

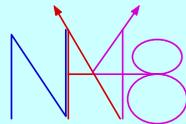
Stato di P326 a Perugia e richieste finanziarie 2007



Patrizia Cenci
Sezione INFN di Perugia

Consiglio di Sezione

6 luglio 2006



G. Anzivino, P. Cenci, M. Pepe, M. Raggi

P326: proposta di esperimento per la misura del decadimento raro $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ al CERN

CERN-SPSC-2005-013
SPSC-P-326

CERN, Dubna, Ferrara, Florence, Frascati, Mainz,
Merced, Moscow, Naples, Perugia, Protvino, Pisa,
Rome, Saclay, San Luis Potosi, Sofia, Turin

P326: risultati attesi



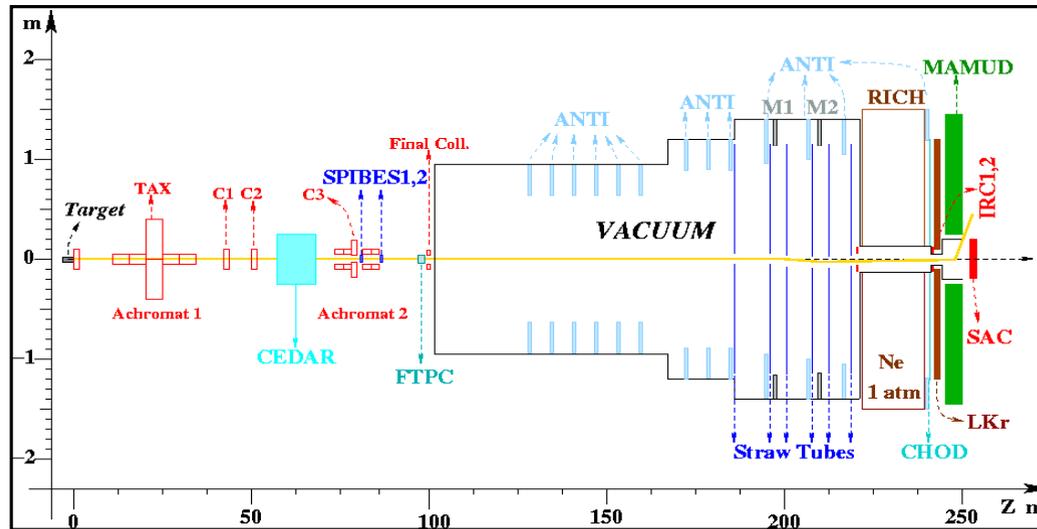
Eventi di segnale per anno@BR=8 10⁻¹¹: 65 (16 Regione I, 49 Regione II)

Eventi di fondo ~9 (3 Regione I, ~6 Regione II)

Signal/Background ~ 8 (S/B (Regione I) ~5, S/B (Regione II) ~ 9)

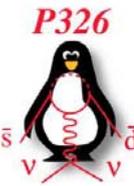
- Altre opportunità di fisica: situazione simile a quella di NA48, disegnato per misurare "solo" ε'/ε ma che ha prodotto molte altre misure interessanti
- Con un flusso ~100 volte quello NA48/2 si potrebbero studiare:
 1. Effetti "Cusp like" ($\pi\pi$ scattering): $K^+ \rightarrow \pi^0 \pi^0 e^+ \nu$
 2. Lepton Flavour Violation: $K^+ \rightarrow \pi^+ \mu^+ e^-$, $K^+ \rightarrow \pi^- \mu^+ e^+$, ($K_{e2}/K_{\mu2}$)
 3. Nuove particelle leggere: $K^+ \rightarrow \pi^+ X$, $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 P$ (sGoldstino pseudoscalare)
 4. Decadimenti rari π^+ & π^0
 5. Decadimenti rari radiativi con elevata precisione
 6. Confronto tra K^+ e K^- (alternando la polarità del fascio):
 - $K^{+/-} \rightarrow \pi^{+/-} \pi^0 \gamma$ (CPV interference)
 - T-odd Correlations in K_{l4}
 7. Argomenti di spettroscopia adronica

