

IFAE 2007

L' ESPERIMENTO **MEG**:
LO STATO E LE PROSPETTIVE

S. Dussoni

SOMMARIO

- il decadimento
- le problematiche
 - i rivelatori
- a che punto siamo
 - risultati

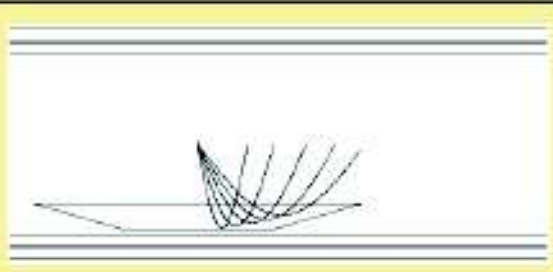
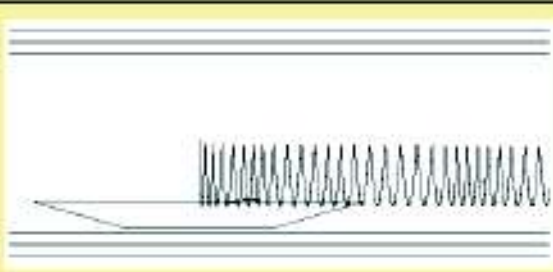
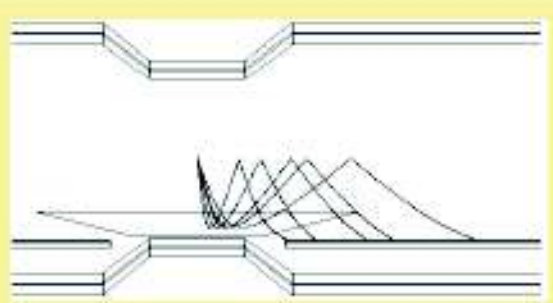
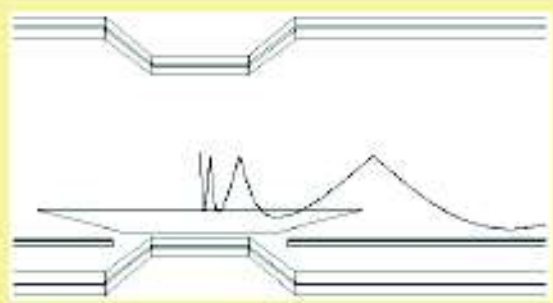
Storia del $\mu \rightarrow e\gamma$

- grafico di B_{meg} vs t ...e un po' di fuffa...

MEG vs MEGA

principali differenze costruttive tra MEG e MEGA

- campo disuniforme anzichè solenoidale
 - calorimetria diretta del fotone (Lxe) anzichè conversione in e-e+
- inoltre, miglioramento delle prestazioni dei singoli rivelatori

	Constant $ p $ track	High p_T track
Uniform field		
CoBRa: Constant bending quick sweep away		

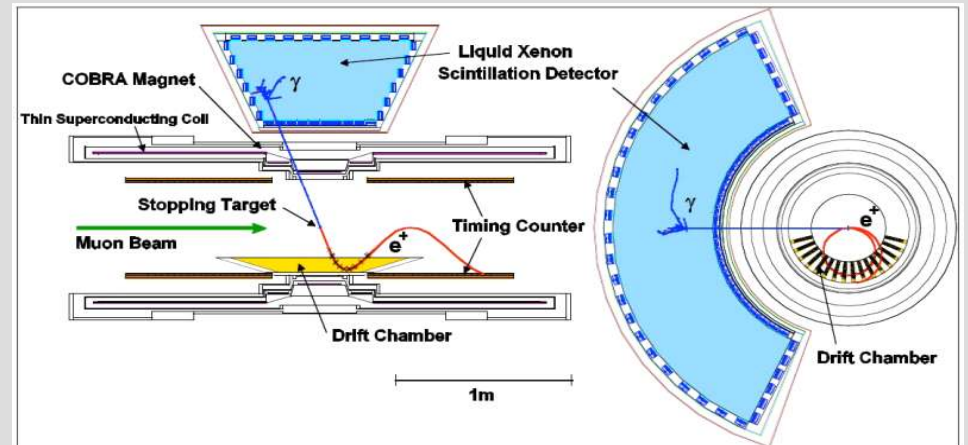
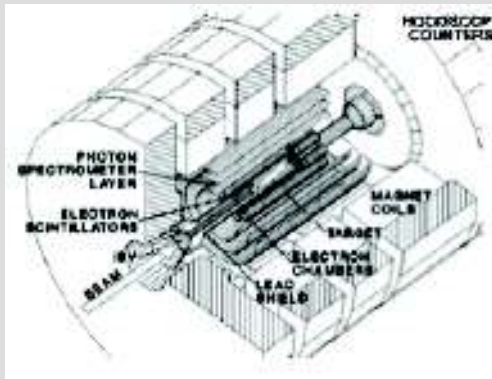
MEG vs MEGA

principali differenze costruttive tra MEG e MEGA

- campo disuniforme anzichè solenoidale
 - calorimetria diretta del fotone (Lxe) anzichè conversione in e-e+
- inoltre, miglioramento delle prestazioni dei singoli rivelatori

