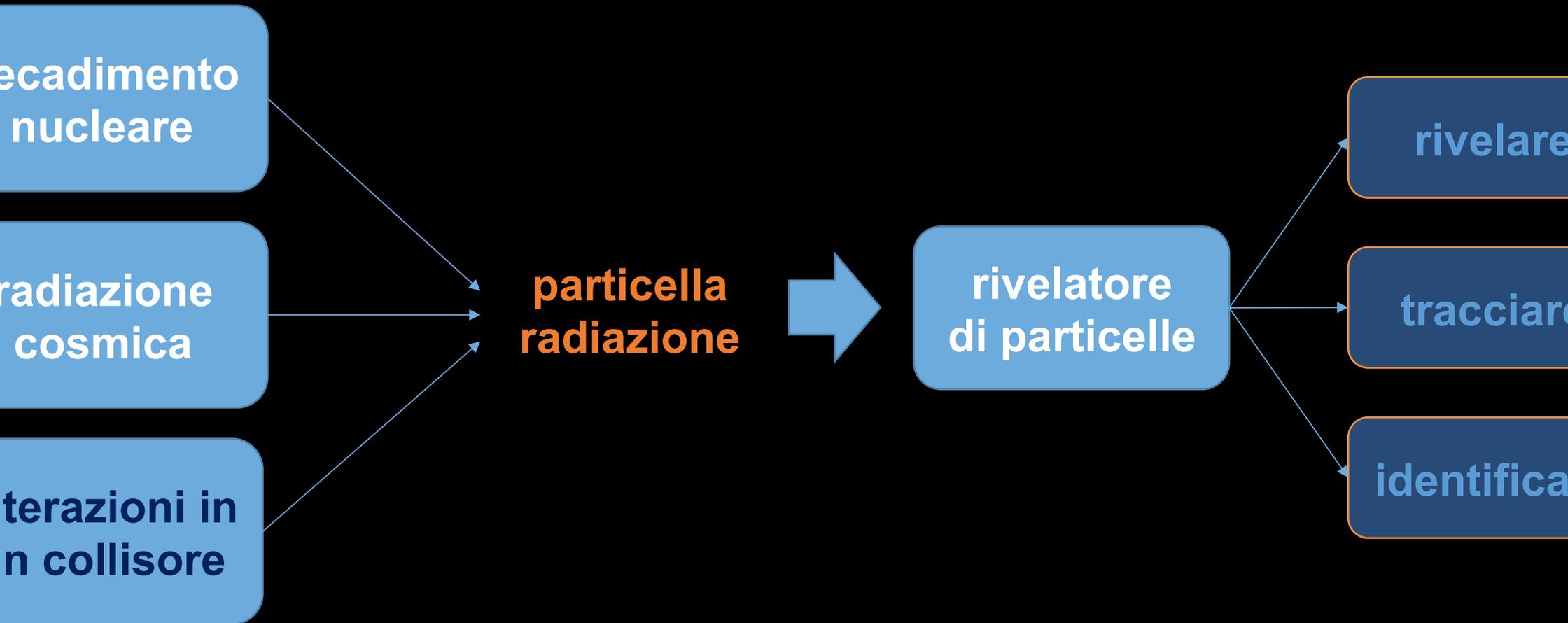


Rivelatori di Particelle

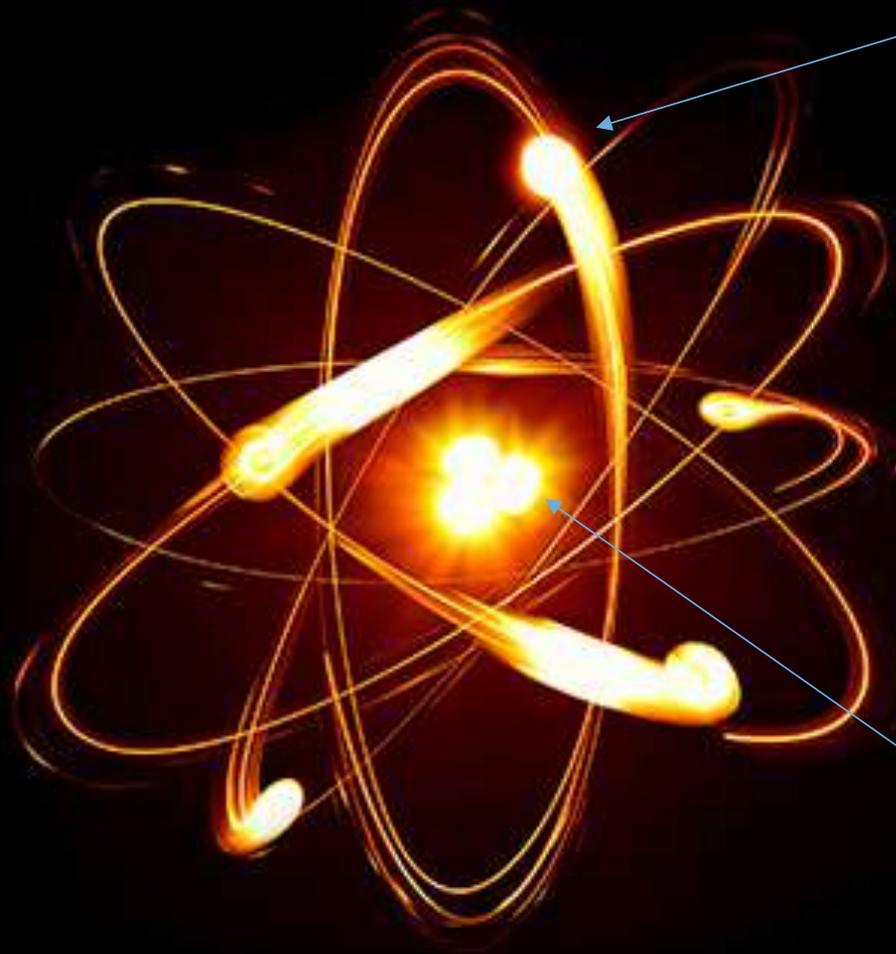
Danilo Domenici
SummerSchool LNF 2020

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

particelle direttamente rivelabili

e

elettrone

p

protone

n

neutrone

γ

fotone

particelle stabili

μ

muone

π

pione

K

kaone

particelle con vita media $> 10^{-10}$ s

tutte le particelle con vita media $< 10^{-10}$ s
si identificano attraverso i loro prodotti di decadimento



interazione radiazione-materia

urti con gli elettroni – forza elettromagnetica



urti con il nucleo – forza forte



produzione di coppie e^+e^-



apparato di rivelazione ermetico



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

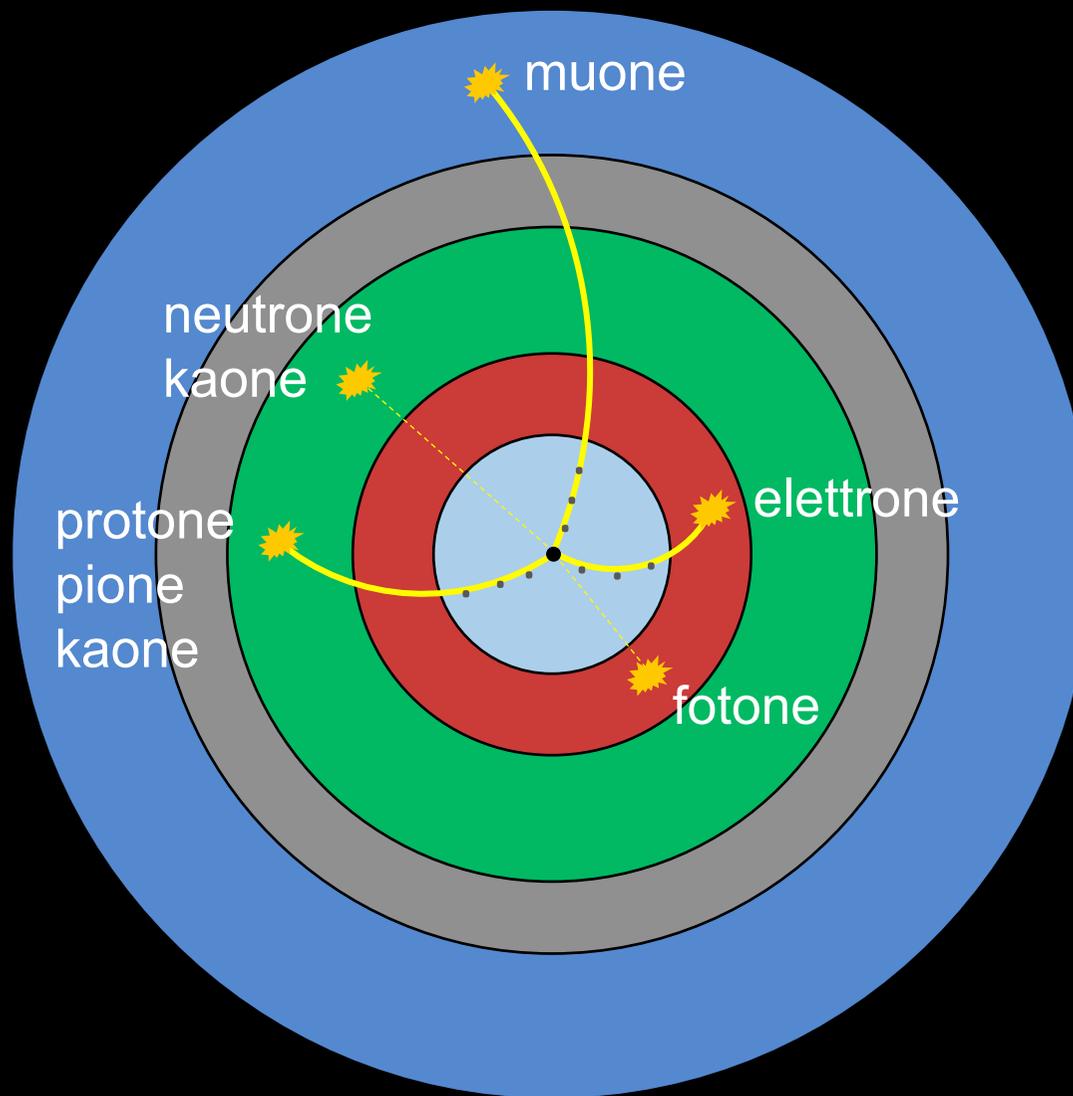
Calorimetro Elettromagnetico
rivela elettroni e fotoni
e ne misura l'energia

