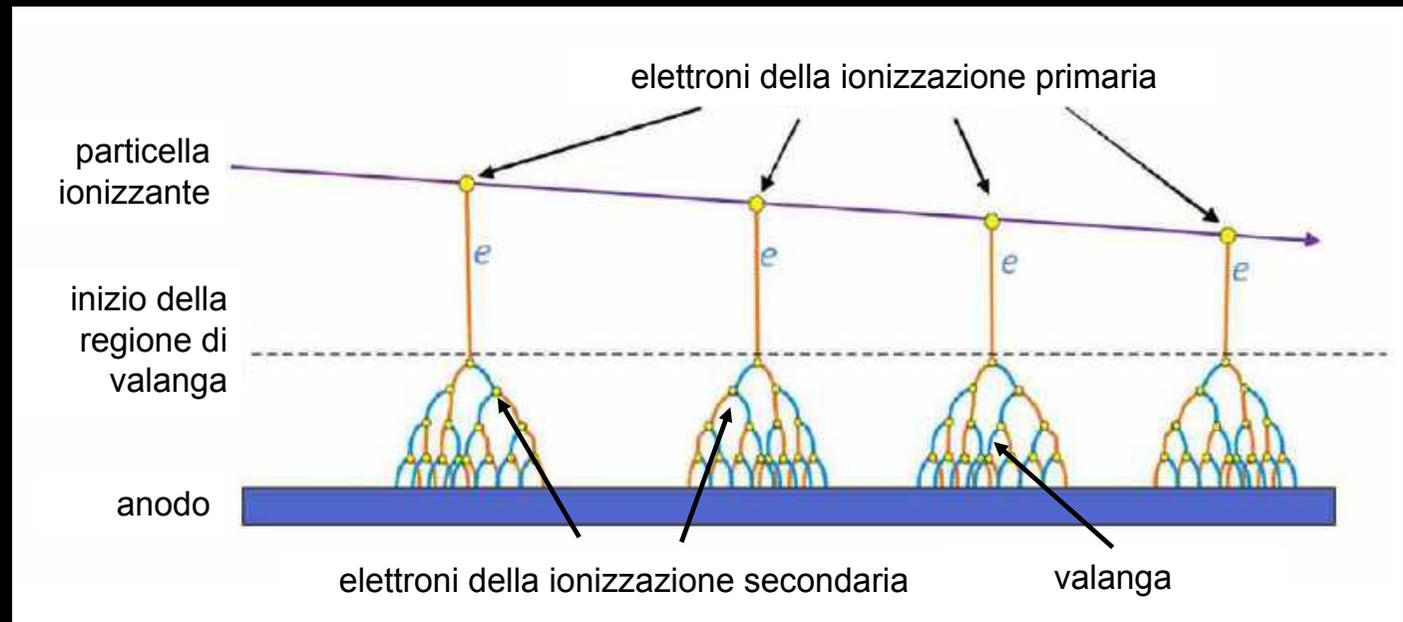
Rivelatori
a stato solido

Moltiplicazione a valanga

Ionizzazione Primaria
(particelle cariche)
 $p + \text{Ar} \rightarrow p + \text{Ar}^+ + e^-$

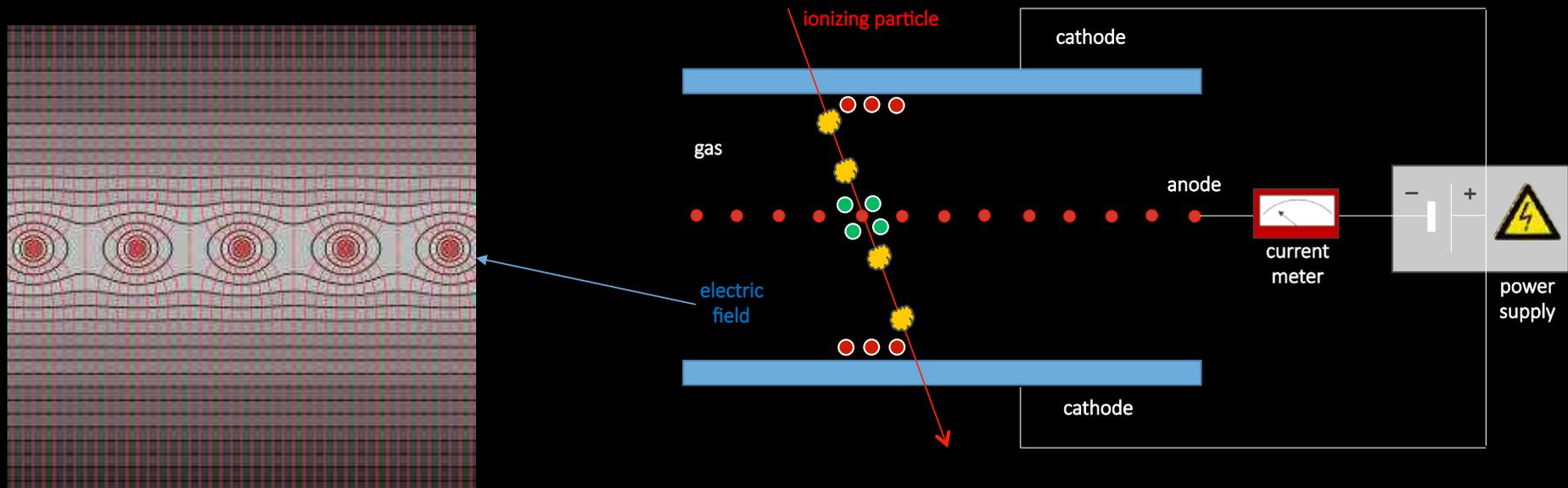


Ionizzazione Secondaria
(elettroni)
 $e^- + \text{Ar} \rightarrow e^- + \text{Ar}^+ + e^-$



gli elettroni primari vengono **moltiplicati** dal gas
con un **guadagno G**

Multiwire proportional chamber



il segnale del filo fornisce la **posizione** della particella
il campo elettrico vicino al filo ($1/r$) **moltiplica** gli elettroni