MIGLIORAMENTO DEL LIMITE SU

$\mathcal{B}_{\mu \rightarrow e\gamma}$
~~DI QUASITRE ORDINI DI GRANDEZZA~~
DUE



MEG vs MEGA

principali differenze costruttive tra MEG e MEGA

- campo disuniforme anzichè solenoidale
 - calorimetria diretta del fotone (Lxe) anzichè conversione in e-e+
- inoltre, miglioramento delle prestazioni dei singoli rivelatori

MIGLIORAMENTO DEL LIMITE SU

$\mathcal{B}_{\mu \rightarrow e\gamma}$

DI QUATTRE ORDINI DI GRANDEZZA

DUE

Exp./Lab	Year	$\Delta E_e/E_e$ (%)	$\Delta E_\gamma/E_\gamma$ (%)	$\Delta t_{e\gamma}$ (ns)	$\Delta \theta_{e\gamma}$ (mrad)	Stop rate (s ⁻¹)	Duty cyc. (%)	BR (90% CL)
SIN	1977	8.7	9.3	1.4	-	5×10^5	100	3.6×10^{-9}
TRIUMF	1977	10	8.7	6.7	-	2×10^5	100	1×10^{-9}
LANL	1979	8.8	8	1.9	37	2.4×10^5	6.4	1.7×10^{-10}
Crystal Box	1986	8	8	1.3	87	4×10^5	(6.9)	4.9×10^{-11}
MEGA	1999	1.2	4.5	1.6	17	2.5×10^8	(6.7)	1.2×10^{-11}
MEG	2006	0.8	4	0.15	19	2.5×10^7	100	1×10^{-13}

Considerazioni sul $\mu \rightarrow e\gamma$

Decadimento di μ in quiete:

- positrone e fotone collineari ed opposti
- equa ripartizione dell'energia:

$$E_{\gamma} = E_{p} = 52.8 \text{ MeV}$$

attuale limite

$$\mathcal{B}_{\mu \rightarrow e\gamma} < 1.2 \text{E}(-11)$$

fonti di disturbo:

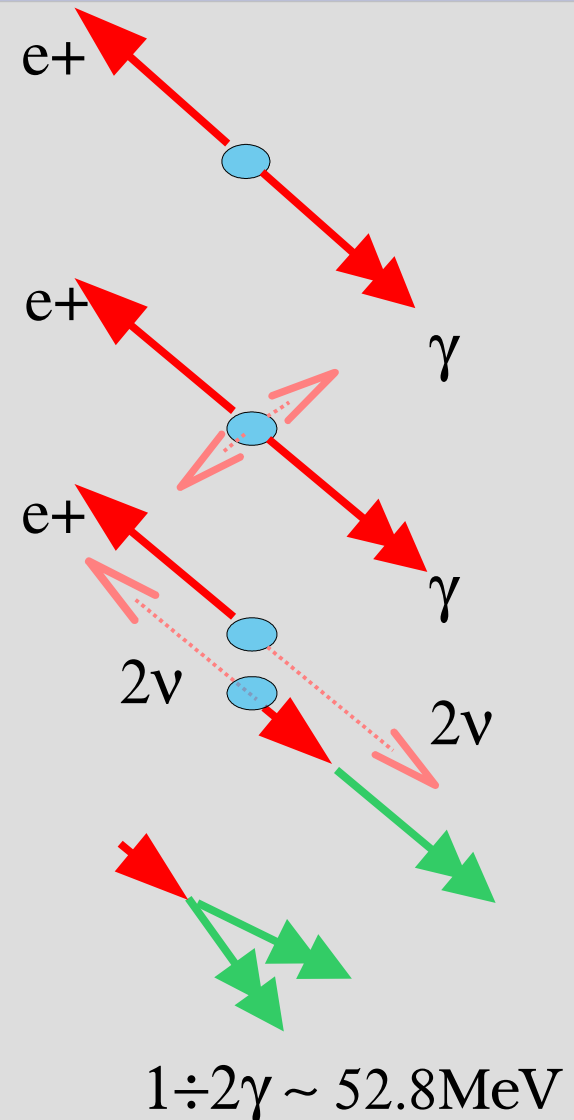
background fisico

background accidentale

ottimizzare i rivelatori per massimizzare la

possibilita' di osservare un evento "vero" senza

ambiguita' con background



Cosa (e come) misurare?

