

P326

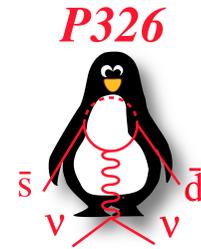
Misura del decadimento raro

$$K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$$

Giuseppina Anzivino, Patrizia Cenci,
Monica Pepe, Roberto Piandani (dottorando),
Antonino Sergi (assegnista)



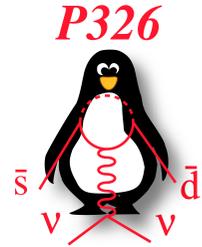
Argomenti



- Breve storia di NA48
- P326
 - Introduzione
 - Motivazioni fisiche
 - Descrizione dell'esperimento
 - Attività del gruppo Perugia
- Misura del rapporto $R_K = \Gamma(K \rightarrow e\nu_e) / \Gamma(K \rightarrow \mu\nu_\mu)$
- Analisi dati di NA48
 - Decadimenti rari di mesoni K
 - Decadimenti di iperoni



Breve storia di NA48



Passato

NA48: ϵ'/ϵ
ϵ'/ϵ
ϵ'/ϵ
no spectrometer K_L NA48/1 K_S
ϵ'/ϵ lower inst. intensity
NA48/1: K_S
NA48/2: K^\pm

$$\text{Re } \epsilon'/\epsilon = (14.7 \pm 2.2) \times 10^{-4}$$

1997

1998

1999

2000

2001

2002

2003

Futuro e ...presente

2007 -
NA48/3 - P326
Studio del decadimento raro $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$

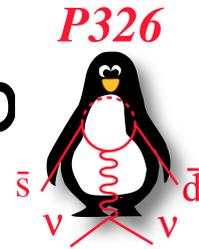
2007 misura del rapporto $R_K = K_{e2}/K_{\mu2}$

Prima osservazione di $K_S^0 \rightarrow \pi^0 e^+ e^-$ e $K_S^0 \rightarrow \pi^0 \mu^+ \mu^-$

Ricerca di CP violation nei K carichi



P326 - Misura del decadimento raro $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$



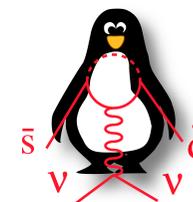
CERN-SPSC-2005-013
SPSC-P-326

CERN, Dubna, Ferrara, Firenze,
Frascati, Mainz, Merced, Mosca,
Napoli, Perugia, Protvino, Pisa,
Roma, Saclay, San Luis Potosi,
Sofia, Torino

Sviluppo temporale

- Proposta presentata al SPSC del CERN in settembre 2005
- R&D sostenuta dal Research Board del CERN in dicembre 2005
- Test beam in ottobre - novembre 2006
- Test beam del rivelatore RICH in novembre 2007
- Completare la fase di R&D nel 2007-2008
- Costruzione, installazione e test nel 2008-2010
- Inizio presa dati nel 2011
- In attesa di approvazione definitiva





P326-Motivazioni fisiche

Decadimenti rari dei K,
mediati da FCNC, strumento
sperimentale fondamentale



- verifiche del Modello Standard
- sondare effetti di nuova fisica
 - Minimal Flavour Violation (MFV)
 - nuove sorgenti di rottura della simmetria di sapore (TeV)

$$K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$$

$$K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$$

$$K_L \rightarrow \pi^0 e^+ e^-$$

$$K_L \rightarrow \pi^0 \mu^+ \mu^-$$

Golden modes

- Dinamica a corta distanza
- Contributi dominanti loop di W-top

Predizioni del Modello Standard

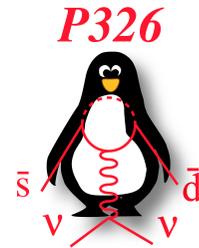
$$\text{BR}(K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}) \approx (1.6 \times 10^{-5}) |V_{cb}|^4 [\sigma \eta^2 + (\rho_c - \rho)^2] \rightarrow (8.0 \pm 1.1) \times 10^{-11}$$

$$\text{BR}(K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}) \approx (7.6 \times 10^{-5}) |V_{cb}|^4 \eta^2 \rightarrow (3.0 \pm 0.6) \times 10^{-11}$$

Misura esistente (E787/949): $\text{BR}(K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}) = 1.47 \times 10^{-10}$ (3 eventi)



P326 - linee guida



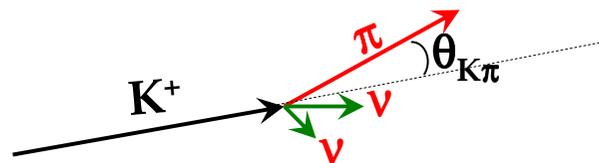
~80 eventi $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$

