Birth Pains of NA48

Italo Mannelli
Scuola Normale Superiore Pisa

13 Feb 1990 H. Wahl

NEW EXPERIMENT

H. Wahl : Introduction

L. Gatignon : Beam ; syst. errors/en. scale

C. Cerri : Fast liq. argon calorim.

G. Kesseler : Modification of NA31 cal.

M. Holder : Chambers

M. Holder, K. Peach : Trigger

R. Fantechi : Data aquisition

1) Why ε'/ε more precisely ?

2) Statistics

	NA31	E731'	NA31'
$K_L \to 2\pi^0$	109 k	300 k	290 k
$\to \pi^+\pi^-$	300 k		900 k
$K_S \to 2\pi^0$	930 k	250 k ?	

$\sim$ Statistical uncertainty on R

$\times 10^{-2}$	0.4	0.3 ?	0.3

3) Systematic uncertainty on R

$\times 10^{-2}$	0.5	0.4 ?	0.4

4) Total error on ε'/ε

$\times 10^{-3}$	1.1	0.7 ?	0.8

combined ε'/ε $\pm 0.5 \times 10^{-3}$?

A. Buras: The anatomy of ε'/ε

CERN TH Seminar 2 Feb 90

$m_t = 100 \pm 30$ GeV $\quad \varepsilon'/\varepsilon = 1 \pm 0.5 \times 10^{-3}$

$m_t = 210 \pm 20$ GeV $\quad \varepsilon'/\varepsilon = 0$

but:

if $m_t > 150$ GeV and $\varepsilon'/\varepsilon = 1.5 \pm 0.2 \times 10^{-3}$

then: New physics beyond direct CP violation in Standard Model!

For a total error of $\pm 0.2 \times 10^{-3}$ on Re ε'/ε

a statistics of 2×10^6 $K_L \to 2\pi^0$ and 1/3 of previous systematics are needed! [at least]

Is this possible?
Possible to do even better?

1. > 10 x Statistics ← 1. Beam int. 2. Speed
2. < 1/3 systematic error ?

B. Peyaud

Proposal for a precision measurement of ε'/ε in CP violating $K^0 \to 2\pi$ decays

P253 SEPT. 11 1990

→ G.D. Barr, P. Buchholz, R. Carosi, D. Coward, D. Cundy, N. Doble, L. Gatignon, P. Grafström, G. Kesseler, H.N. Nelson and H. Wahl — CERN

→ K.J. Peach — Edimburgh

→ H. Blümer, K. Kleinknecht, P. Mayer, B. Renk, H. Rohrer and A. Wagner — Mainz

→ M. Calvetti, P. Cenci, P. Lariccia, P. Lubrano and F. Tondi — Perugia

→ L. Bertanza, A. Bigi, P. Calafiura, R. Casali, M.C. Carrai, C. Cerri, R. Fantechi, I. Mannelli, V. Marzuli, A. Nappi, G.M. Pierazzini and F. Sergiampietri — Pisa

→ J. Cheze, M. de Beer, B. Peyaud, B. Vallage and J. Zsembery — Saclay

→ M. Holder, A. Kreutz, M. Rost, W. Weihs and R. Werthenbach — Siegen

→ C. Biino, R. Cester, F. Marchetto, S. Palestini and N. Pastrone — Torino

→ E. Griesmayr, M. Markytan, G. Neuhofer, M. Pernika, F. Szonsco, A. Taurok and C.E. Wulz — Vienna

→ ? ------

Other physics beyond $\frac{\varepsilon'}{\varepsilon}$?

NA48/2

→ Study of CP violation in $K^\pm \to 3\pi$

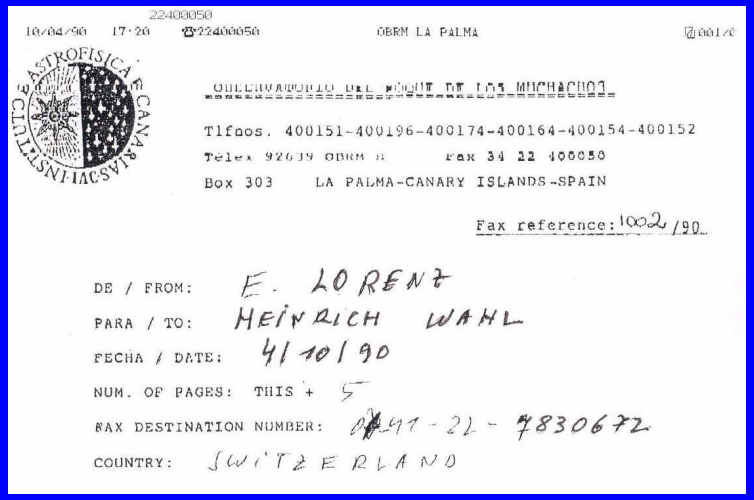
direct CP violation predicts asymetry in slope parameters (measuring CM energy density)

of order $\Delta g \sim 1.4\,10^{-3}$ for $\frac{\varepsilon'}{\varepsilon} = 3.3.10^{-3}$

Beam line can be upgraded with existing magnet to detect $K^\pm$ decays with same detector

A one year running period could improve by more than one order of magnitude the present experimental situation.