Il rivelatore



- ❖ **CEDAR:** Cherenkov differenziale per identificazione (tag) del K positivo
- ❖ **GIGATRACKER:** Tracciamento del fascio secondario a monte della regione di decadimento
- ❖ **ANTICONTATORI:** Veto per fotoni attorno alla camera di decadimento
- ❖ **CAMERE A STRAW:** Camere di tubi straw per tracciare i prodotti di decadimento del K
- ❖ **RICH:** Ring Image Cherenkov, per distinguere muoni da pioni + trigger
- ❖ **CHOD:** Odoscopio veloce per coincidenza K-pione ad alta precisione + trigger
- ❖ **LKR:** Veto per fotoni e calorimetro e.m.
- ❖ **MAMUD:** Calorimetro adronico, veto per muoni e magnete deflettore
- ❖ **SAC e CHV:** Veto a piccolo angolo per fotoni e particelle cariche

Stato di P326



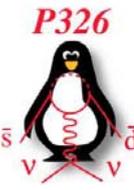
- ❖ **Presentato al CERN SPSC in Settembre 2005**
 - Approvazione decisa del caso di fisica
 - Esame critico della tecnica proposta
- ❖ **Piano di R&D 2006 approvato dal RB del CERN RB nel dicembre 2005**
 - Richieste ritenute congrue (e assegnate)
- ❖ **Assegnato tempo macchina per Beam Test in ottobre-novembre 2006**
 - Misura della efficienza di veto del calorimetro a LKr per fotono di 1-10 GeV (2 settimane circa in ottobre 2006)
 - Test di un contatore CEDAR con read-out veloce (2 settimane circa in novembre 2006)
- ❖ **In attesa di approvazione definitiva:**
 - Inviato (il 23/06/06) il piano a lungo termine richiesto dal CERN per "*R&D and detector upgrade/replacement 2007-2010*" che descrive le necessità di P326 e lo sharing di risorse tra la Collaborazione e il CERN
 - Atteso il Medium Term Plan del CERN (Strategy Group) a fine 2006

...il tutto per completare il programma di R&D (2006-2007), iniziare la costruzione (2008-2010) e prevedere la presa dati nel 2011-2012

Responsabilità di costruzione

- **Beam Line (CERN)**
- **CEDAR (CERN)**
- **GIGATRACKER (CERN, INFN, Saclay [kates])**
- **VACUUM TANK (Common fund)**
- **ANTI Counters (INFN)**
- **STRAW TRACKER (DUBNA, MAINZ)**
- **MNP33/2 (Common Fund)**
- **CHOD (INFN)**
- **RICH (INFN+CERN+?)**
- **LKR (CERN)**
- **MAMUD (INR+Protvino)**
- **SAC + IRC (Sofia)**
- **Trigger & DAQ (CERN+INFN+?)**

Responsabilità di Costruzione e Budget INFN



Gigatracker

0.7-1.0 M€

Ferrara, Torino [+ Cern + Saclay (Kabes)]

Anticounters

2.8-3.4 M€

Pisa, Roma1, Napoli, LNF

RICHod

0.5-0.7 M€

Firenze, Perugia [+ Cern + ?]

Trigger

0.5-0.8 M€

Pisa [+ Cern + ?]

TOTALE

4.5-5.9 M€

Attività a Perugia (e a Firenze): il nuovo odoscopio veloce



- ❖ Questo rivelatore deve essere **efficiente** (>99%) e avere una **risoluzione temporale** molto buona (<100ps) in modo da ridurre al massimo la possibilità di associazioni accidentali fra il pione di decadimento e il K che lo origina
- ❖ L'idea iniziale era quella di usare **Glass Multigap RPCs**, sullo stile di quanto realizzato in ALICE, progetto proposto in collaborazione tra i gruppi INFN di Firenze e di Perugia
- ❖ Dopo qualche mese di attività, il progetto viene abbandonato per cause di forza maggiore
- ❖ L'attività dei due gruppi si è rivolta ora verso l'ottimizzazione dell'uso del **Rich**, rivelatore intrinsecamente veloce che permette in P326 di separare pioni da muoni, e il **gigatracker** per coincidenze K^+/π^+ con risoluzione di 100ps, assieme al **Cedar**, che distingue i K^+ del fascio, secondo uno schema di **"tagging" temporale multiplo**, mantenendo, con un nuovo approccio sperimentale, lo scopo che avrebbe avuto il nuovo odoscopio di trigger basato su MRPC
- ❖ Il **principio è valido** e i due gruppi hanno presentato un nuovo programma di lavoro alla CSN1 di maggio 2006