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

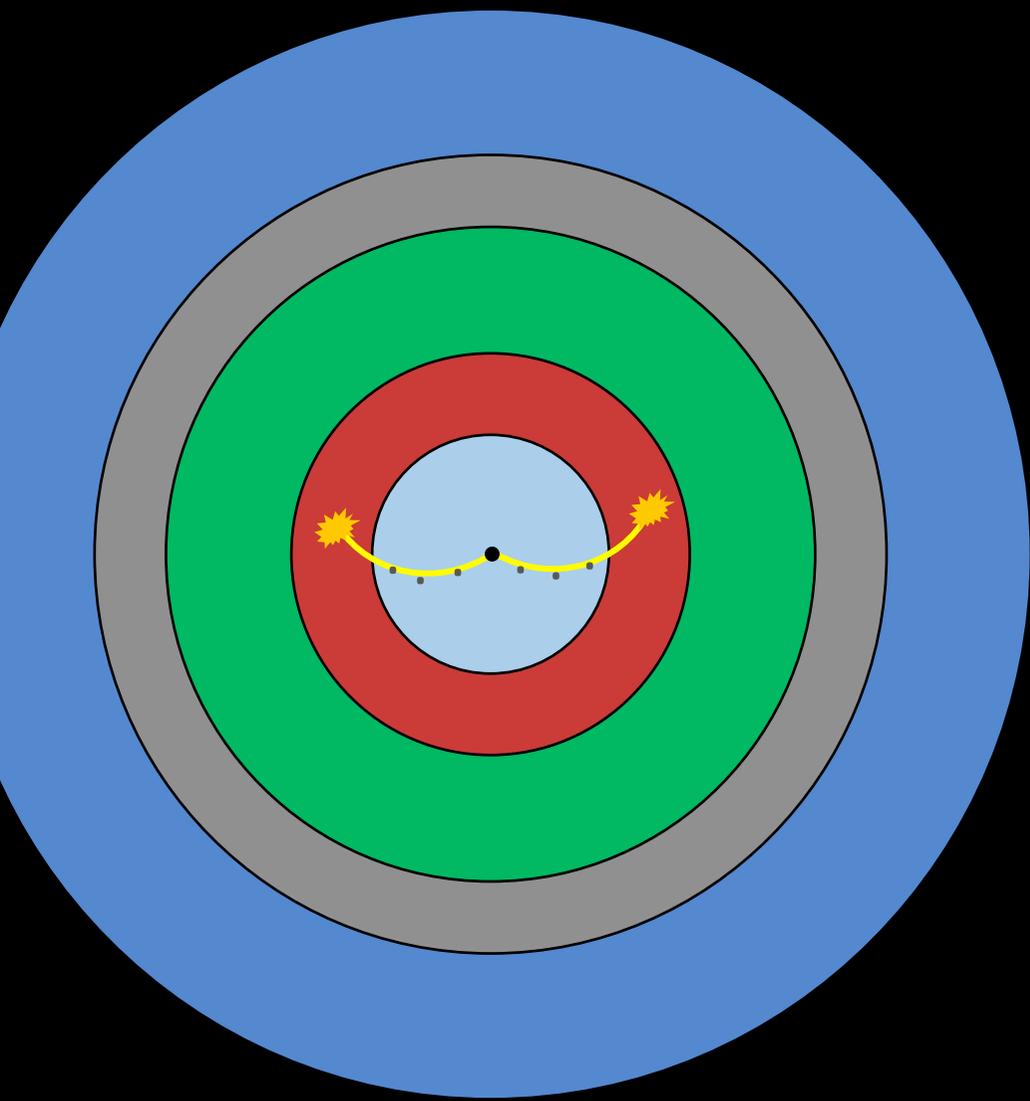
Magnete
curva le particelle cariche
e ne permette la misura della quantità di moto

