

VITA MEDIA DEL MUONE

Introduzione

L'esperienza consiste nella misura della vita media di muoni cosmici arrestati identificati mediante un telescopio ed arrestati in un bersaglio di scintillatore plastico relativamente spesso. I muoni cosmici 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 ≈ 4 GeV.

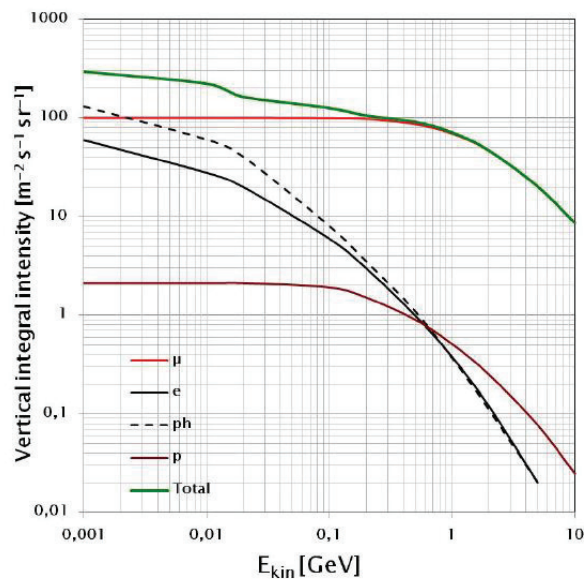


Figura 16.11: Flusso medio dei raggi cosmici a livello del suolo integrato in energia al di sopra di una data soglia, a latitudine 40° .

Materiale e descrizione

Il telescopio è costituito da diversi piani di scintillatore plastico di spessore 2 cm, ed un blocco di scintillatore plastico più spesso (bersaglio) posto al di sopra

dell'ultimo piano di scintillatore. Al di sopra del bersaglio possono essere inserite lastre di metallo di vario spessore.

Il TDC implementato nella scheda FPGA DE0-nano accetta segnali TTL (opportunamente convertiti a partire da segnali NIM) che vengono convertiti in un numero reale espresso in secondi, proporzionale al tempo trascorso da un istante arbitrario. I valori di tempo dei segnali possono essere salvati (in formato ASCII) sul disco del PC per essere analizzati con un programma di propria scelta.

Il segnale di *start* (muone che si arresta) dovrà corrispondere ad una particella che raggiunge lo scintillatore bersaglio e non ne fuoriesce, mentre il segnale di *stop* (elettrone di decadimento) dovrà corrispondere ad un segnale nello scintillatore bersaglio non dovuto ad una particella proveniente dal suo esterno; tali segnali vanno creati utilizzando opportunamente coincidenze ed anti-coincidenze.

Per evitare eventuali ripartenze del segnale di *start* o un *rate* eccessivo dei segnali di *stop* si possono generare dei segnali di *gate* o di *veto*, a partire dal segnale di *stop*, utilizzando le unità *timer* NIM.

Misure da effettuare

- Calibrazione del TDC facendo uso di coppie di impulsi TTL a distanza temporale nota, per diversi valori di tale distanza. Determinazione delle caratteristiche dei segnali in ingresso che permettono di ottenere un completa efficienza di conversione.
- Numero di muoni che si arrestano in funzione dello spessore del materiale assorbente.
- Numero di decadimenti del muone in funzione del tempo dopo l'arresto, ed estrazione della vita media del muone. A causa del tasso limitato di eventi questa misura richiede una presa dati piuttosto lunga (con condizioni costanti).
- Utilizzando il valore noto di vita media di μ^- in carbonio ($\tau = 2.043 \pm 0.003 \mu s$), determinare il rapporto tra muoni positivi e negativi.

Punti per discussione quantitativa

- Flusso di muoni cosmici e loro spettro, stima della frazione di muoni che si fermano nel bersaglio.

- Il decadimento del muone. Discussione dell'energia rilasciata dal muone che si arresta, da muoni passanti e dall'elettrone di decadimento.
- Distribuzione temporale attesa per i decadimenti.
- Geometria del telescopio e del bersaglio. Considerazioni sull'efficienza dello scintillatore bersaglio. Efficienza del contatore di veto e suo effetto.
- Differenze qualitative rispetto all'esperienza originaria di Rossi e Nereson.
- Discussione delle differenze previste per muoni di carica positiva e negativa.
- Scelta del punto di lavoro: ritardi, soglie e tensioni di alimentazione per i fotomoltiplicatori utilizzati. Errore introdotto nella misura dalla scelta del punto di lavoro.
- Determinazione del numero di conteggi adeguato per la misura e della durata delle finestre temporali di coincidenza.
- Stima del tempo morto del sistema e suo effetto sulla misura.
- Stima della probabilità che coincidenze accidentali dovute a muoni diano un falso segnale di *stop*.
- Stima dell'errore sistematico totale sulla misura e sua sorgente principale.