- ❖ $BR(SM) = 8 \times 10^{-11}$
- ❖ Accettanza segnale 10%
- ❖ Decadimenti di K $\sim 10^{13}$

- ✓ Tecnica del decadimento in volo del K
- ✓ Fascio intenso di protoni dal SPS
- ✓ K di alta energia ($P_K = 75 \text{ GeV}/c$)
- ✓ Contatore Cerenkov per identificazione del K

Basso livello di fondo

- ❖ Cinematica



$$m_{\text{miss}}^2 = (P_K - P_\pi)^2$$

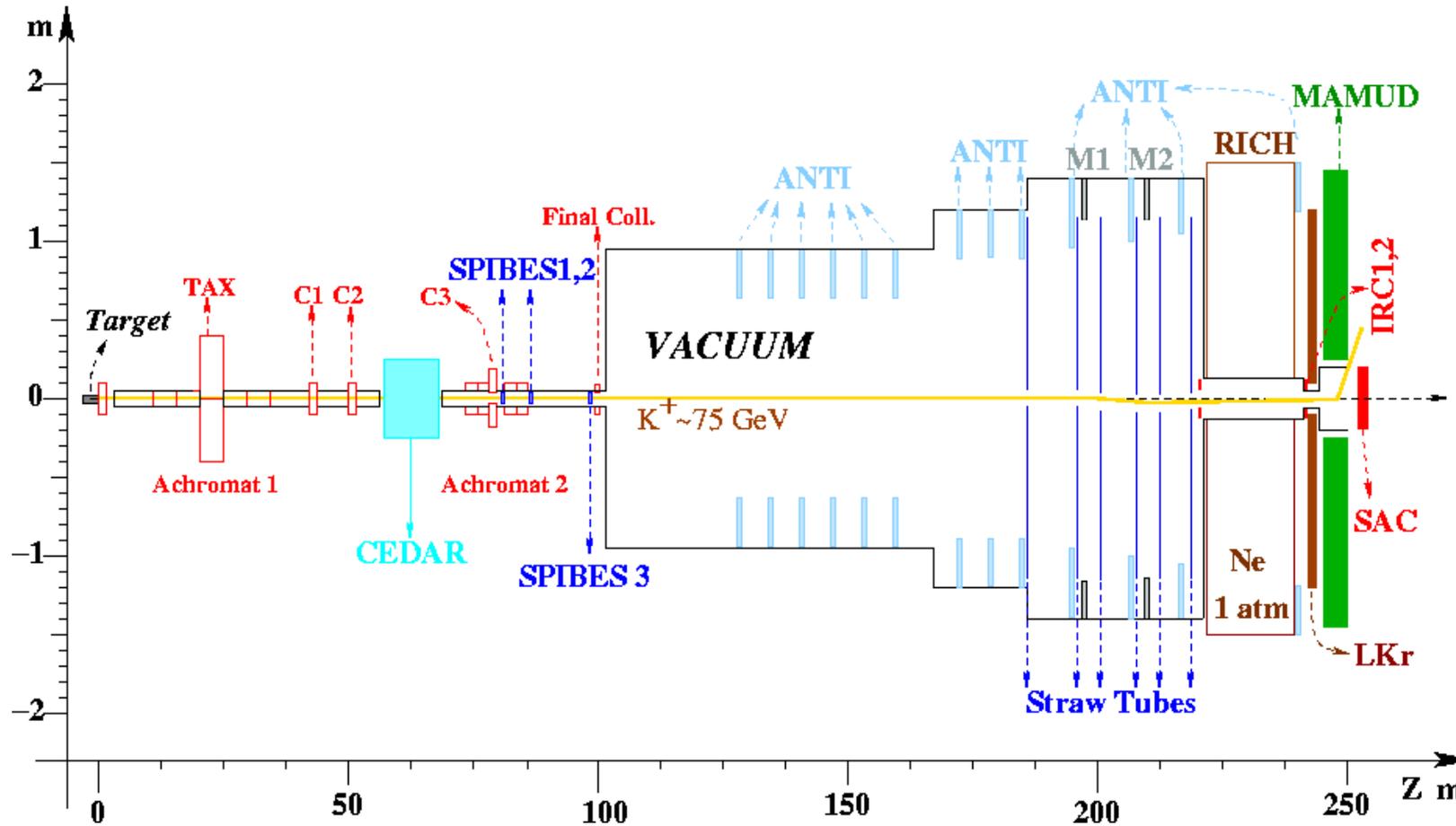
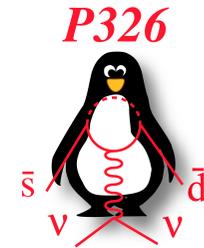
- ✓ Kaone: tracciatore di fascio
- ✓ Pione: Spettrometro

