

Esercitazione per il corso di Laboratorio di Interazioni Fondamentali
Anno Accademico 2015/2016
Laurea Magistrale in Fisica dell'Università di Pisa

Nota: Questa esperienza di analisi dati è stata ideata dal Dr Sergio Giudici per il Corso di Laboratorio di Interazioni Fondamentali del Prof. Marco Sozzi del Corso di Laurea Magistrale in Fisica dell'Università di Pisa nell'anno accademico 2013/14, che si trova in http://www.df.unipi.it/~giudici/analisi_dati.html. Mentre nella versione originale il fit al cerchio, per stimare i parametri R, x_0, y_0 , veniva effettuato analiticamente con il metodo dei minimi quadrati, in questo caso si vuole utilizzare il software MINUIT nel framework ROOT per minimizzare l'estimatore.

Un fascio di particelle di energia $120 \text{ GeV}/c^2$ contiene mesoni K^+ e π^+ rispettivamente di massa $0.493 \text{ GeV}/c^2$ e $0.139 \text{ GeV}/c^2$. Tramite un rivelatore ad effetto Cerenkov piazzato lungo il fascio è possibile discriminare tra le due particelle. I fotoni ottici sono prodotti quando la particella carica del fascio attraversa un recipiente di lunghezza 1000 cm riempito di gas opportuno. I fotoni sono riflessi da uno specchio parabolico di lunghezza focale pari a 1000 cm posto al fondo del recipiente e vengono riflessi sul piano focale. Il piano focale è segmentato in 50×50 pixel ($1\text{cm} \times 1\text{cm}$) otticamente attivi che registrano l'arrivo dei fotoni ottici. A valle del contatore Cerenkov, a 9000 cm da esso, è posto uno scintillatore che registra il passaggio dei muoni emessi nel corso dei decadimenti $K, \pi \rightarrow \mu \nu_\mu$. Lo scintillatore è una corona circolare di raggio interno 10 cm e raggio esterno 100 cm. I pixel otticamente

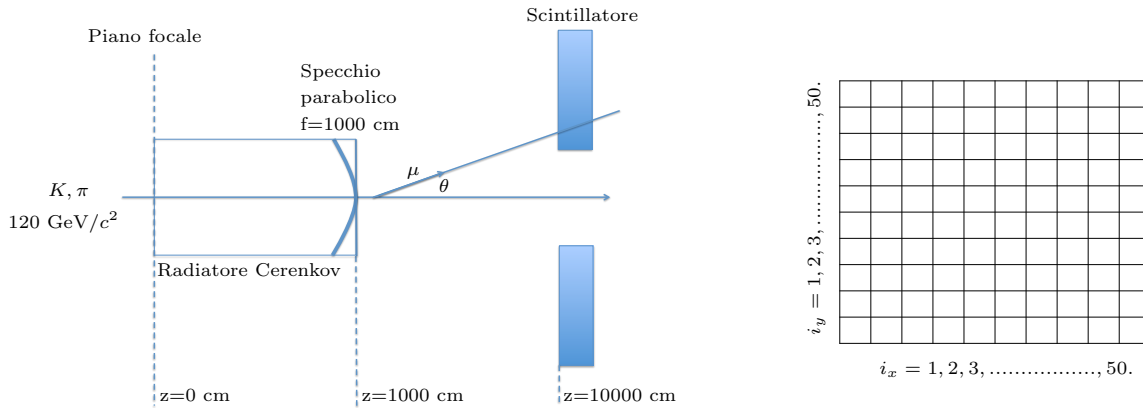


Figura 1: Schema.

attivi posti sul piano focale sono identificati secondo un sistema cartesiano. Il fascio passa nel centro del quadrato 50×50 . Ogni pixel è identificato dal numero intero

$$i_x \cdot 1000 + i_y = s.$$

Fate l'esercizio di trovare le coordinate intere i_x e i_y dato l'intero s . Allo scopo è utile ricordare l'operazione aritmetica "modulo" (a mod b). Nel file `cerenkov.dat.gz` (da unzippare con il comando linux "gunzip", per ogni evento sono date le seguenti informazioni:

- numero di tracce cariche viste dallo scintillatore,

- numero di pixel colpiti,
- coordinate dei pixel colpiti nella forma $i_x \cdot 1000 + i_y$.

Per esempio, un evento con 1 muone e 10 pixel colpiti ha la forma

1
10
2013
7043
7044
9045
10003
11003
12002
12047
15049
23050.

Si dimostri che nel corso di un evento

1. i fotoni ottici si dispongono sul piano focale lungo un cerchio.
2. e si ricavi un'espressione per il raggio del cerchio in funzione della massa della particella e dell'indice di rifrazione del gas contenuto nel contatore.

Seguendo l'algoritmo di fit ad un cerchio descritto nella nota allegata, si ricostruisca per ciascun evento il raggio dell'anello Cerenkov e si trovi:

3. la frazione di mesoni K contenuti nel fascio (stimando l'errore),
4. l'indice di rifrazione del gas contenuto nel contatore (stimando l'errore),
5. si dimostri che il muone emesso dai mesoni π non può mai essere visto dallo scintillatore,
6. si definisca un intervallo per il raggio dell'anello $r_1 < r < r_2$ che definisce i mesoni K e si stimi la probabilità che un mesone K , non sia identificato e la probabilità che un mesone π sia confuso con un mesone K . Quali accorgimenti si potrebbero adottare per ridurre i casi di identificazione sbagliata ?