Una novità rispetto a settembre:

CHOD



RICHod

Cito:

Enrico Iacopini

CSN1 maggio 2006



Non è stato possibile formalizzare la collaborazione fra noi ed ALICE per quanto, riguarda l'uso dei Multi glass RPC

...questo matrimonio non s'ha da fare ...

Ci siamo convinti che, da soli, avremmo impiegato troppo tempo a "reinventare la ruota" e quindi, visto anche che non era nemmeno sicuro che il rivelatore potesse sostenere il rate nella zona centrale...

abbiamo deciso di cambiare strada !



Ma a che doveva servire l'odoscopio?

Enrico Iacopini,
CSN1 maggio 2006

4.5 CHOD

The charged hodoscope is used to provide a fast trigger and, together with the upstream fast detector (gigatracker) and the differential Cherenkov (CEDAR), is used to provide a tight time coincidence between the incoming kaon and the π^+ . This task is performed off-line to guarantee as far as possible that the event is not due to a charged track accidentally associated with an independent incoming particle. Since the K^+ decay rate is of the order of 10 MHz and the rate of beam particles is about 800 MHz, of which 50 MHz are kaons, the detector must have good intrinsic time resolution, better than 100 ps. This will guarantee that the probability of having two Kaons in the unresolved time window is below 1%, which, for a quite reasonable "double K" resolving inefficiency of 2% provided by the CEDAR, gives rise to an accidental mistagging probability of the order of 2×10^{-4} , similar to the expected kinematical rejection factor.

...un odoscopio lo abbiamo,
di già, **ma da solo non basta**
perchè la sua
off-line time resolution
è solo di ~ 200 ps ...



Usiamo il vecchio odoscopio per il trigger
e, per garantire off-line un tempo
dell'evento che sia molto preciso,
usiamo invece il RICH
il quale, intrinsecamente, è il rivelatore
ideale per questo scopo !
(tutti i fotoni dell'anello sono simultanei ...)

**Con questo, noi NON stiamo ora
proponendoci per costruire il RICH,
ma**

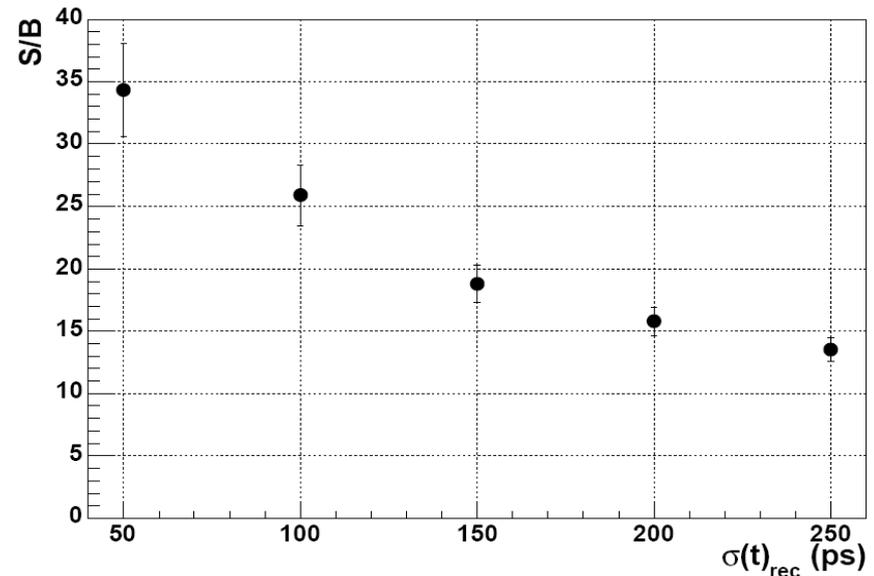
assumiamo che questo ci sarà

**e vogliamo fare in modo che
possa essere usato per
caratterizzare l'evento anche in tempo,
con una incertezza < 100 ps.**