→ The use of K_L beam alone at increased intensity can bring sensitivities in BR $\sim 10^{-11}$ for rare decay $K_L \to \pi^0 e^+ e^-$



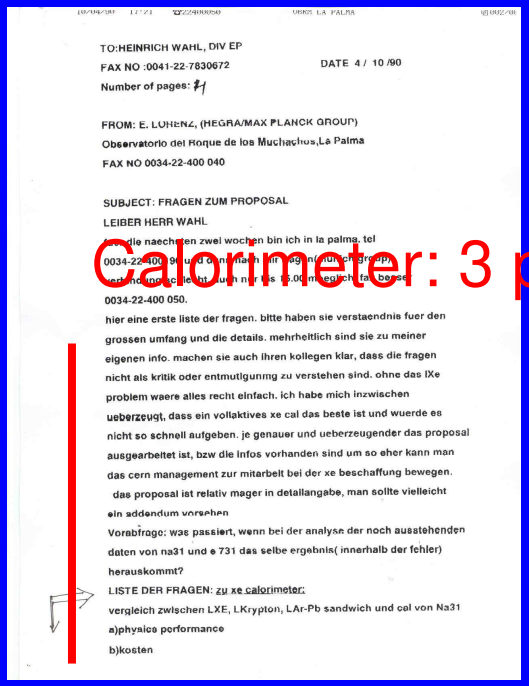
224080050
10/04/90 17:20 ☎224080050 OBRM LA PALMA

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS

Tlfnos. 400151-400196-400174-400164-400154-400152
Telex 92639 OBRM E Fax 34 22 400050
Box 303 LA PALMA-CANARY ISLANDS-SPAIN

Fax reference: 1002/90

DE / FROM: E. LORENZ
PARA / TO: HEINRICH WAHL
FECHA / DATE: 4/10/90
NUM. OF PAGES: THIS + 5
FAX DESTINATION NUMBER: 0041-22-7830672
COUNTRY: SWITZERLAND



10/04/90 17:21 ☎224080050 OBRM LA PALMA

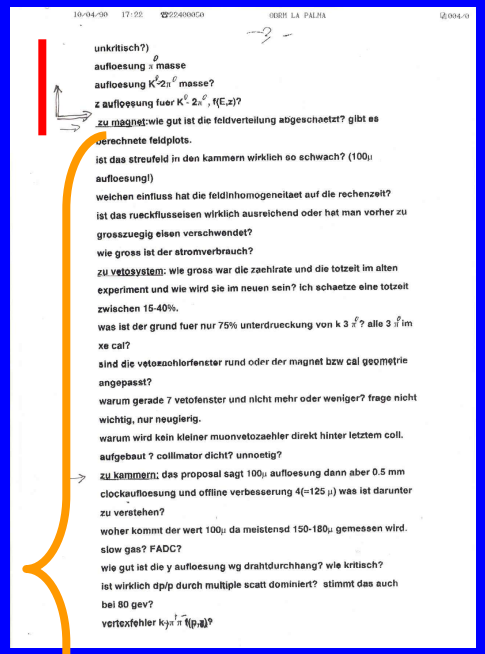
TO:HEINRICH WAHL, DIV EP
FAX NO :0041-22-7830672 DATE 4 / 10 /90
Number of pages: 1

FROM: E. LORENZ, (HEGRA/MAX PLANCK GROUP)
Observatorio del Roque de los Muchachos,La Palma
FAX NO 0034-22-400 040

SUBJECT: FRAGEN ZUM PROPOSAL
LEIBER HERR WAHL
[illegible] die naechsten zwei wochen bin ich in la palma. tel
0034-22-400 [illegible] [illegible] 99 [illegible] durch [illegible]
verbindung leicht auch nur bis 13.00 moeglich fax bis
0034-22-400 050.
hier eine erste liste der fragen. bitte haben sie verstaendnis fuer den grossen umfang und die details. mehrheitlich sind sie zu meiner eigenen info. machen sie auch ihren kollegen klar, dass die fragen nicht als kritik oder entmutigung zu verstehen sind. ohne das IXe problem waere alles recht einfach. ich habe mich inzwischen ueberzeugt, dass ein vollaktives xe cal das beste ist und wuerde es nicht so schnell aufgeben. je genauer und ueberzeugender das proposal ausgearbeitet ist, bzw die infos vorhanden sind um so eher kann man das cern management zur mitarbeit bei der xe beschaffung bewegen.
das proposal ist relativ mager in detailangabe, man sollte vielleicht ein addendum vorsehen
Vorabfrage: was passiert, wenn bei der analyse der noch ausstehenden daten von na31 und e 731 das selbe ergebnis(innerhalb der fehler) herauskommt?
LISTE DER FRAGEN: zu xe calorimeter:
vergleich zwischen LXE, LKrypton, LAr-Pb sandwich und cal von Na31
a)physics performance
b)kosten

