International Cosmic Day

INTERNATIONAL COSMIC DAY

I RIVELATORI DI PARTICELLE

DARIO GASPARRINI



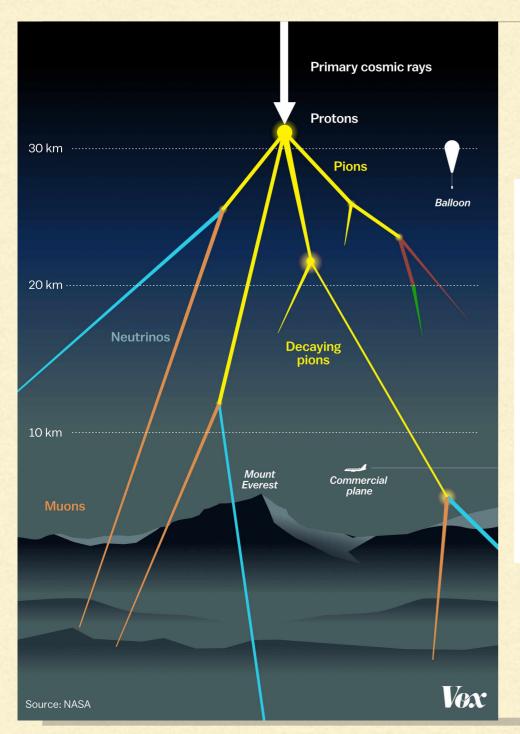


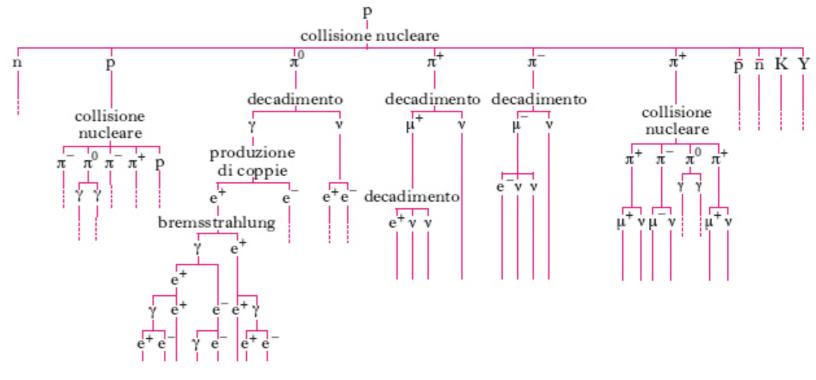




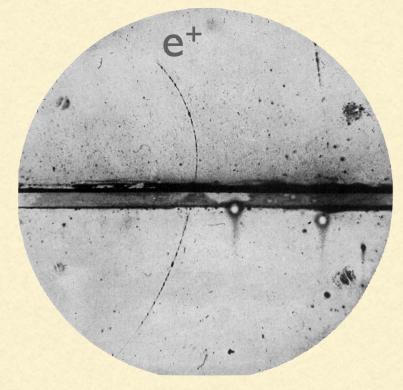


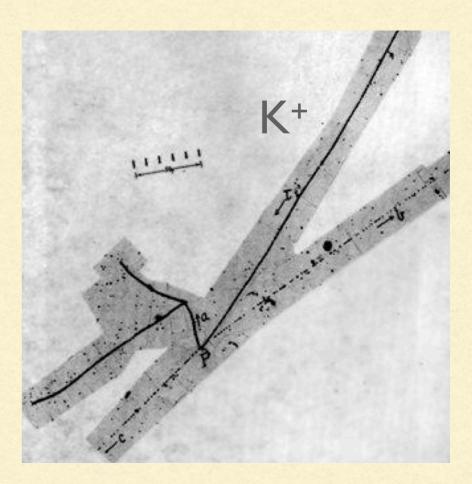
RAGGI COSMICI

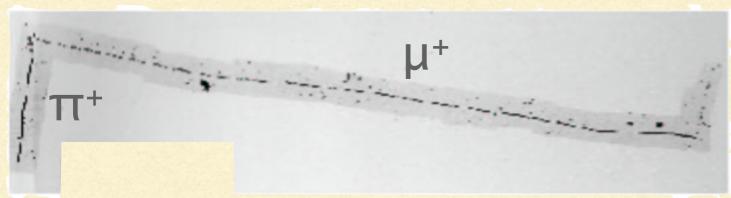




Negli anni '30 del secolo scorso l'osservazione dei raggi cosmici portò ad una proliferazione di particelle di materia non ordinaria