- ❖ Contatori di veto
- ❖ Identificazione di particelle

- ✓ Calorimetro per rivelare γ/μ
- ✓ RICH (separazione π/μ)
- ✓ Spettrometro per eliminare le particelle cariche

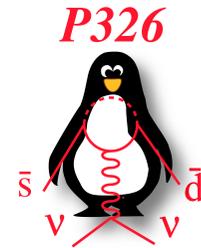


P326 - layout





P326 - il rivelatore RICH



Richieste

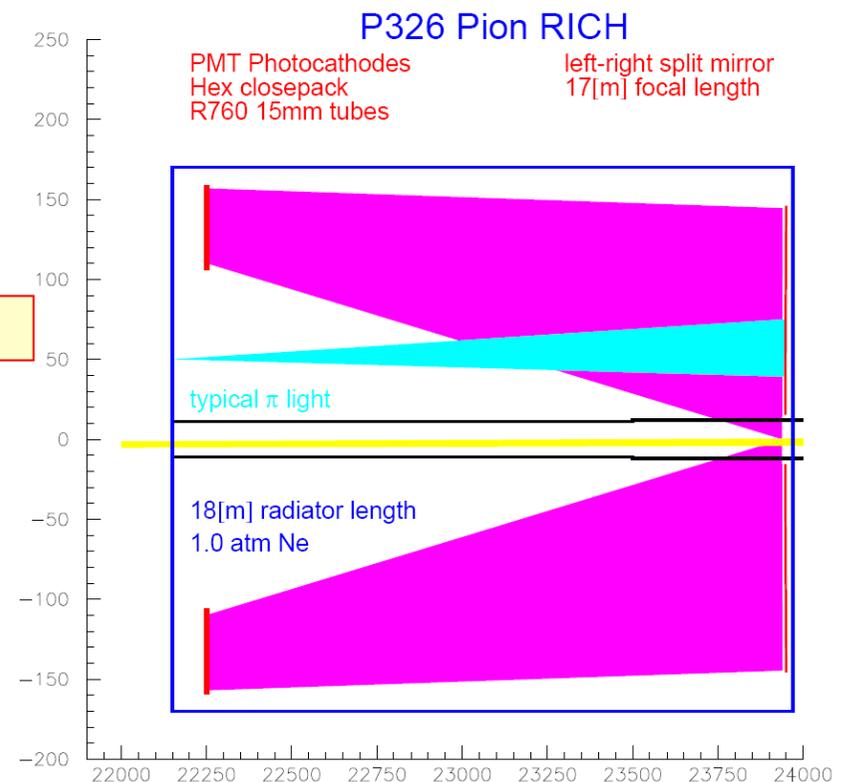
- $>3\sigma$ separazione π/μ @ 35 GeV/c
- Risoluzione temporale 100 ps
- Spettrometro di velocità (ridondanza)

tubo di 18 m riempito con Ne @ 1 atm

Ottica e fotorivelatori

- 2 specchi inclinati (focale 17 m)
- 2000 PMT
- Cella elementare 18 mm
- Matrice di PMT sul piano focale con struttura compatta esagonale

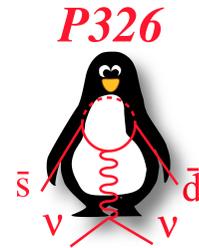
Responsabilità Perugia-Firenze



Reiezione fondo da μ al livello 10^{-6} con rivelatore di muoni



RICH - R&D: verso la finalizzazione del prototipo



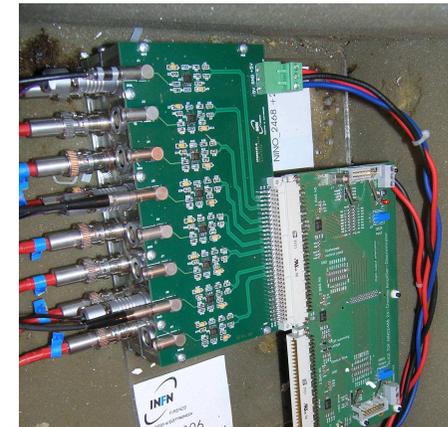
Validazione delle scelte sperimentali:

- 1) Fotorivelatori: Hamamatsu R7400U (3 modelli)
- 2) Front-end: Scheda preamplificatore + NINO (shaper e discriminatore time-over-threshold)
- 3) TDC: HPTDC CAEN 1290A (alta risoluzione)

A) Test CEDAR in H6 in novembre 2006
Perugia: Coordinamento test e
Responsabilità del read-out/DAQ
Firenze: responsabilità front-end

B) Test dei PMT in laboratorio con LASER
a Firenze e Perugia

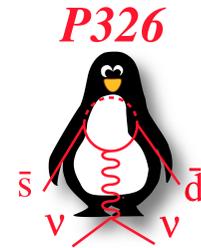
C) Costruzione di prototipo in scala 1:1
e test in novembre 2007



Scelta PM
Validazione front-end
Limiti read-out



RICH - prototipo

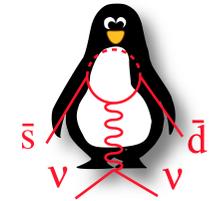


Costruzione di un prototipo in scala 1:1 (longitudinale)

- Tubo in acciaio lungo 18 m (5.6% X_0)(CERN, parzialmente esistente)
- Radiatore: Ne @ 1 atm, $(n-1)=67 \times 10^{-6}$
- 1 specchio con diametro=0.5 m, focale=17 m e spessore 1 cm
- 96 PMT posizionati lungo un cerchio
- Finestre di quarzo per separare i PMT dal Ne
- Test su fascio K12 al SPS di impulso 200 GeV/c (31 ott.-12 nov.)
- Flangia lato PMT → Perugia
- Flangia lato specchio → Firenze

Misurare:

- ★ risoluzione dell'angolo Cherenkov
- ★ numero di fotoelettroni a $\beta = 1$
- ★ risoluzione temporale