Rivelatore di Muoni
rivela i muoni

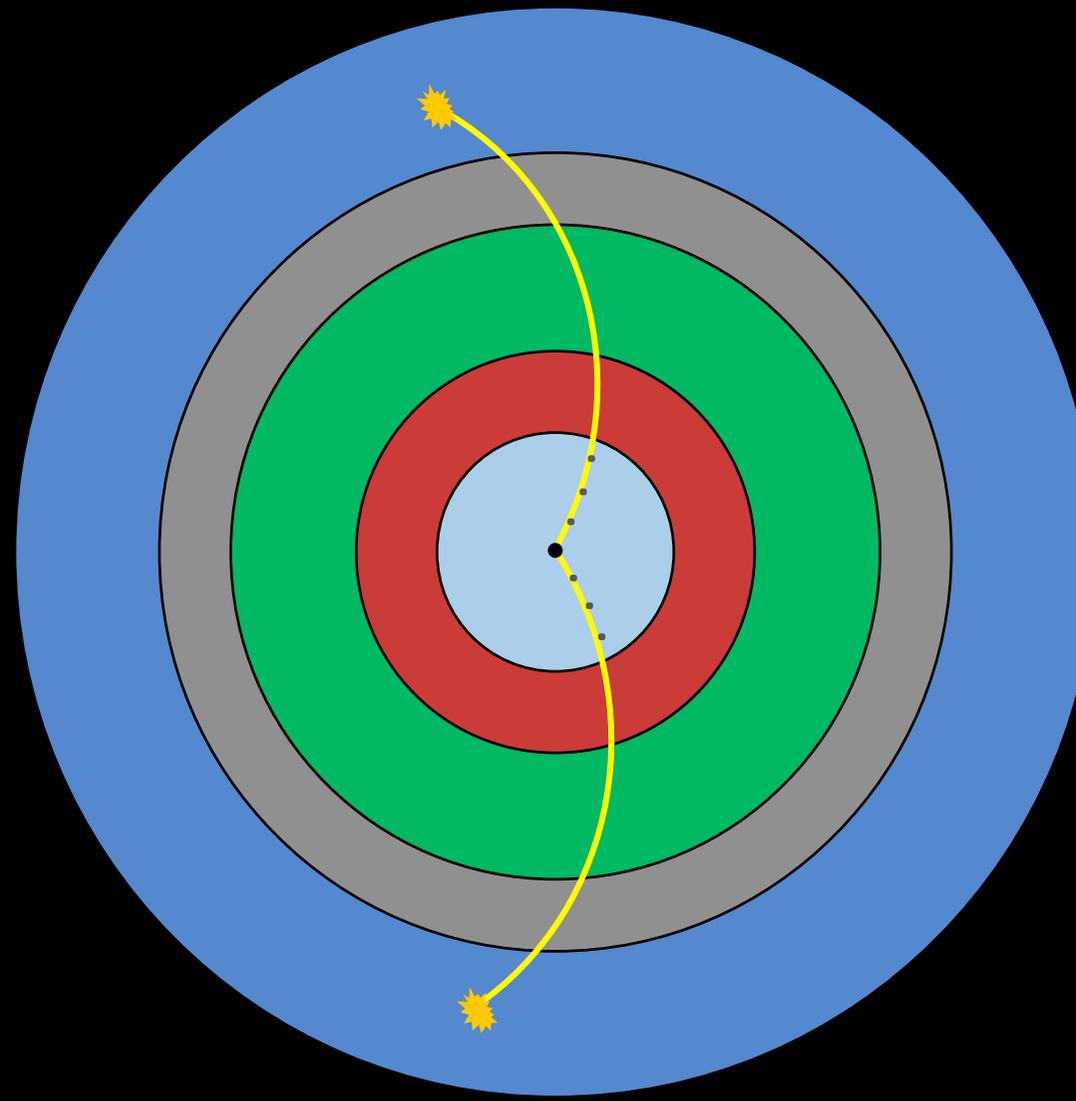
identificazione delle particelle



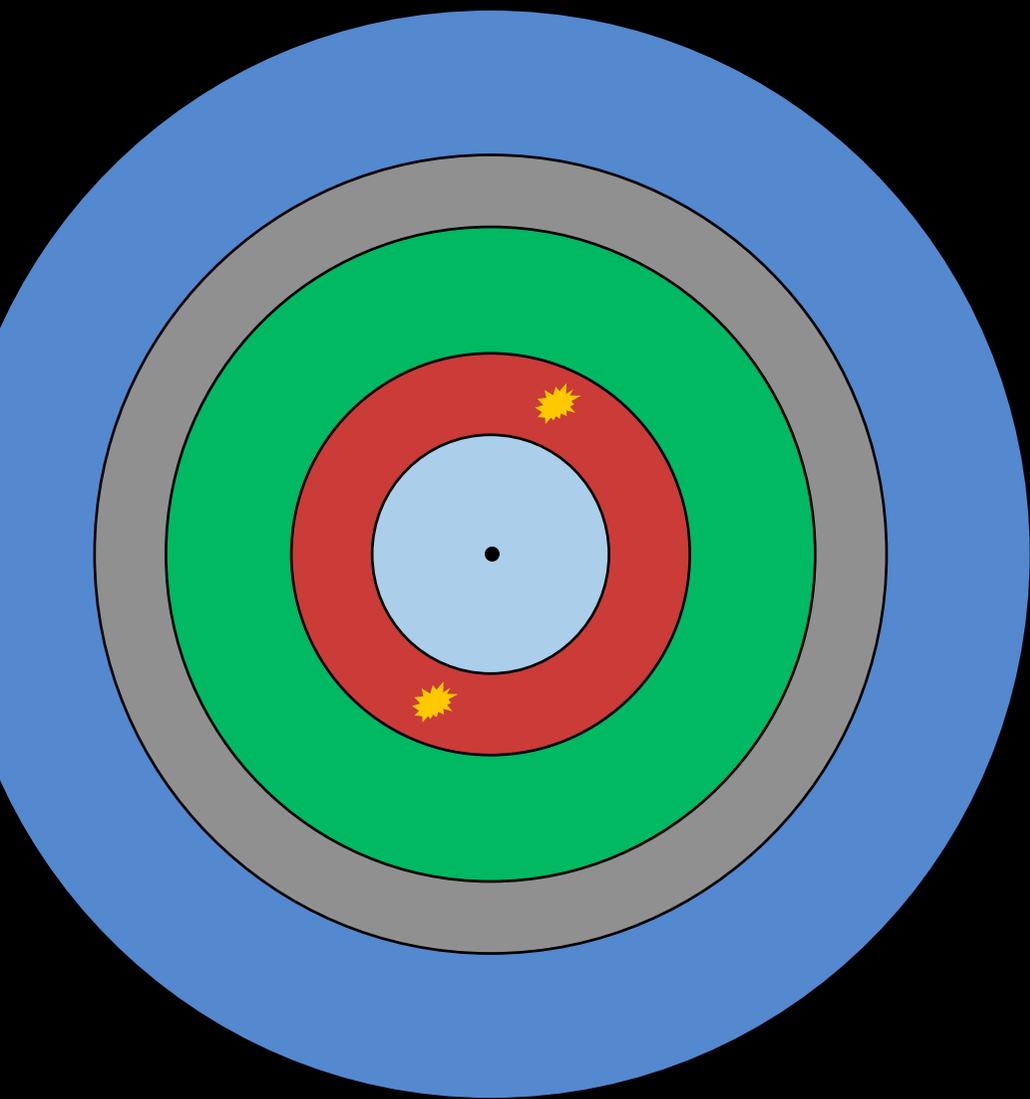
$$e^+ + e^- \rightarrow e^+ + e^-$$