LA SCOPERTA DELLE PARTICELLE

Particle	Year	Discoverer (Nobel Prize)	Method
e^-	1897	Thomson (1906)	Discharges in gases
p	1919	Rutherford	Natural radioactivity
n	1932	Chadwik (1935)	Natural radioactivity
e^+	1933	Anderson (1936)	Cosmic Rays
μ^{\pm}	1937	Neddermeyer, Anderson	Cosmic Rays
π^{\pm}	1947	Powell (1950), Occhialini	Cosmic Rays
K^{\pm}	1949	Powell (1950)	Cosmic Rays
π^0	1949	Bjorklund	Accelerator
K^0	1951	Armenteros	Cosmic Rays
Λ^0	1951	Armenteros	Cosmic Rays
Δ	1932	Anderson	Cosmic Rays
Ξ^-	1932	Armenteros	Cosmic Rays
Σ^{\pm}	1953	Bonetti	Cosmic Rays
p^-	1955	Chamberlain, Segre' (1959)	Accelerators
anything else	$1955 \Longrightarrow \mathrm{today}$	various groups	Accelerators
$m_{\nu} \neq 0$	2000	KAMIOKANDE	Cosmic rays

COME SI VEDONO LE PARTICELLE

Quando la radiazione (particelle cariche o fotoni) passa attraverso la materia interagisce con:

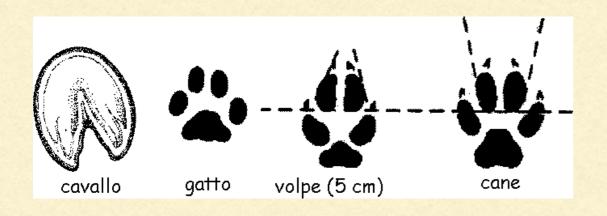
- L'intero atomo
- Gli elettroni
- Il nucleo
- I nucleoni (protoni, neutroni)

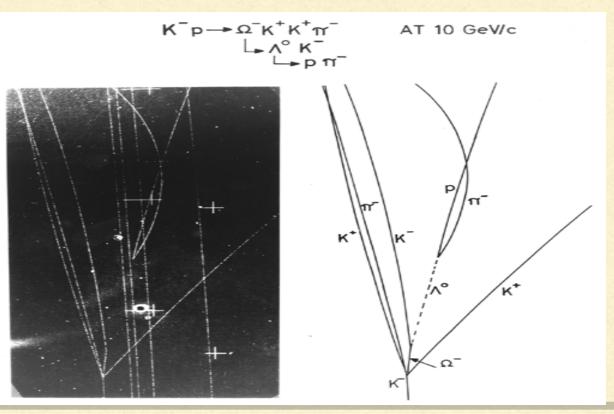
I due processi principali sono:

- 1. Perdita di energia da parte della particella (assorbimento)
- 2. Deflessione della particella incidente dalla traiettoria iniziale (scattering)

LA FIRMA DELLE PARTICELLE

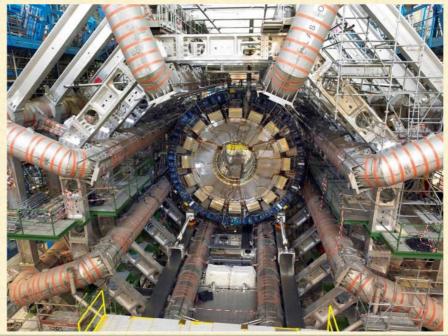
Ogni particella ha un suo modo caratteristico di interagire con la materia che attraversa, e i rivelatori sfruttano queste caratteristiche per identificarli. La *firma* caratteristica di ognuna di queste particelle non è unica, ma è data dalla combinazione di pochi modi caratteristici di interazione