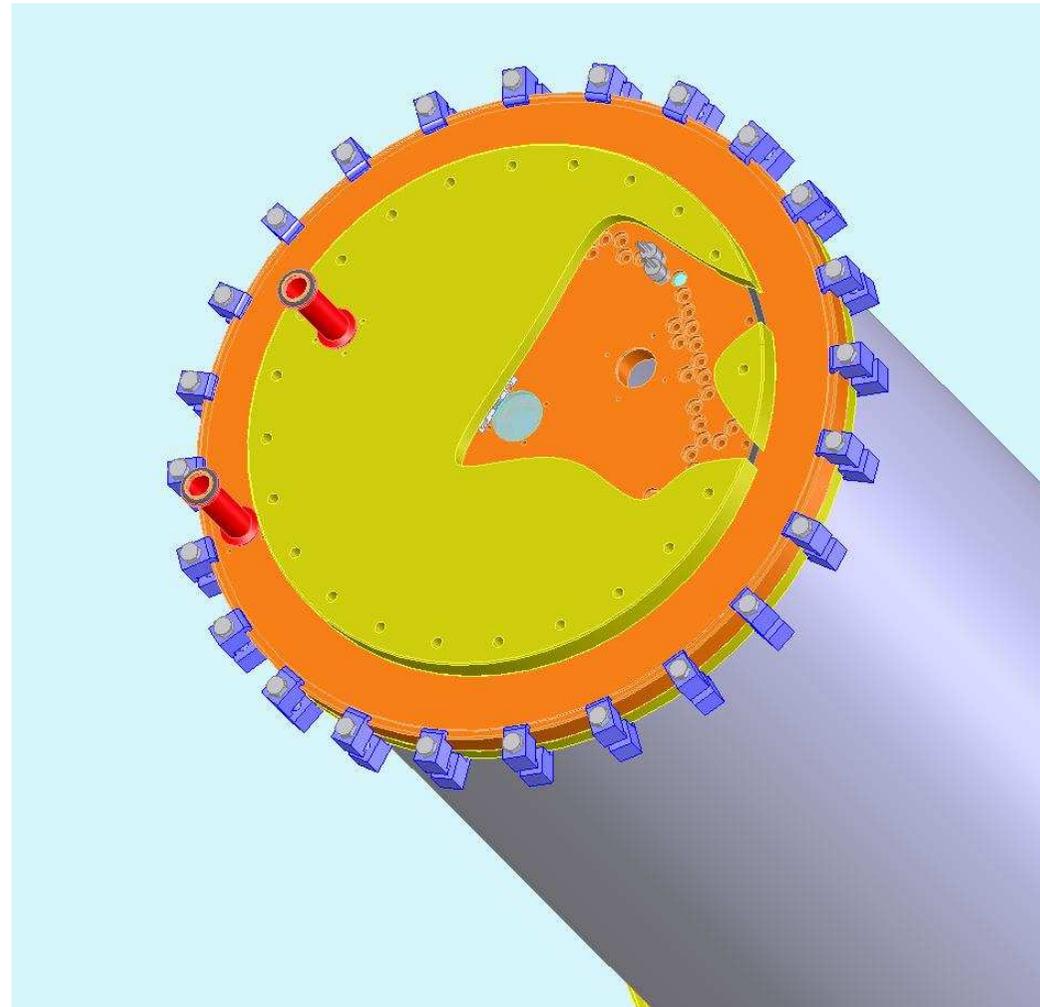
RICH - Attività in sede

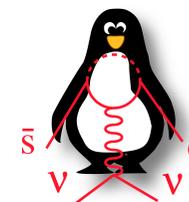
Meccanica

Progettazione della flangia
all'estremità del tubo per
l'alloggiamento PM

Servizio di meccanica
Damiano Aisa
Antonfranco Piluso

Diametro interno 600 mm
Diametro esterno 658 mm



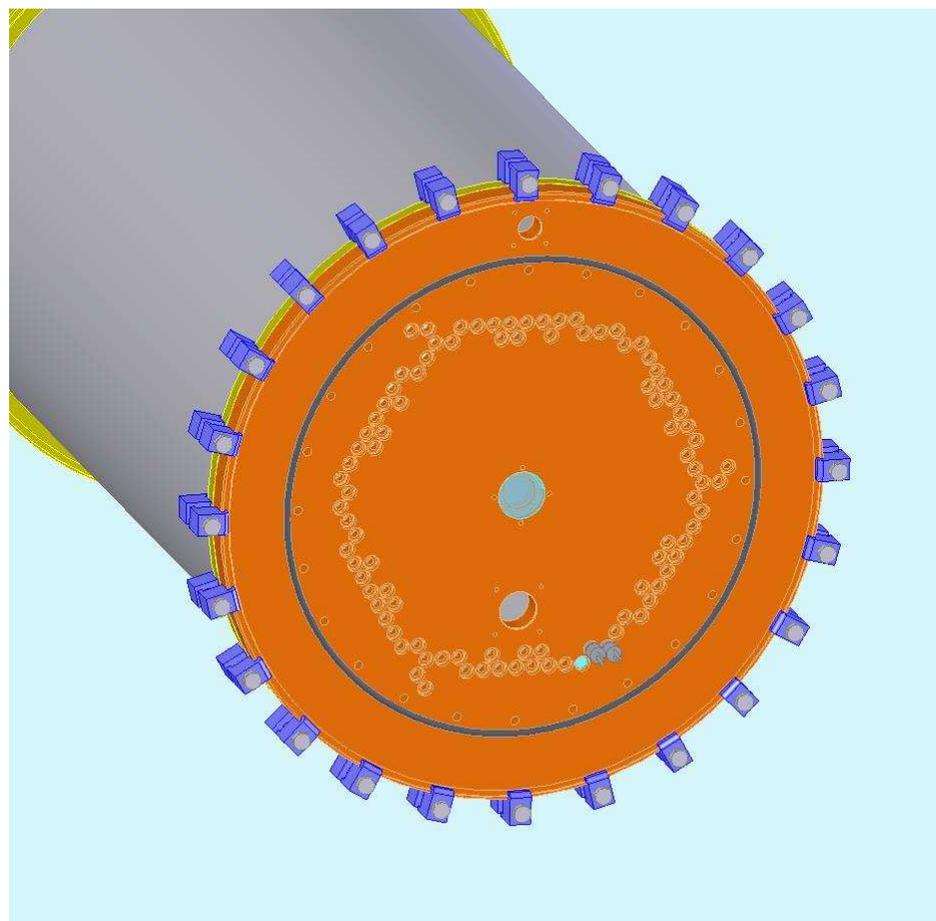
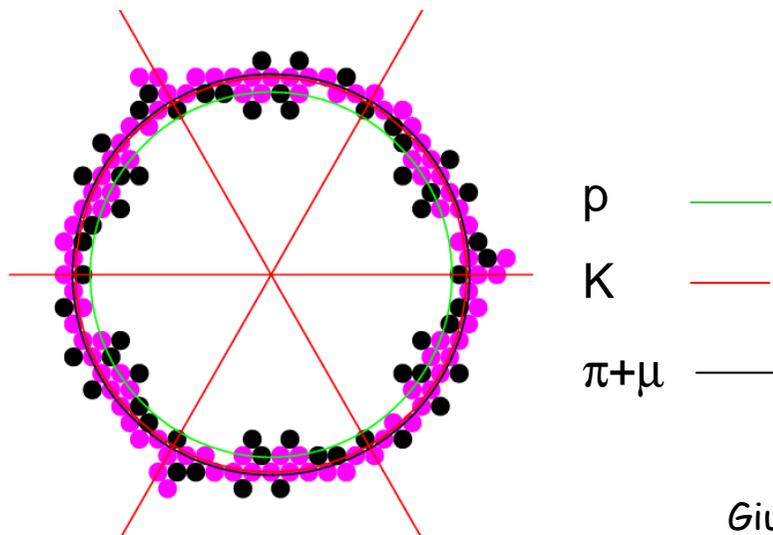