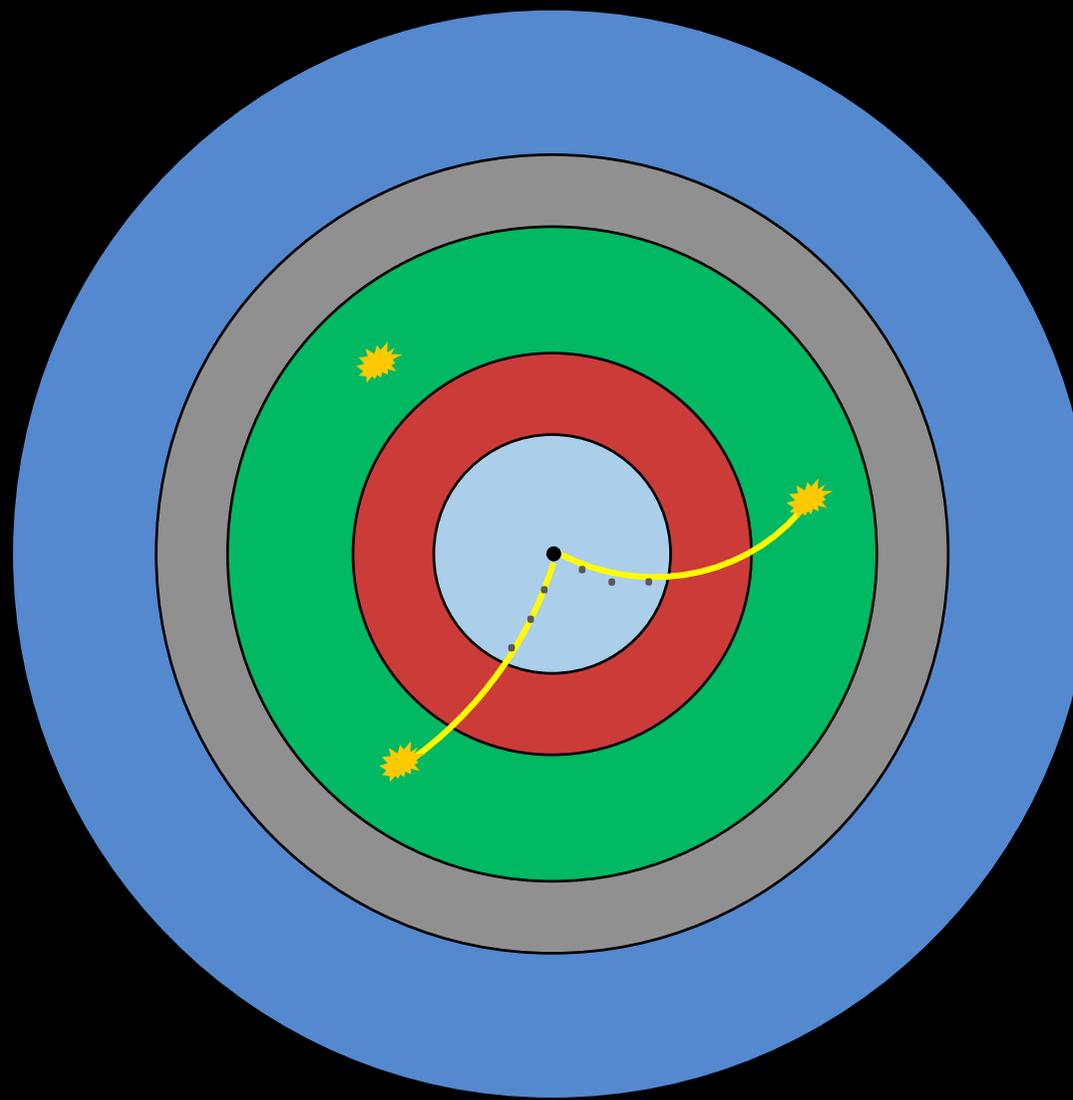
$$e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-$$

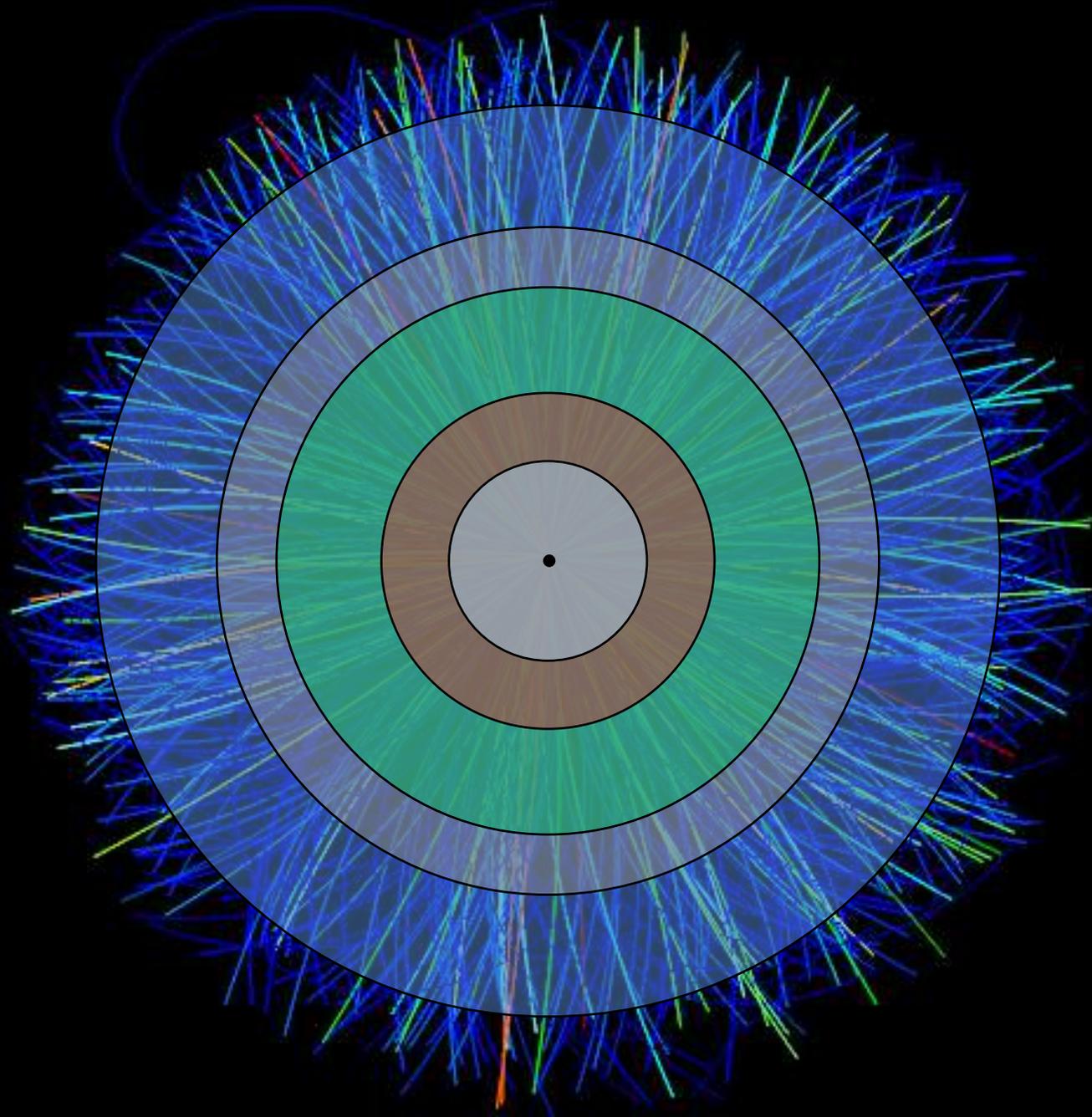


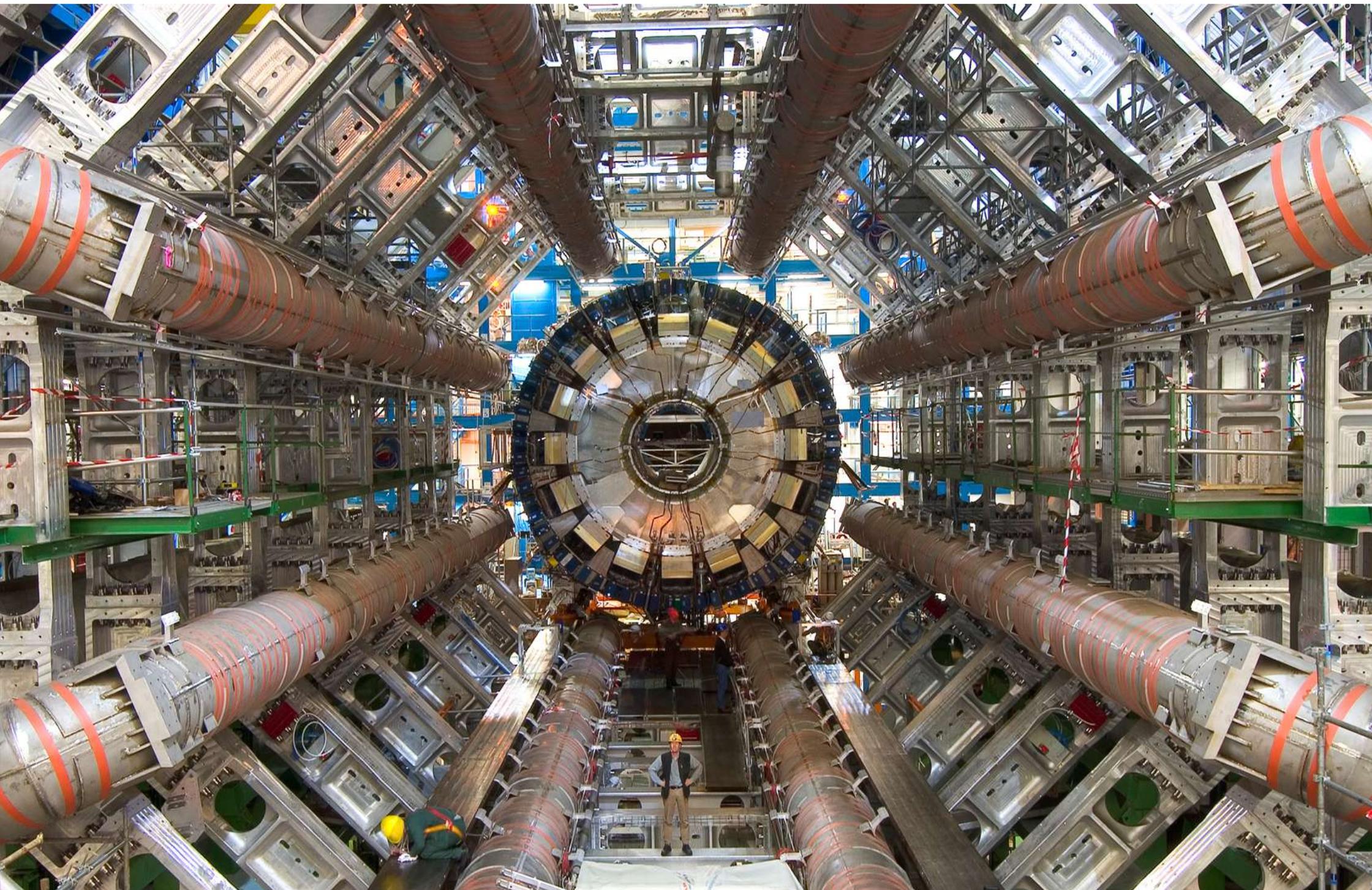
$$e^+ + e^- \rightarrow \gamma + \gamma$$