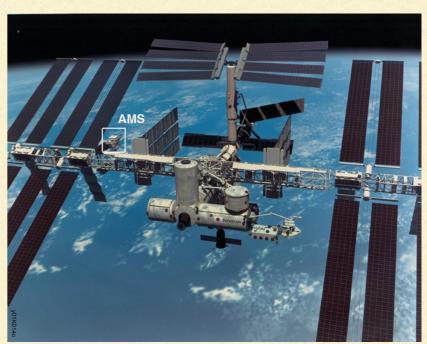




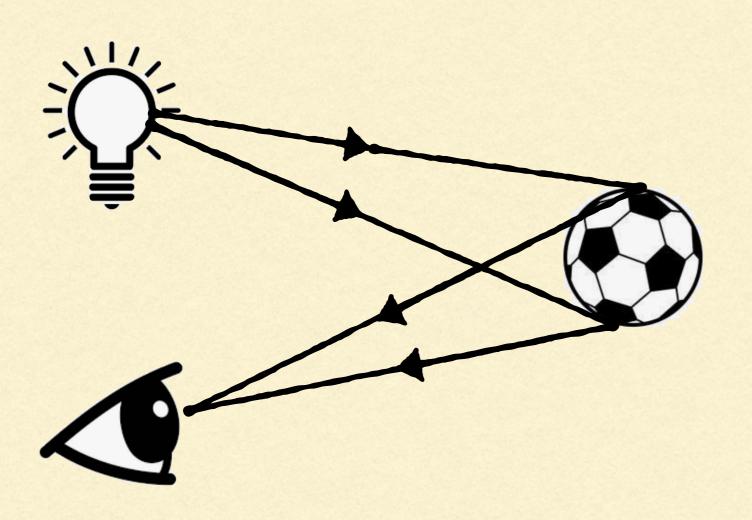
In fisica sperimentale, un rivelatore di particelle o rivelatore di radiazione è uno strumento usato per rivelare, tracciare, identificare particelle come quelle prodotte da un decadimento nucleare, dalla radiazione cosmica o dalle interazione in un acceleratore di particelle (Wikipedia)







UN RIVELATORE DI FOTONI: L'OCCHIO UMANO

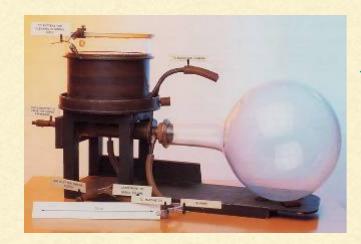


L'occhio umano è un rivelatore di particelle: i fotoni

Noi vediamo un oggetto perché viene colpito da fotoni che poi rimbalzano e vengono rivelati dal nostro occhio

Quando una particella attraversa un materiale rilascia una certa dose di energia o di impulso (interazione Radiazione-Materia).

I rivelatori di particelle sono strumenti che producono un segnale osservabile quando il loro elemento attivo viene colpito dalla radiazione. Il segnale può essere direttamente osservabile oppure può necessitare di un'ulteriore elaborazione da parte di un sistema di lettura.

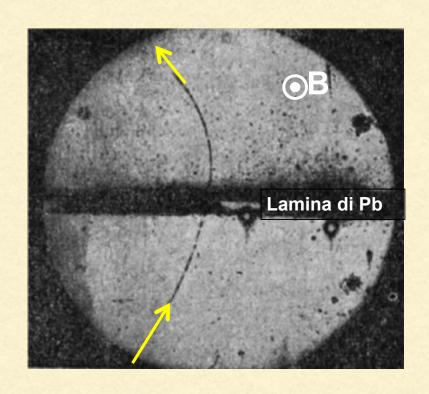


Camera a nebbia (Wilson, 1911; premio Nobel 1927): Camera riempita di vapore saturo che condensa a seguito della ionizzazione, rendendo visibile la traccia