RICH - Attività in sede

Meccanica

I fori di alloggiamento dei PMT sono posizionati lungo il cerchio dove l'anello Cherenkov è atteso

Simulazione 96 PMT

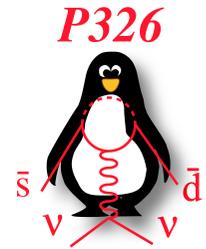


Giuseppina Anzivino

Congressino INFN
16-5-2007



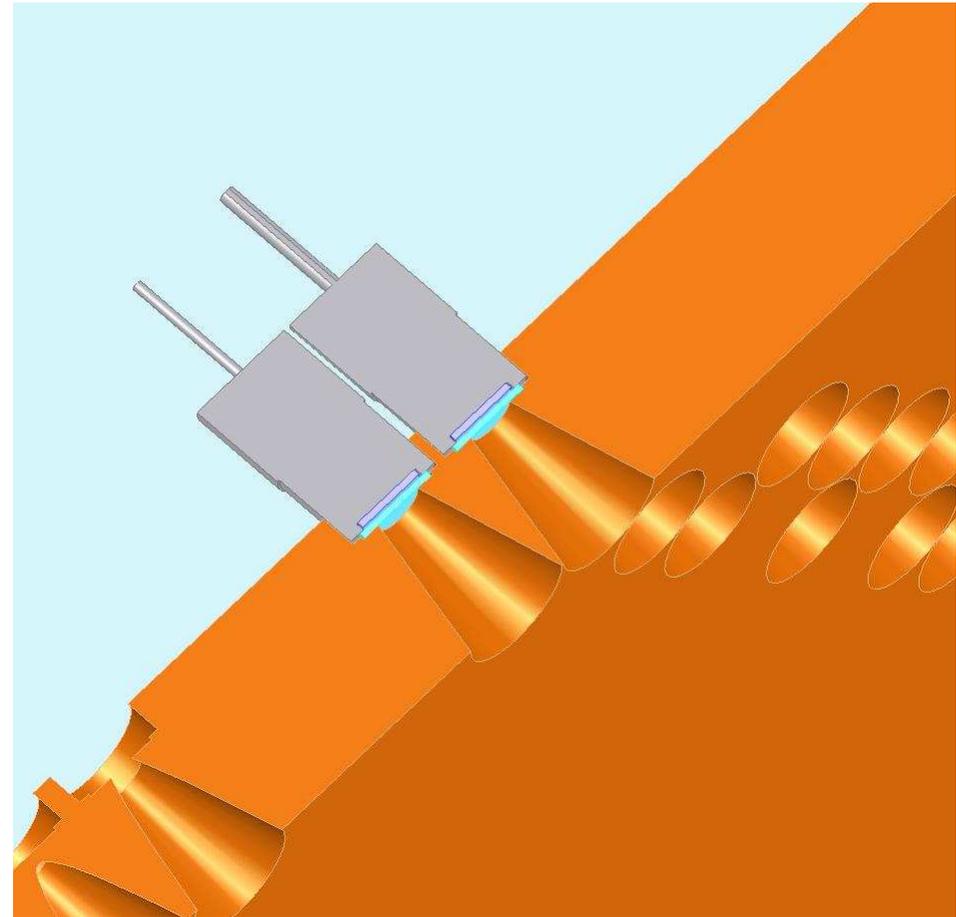
RICH - Attività in sede



Meccanica

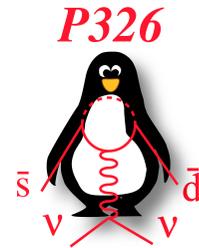
Diametro finestra PMT 8 mm
Diametro base partitore 18 mm

Coni di Winston per la raccolta della luce, ottimizzati con simulazioni effettuate in collaborazione con Winston stesso