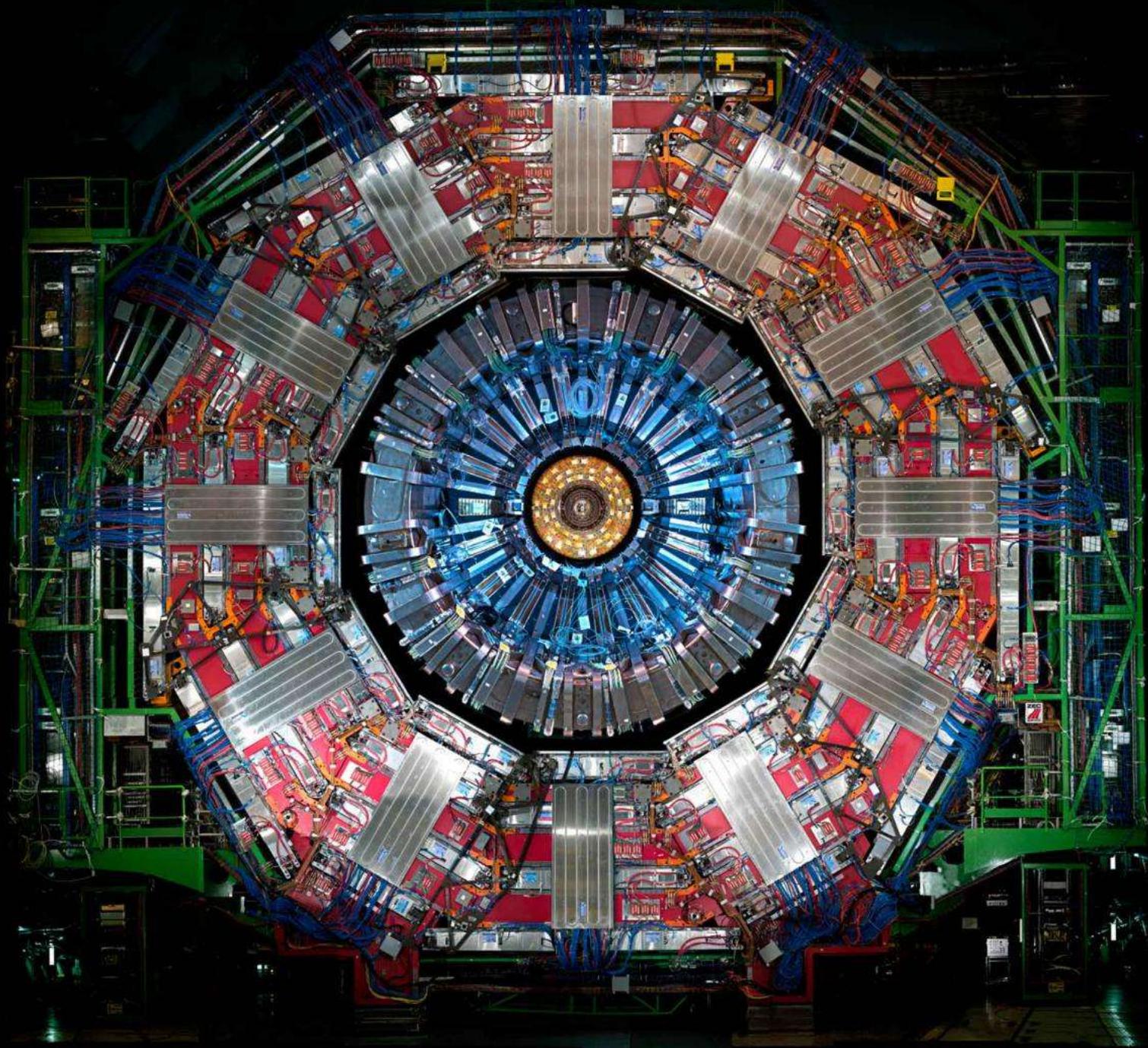


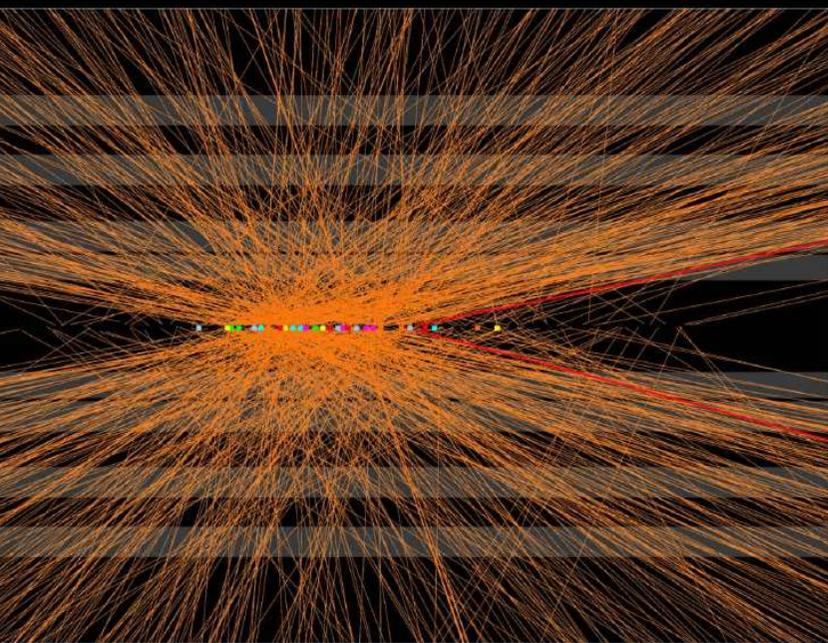
$$e^+ + e^- \rightarrow \pi^+ + \bar{p} + n$$



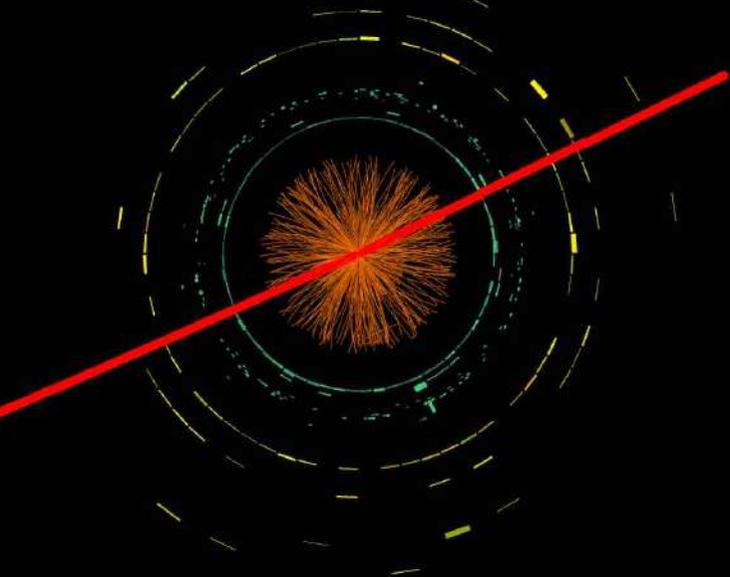
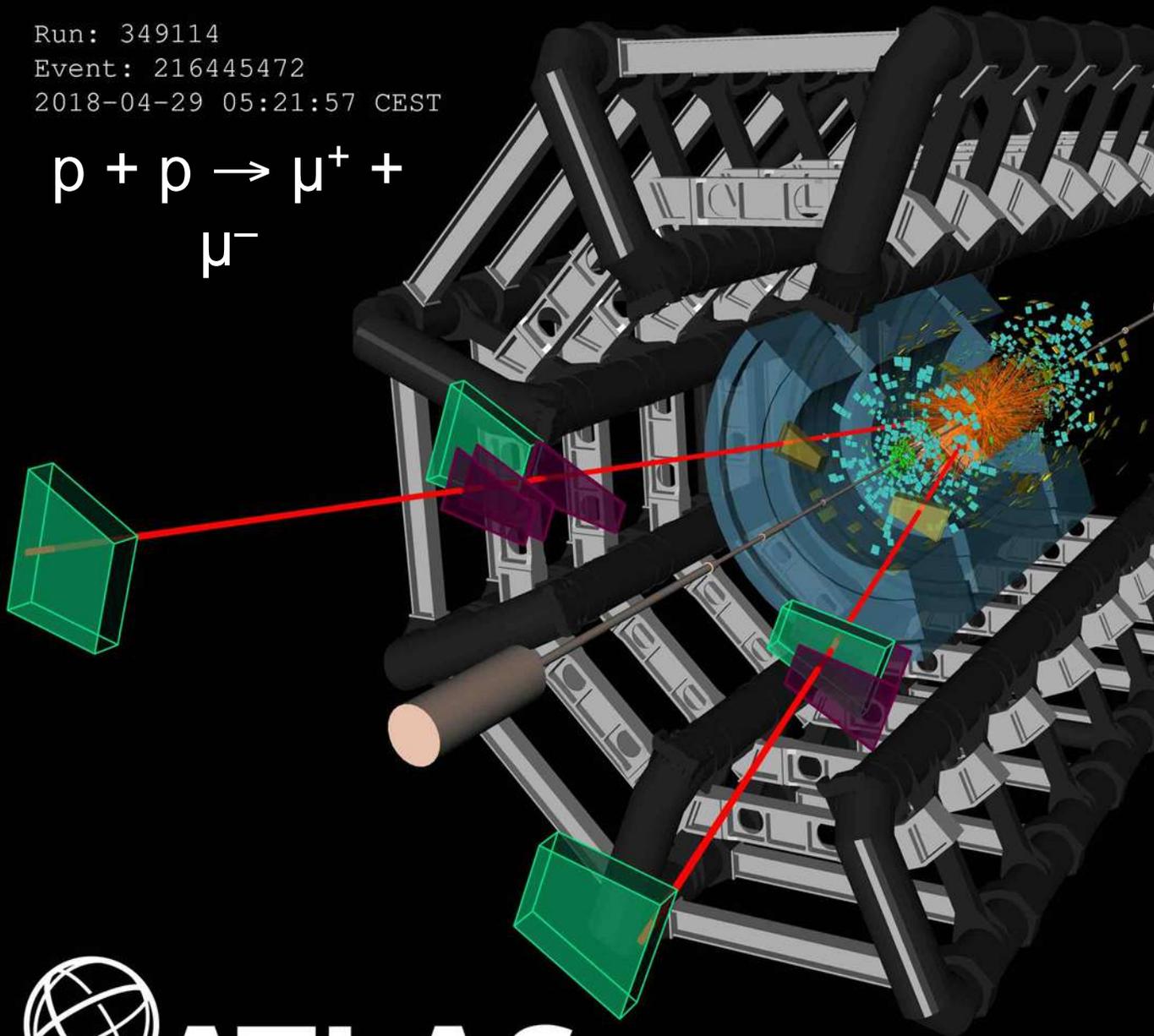
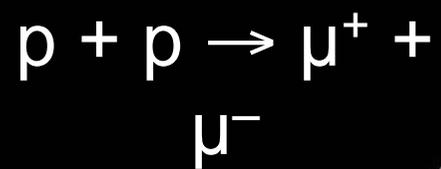