Scoperta del positrone (e+)

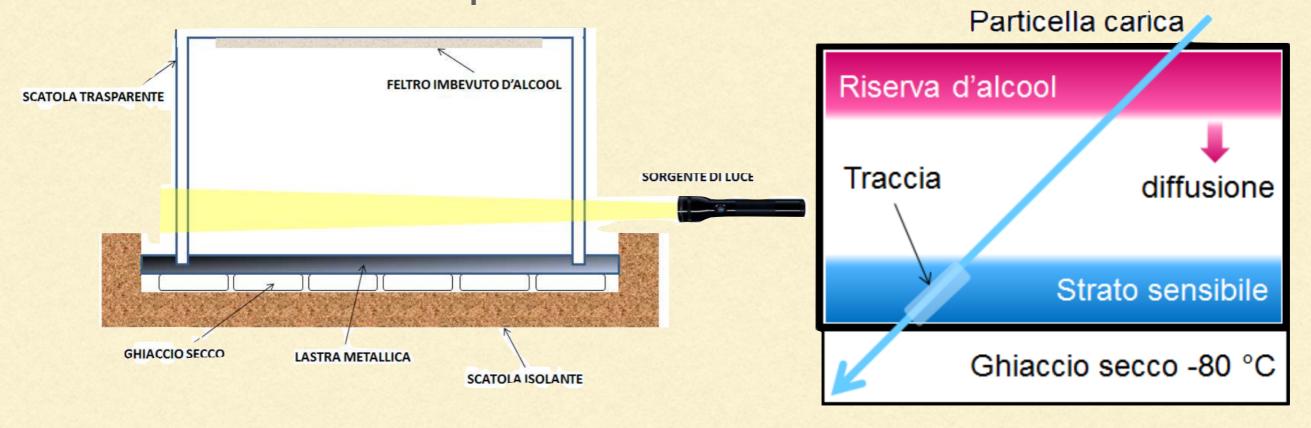
(Andersen, 1932; premio Nobel 1936):

Osservando raggi cosmici attraverso una camera a nebbia immersa in un campo magnetico che ne curva la traiettoria, con una lastra di piombo per assorbire parte dell'energia



CAMERA A NEBBIA FAI DATE

Il principio può essere replicato a casa o a scuola con materiali semplici e di uso comune



CAMERA A BOLLE

Funzionamento simile alla camera a nebbia, riempita di gas surriscaldato che va in ebollizione a seguito della ionizzazione, lungo la traccia della particella

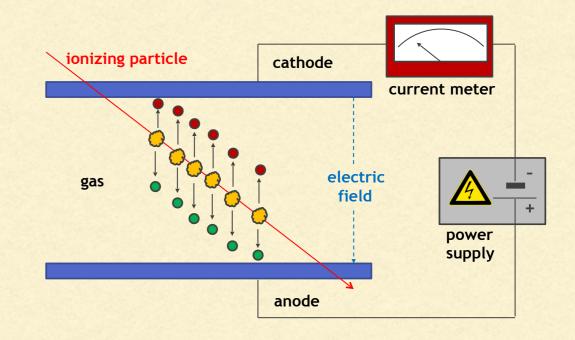
- Migliore risoluzione spaziale
- Tempo di "posa" minore
- Necessità di macchine fotografiche

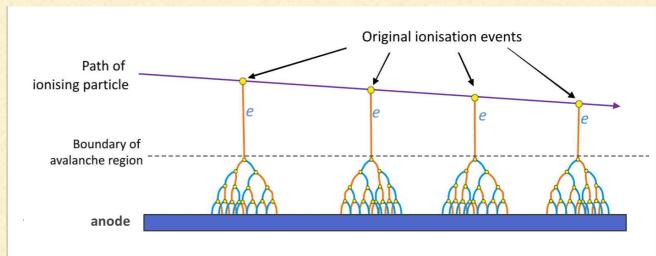




RIVELATORI ELETTRONICI

Il principio di funzionamento è sempre la ionizzazione del mezzo e la raccolta della carica ionizzata per misurare energia e/o posizione, ma la lettura è effettuata elettronicamente (minor tempo morto)





