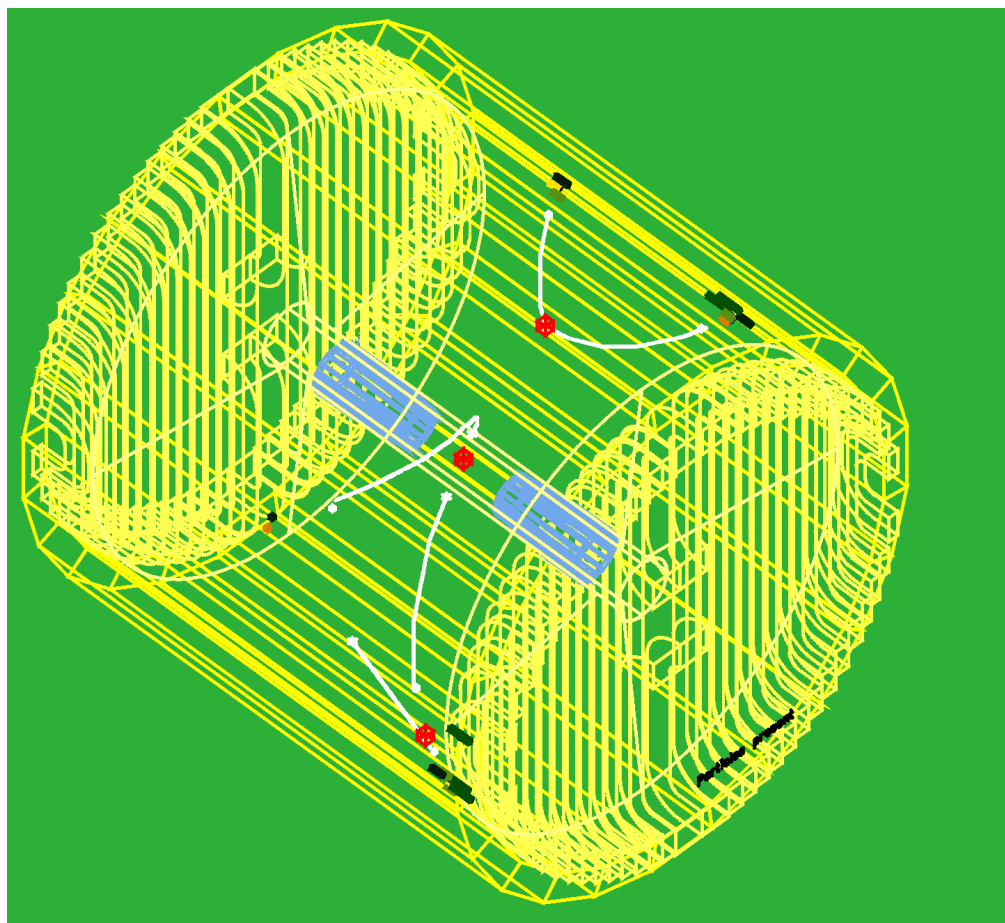


Analisi Dati (Esperimento KLOE)



**Analisi cinematica del
decadimento dei
mesoni K carichi con i
dati dell'esperimento
KLOE**



**M. Palutan
B. Sciascia**

**Incontri di Fisica 2007
Laboratori Nazionali di Frascati**

Comandi di base

lancia il programma per l'analisi dati:

```
> paw
```

oppure

```
> /cern/midnighX11/midnightX11
```

apre il file di dati da analizzare

```
> exec carica.kumac
```

elenca le variabili disponibili per ogni evento

```
> n/pri 1
```

e' il comando che permette di vedere la distribuzione della variabile `NOME_VARIABILE` per tutti gli eventi contenuti nel file, e.g.:

```
> n/plo 1.NOME_VARIABILE
```

```
> n/plo 1.pk(1)
```

```
> ...
```

```
> quit
```