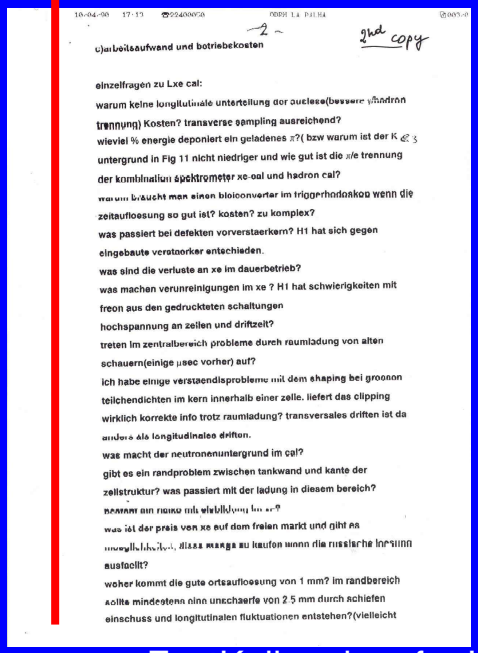
Calorimeter: 3 pages

10/04/90 17:21 ☎224080050 OBRM LA PALMA
-2-
einzelfragen zu Lxe cal:
warum keine longitutinale unterteilung der auslese(bessere γ/hadron trennung) Kosten? transverse sampling ausreichend?
wieviel % energie deponiert ein geladenes π?(bzw warum ist der K & π untergrund in Fig 11 nicht niedriger und wie gut ist die π/e trennung
der kombination spektrometer xe-cal und hadron cal?
warum braucht man einen bleiconverter im triggerhodoskop wenn die zeitaufloesung so gut ist? kosten? zu komplex?
was passiert bei defekten vorverstaerkern? H1 hat sich gegen eingebaute verstaerker entschieden.
was sind die verluste an xe im dauerbetrieb?
was machen verunreinigungen im xe ? H1 hat schwierigkeiten mit freon aus den gedrueckteten schaltungen
hochspannung an zellen und driftzeit?
treten im zentralbereich probleme durch raumladung von alten schauern(einige µsec vorher) auf?
ich habe einige verstaendisprobleme mit dem shaping bei grossen teilchendichten im kern innerhalb einer zelle. liefert das clipping wirklich korrekte info trotz raumladung? transversales driften ist da anders als longitudinales driften.
was macht der neutronenuntergrund im cal?
gibt es ein randproblem zwischen tankwand und kante der zellstruktur? was passiert mit der ladung in diesem bereich?
besteht ein risiko mit einbildung im xe?
was ist der preis von xe auf dem freien markt und gibt es moeglichkeiten, diese menge zu kaufen wenn die russische loesung ausfaellt?
woher kommt die gute ortsaufloesung von 1 mm? im randbereich sollte mindestens eine unschaerfe von 2.5 mm durch schiefen einschuss und longitutinalen fluktuationen entstehen?(vielleicht

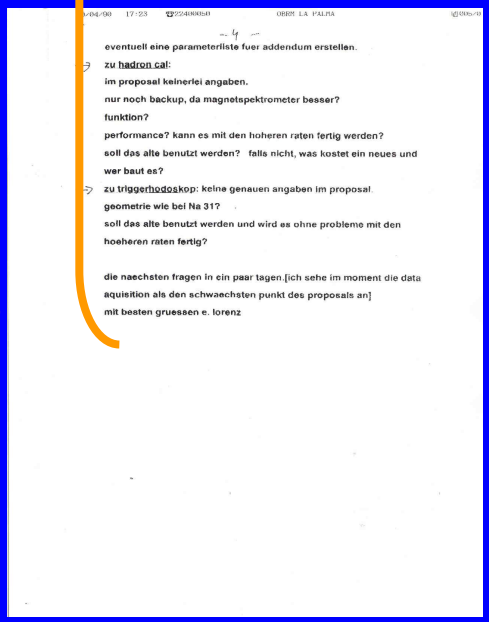


10/04/90 17:22 ☎224080050 OBRM LA PALMA
-3-
unkritisch?)
aufloesung π⁰ masse
aufloesung K⁰2π⁰ masse?
z aufloesung fuer K⁰ 2π⁰, f(E,z)?
zu magnet:wie gut ist die feldverteilung abgeschaetzt? gibt es berechnete feldplots.
ist das streufeld in den kammern wirklich so schwach? (100µ aufloesung!)
welchen einfluss hat die feldinhomogeneitaet auf die rechenzeit?
ist das rueckflusseisen wirklich ausreichend oder hat man vorher zu grosszuegig eisen verschwendet?
wie gross ist der stromverbrauch?
zu vetosystem: wie gross war die zaehlrate und die totzeit im alten experiment und wie wird sie im neuen sein? ich schaetze eine totzeit zwischen 15-40%.
was ist der grund fuer nur 75% unterdrueckung von k 3 π⁰? alle 3 π⁰ im xe cal?
sind die vetozaehlerfenster rund oder der magnet bzw cal geometrie angepasst?
warum gerade 7 vetofenster und nicht mehr oder weniger? frage nicht wichtig, nur neugierig.
warum wird kein kleiner muonvetozaehler direkt hinter letztem coll. aufgebaut ? collimator dicht? unnoetig?
zu kammern: das proposal sagt 100µ aufloesung dann aber 0.5 mm clockaufloesung und offline verbesserung 4(=125 µ) was ist darunter zu verstehen?
woher kommt der wert 100µ da meistensd 150-180µ gemessen wird. slow gas? FADC?
wie gut ist die y aufloesung wg drahtdurchhang? wie kritisch?
ist wirklich dp/p durch multiple scatt dominiert? stimmt das auch bei 80 gev?
vertexfehler kγπ⁰ f(p,π)?