RIVELATORI AL SILICIO

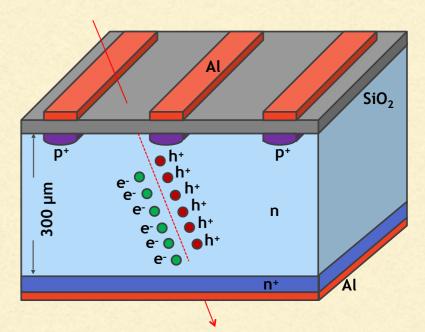
L' elemento attivo è un sottile strato di Semiconduttore drogato, principalmente Silicio (ma anche Ge, ZnCdTe, Diamante)

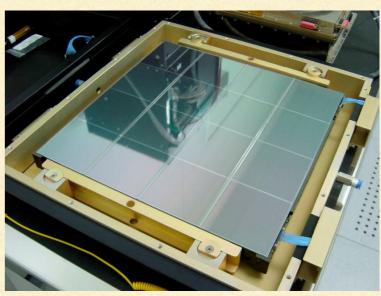
Una particella ionizzante che attraversa il rivelatore collide con il materiale semiconduttore e produce coppie di elettroni (e-) e lacune positive (h+)

Il campo elettrico separa le cariche che muovendosi verso gli elettrodi producono un segnale elettrico

A differenza dei rivelatori a gas non c'è Moltiplicazione a Valanga perché la carica iniziale è già molto grande

La costruzione sfrutta la tecnologia di realizzazione dei microchip elettronici





SCINTILLATORI

Alcuni materiali hanno la proprietà di emettere luce visibile se attraversati da particelle ionizzanti

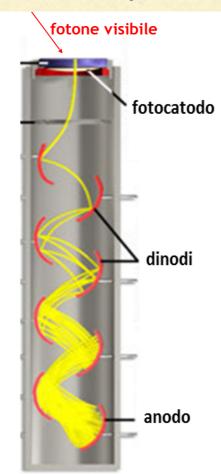
NaI(TI) - CsI(TI) - BaF2 - BGO

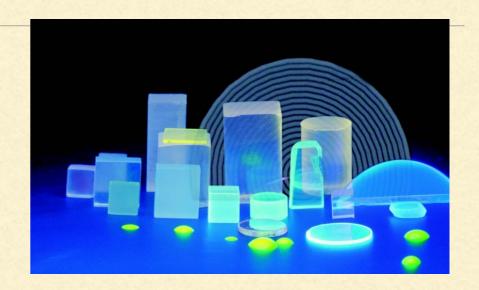
PbWO4 - LYSO - YAP - Polistirene

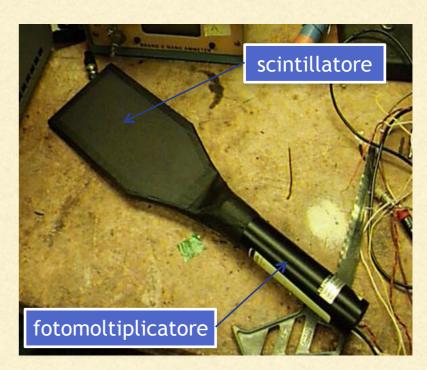
Gli scintillatori sono sempre accoppiati ai Fotomoltiplicatori

I fotomoltiplicatori sono rivelatori di luce basati sull'Effetto Fotoelettrico (Einstein Nobel 1921)