1) Calcolare il modulo dell'impulso del K nel LAB:

$$|\mathbf{pk}| = \sqrt{pk(1)**2+pk(2)**2+pk(3)**2}$$

```
> n/plo 1.sqrt(pk(1)**2+pk(2)**2+pk(3)**2)
```

E' possibile definire un alias:

```
> cut 1 sqrt(pk(1)**2+pk(2)**2+pk(3)**2)
```

```
> n/plo 1.$1
```

E' anche possibile creare un istogramma in cui salvare la distribuzione:

```
> ld 100 'Modulo impulso K nel LAB' 100 25 175
```

```
> n/plo 1.$1 ! -100
```

```
> h/plo 100
```

2) Calcolare il modulo dell'impulso della particella figlia nel LAB e nel sistema di quiete (CM) del K:

$$|\mathbf{pd}| = \sqrt{pd(1)**2+pd(2)**2+pd(3)**2} ; |\mathbf{pd_mu}| = \dots$$

Impulso del figlio nel LAB

```
> cut 2 sqrt(pd(1)**2+pd(2)**2+pd(3)**2)
> 1d 300 'Distrib. impulso figlia nel LAB' 100 100 350
> n/pl 1.$2 ! -300
> h/plo 300
```

Impulso nel CM del K in ipotesi massa muone

```
> cut 4 sqrt(pd_mu(1)**2+pd_mu(2)**2+pd_mu(3)**2)
> 1d 301 'Distrib. impulso figlia nel CM, ipotesi mu' 100 180 260
> n/pl 1.$4 ! -301
```

Impulso nel CM del K in ipotesi massa pione

```
> cut 3 sqrt(pd_pi(1)**2+pd_pi(2)**2+pd_pi(3)**2)
> 1d 302 'Distrib. impulso figlia nel CM, ipotesi pi' 100 180 260
> n/pl 1.$3 ! -302
```

2) Calcolare il modulo dell'impulso della particella figlia nel LAB e nel sistema di quiete (CM) del K:

$$|\mathbf{pd}| = \sqrt{pd(1)**2+pd(2)**2+pd(3)**2} ; |\mathbf{pd_mu}| = \dots$$

E' possibile utilizzare questi spettri di impulso per identificare i decadimenti $K^\pm \rightarrow \mu^\pm \nu$ e $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0$?

```
> h/copy 300 311 'Selezione picco mu'  
> n/pl 1.$2 230<$4<240 -311  
> h/copy 300 312 'Selezione picco pi'  
> n/pl 1.$2 200<$3<210 -312  
> h/pl 300  
> h/pl 311 s  
> h/pl 312 s  
> h/copy 311 400 'Somma dei picchi mu e pi'  
> add 311 312 400  
> h/pl 300  
> h/pl 400 s
```

3) Calcolare la massa mancante al vertice di decadimento del K, e confrontarla con quanto ci aspettiamo per la massa della particella figlia neutra nei decadimenti $K^\pm \rightarrow \mu^\pm \nu$ e $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0$:

$$M_{\text{miss}}^2 = (E_k - E_d)^2 - \sum_{i=1,3} (p_k(i) - p_d(i))^2$$

E' necessaria un'ipotesi di massa per la particella figlia?

Energia del Kappa, $m_K = 494 \text{ MeV}$

```
> cut 10 sqrt(pk(1)**2+pk(2)**2+pk(3)**2+494.**2)
```

Energia del figlio in ipotesi di massa pione, $m_\pi = 140 \text{ MeV}$

```
> cut 11 sqrt(pd(1)**2+pd(2)**2+pd(3)**2+140.**2)
```

Energia del figlio in ipotesi di massa muone, $m_\mu = 106 \text{ MeV}$

```
> cut 12 sqrt(pd(1)**2+pd(2)**2+pd(3)**2+106.**2)
```

3) Calcolare la massa mancante al vertice di decadimento del K, e confrontarla con quanto ci aspettiamo per la massa della particella figlia neutra nei decadimenti $K^\pm \rightarrow \mu^\pm \nu$ e $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0$:

$$M_{\text{miss}}^2 = (E_k - E_d)^2 - \sum_{i=1,3} (p_k(i) - p_d(i))^2$$

E' necessaria un'ipotesi di massa per la particella figlia?