Caratteristiche del RICH



- ❖ Separazione π - μ almeno 3σ per impulsi 15-35 GeV/c;
- ❖ Tank di L=18 m, d=2.4 m;
- ❖ Radiatore: Neon @1 atm ($n-1 = 67 \times 10^{-6}$, $5.6\%X_0$);
- ❖ Soglia per il $\pi = 12$ GeV (15 GeV per piena efficienza);
- ❖ Specchio con f=17 m ($<10\%X_0$);
- ❖ Due matrici di $\sim 1000+1000$ fototubi ($\varnothing 16$ mm), posti nel piano verticale, alla distanza focale;
- ❖ Fotoelettroni per ring @ $\beta=1$: $N_{pe} = 30 \text{ } \textcircled{40}$;
- ❖ Track timing < 100 ps.



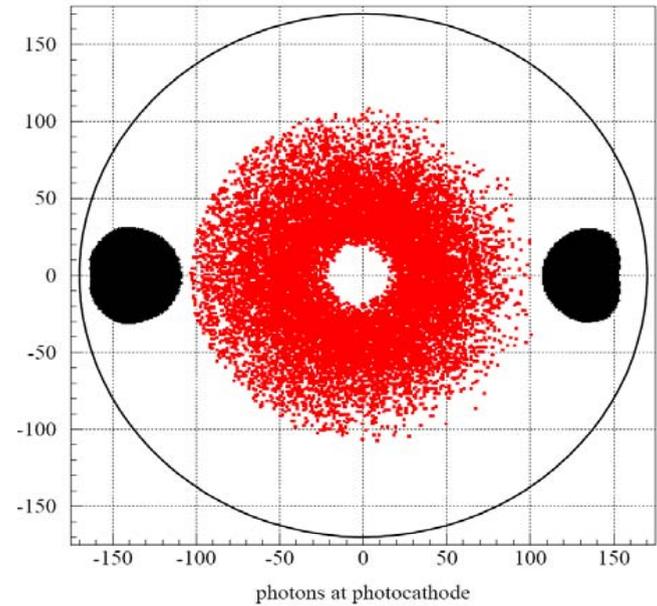
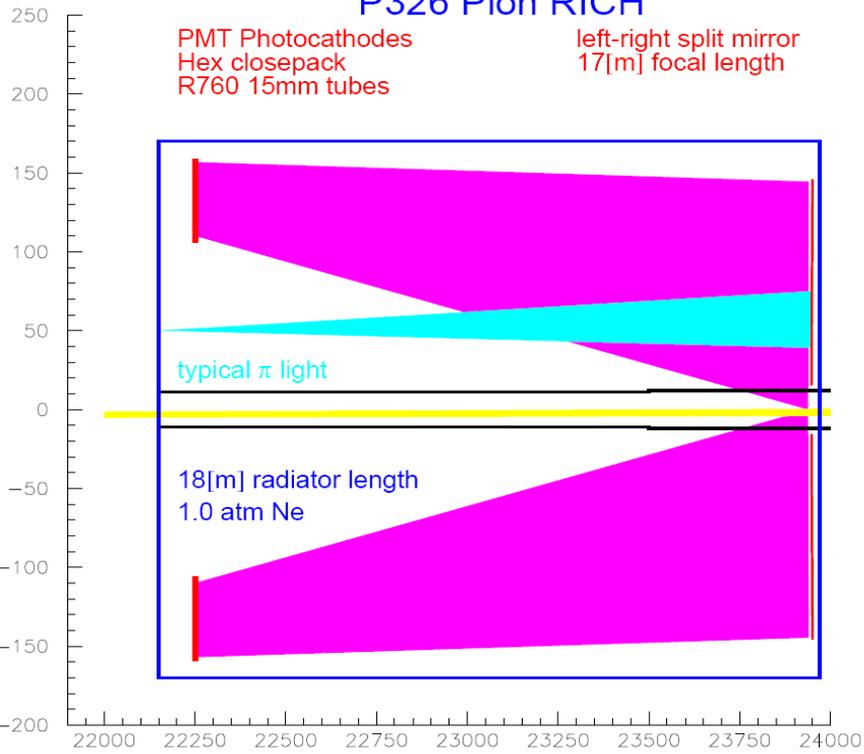
RICH Layout