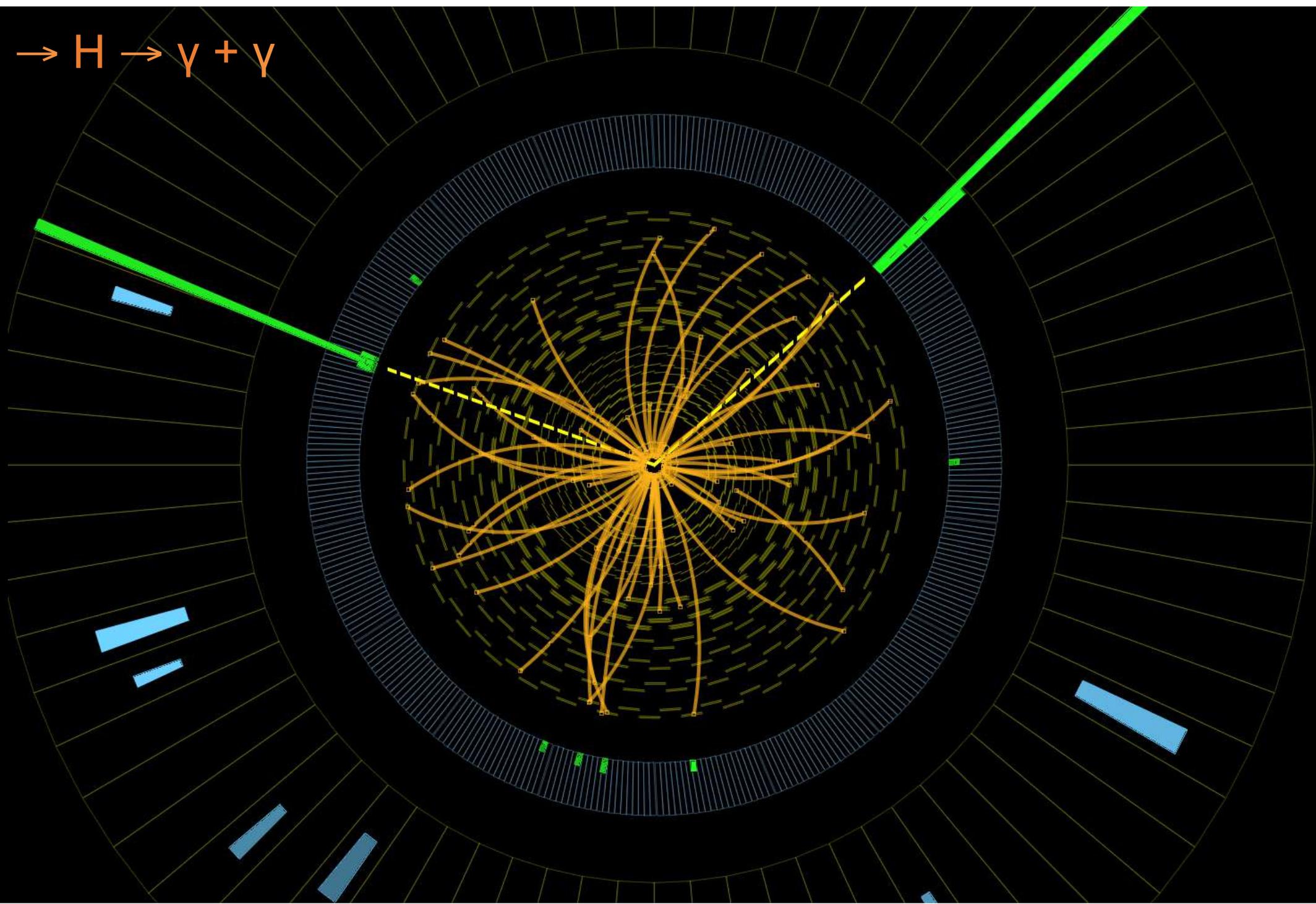


Run: 349114
Event: 216445472
2018-04-29 05:21:57 CEST



ATLAS
EXPERIMENT

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



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

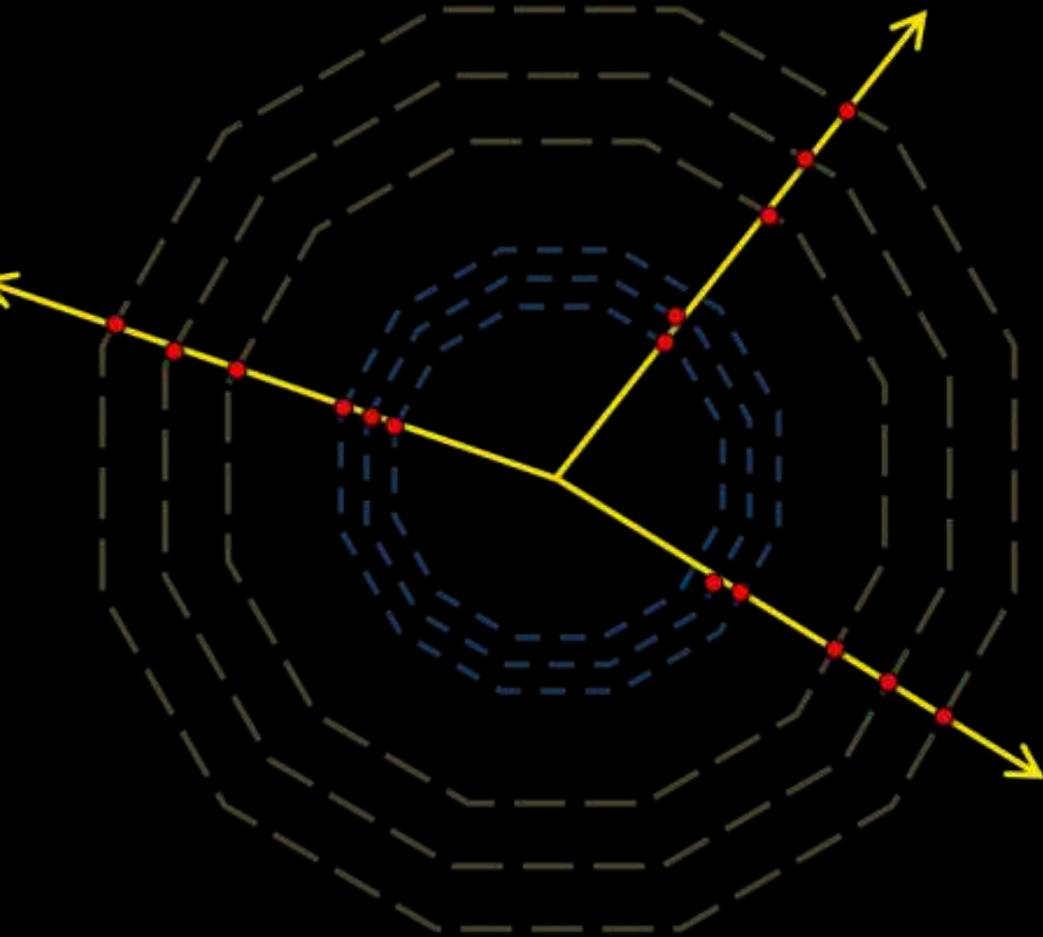
Calorimetri

Materiale

Rivelatori
a gas

Rivelatori
a stato solido

tracciatori



Sensibilità

tutte le particelle cariche

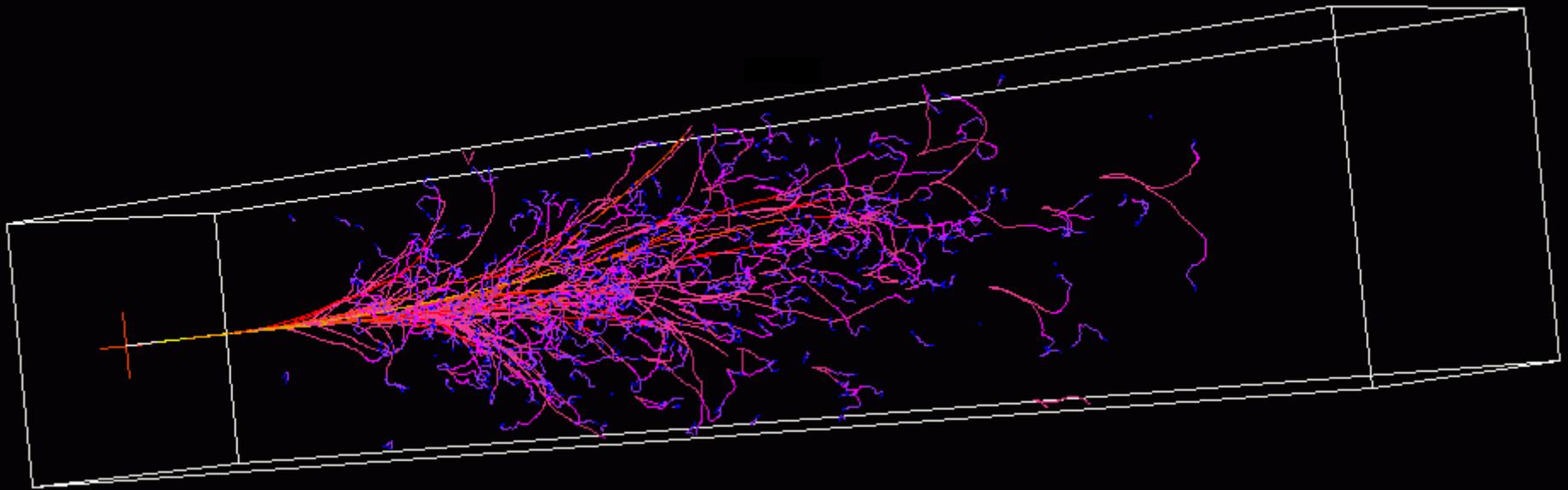
$$p = eBr$$

immersi in campo magnetico
misurano la quantità di moto

Materiali leggeri

la particella deve perdere
poca energia

calorimetri



Sensibilità

Ecal: elettroni e fotoni

Hcal: protoni, neutroni, pioni, kaoni

Energia

misurano l'energia
(senza campo magnetico)

Materiali pesanti

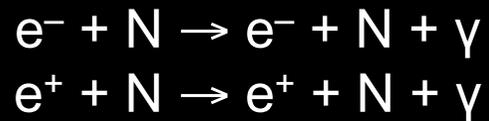
la particella deve perdere
tutta la sua energia

calorimetri

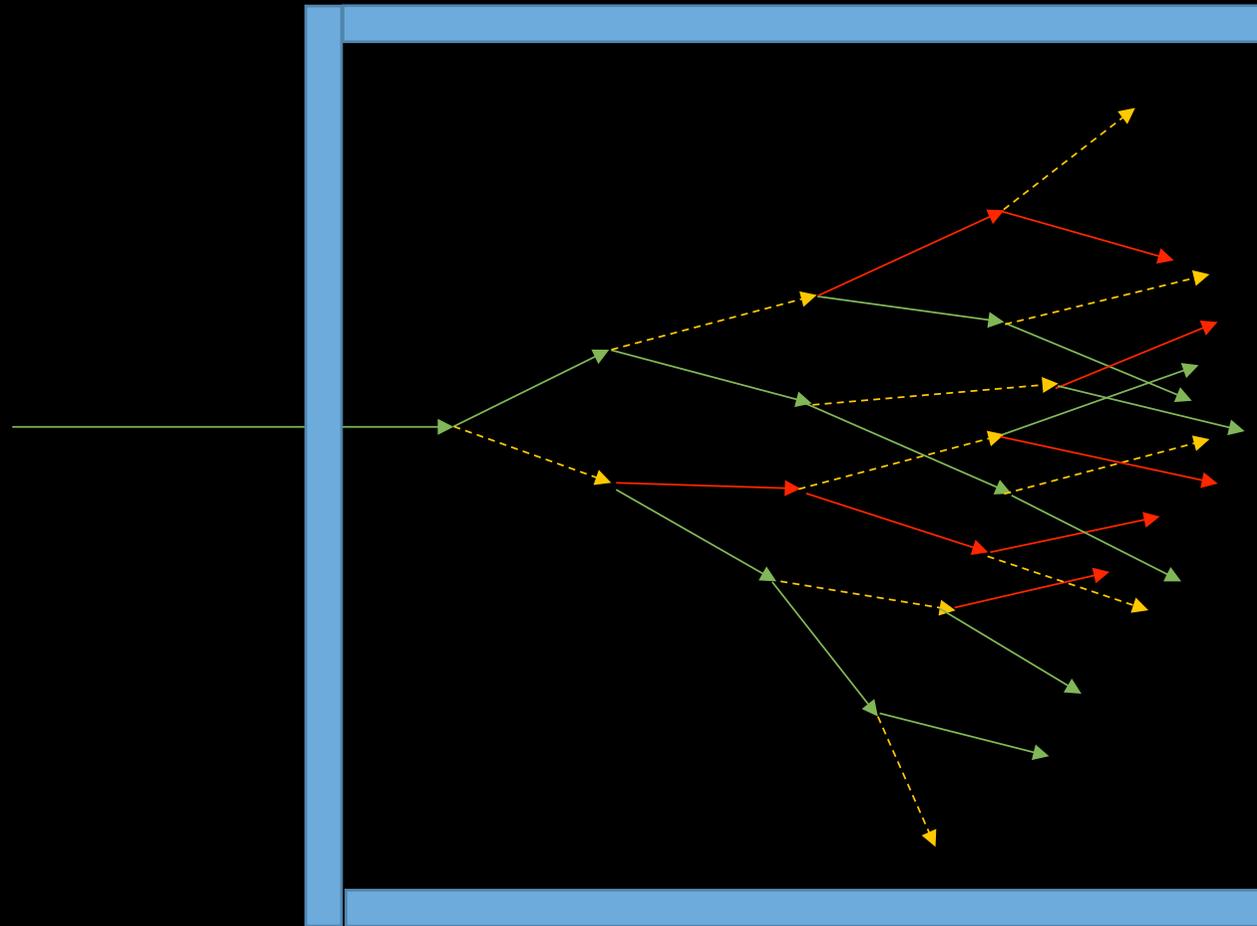
Sciame Elettromagnetico



Radiazione da Frenamento
(elettroni e positroni)



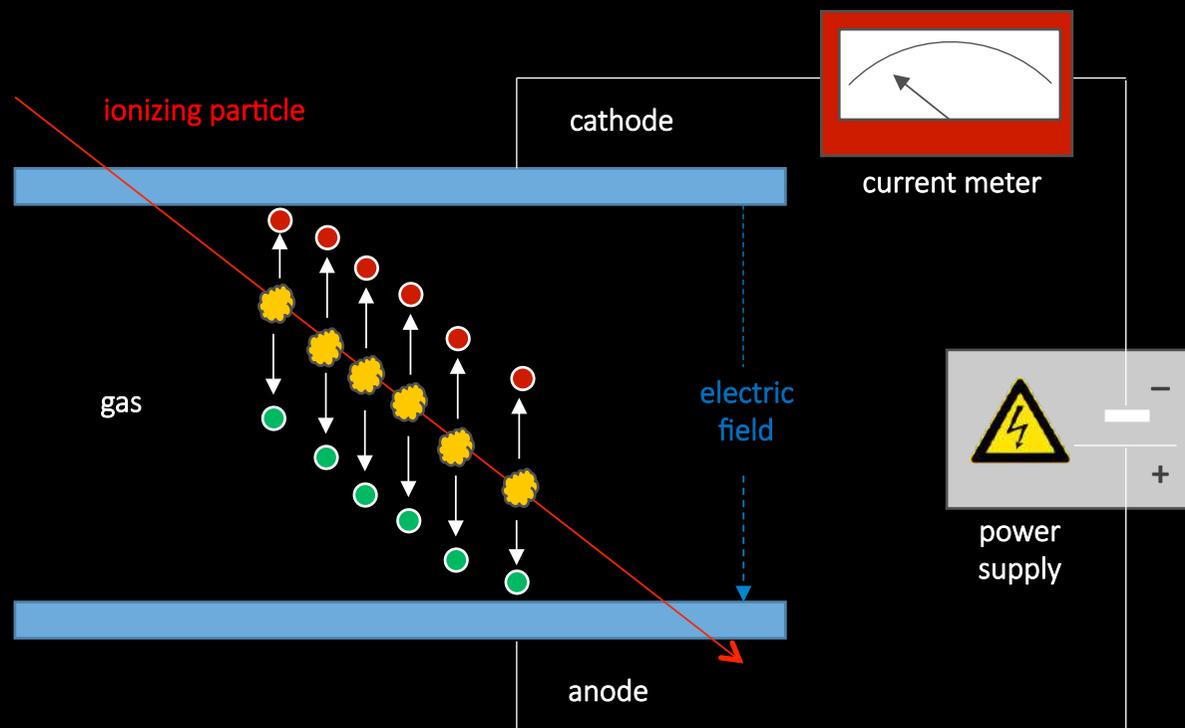
Produzione di Coppie
(fotoni)