Massa mancante in ipotesi di massa muone

```
> cut 21 ($10-$12)**2-(pk(1)-pd(1))**2-(pk(2)-pd(2))**2-(pk(3)-pd(3))**2
> ld 501 'Massa mancante, ipotesi mu' 100 -40000 60000
> n/pl 1.$21 ! -501
```

Massa mancante in ipotesi di massa pione

```
> cut 20 ($10-$11)**2-(pk(1)-pd(1))**2-(pk(2)-pd(2))**2-(pk(3)-pd(3))**2
> ld 502 'Massa mancante, ipotesi pi' 100 -40000 60000
> n/pl 1.$20 ! -502
> h/copy 501 511 'Selezione picco massa mancante con taglio su impulso CM, mu'
> n/pl 1.$21 230<$4<240 -511
> h/copy 502 512 'Selezione picco massa mancante con taglio su impulso CM, pi'
> n/pl 1.$20 200<$3<210 -512
```

4) Calcolare la massa invariante dei fotoni (se presenti) provenienti dal vertice di decadimento del K e verificare che essa sia compatibile con la massa del π^0 :

$$m_{\gamma\gamma} = ?$$
$$E1 = |\mathbf{pg1}| = \text{sqrt}(\text{pg}(1)**2+\text{pg}(2)**2+\text{pg}(3)**2)$$

Impulso del primo fotone

```
> cut 31 sqrt(pg1(1)**2+pg1(2)**2+pg1(3)**2)
```

Impulso del secondo fotone

```
> cut 32 sqrt(pg2(1)**2+pg2(2)**2+pg2(3)**2)
```

Massa invariante dei due fotoni

```
> cut 33 Sqrt(($31+$32)**2-(pg1(1)+pg2(1))**2-(pg1(2)+pg2(2))**2-(pg1(3)+pg2(3))**2)
```

```
> ld 503 'Massa invariante pi0' 100 50 250
```

```
> n/pl 1.$33 $31<>0.and.200<$3<210 -503
```


4) Calcolare la massa invariante dei fotoni (se presenti) provenienti dal vertice di decadimento del K e verificare che essa sia compatibile con la massa del π^0 :

$$m_{\gamma\gamma} = \text{sqrt}(2E_1E_2(1 - \cos \theta_{12}))$$

$$E1 = |\mathbf{pg1}| = \text{sqrt}(\text{pg}(1)**2+\text{pg}(2)**2+\text{pg}(3)**2)$$

Risoluzione in energia del primo fotone: $\sigma_E = 5.7\%/\text{Sqrt}(E(\text{GeV}))$

```
> cut 41 .057/sqrt(0.001*$31)
```

Risoluzione in energia del secondo fotone

```
> cut 42 .057/sqrt(0.001*$32)
```

Risoluzione della massa invariante dei due fotoni: $m_{\pi^0} = 135 \text{ MeV}$

```
> cut 43 135./2.*sqrt($41**2+$42**2)
```

```
> n/p1o 1.$43 $31>0.and.$32>0
```

5) Confrontare la massa invariante dei fotoni con la misura di massa mancante al vertice.