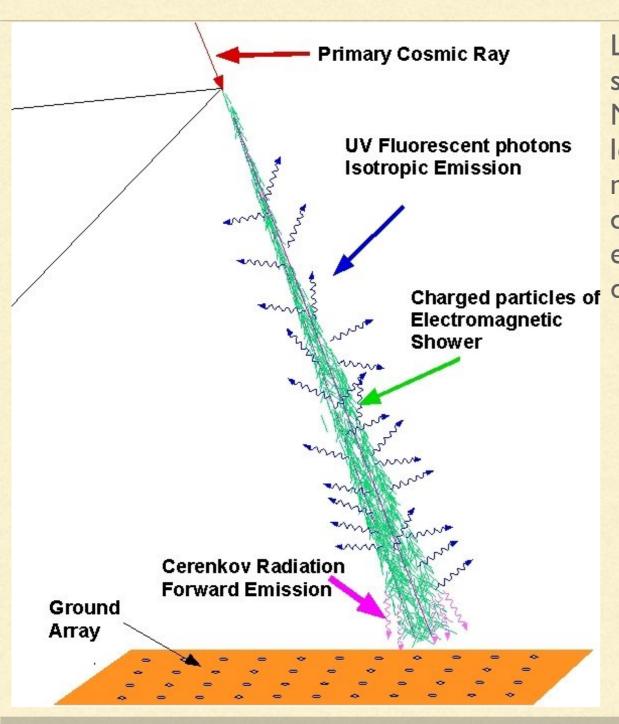
I fotoni colpiscono il fotocatodo che emette elettroni che moltiplicati dai dinodi e raccolti sull'anodo creando un segnale di corrente proporzionale alla quantità di luce







MISURA DEI RAGGI COSMICI DA TERRA

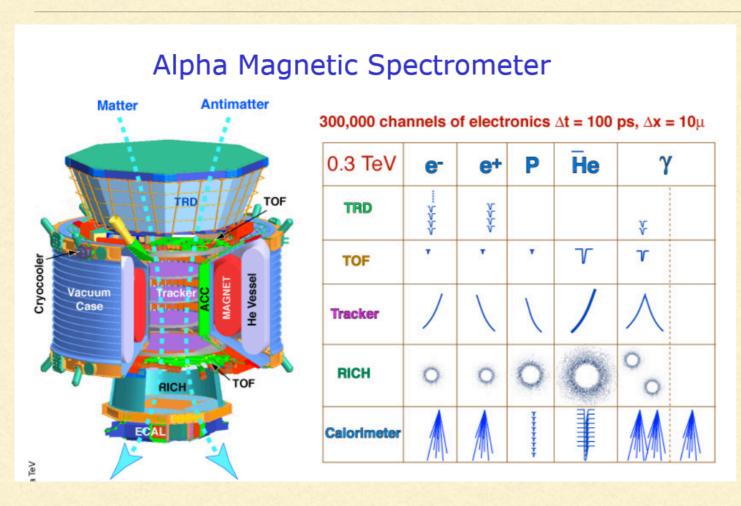


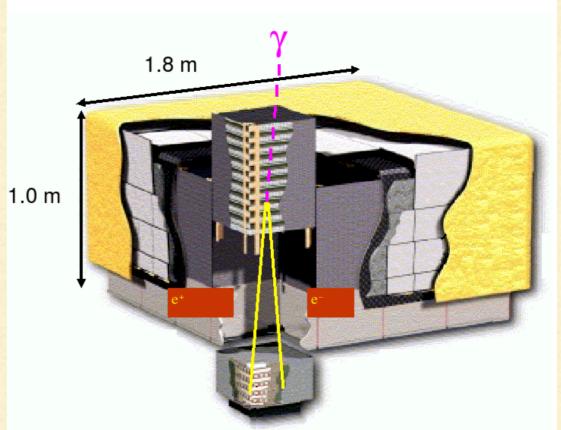
L'atmosfera terrestre è un enorme scintillatore naturale.

Nel loro passaggio attraverso l'atmosfera, le particelle cariche dello sciame eccitano le molecole d'aria, in particolare le molecole di azoto, queste, ritornando al loro "stato fondamentale", emettono luce di fluorescenza nella banda dell'ultravioletto.

La rivelazione della luce di fluorescenza permette una misura della densità di ionizzazione in un singolo sciame alle varie altezze e quindi la registrazione dello sviluppo longitudinale dello sciame stesso.

MISURA DEI RAGGI COSMICI DALLO SPAZIO





GRAZIE DELL'ATTENZIONE