

Studio dei decadimenti del K_L

Esercitazione di laboratorio IV

I K_{\pm} vengono prodotti "allo SPS del Cern" con uno spettro di impulso piccato a 60 gev, con una larghezza di qualche Gev sono inviati nell'apparato sperimentale di NA48. I decadimenti del K_{\pm} di nostro interesse sono :

1. $K_{\pm} \Rightarrow \mu^{\pm} \nu$
2. $K_{\pm} \Rightarrow e^{\pm} \nu$
3. $K_{\pm} \Rightarrow \pi^{\pm} \pi^0$

I pioni neutri non sono rivelati direttamente poiche' decadono immediatamente in due fotoni gamma. Questi ultimi vengono rivelati nel calorimetro elettromagnetico.

I mesoni ed i muoni carichi ($\pi^+, \pi^-, \mu^+, \mu^-$) e gli elettroni sono rivelati dalle camera fili. I mesoni sono visti anche nel calorimetro adronico.

Nota: i pioni decadono talvolta in $\mu \nu$; i neutrini non sono rivelati.

Apparato sperimentale

in breve

L'apparato sperimentale è quello dell'esperimento NA48/2 realizzato al Cern di Ginevra.

Vedi sul Web www.pi.infn.it e scegli esperimenti NA48 per $K_{\pm} \Rightarrow \pi^{\pm} \pi^{\pm} \pi^{\pm}$.

Breve descrizione.

Una zona di decadimento di circa 100 metri circondata da un tubo a tenuta di vuoto, di un metro di diametro, e' seguita da 4 camere: due prima di un magnete e due appena dopo; segue un odoscopio in plastico scintillatore, quindi un calorimetro elettromagnetico ed un calorimetro adronico, l'apparato termina con un rivelatore per μ .

Il sistema di riferimento xyz ha l'asse zeta parallelo al fascio incidente, l'asse x orizzontale e l'asse y verticale. Le lunghezze sono tutte misurate in cm, l'energie in Gev.

Le caratteristiche geometriche dei rivelatori sono indicate nel listing qui

allegato. I commenti spiegano il significato dei parametri compresi tra la parola chiave "device" e "done".

```
device chamber
nome Cam1 M1
writeout
flags trigger
detect gam noreg
detect elec
detect elep
detect char
centro 0.0 0.0 21708.3
rin 5.0 0.0 15.
rout 135. 0.0 15.
end
```

```
device magnete
nome Earth2
**writeout
escludi
flags magn
detect char
materiali He null
centro 0.0 0.0 22167.9
field -0.15 -0.212 0.0
sizein 240. 240. 440.
sizeout 240. 240. 440.
end
```

```
device chamber
nome Cam2 M2
writeout
flags trigger
detect gam noreg
detect elec
detect elep
detect char
centro 0.0 0.0 22627.6
rin 5.0 0.0 15.
rout 135. 0.0 15.
end
```

```
*** Standard field 1668
device magnete
nome Magn
**escludi
**writeout
flags magn
detect char
```

```

magkik .120
centro 0.0      0.0      23018.
materiali He null
field 0.0      1668.   0.0      // kik 120. MeV/c
sizein 120.    120.    120.    //da
controllare!
sizeout 120.   120.   120.
end

```

```

device chamber
nome Cam3 M3
writeout
flags trigger
detect elec
detect elep
detect char
centro 0.0      0.0      23166.4
rin 5.0      0.0      15.
rout 135.    0.0      15.
end

```

```

device magnete
nome Earth5
**writeout
escludi
flags magn
detect char
materiali He null
centro 0.0      0.0      23527.2.
field -0.15     -0.212   0.0
sizein 240.    240.    340.
sizeout 240.   240.    340.
end

```

```

device chamber
nome Cam4 M4
writeout
flags trigger
detect elec
detect elep
detect char
centro 0.0      0.0      23888.
rin 5.0      0.0      15.
rout 135.    0.0      15.
end

```

```

device hod48
nome Hodo Ho
escludi

```

```

**writeout
flags      trigger
detect     elec
detect     elep
detect     char
centro     0.0          0.0      24012.
sizeout    121.         121.      1.
rin        12.8         0.0      1.
end

device     lkr48
nome       Lkry      Lk
writeout
flags      trigger
detect     gam          dump
detect     elec          dump
detect     elep          dump
detect     mum
detect     mup
detect     char
materiali  Kr      null
centro     0.0          0.0      24140.
rin        8.0          0.0      30.
rout       130.         0.0      30.
end

device     hac48
**escludi // aggiungere ** all'inizio, per commentare
nome       Hadc      Hd
writeout
flags      trigger
detect     mum
detect     mup
detect     pip          dump
detect     pim          dump
detect     Kp           dump
detect     Km           dump
materiali  Fe      null
centro     0.0          0.0      24500.
sizeout    135.         135.      80.
end

device     rettcili
nome       Muvt      Mv
writeout
flags      trigg
detect     all          dump
centro     0.0          0.0      24719.
rin        10.6         0.0      80.