P326 Pion RICH

PMT Photocathodes
 Hex closepack
 R760 15mm tubes

left-right split mirror
 17[m] focal length



18 m

2.4 m

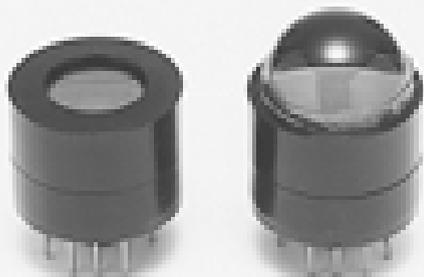
Attività in corso nel RICH



- ❖ I gruppi INFN di Firenze e Perugia si sono assunti la responsabilità, in particolare, della scelta dei fotorivelatori e della elettronica del Rich, i.e.
 - Sistema di HV
 - Shaper e front-end
 - TDC
- ❖ Attualmente è in corso il lavoro di ottimizzazione dei parametri di disegno del rivelatore (MC) e l'allestimento di test di laboratorio a Pg e a Fi per misure dei PMT Hamamatsu (R7400U), fototubi con ottime prestazioni temporali (t.t.j. 260 ps)
- ❖ In particolare, alcuni di questi PMT verranno provati sul CEDAR nel test previsto al Cern in novembre

PMT Hamamatsu

Hamamatsu R7400U



Min - Max
wavelength[nm
]
Costo
≈2000 p

R7400U-06

160-650

310€

R7400U-04

185-850

360€

R7400U-03

185-650

250€

Base: 50€

Part Number	R7400U-03
Type	Head on
Size	16mm
Active Area Diameter or Length	8mm
Min wavelength	185nm
Max wavelength	650nm
Peak Sensitivity Wavelength	420nm
Cathode Radiant Sensitivity	62mA/W
Window	UV Glass
Cathode Type	Bialkali
Cathode Luminous Sensitivity	70 μ A/lm
Cathode Blue Sensitivity Index	-
Red White Ratio	-
Anode Luminous Sensitivity	50A/lm
Gain	7.0E+05
Dark Current	0.2nA
Rise Time	0.78ns
Transit Time	5.4ns
Transit Time Spread	0.28ns
Number of Dynodes	8
Applied Voltage	800V



Ricercatori in P326 (e NA48) a Perugia (INFN e Dipartimento di Fisica)

- | | | |
|---|--|------|
| ❖ | Giuseppina Anzivino (P.A.) | 100% |
| ❖ | Patrizia Cenci (I Ric. INFN) | 100% |
| ❖ | Monica Pepe (I Ric. INFN) | 20% |
| ❖ | Mauro Raggi (Dottorato, ora
Ass. Ric. INFN) | 100% |
| + | Roberto Piandani (laureando) | |

Attività del gruppo P326 di Perugia nel 2005



❖ R&D per P326:

- R&D per adattare il disegno delle MRPC di Alice alle necessità di P326: progetto abbandonato per cause di forza maggiore
 - *completato il disegno del prototipo: circuito stampato con pads progettato, produzione arrestata per abbandono progetto*
 - *disegnata (ma non realizzata) la meccanica per il test dei prototipi*
 - *allestito banco prova in laboratorio a Perugia (standard VME, f/e Nino, r/o TDC Caen, sistema di HV)*
 - *test al CERN (funzionamento ad alto rate e invecchiamento) non effettuati per abbandono del progetto*

➔ *Attività rivolta al progetto del RICH*

- *Analisi dei dati: studio del decadimento $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ nei dati di NA48/2 (potenzialità del rivelatore, e prospettive): tesi di Roberto Piandani*
- *MC (Geant4) del rivelatore*