- ▶ elettrone
- ▶ positrone
- ▶ fotone

rivelatori a gas

Ionizzazione Atomica



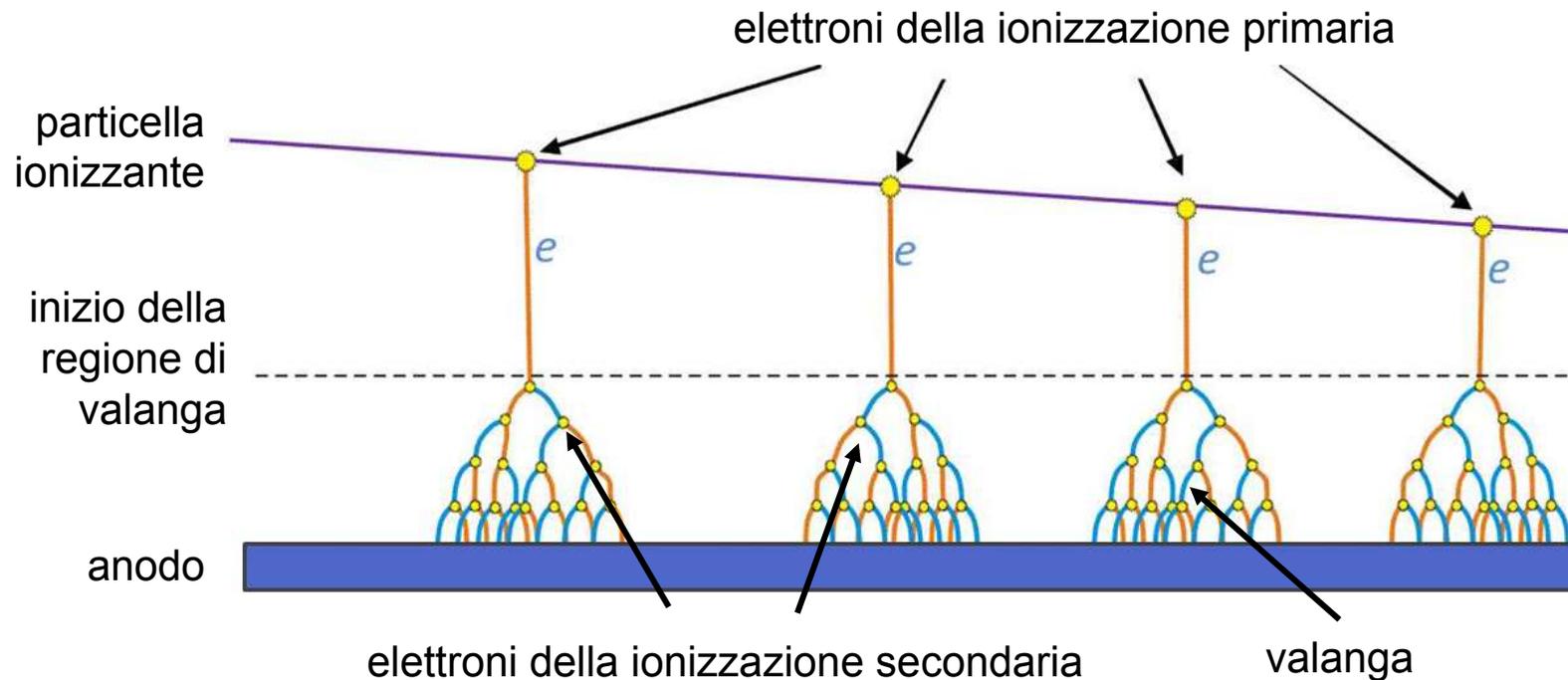
Punti di Forza
grandi volumi con poca spesa
segnale grande