Rest of the Experiment : 1 ½ pages



10/04/90 17:17 ☎224080050 OBRM LA PALMA
-2-
2nd copy
c)arbeitsaufwand und betriebekosten
einzelfragen zu Lxe cal:
warum keine longitutinale unterteilung der auslese(bessere γ/hadron trennung) Kosten? transverse sampling ausreichend?
wieviel % energie deponiert ein geladenes π?(bzw warum ist der K & π untergrund in Fig 11 nicht niedriger und wie gut ist die π/e trennung
der kombination spektrometer xe-cal und hadron cal?
warum braucht man einen bleiconverter im triggerhodoskop wenn die zeitaufloesung so gut ist? kosten? zu komplex?
was passiert bei defekten vorverstaerkern? H1 hat sich gegen eingebaute verstaerker entschieden.
was sind die verluste an xe im dauerbetrieb?
was machen verunreinigungen im xe ? H1 hat schwierigkeiten mit freon aus den gedrueckteten schaltungen
hochspannung an zellen und driftzeit?
treten im zentralbereich probleme durch raumladung von alten schauern(einige µsec vorher) auf?
ich habe einige verstaendisprobleme mit dem shaping bei grossen teilchendichten im kern innerhalb einer zelle. liefert das clipping wirklich korrekte info trotz raumladung? transversales driften ist da anders als longitudinales driften.
was macht der neutronenuntergrund im cal?
gibt es ein randproblem zwischen tankwand und kante der zellstruktur? was passiert mit der ladung in diesem bereich?
besteht ein risiko mit einbildung im xe?
was ist der preis von xe auf dem freien markt und gibt es moeglichkeiten, diese menge zu kaufen wenn die russische loesung ausfaellt?
woher kommt die gute ortsaufloesung von 1 mm? im randbereich sollte mindestens eine unschaerfe von 2.5 mm durch schiefen einschuss und longitutinalen fluktuationen entstehen?(vielleicht



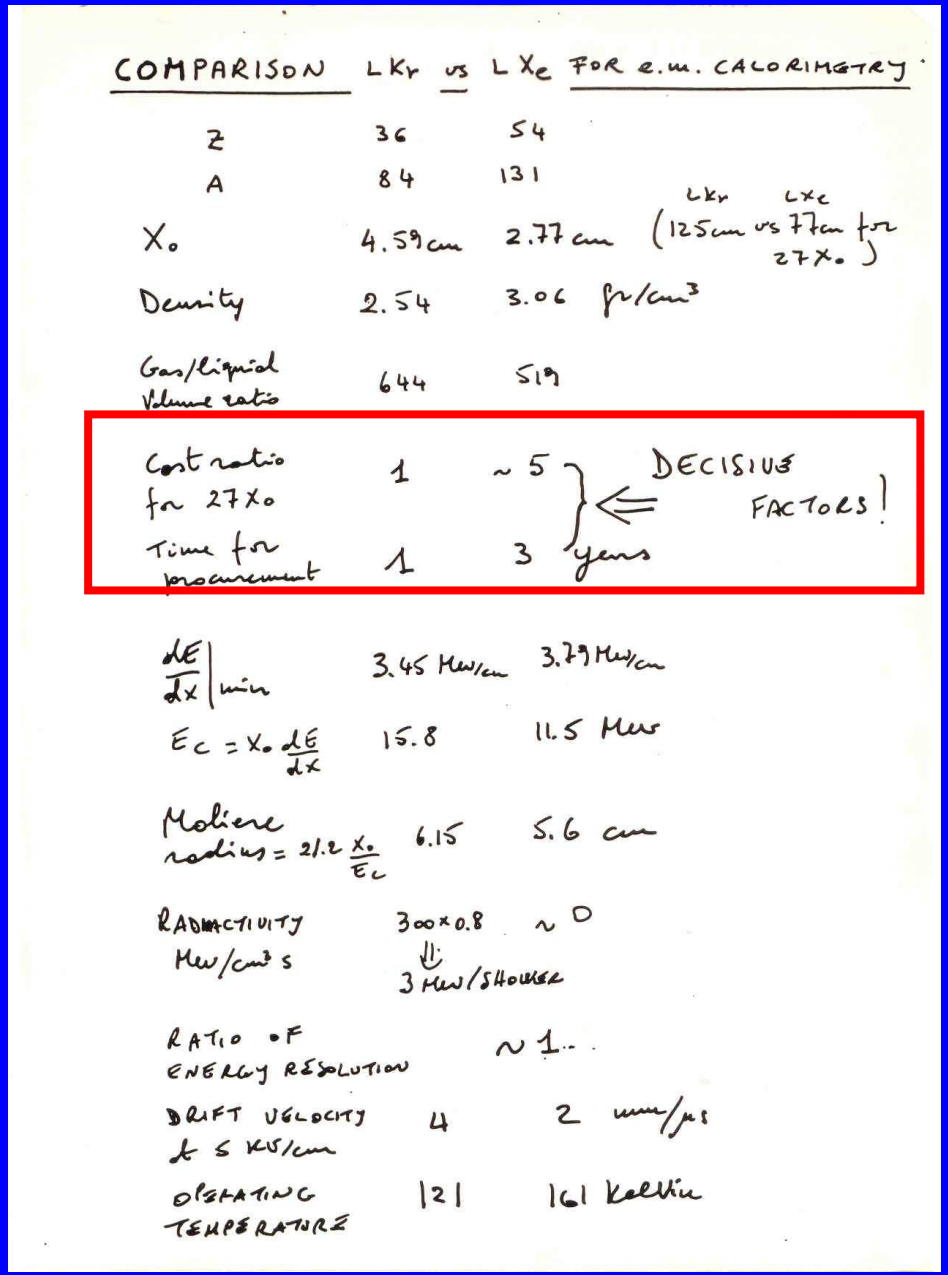
-4-
eventuell eine parameterliste fuer addendum erstellen.
zu hadron cal:
im proposal keinerlei angaben.
nur noch backup, da magnetspektrometer besser?
funktion?
performance? kann es mit den hoheren raten fertig werden?
soll das alte benutzt werden? falls nicht, was kostet ein neues und wer baut es?
zu triggerhodoskop: keine genauen angaben im proposal.
geometrie wie bei Na 31?
soll das alte benutzt werden und wird es ohne probleme mit den hoheren raten fertig?

