

Metodi di calibrazione di un rivelatore

I raggi cosmici (I)

La **radiazione cosmica** che incide sulla sommità dell'atmosfera terrestre è costituita da tutte le **particelle cariche stabili** e dai **nuclei atomici** con vite medie > 1 milione di anni. Si definiscono **raggi cosmici primari** le particelle che vengono prodotte ed accelerate localmente da una sorgente astrofisica (per es. una supernova). I **raggi cosmici secondari** sono quelli prodotti dall'urto dei raggi cosmici primari con il gas interstellare (l'insieme delle particelle presenti nello spazio tra le stelle).

I raggi cosmici primari sono prevalentemente: **elettroni, protoni, nuclei di Elio, Carbonio, Ossigeno e Ferro** (che si formano nelle stelle).

Altri nuclei come Litio, Berillio, Boro sono raggi secondari perché non vengono prodotti nelle stelle. Le antiparticelle: anti-elettroni (o positroni) e antiprotoni sono raggi cosmici secondari.

A parte l'attività solare (solar flares), la radiazione cosmica proviene dall'esterno del sistema solare e sull'atmosfera terrestre giunge un **flusso isotropo** di particelle. La radiazione che giunge sull'atmosfera è costituita prevalentemente da nuclei atomici di:

H (protoni): $\sim 10.000/\text{m}^2 \text{ s sr}$ (con energia $> 1 \text{ GeV}$)

He (1/20-esimo) C (1/350) Fe (1/6000)

I raggi cosmici (II)

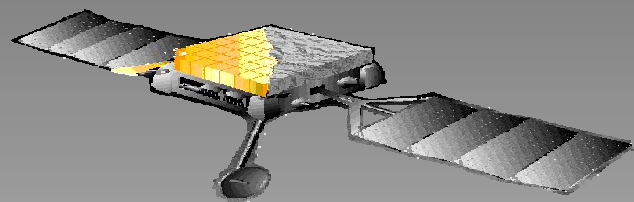
Urtando l'atmosfera terrestre (cioè H,N,O dell'aria), i raggi cosmici producono delle particelle che a loro volta possono interagire o decadere. Se l'energia iniziale è sufficiente si genera un vero e proprio **sciame di particelle** (**Extensive Air Shower**). Al suolo possono arrivare anche milioni di particelle contemporaneamente (prodotte da un'unica particella iniziale) su un'area di alcuni km².

Le particelle cariche più numerose al livello del suolo sono i **muoni** (che sono simili agli elettroni ma con massa pari a circa 200 volte). I muoni possono avere carica positiva μ^+ o negativa μ^- . La maggior parte dei muoni sono prodotti a circa 15 km di quota. La loro energia media al suolo è ~ 4 GeV.

Il flusso totale di muoni al suolo, con energia > 1 GeV è $\sim 70/\text{m}^2 \text{ s sr}$, che corrisponde a:
FLUSSO DI MUONI \sim un muone per cm² al minuto per un rivelatore orizzontale).

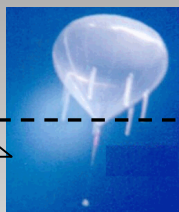
Siccome i muoni non contengono quark (sono leptoni), essi non subiscono interazioni nucleari. Perdono energia solo a causa di interazioni "elettromagnetiche". Di conseguenza sono molto penetranti. Quasi tutti i muoni **attraversano il nostro rivelatore senza fermarsi** al suo interno e **perdendo una quantità di energia fissata**, che dipende essenzialmente dal materiale che costituisce il rivelatore e dallo spessore di materiale attraversato.

I raggi cosmici (III)



Studio Diretto

40 Km



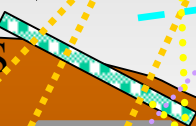
Atmosfera

Studio
Indiretto



Rivelatori
Sotterranei

EAS



Particelle Secondarie

Neutrini

Raggi Cosmici

muoni



300 Km



Rivelatori Sottomarini