Moltiplicazione a valanga

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

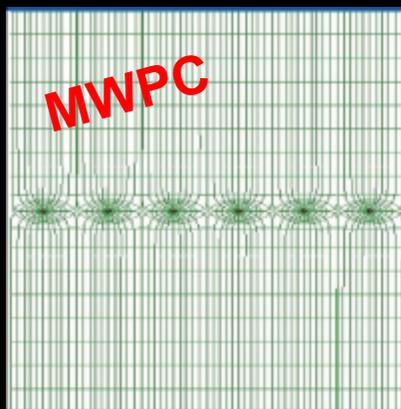


Ionizzazione Secondaria
(elettroni)
 $+ Ar \rightarrow e^- + Ar^+ + e^-$

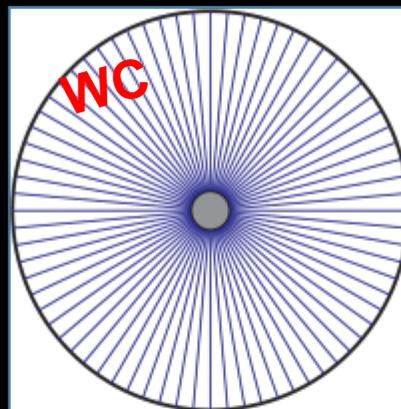


gli elettroni primari vengono moltiplicati dal gas
con un guadagno G

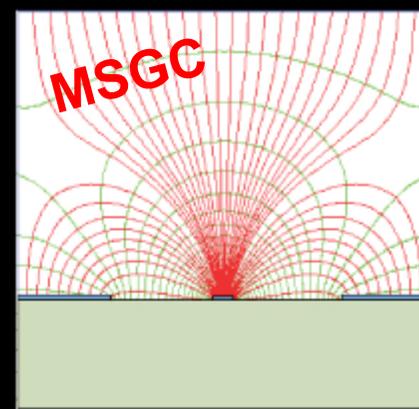
configurazioni di elettrodi



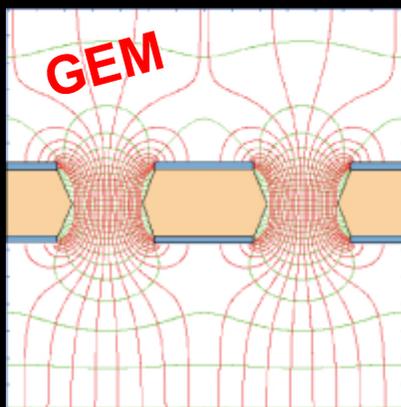
multi-filo



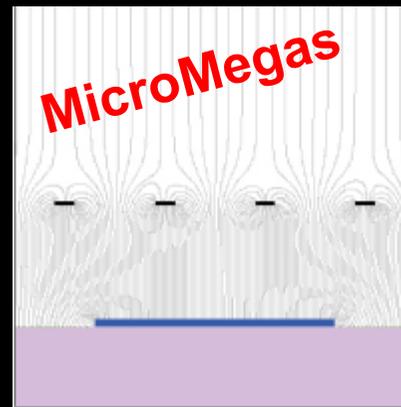
filo singolo



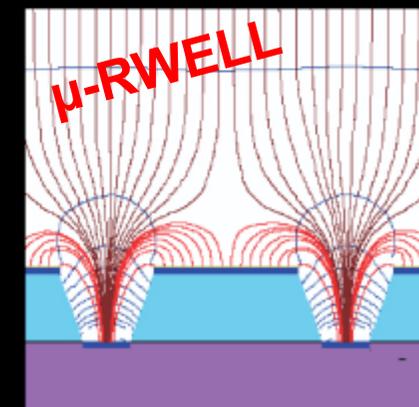
strisce



fori

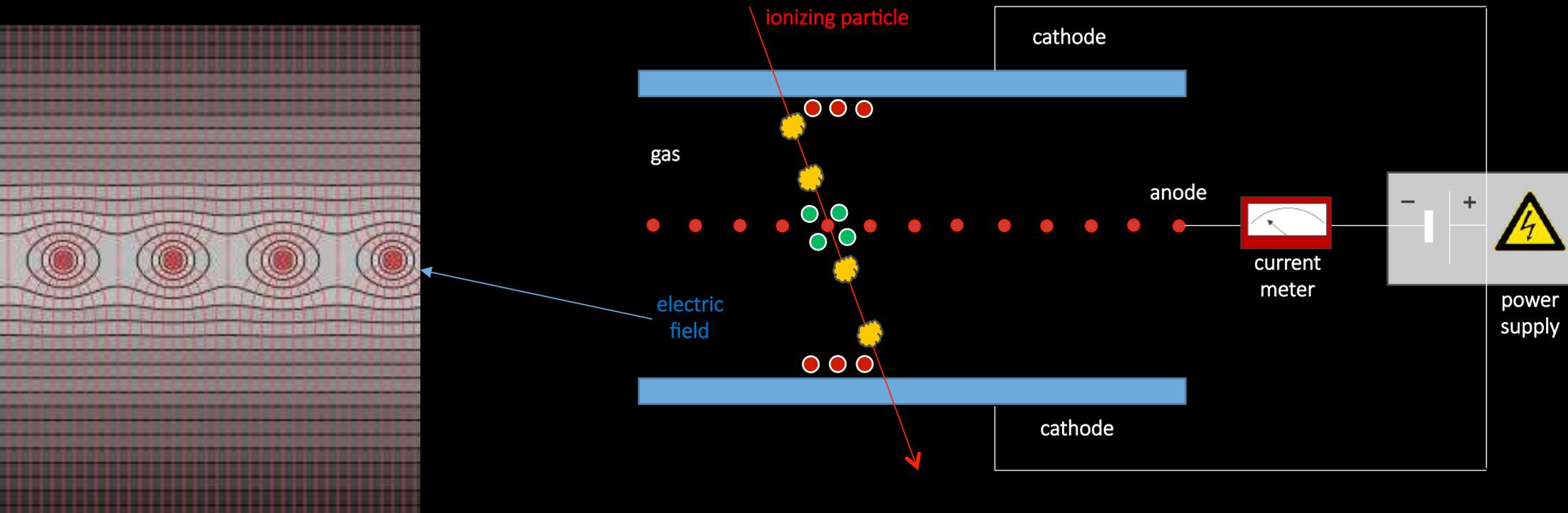


griglia

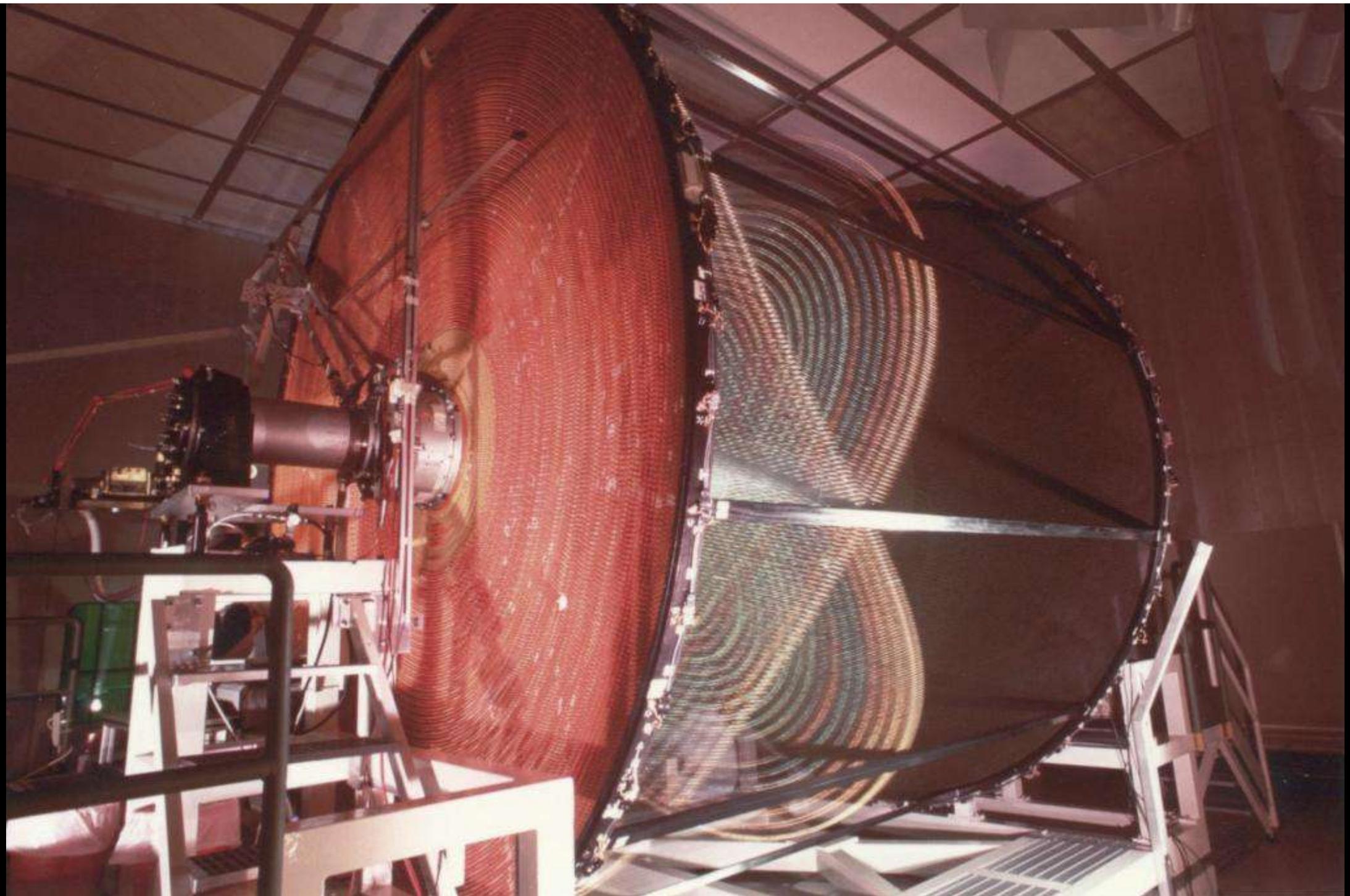


pozzi

Multiwire proportional chamber



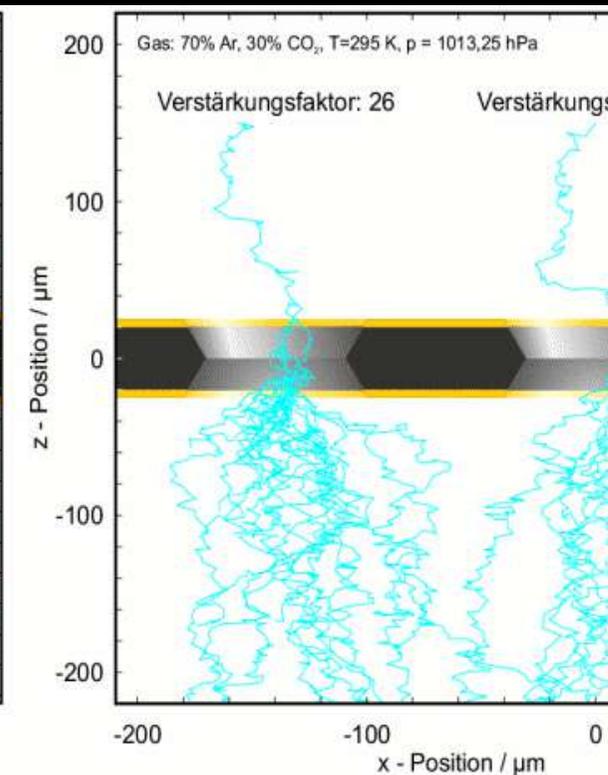
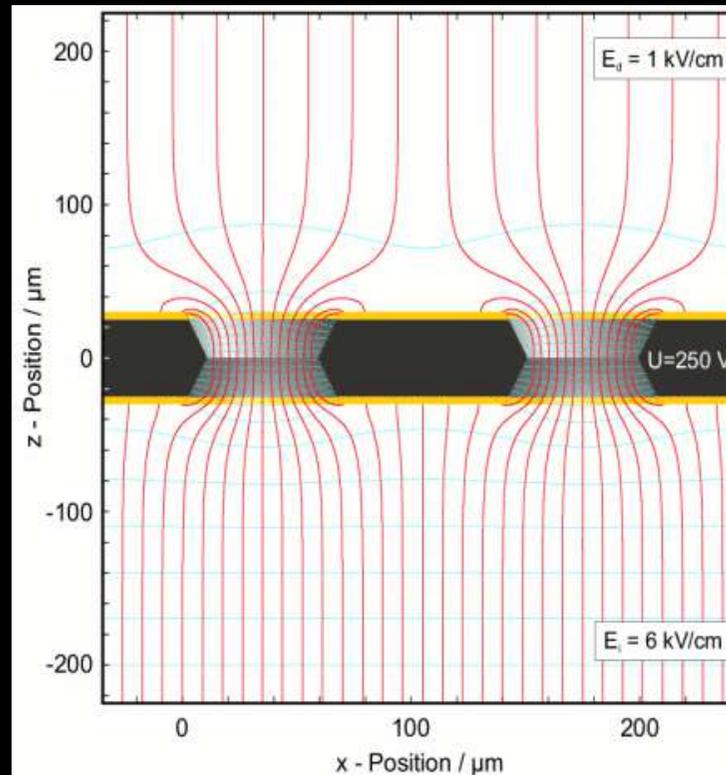
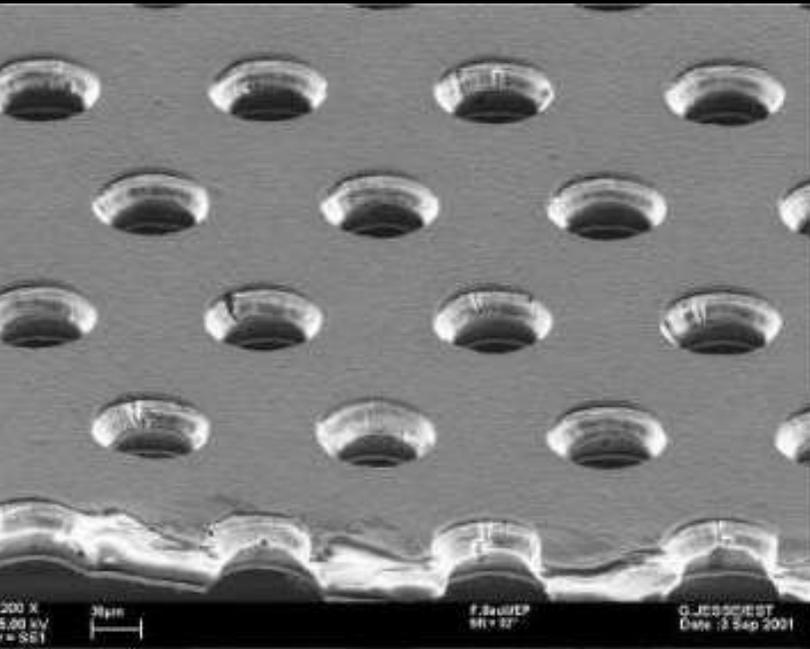
il segnale del filo fornisce la **posizione** della particella
il campo elettrico vicino al filo ($1/r$) **moltiplica** gli elettroni



gas electron multiplier

un foglio di kapton metallizzato e micro-forato
moltiplica gli elettroni

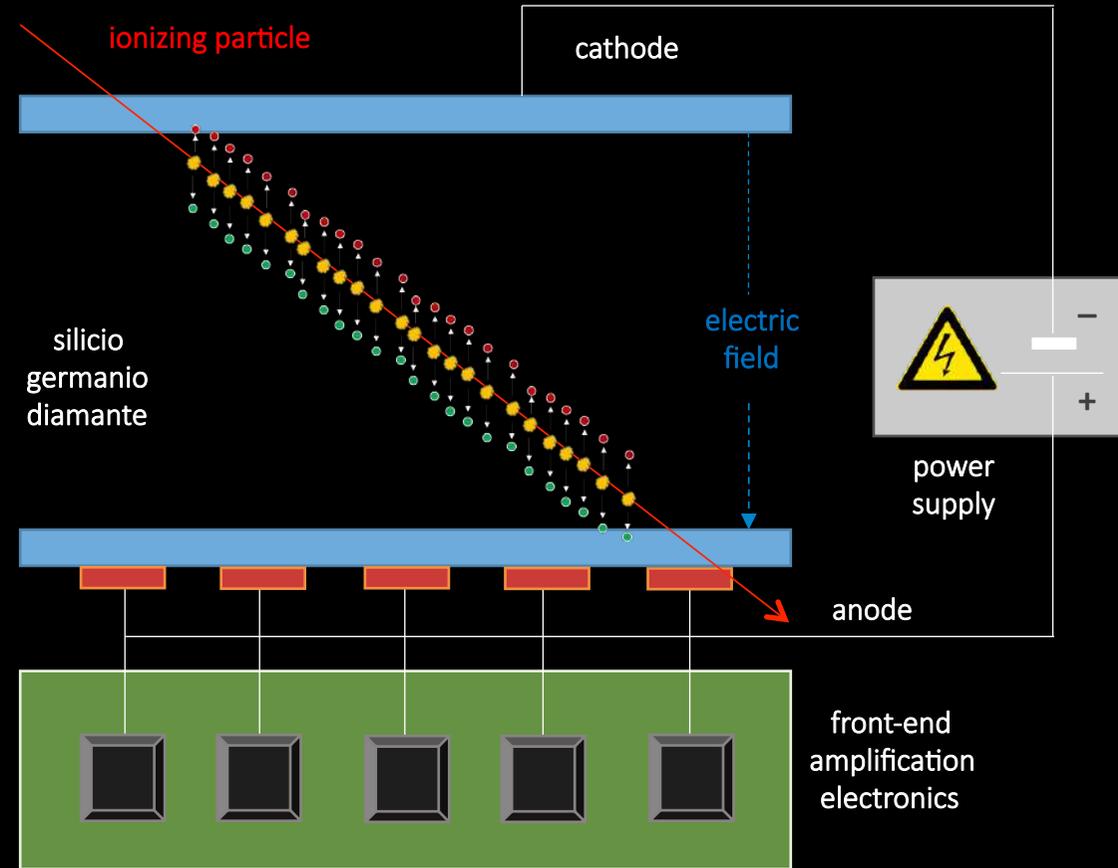
Punti di forza
piccolo tempo morto



rivelatori a stato solido

Produzione di Coppie
Elettrone - Lacuna

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



Punti di Forza
risoluzione spaziale e temporale