die naechsten fragen in ein paar tagen.[ich sehe im moment die data aquisition als den schwaechsten punkt des proposals an]
mit besten gruessen e. lorenz

CERN, 11 February 2003

FestKolloquium for Heinrich Wahl

From liquid xenon
To liquid krypton



COMPARISON LKr vs LXe FOR e.m. CALORIMETRY

Z	36	54	
A	84	131	
X_0	4.59 cm	2.77 cm	(LKr 125 cm vs LXe 77 cm for $27X_0$)
Density	2.54	3.06 gr/cm³	
Gas/liquid Volume ratio	644	519	
Cost ratio for $27X_0$	1	~ 5	⇐ DECISIVE FACTORS!
Time for procurement	1	3 years	⇐ DECISIVE FACTORS!
$\left.\frac{dE}{dx}\right\|_{min}$	3.45 MeV/cm	3.79 MeV/cm	
$E_c = X_0 \frac{dE}{dx}$	15.8	11.5 MeV	
Moliere radius $= 21.2 \frac{X_0}{E_c}$	6.15	5.6 cm	
RADIACTIVITY MeV/cm³ s	300×0.8 ⇓ 3 MeV/SHOWER	~ 0	
RATIO OF ENERGY RESOLUTION		~ 1	
DRIFT VELOCITY at 5 KV/cm	4	2 mm/μs	
OPERATING TEMPERATURE	121	161 Kelvin	

GMUNDEN 25-29 APRIL 1992

MC with electrons of 15 GeV and 0.5mm of shift of the central foil

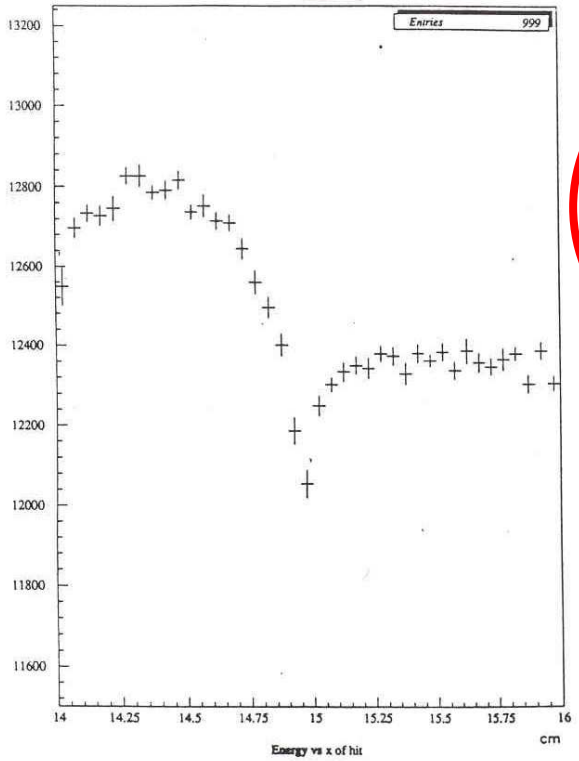


Figure 6:

8

MC
EGS4
SIMULATION
R. FANTECHI
B. GORINI

MC with electrons of 15 GeV and 0.5mm of shift of the central foil

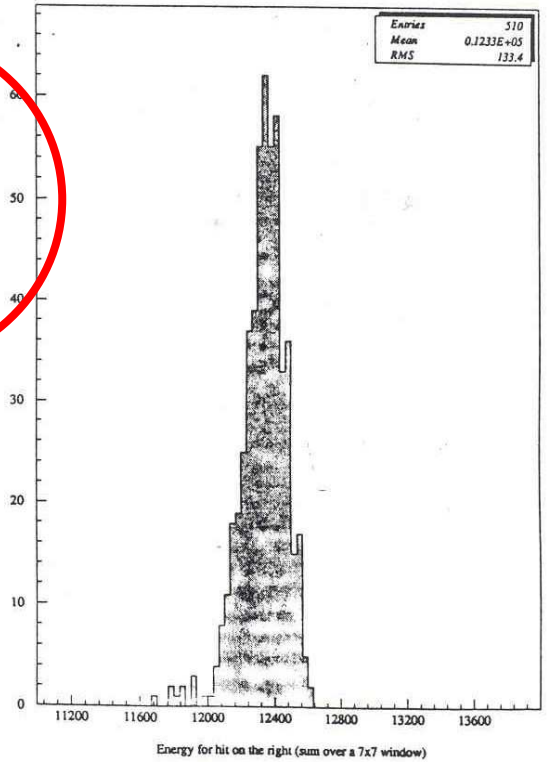


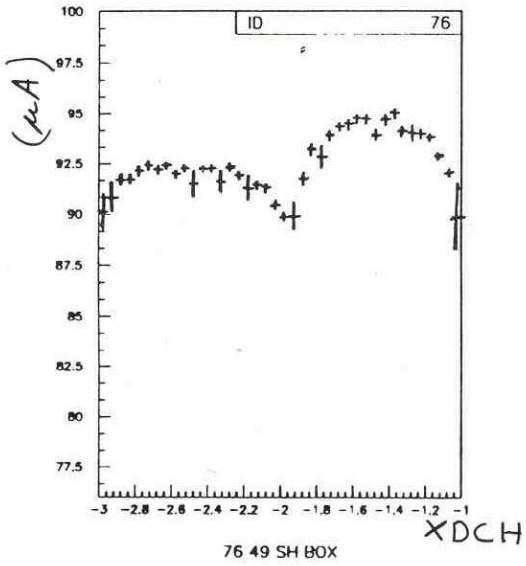
Figure 8:

10

A. CECCUCCI
DEC 92

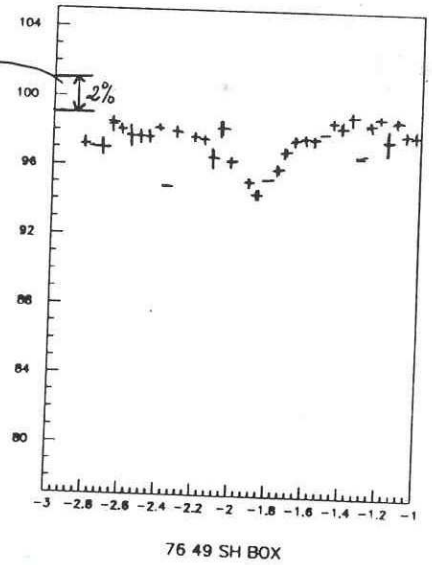
PROOF OF ORIGIN OF ASYMMETRY

Cell #76
After the insertion of more spacers



Cell #76 before the insertion of more spacers

DIFFERENCE BETWEEN 2 SIDES OF CELL #76 BEFORE AND AFTER



⇒ POINTING GEOMETRY FOR FREE! JUNE 92

GEOMETRICAL REQUIREMENTS FOR LKr CALORIMETER AND SYSTEMATIC ERROR ON ε'/ε

I. MANNELLI

A) FOR CONSTANT TERM OF ENERGY RESOLUTION BETTER THAN

$0.5\% \Rightarrow 0.1$ mm ACCURACY

NEEDED (LOCALLY AT LEAST) ON THE POSITIONING OF THE FOILS DEFINING THE CELLS IN TRANSVERSE HORIZONTAL (DRIFT) DIRECTION

B) A SCALE ERROR OF 0.2 mm OVER 1 m INDUCES AN ERROR OF $1 \cdot 10^{-4}$ ON ε'/ε FOR A 2λ CUT AS IN PROPOSAL

(2)

(3)

A (MORE ACCURATE ?) MC HAS GIVEN (70 & 170 fwrc)

X	F
1.3	7
2	3.2
2.7	1.7

SO INDEED CUTTING AT $X = 2$ (PROPOSAL)

A GEOMETRICAL INACCURACY OF 0.2 mm / 1 m GIVES SYSTEMATIC ERROR OF $\sim 10^{-4}$ ON ε'/ε

PERSONALLY I DO NOT SEE THAT (AT THE MOMENT !) ACCURACY AND STABILITY IN POSITION AND SCALE TO THIS LEVEL IS POSSIBLE.

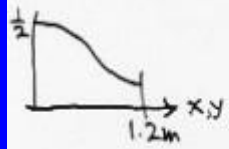
BACK TO TRANSVERSE FOILS ??

Refined estimate

"Octagonal" detector

100 ns eff. time resolution.

Accid. rate $\frac{1}{2} 10^6 \, Hz/m^2 \, e^{-r^2/(0.6m)}$ $\tau = 2a^2$



$1/2 \, 10^6 \, \gamma/sec/m^2$

5% probability to have accid. γ anywhere with r

Rate/distribution of "good" photons $\sim e^{-r^2/R^2}$

Projective R/O:

$$\int e^{-r^2/R^2}\left(1+\frac{2\times 0.2m}{\sqrt{2\pi a^2}} e^{-r^2/2a^2}\right) - 2e^{-y^2/R^2} e^{-x^2/R^2 - x^2/2a^2} \frac{2\times 0.2m}{\sqrt{2\pi a^2}} ds^2/R^2$$

$$= 1 + \frac{1}{2}\left(\frac{2\times 0.2}{\sqrt{2\pi a^2}}\right)^2 - \int \frac{2}{\pi} e^{-y^2/R^2} dy \, e^{-x^2/R^2 - x^2/2a^2} \frac{2 \, 0.2m}{\sqrt{2\pi a^2}} dx/R^2$$

$$= 2 \frac{}{\sqrt{\pi R^2}\sqrt{2}} 2\times 0.2m = \overset{\times 1.6}{\frac{4}{\sqrt{\pi 2}}} \frac{0.2m}{R} \quad \text{if } 2a^2 \approx R^2$$

Tower R/O:

$$\frac{\pi}{4} e^{-x^2/R^2} \overset{0.4}{} e^{-x^2/2a^2} e^{-y^2/R^2} \overset{0.2m/\sqrt{\pi/2 R^2}}{0.4} e^{-y^2/2a^2} ds^2/R^2$$

$$= \frac{\pi}{4} e^{-r^2/R^2} 0.4^2 e^{-r^2/2a^2} dr^2/R^2 \approx \frac{\pi}{8}\left(1.6 \frac{0.2m}{R}\right)^2$$

Projective R/O loss $\approx 1.6 \, 0.2m/R$

Tower R/O loss $= \frac{\pi}{8}\left(1.6 \, 0.2m/R\right)^2$

$\wedge$ Event loss w tower R/O is reduced

by factor $\underbrace{\frac{\pi}{4} 0.8}_{0.6} \, (0.2m/R)$

shower width

width of photon distrib $\approx 60 \ldots 100$ cm

For $R = 2a = 0.6m$:

Event loss/problems w projective R/O $\approx 50\%$

w tower R/O $\approx 10\%$

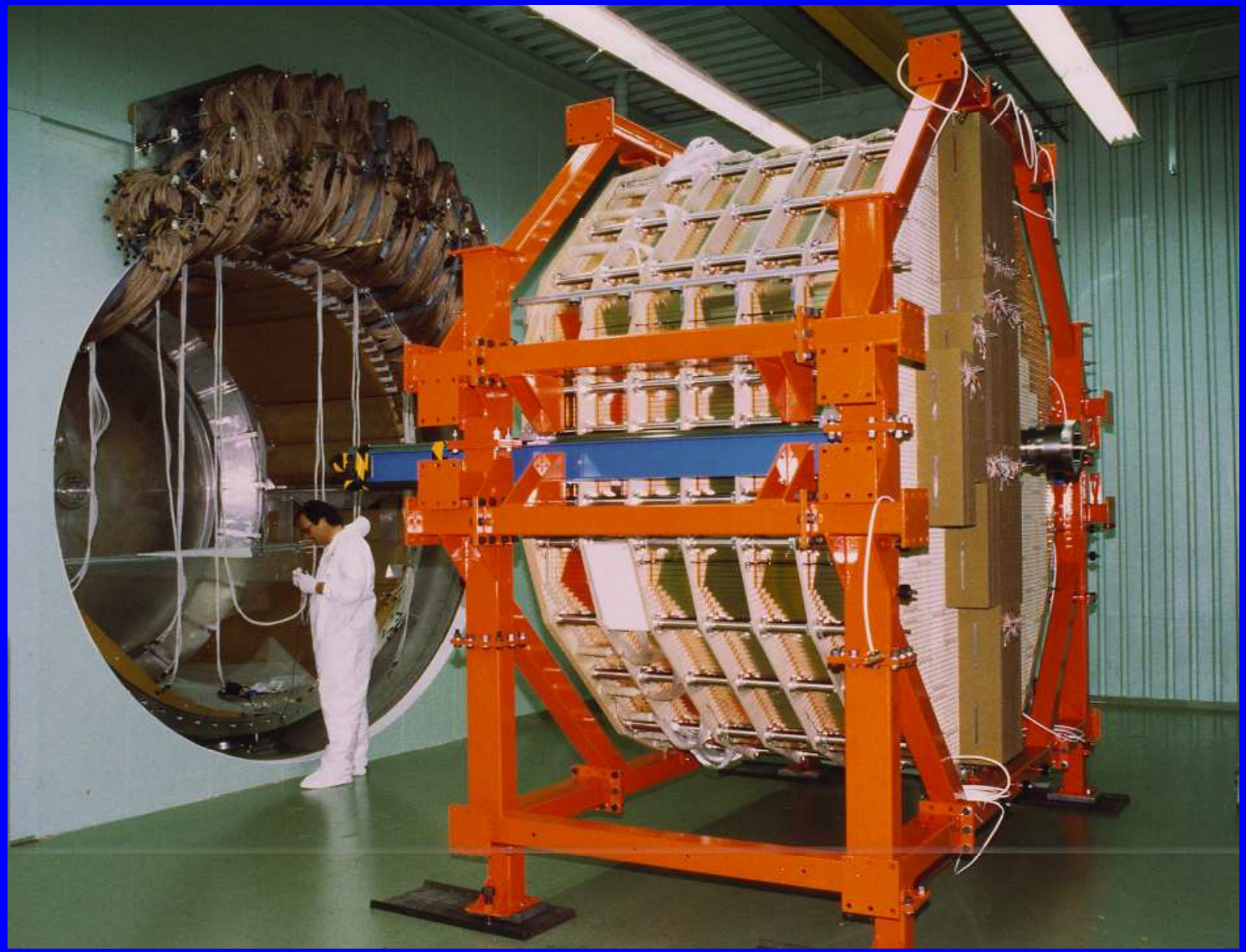
+5% accidental activity:

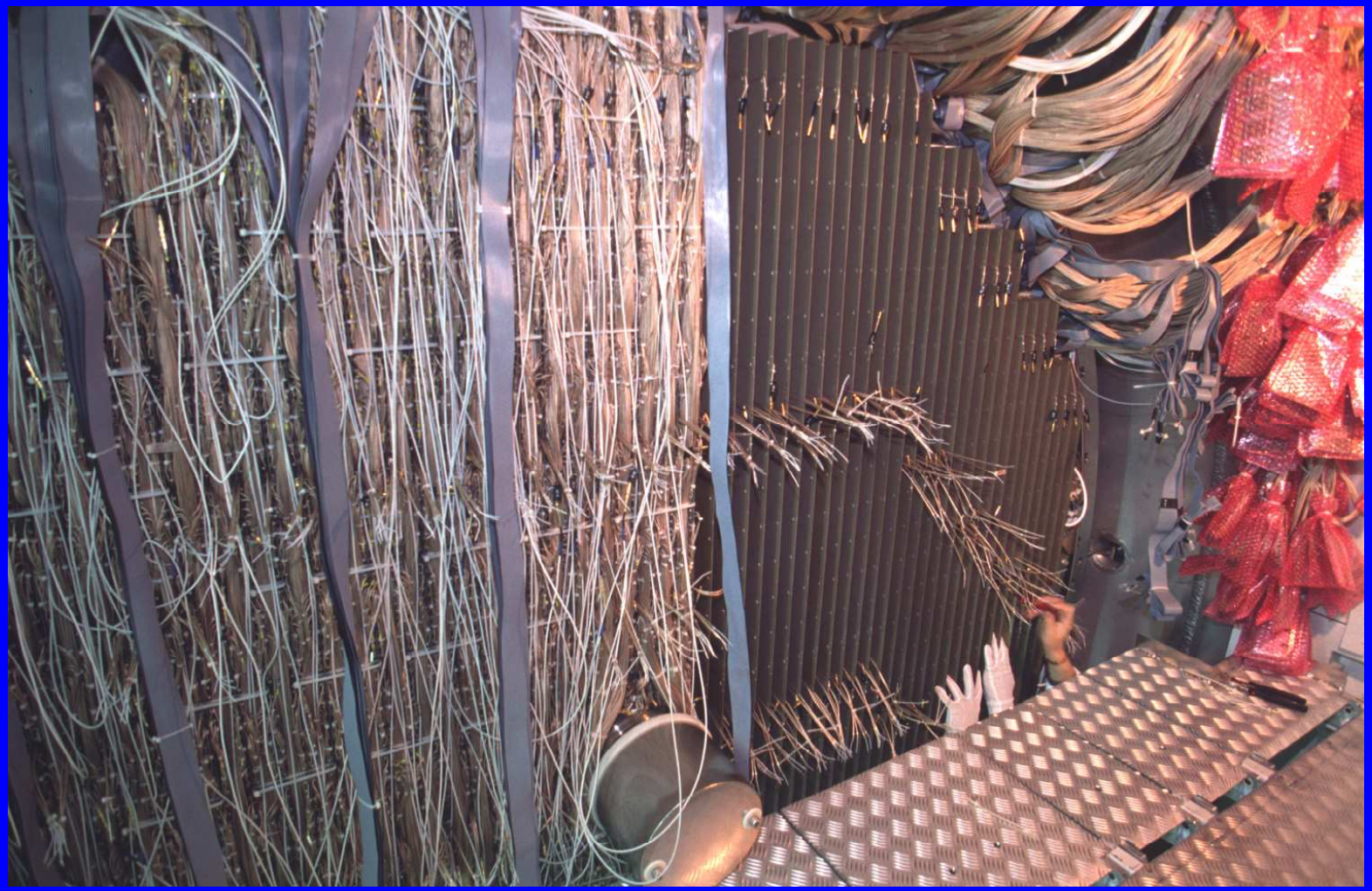
projections: 2.5% problems / losses

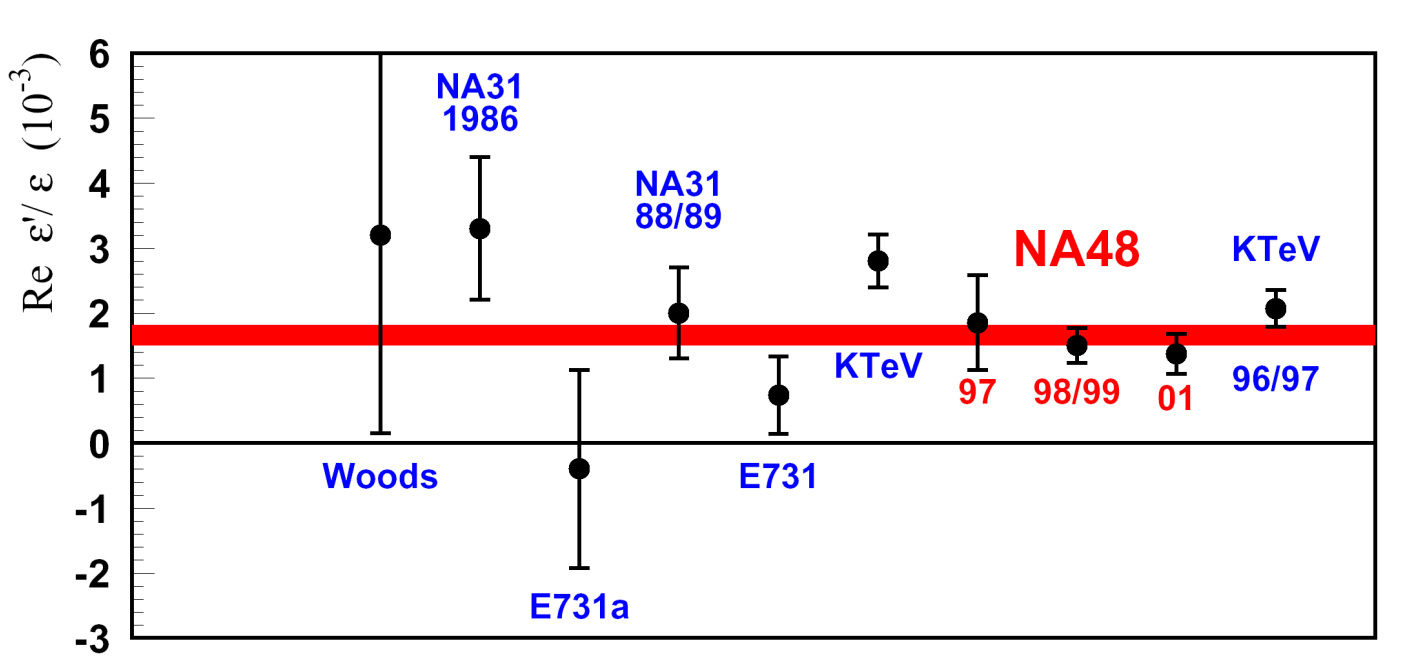
$\boxed{\text{towers: } 0.5\% \text{ problems/losses.}}$

If $> 1\gamma$/quadrant: towers even better, but result is still optimistic!

H. Wahl
11/12/92






Re ε'/ ε (10^-3)
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
NA31
1986
NA31
88/89
NA48
KTeV
KTeV
97
98/99
01
96/97
Woods
E731
E731a