Massa mancante al vertice (dopo selezione del picco a ~ 205 MeV)

```
> l d 513 'Massa invariante pi0' 100 50. 250.
```

```
> n/pl 1.sqrt($20) 200<$3<210 -513
```

```
> h/plo 513
```

Massa invariante dei due fotoni

```
> h/plo 503 s
```

6) Calcolare la massa invariante del mesone K a partire dagli impulsi dei prodotti di decadimento del K stesso

Massa invariante del mesone K: $\pi + \gamma + \gamma$

```
> cut 60 ($31+$32+$11)**2-(pd(1)+pg1(1)+pg2(1))**2-  
(pd(2)+pg1(2)+pg2(2))**2-(pd(3)+pg1(3)+pg2(3))**2  
> n/p10 1.Sqrt($60) $31>0.and.$32>0
```

Definizione alias - 1

Impulso del Kappa

```
> cut 1 sqrt(pk(1)**2+pk(2)**2+pk(3)**2)  
> n/plo 1.$1
```

Impulso del figlio nel LAB

```
> cut 2 sqrt(pd(1)**2+pd(2)**2+pd(3)**2)
```

Impulso nel CM del K in ipotesi massa pione

```
> cut 3 sqrt(pd_pi(1)**2+pd_pi(2)**2+pd_pi(3)**2)
```

Impulso nel CM del K in ipotesi massa muone

```
> cut 4 sqrt(pd_mu(1)**2+pd_mu(2)**2+pd_mu(3)**2)
```

Energia del Kappa, $m_K = 494 \text{ MeV}$

```
> cut 10 sqrt(pk(1)**2+pk(2)**2+pk(3)**2+494.**2)
```

Energia del figlio in ipotesi di massa pione, $m_\pi = 140 \text{ MeV}$

```
> cut 11 sqrt(pd(1)**2+pd(2)**2+pd(3)**2+140.**2)
```

Energia del figlio in ipotesi di massa muone, $m_\mu = 106 \text{ MeV}$

```
> cut 12 sqrt(pd(1)**2+pd(2)**2+pd(3)**2+106.**2)
```

Definizione alias -2

Le nuove variabili definite (\$n) possono essere usate per definirne di nuove.

Massa mancante in ipotesi di massa pione

```
> cut 20 ($10-$11)**2-(pk(1)-pd(1))**2-(pk(2)-pd(2))**2-(pk(3)-pd(3))**2
```

Massa mancante in ipotesi di massa muone

```
> cut 21 ($10-$12)**2-(pk(1)-pd(1))**2-(pk(2)-pd(2))**2-(pk(3)-pd(3))**2
```

Impulso del primo fotone

```
> cut 31 sqrt(pg1(1)**2+pg1(2)**2+pg1(3)**2)
```

Impulso del secondo fotone

```
> cut 32 sqrt(pg2(1)**2+pg2(2)**2+pg2(3)**2)
```

Massa invariante dei due fotoni

```
> cut 33 Sqrt(($31+$32)**2-(pg1(1)+pg2(1))**2-(pg1(2)+pg2(2))**2-(pg1(3)+pg2(3))**2)
```

Risoluzione in energia del primo fotone: $\sigma_E = 5.7\%/ \text{Sqrt}(E(\text{GeV}))$

```
> cut 41 .057/sqrt(0.001*$31)
```

Risoluzione in energia del secondo fotone

```
> cut 42 .057/sqrt(0.001*$32)
```

Risoluzione della massa invariante dei due fotoni: $m_{\pi^0} = 135 \text{ MeV}$

```
> cut 43 135./2.*sqrt($41**2+$42**2)
```

Fare un istogramma

```
> n/plo 1.sqrt(pk(1)**2+pk(2)**2+pk(3)**2)
> ldh 100 'Mod. impulso K nel Lab' 100 40. 140.
> n/plo 1.sqrt(pk(1)**2+pk(2)**2+pk(3)**2) ! -100
> h/plo 100
```

Creare un alias

```
> alias/crea pkappa sqrt(pk(1)**2+pk(2)**2+pk(3)**2)
> n/plo 1.pkappa
> alias/crea pfiglio sqrt(pd(1)**2+pd(2)**2+pd(3)**2)
> alias/crea ppione sqrt(pd_pi(1)**2+pd_pi(2)**2+pd_pi(3)**2)
> alias/crea pmuone sqrt(pd_mu(1)**2+pd_mu(2)**2+pd_mu(3)**2)
```