RICH - Attività in sede



Test PMT

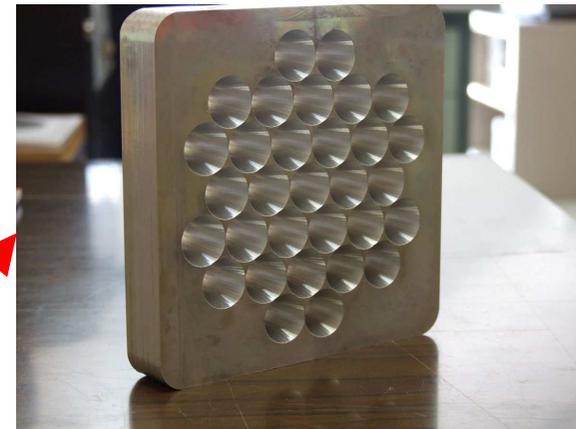
- Laser ($\lambda=405$ nm) disponibile in sezione nel Laboratorio Semiconduttori (Ambrosi/Servoli)
- Sistema ottico e supporto dei PMT progettato e costruito dal servizio di meccanica
- Front-end e read-out in fase di test in laboratorio con il supporto di A. Papi

Misurare:

- ✓ Risposta singolo fotone
- ✓ Risoluzione temporale
- ✓ Efficienza



Tubo per ottica



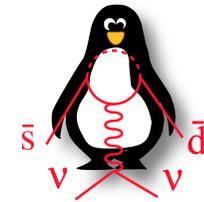
Flangia supporto PMT con coni di Winston



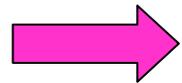
Misura del rapporto

$$R_k = \Gamma(K \rightarrow e \nu_e) / \Gamma(K \rightarrow \mu \nu_\mu)$$

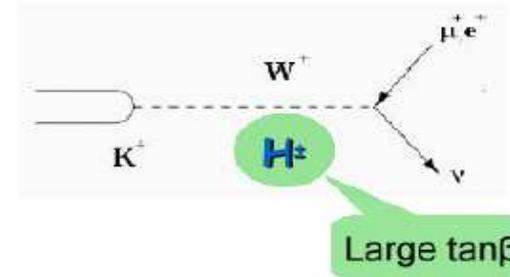
P326



Misura del rapporto $R_k = K \rightarrow e \nu_e / K \rightarrow \mu \nu_\mu$



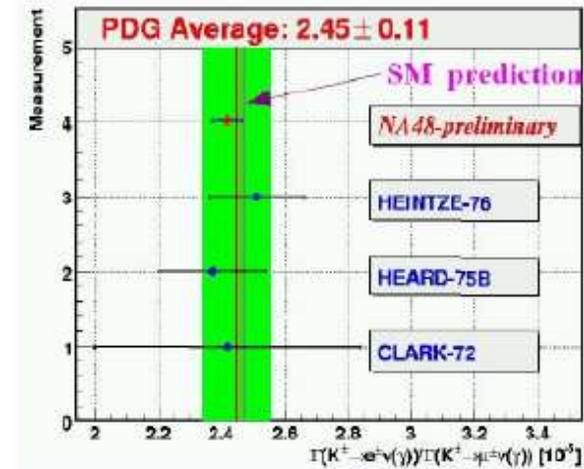
test dell'universalità leptonica
e dell'accoppiamento V-A



Masiero, Paradisi e Petronzio¹ hanno ipotizzato che violazioni supersimmetriche del sapore leptonico (SUSY LFV) possono variare il valore di R_k di 2-3 %

$\tan\beta \sim 50$ e $M_{H^\pm} \sim 500 \text{ GeV}/c^2$

$R_k = (2.472 \pm 0.001) \times 10^{-5}$ SM
 $R_k = (2.45 \pm 0.11) \times 10^{-5}$ PDG
 $R_k = (2.416 \pm 0.043 \pm 0.024) \times 10^{-5}$
 NA48/2 preliminare
 1 mese di presa dati 2003

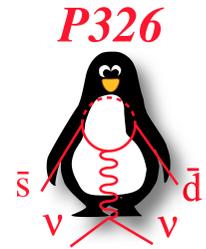


1) hep-ph/0511289



Misura del rapporto

$$R_K = \Gamma(K \rightarrow e \nu_e) / \Gamma(K \rightarrow \mu \nu_\mu)$$



NA48/2 può migliorare l'incertezza dall'attuale 2% allo 0.4%
con l'apparato esistente

Proposta presentata in febbraio al SPSC e al
Research Board \longrightarrow approvata