❖ Analisi dei dati di NA48

- *Studio e misura del Br di $K^{+/-} \rightarrow \pi^{+/-} \pi^0 \gamma$ (tesi di dottorato di M. Raggi)*
- *Studio del **decadimento beta della particella Ξ^0** (tesi di dottorato di M. Piccini): risultati definitivi in corso di pubblicazione*

Attività del gruppo P326 di Perugia nel 2006



- ❖ Abbandonato il progetto di R&D delle MRPC di Alice per cause di forza maggiore, si è passati alla ottimizzazione dell' utilizzo del Rich per rivelare i pioni del K^+ decaduto ad alta risoluzione temporale (100 ps)
- ❖ Ottimizzazione di parametri del disegno del Rich: **test dei fotorivelatori e della elettronica di lettura (a Perugia, a Firenze e su fascio al CERN in novembre)**
- ❖ Sottomesso **PRIN** (marzo 2006) per R&D su P326 (Rich per Pg e Fi, che formano gruppo unico con responsabile locale: Giusy)
- ❖ **Analisi dei dati:**
 - **Mauro R.** sta portando a termine la sua analisi con successo (nuovi risultati molto interessanti presentati per la prima volta da Mauro a Beach2006 a Lancaster, poi pubblicazione - oltre che seminario a Perugia);
 - **Roberto P.** sta concludendo il lavoro di tesi (laurea in autunno)

Servizi di Sezione



- ❖ Servizio di Elettronica (A. Papi, M. Bizzarri)
 - Adattamento del disegno del rivelatore MRPC
 - *Circuiti stampati per anodi e catodi (strip vs pad)*
 - *Circuito stampato per la meccanica*
 - Rich
 - *Studio della elettronica di frontend e readout (TDC) e trigger veloce*
- ❖ Officina Meccanica (A. Piluso, L. Farnesini):
 - Meccanica per il test del prototipo di MRPC
 - Meccanica per i test sul Rich
- ❖ Servizio di Calcolo e Amministrazione INFN

Tesi di laurea recenti in P326/NA48



- ❖ Roberto Piandani: *Studio e prospettive di rivelazione del decadimento $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ - relatrice: G. Anzivino, in corso di svolgimento*
- ❖ Simone BIFANI: *Decadimenti semileptonici del K_s - relatori: M. Valdata, P. Cenci (luglio 2004)*

Tesi di dottorato recenti in NA48

- ❖ Mauro RAGGI: *Dottorato del XVIII ciclo*
Studio del decadimento $K^{+/-} \rightarrow \pi^{+/-} \pi^0 \gamma$ in NA48/2
- ❖ Ermanno IMBERGAMO: *Dottorato del XVIII ciclo*
Studio del decadimento $\Xi^0 \rightarrow \Lambda^0 \gamma$ in NA48
- ❖ Mauro PICCINI: *Dottorato del XVI ciclo*
Studio del decadimento beta della particella Ξ^0
in NA48

Conferenze nel 2006

- ❖ Beach2006, Lancaster (UK), luglio 2006
Sessione "K Physics": Convener P. Cenci
Scientific Secretary: M. Raggi
Contributi:
 - Low energy dynamics and scattering lengths with kaons - G. Anzivino
 - Highlights on rare charged kaon decays - M. Raggi

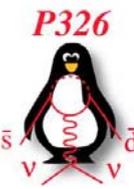
- ❖ Crimea2006, Yalta (Ucraina), settembre 2006
 - Review on rare K decays from NA48 - M. Pepe

Conferenze nel 2005 e nel 2004



- ❖ Results on Direct CP Violation in $K^+/K^- \rightarrow 3\pi$ decays from the NA48/2 experiment at CERN - G. Anzivino - *Crimea2005, Yalta (Ucraina), settembre 2005*
- ❖ Hyperons semileptonic decays from the NA48 experiment - M. Piccini - *Kaon2005, Chicago (USA), giugno 2005*
- ❖ Summary on CP Violation with Kaons - P. Cenci - *Win2005, Delphi (Grecia), giugno 2005*
- ❖ Hyperon Physics in the experiment NA48/I at CERN - M. Piccini - *VI Beach, Chicago (USA), giugno 2004*
- ❖ Recent results from the NA48 experiment - M. Raggi - *Le rencontres du Vietnam, Hanoi, agosto 2004*

