

## FLUSSO DI RAGGI COSMICI

### Introduzione

L'esperienza consiste nella misura del flusso di raggi cosmici alla superficie terrestre. Si tratta essenzialmente di muoni che derivano dal decadimento degli adroni prodotti dalle interazioni di protoni primari negli strati elevati dell'atmosfera, O(15 km) sul livello del mare. I muoni a livello del suolo hanno uno spettro energetico decrescente con l'energia al di sopra di 1 GeV, con valor medio  $\approx 4$  GeV.

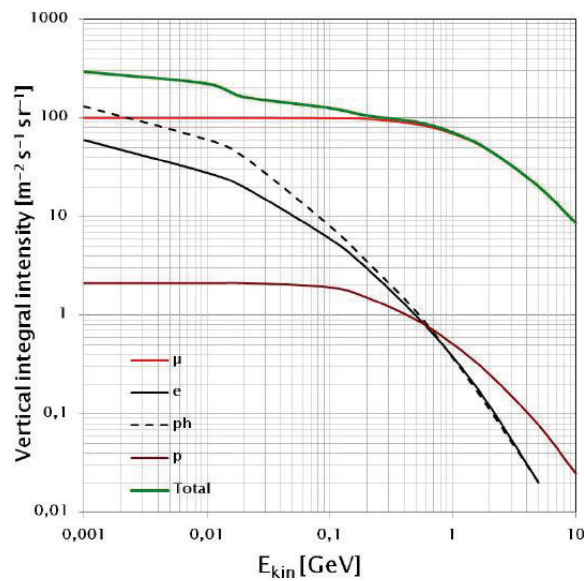


Figura 15.1: Flusso medio dei raggi cosmici a livello del suolo integrato in energia al di sopra di una data soglia, a latitudine 40°.

La distribuzione angolare dei muoni a livello del suolo è approssimativamente della forma  $\cos^2 \theta$ , con  $\theta$  angolo polare rispetto alla verticale.

### Materiale e descrizione

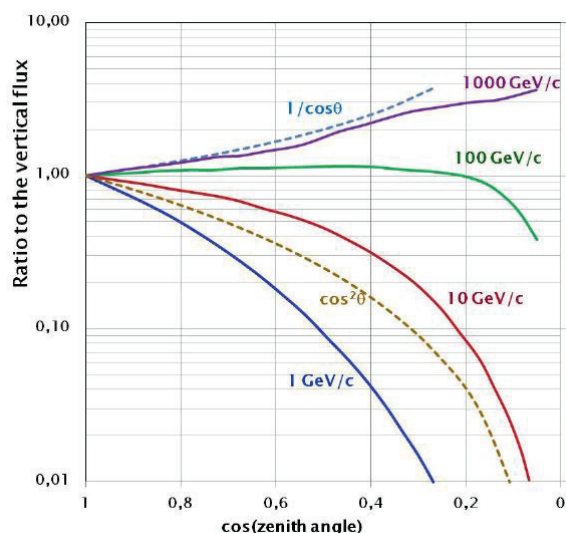


Figura 15.2: Distribuzione angolare dei muoni cosmici a livello del suolo.

Il telescopio di raggi cosmici è costituito da alcune lastre piane di scintillatore plastico di spessore 1 cm, guide di luce in plastica e fotomoltiplicatori. Tra ogni piano sono inseriti fogli di piombo rivestiti di alluminio. È disponibile un altro fotomoltiplicatore mobile con scintillatore di piccole dimensioni, e varie lastre metalliche di diverso materiale e spessore.

L'analizzatore multicanale Nucleus PCA-II contiene un ADC di tipo Wilkinson che misura l'ampiezza di picco del segnale al suo ingresso (se questa supera una soglia prefissata regolabile), digitizzandola e riportandola in un istogramma. Il segnale di ingresso deve essere positivo (0-8V) con tempo di salita minimo  $0.5 \mu\text{s}$ : il segnale analogico del PMT va quindi invertito (NEG) e formato (tempo di picco 1-6  $\mu\text{s}$ ) mediante l'amplificatore Tennelec TC-241, preceduto dal preamplificatore Tennelec TC-145 ad esso connesso dal pannello posteriore; l'uscita unipolare dell'amplificatore viene quindi inviata all'analizzatore. Fare riferimento alla documentazione specifica su come operare il multicanale e salvare i dati raccolti su file.

### Misure da effettuare

- Efficienza dei piani di scintillatore utilizzati e relativo errore.

- Mappa dell'efficienza di un piano di scintillatore sulla sua superficie, utilizzando lo scintillatore piccolo.
- Utilizzando lo scintillatore piccolo, si confrontino gli spettri raccolti a diverse distanze dal fotomoltiplicatore, e si stimi la lunghezza di attenuazione, discutendo i limiti del metodo.
- Calcolo dell'accettanza geometrica del telescopio per la distribuzione dei raggi cosmici mediante metodo Monte Carlo (produrre istogrammi per verificare la simulazione in caso di accettanza geometrica 1). Determinazione dell'errore sul valore dell'accettanza calcolato ed effetto dell'efficienza non uniforme degli scintillatori sull'accettanza.
- Considerazioni sulla variazione del flusso in funzione della quantità di materiale assorbente (fogli di piombo) posto al di sopra del sistema.
- Misura del tempo morto del sistema e stima del suo effetto sulla misura.
- Misura dell'intensità di raggi cosmici verticali e suo confronto con il valore in letteratura ( $\approx 70 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ sr}^{-1}$ ).
- Valutare la presenza di eventi contenenti particelle multiple, attraverso lo studio della correlazione nella presenza di un elevato rilascio di energia in piani diversi.
- Misura della frequenza di sciame atmosferici estesi, facendo uso di un secondo telescopio di scintillatori adiacente in coincidenza.

### **Punti per discussione quantitativa**

- Composizione dei raggi cosmici alla superficie: quale flusso viene misurato nell'esperienza? Dove sono prodotti i muoni misurati al suolo e perché? Come influisce sulla misura la composizione e lo spettro del flusso di raggi cosmici?
- Stimare la probabilità che i muoni (prodotti negli strati alti dell'atmosfera) siano assorbiti prima di raggiungere il suolo: questo introduce una dipendenza angolare nel flusso? Il decadimento dei muoni (vita media  $2.2 \mu\text{s}$ ) può avere effetto sullo spettro dei muoni misurati?

- Discutere la distribuzione delle altezze di impulso dei segnali al variare della tensione di alimentazione, separatamente per eventi in coincidenza (segnale) o anticoincidenza (fondo) con gli altri scintillatori. Può essere utile questa informazione per la scelta del punto di lavoro?
- Discutere ritardi, soglie e tensioni di alimentazione utilizzate, e l'incertezza introdotta nella misura dalla scelta del punto di lavoro.
- Discutere la scelta del tempo di acquisizione utilizzato per effettuare la misura.
- Stima dell'errore introdotto nella misura dalla conoscenza dell'accettanza.
- Effetto del materiale (scintillatore e piombo) sulla misura.
- Commentare a proposito dei raggi cosmici provenienti dall'alto e dal basso.
- Stima dell'errore sistematico totale sulla misura e sua sorgente principale.