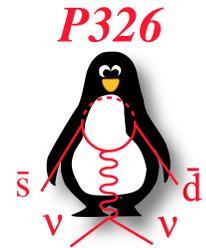
Ottenuto:

2 settimane di technical run in maggio

5 mesi di run dal 18 giugno al 12 novembre 2007 per la
misura di R_K e il test-run dei prototipi di P326 (RICH)



Contributi all'analisi dati



NA48/1

❖ Mauro Piccini

- Misura del BR dei decadimenti $\Xi^0 \rightarrow \Sigma^+ e^- \bar{\nu}$ e $\bar{\Xi}^0 \rightarrow \bar{\Sigma}^+ e^+ \nu$
- Misura di V_{us} da Ξ^0 β -decay e di g_1/f_1
→ Phys.Lett.B 645:36-46,2007

❖ Ermanno Imbergamo

- Misura del BR e della asimmetria dei decadimenti
 $\Xi^0 \rightarrow \Lambda \gamma$ e $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda \gamma$
- Misura della polarizzazione della Ξ^0

NA48/2

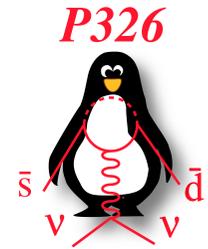
- ❖ Misura del decadimento $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \pi^0 \gamma$
Mauro Raggi, in corso di pubblicazione

P326

- ❖ Studio del fondo del decadimento $K^\pm \rightarrow \pi^\pm \nu \bar{\nu}$
Roberto Piandani



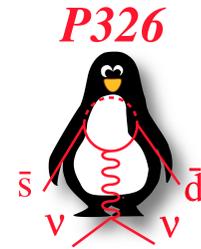
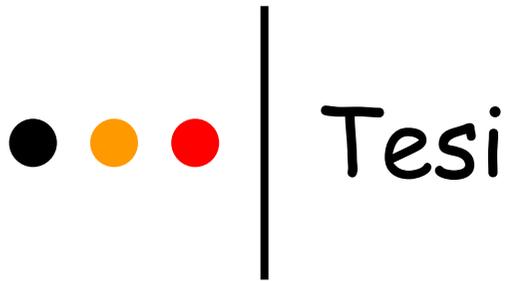
Seminari e presentazioni a conferenze



- Seminario - LIP, Lisbona '02 (G. Anzivino)
- DPF2002 (M. Piccini)
- SIF 2002 (G. Lamanna)
- IFAE 2003 (N. Nappi)
- LNF Spring School 2003 (P.Cenci)
- HEP2003 (M. Piccini)
- SIF 2003 (M. Piccini)
- BEACH2004 (M. Piccini)
- V Rencontres du Vietnam 2004 (M. Raggi)
- SIF 2004 (S. Bifani, M. Raggi)
- WIN2005 (P. Cenci)
- Kaon2005 (M. Piccini)
- Crimea2005 (G. Anzivino)
- BEACH2006 (G. Anzivino, M. Raggi)
- Crimea2006 (M. Pepe)
- AUSHEP2006 (E. Imbergamo, 2 talks)
- C2CR07 (P. Cenci)
- XLII Moriond EW 2007 (M. Raggi)

Dal 2002

➤ 33 pubblicazioni su riviste internazionali



Tesi di Laurea

- S. Bifani Studio dei decadimenti $K_{S,L} \rightarrow \pi\mu\nu$ nell'esperimento NA48/1
- R. Piandani Studio del decadimento raro $K^\pm \rightarrow \pi^\pm\nu\bar{\nu}$ con l'esperimento NA48/2: analisi e stima dei fondi

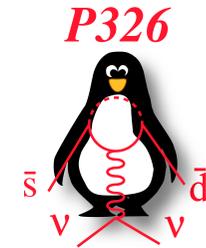
Tesi di Dottorato

- M. Piccini Studio del decadimento β della particella Ξ^0 in NA48
- E. Imbergamo Measurement of the $\alpha(\Xi^0 \rightarrow \Lambda\gamma)$ decay asymmetry factor in the experiment NA48/1 at CERN
- M. Raggi Experimental study of the $K^\pm \rightarrow \pi^\pm\pi^0\gamma$ decay

Dottorato

- R. Piandani 1° anno XXII ciclo

● ● ● | Conclusioni



Un ricco programma sperimentale nell'immediato futuro:

Prototipo RICH

- Test in laboratorio dei PMT
- Completamento meccanica
- Montaggio e installazione su fascio
- Presa dati novembre 2007

Misura $Ke2/k\mu2$

- 4 mesi di presa dati giugno-ottobre