Publicazioni recenti (≥ 2005)



- ❖ Search for direct CP violation in $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0 \pi^0$ decays
PLB, 2006, Vol. 638, pagg. 22-29
- ❖ Search for direct CP violation in the decays $K^\pm \rightarrow 3\pi^\pm$
PLB, 2006, Vol. 634, pagg. 474-482
- ❖ Observation of a cusp-like structure in the $\pi^0 \pi^0$ invariant mass distribution from $K^\pm \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$ decay and determination of the $\pi\pi$ scattering lengths
PLB, 2006, Vol. 633, pagg. 173-182
- ❖ A measurement of the CP-conserving component of the decay $K_s \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$
PLB, Vol. 630, pagg. 31-39
- ❖ Measurement of the $K_L \rightarrow e^+ e^- e^+ e^-$ Decay Rate
PLB, Vol. 615, pagg. 281-287
- ❖ Search for CP violation in $K^0 \rightarrow 3\pi^0$ decays
PLB, Vol. 610, pagg. 165-176
- ❖ Measurement of the radiative K_{e3} branching ratio
PLB, Vol. 605, pagg. 247-255

Programma di attività 2007: argomenti



- ❖ I gruppi di Firenze e Perugia intendono proporre, in collaborazione con il CERN, la **costruzione di un prototipo di RICH** (lunghezza=18 m, fuoco=60 cm), da testare alla fine del 2007, in particolare per ciò che riguarda la risoluzione temporale
- ❖ Il numero (preliminare) di PM è 54, e il **costo** del prototipo è stimato essere **intorno ai 100k**
- ❖ Perugia chiede finanziamenti relativi ai **fotorivelatori** e alla **elettronica di lettura** (esistono già 2 TDC CAEN ad alta risoluzione temporale acquistati nel 2006 per il progetto delle MRPC, completamente riutilizzabili nei test di laboratorio dei fotorivelatori a Pg e a Fi)
- ❖ Il CERN prevede di farsi carico del vessel

Programma di attività 2007: costi (preliminari)



Stima dei costi prevedibili (Preliminare!)

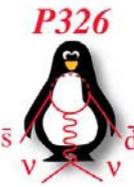
a) PM+base+cavo HV : 54 PM R7400U-04	26 000 euro	⇒ PG
b) Nino+cavo : 60 *(20*8+20)	0 euro	
c) Specchio + fissaggio	10 000 euro	FI
d) Finestre di quarzo	5 000 euro	FI
e) Tube + flangie e meccanica varia + + camicia termostatica	30 000 euro	CERN
f) Gas Ne + sistema di riempimento esistente	4 000 euro	FI
g) HV : Crate SY1527LC	7 000 euro	FI
h) HV: 2 moduli A1733BN (28*2 ch)	15 000 euro	FI
i) TDC: 1 modulo V1190A	7 000 euro	⇒ PG

Totale

94.0 k euro

di cui: 30k CERN, 33k PG, 41k F

Richieste finanziarie di P326-Perugia nel 2007



<u>Missioni interne:</u>	5 k€
<i>riunioni di collaborazione in Italia trasferte a Firenze</i>	
<u>Missioni estere:</u>	35 k€
<i>riunioni di collaborazione e analisi, conferenze (4.5 m.u.) costruzione e test su fascio del prototipo (3 m.u.)</i>	
<u>Materiale di consumo:</u>	15 k€
<i>metabolismo, affitto materiale El-pool, test fotorivelatori, costruzione prototipo Rich</i>	
<u>Costruzione apparati:</u>	26 k€
<i>PMT, base, cavi HT per prototipo Rich</i>	
<u>Materiale inventariabile:</u>	7 k€
<i>TDC per prototipo Rich</i>	
TOTALE:	88 k€