```

```

sizeout 135.      135.      80.
end
*****

```

Nella tabella sono riportati i principali parametri dei rivelatori:

1. risoluzione in energia
2. soglia di rivelazione
3. errore spaziale

Tabella riassuntiva

Sistema	ΔE	Soglia	Δx
	%	MeV	mm
Camera 1		-----	0.2
Camera 2		-----	0.2
Camera 3		-----	0.2
Camera 4		-----	0.2
Calorim. Elettrom. Lkr	3.0/?E	150	0.2
Calorim. Adronico Hac	50.0/?E	300	10.0
Mu Veto		-----	10

Il magnete tra le camere 2 e 3 e' essenzialmente un cubo con lato 240 cm. Il campo nell'interno e' verticale e vale 1668 Gauss. Per il calcolo dell'impulso dei carichi si puo' usare, per tutte le tracce, che sono praticamente paraassiali, un momentum kik di

$$kik = 0.120 \text{ GeV/c.}$$

(quindi conoscendo l'angolo di deviazione dalle ccordinate nelle camere prima e dopo il magnete, si puo' calcolare l'impulso... vedi sul libretto blu)

Gli eventi raccolti (in verità generati con il montecarlo!) con l'apparato sperimentale su descritto vengono memorizzati su supporti magnetici e poi elaborati da un programma di ricostruzione. Nella elaborazione di ricostruzione si parte dai valori misurati dai vari rivelatori e si calcolano i parametri geometrici (le linee di volo delle particelle, le coordinate dei vertici di coordinamento) e i parametri cinematici (l'energia dei gamma, l'impulso delle particelle cariche, la massa invariante dei sistemi a piu' particelle) con l'ipotesi di decadimento in due pioni carichi.

Si creano così files di dati elaborati nominati in gergo "ntuple" (file.nt), con tutte le informazioni essenziali riunite in blocchi logici. I dati di questo esperimento sono stati generati, ricostruiti e raccolti in "ntuple" con il formato previsto da Paw.

I dati sono stati quindi ricostruiti come decadimento $ev(\mu v)$ e i risultati sono riportati nei blocchi TRK e K2I.

Le entuple contengono sia i dati generati (coordinate di impatto delle particelle nei devices), che i valori geometrici, cinematici ricostruiti.

Lo studente per esempio, puo', partendo dai valori generati, scrivere un programma richiamabile da Paw per ricostruire gli eventi.

I blocchi possono essere evidenziati con Paw leggendo il contenuto di una file nt, con il comando "nt/pri 10".

Per chiarezza in questo stesso disco la entuypla e' listata nel file README.

Alcuni parametri generati, in particolare quelli in Head e in Gen, devono essere usati solo per verificare la bonta' dei valori ricostruiti.

Usare i parametri generati, **non noti a priori** in un esperimento vero, vuol dire barare.....

I blocchi successivi dei rivelatori CM1, CM2, CM3, CM4, Lkr,Had,e Mvt, contengono essenzialmente le coordinate e l'energia come vista dal rivelatore stesso.

K2I contiene i valori fisici ricostruiti che si possono usare con le coordinate e le energie dei rivelatori tranquillamente per l'analisi.

Ricordo

Il file dei dati fly4xxx.gn va copiato sul disco di un computer disponibile con linux.

Si fa partire, nella cartella in cui e' la entupla, paw e quindi con il comando

```
> hi/fil 1 fly4xxx.gn 8190
```

si accede alla file e si stampa la descrizione della entupla (qui si chiama sempre 10) con

```
> nt/print 10
```

e finalmente siamo pronti per fare le distribuzioni.....

> nt/plo 10.pk
e cosi' via.....

Cosa deve fare il gruppo di analisi

I gruppi di lavoro devono analizzare i dati per calcolare i rates relativi dei decadimenti dei K in ev o mv

I rates assoluti, come si legge nel libretto blu dei fisici e' di 63.5% , per i decadimenti in $\mu\nu$ e circa 40000 volte minore per i decadimenti in ev.

QUI SI GENERANO gli elettroni con lo stesso rate dei muoni. Il lavoro del gruppo consiste nel verificare con che errore sia possibile calcolare il rate relativo.!

Procedimento.

1. Imparare a leggere i dati.
2. Capire quali sono i principali parametri geometrici e cinematici per scegliere gli eventi buoni candidati.
3. Studiare una strategia di tagli per filtrare gli eventi.
4. Costruire plots ed istogrammi di interesse per le distribuzioni delle variabili geometriche e cinematiche.
5. Filtrare gli eventi per evidenziare il segnale degli eventi buoni.
6. Valutare il fondo da sottrarre.
7. Valutare i risultati finale con gli errori.

Nel CDRom trovate una file fly4333.gn in cui vi sono i decadimenti di interesse, scritti sul file solo se hanno colpito almeno un rivelatori.

Nel file fly4000.gn vi sono eventi del tipo $K \Rightarrow l\nu$ indipendentemente dalla loro sorte. Questo file e' utile per capire meglio la produzione, ma poi non puo' essere usato direttamente nell'analisi!!.

I risultati finali dovranno essere presentati in una relazione strutturata come una lettera scientifica pubblicata sulle maggiori riviste internazionali. Vedi per esempio Physics Letter.

Comunque lo schema base è:

1. Piccolo sommario dei risultati ottenuti.
2. Descrizione della reazione studiata.

3. Descrizione dell'apparato. (pochissime righe)
4. Tecnica di analisi, strategia dei tagli;
5. Presentazione dei plots
6. Risultati ed errori
7. Piccolo sunto finale con le conclusioni.

Il tutto contenuto al massimo in dieci di pagine.!!

buon lavoro a tutti

GmP/ SG