Da quanto appena detto:

- energia;
- istante di emissione;
- direzione di emissione;

$$SES = \frac{1}{N} = (R \times T \times eff)^{-1}$$

$$N_{acc} = (N_{\mu} \cdot f_e^0 \cdot \frac{\Omega}{4\pi} \cdot \varepsilon_e) \cdot (N_{\mu} \cdot f_{\gamma}^0 \cdot \frac{\Omega}{4\pi} \cdot \varepsilon_{\gamma}) \times \left(\frac{\delta\omega}{\Omega}\right) \cdot (2\delta t) \cdot T \cdot f_{P_{\mu}},$$

Percio':

- fascio continuo (minor rate istantaneo);
- ottimizzazione della risoluzione per tutte le grandezze;
- sforzo costante di calibrazione e controllo.

Calorimetro a Xe liquido

Uso di Xe liquido per rivelatori a scintillazione:

- meccanismo di emissione luminosa senza riassorbimento intrinseco → calorimetria;
- alto Z applicabile per fotoni energetici;
- alta efficienza di emissione (85% NaI), risposta veloce (15ns).

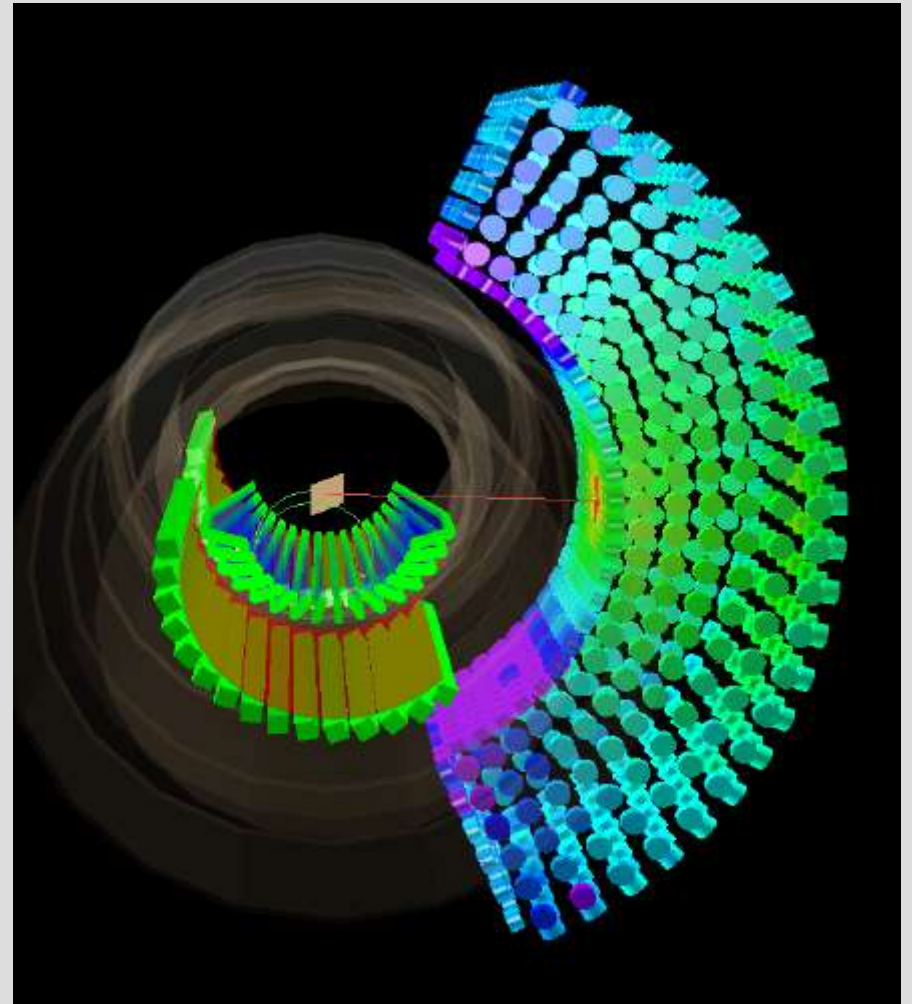
Concepito un rivelatore con 880 PMT che circondano il recipiente di Xe.

- Temperatura di liquefazione 93K → criostato, PMT;
- Caratteristiche di emissione → procedura di purificazione;
- Digitizzazione delle forme d'onda di ogni PMT .

Tutti gli aspetti investigati mediante prototipi (Large Prototype e' attualmente il piu' grande rivelatore a Xe liquido in attesa del calorimetro finale di MEG); principali risultati ottenuti:

- Risoluzione energetica 4%@52.8MeV
- Risoluzione temporale 150ps FWHM
- Risoluzione spaziale in grado di distinguere due fotoni con $\delta\phi > 0.1$

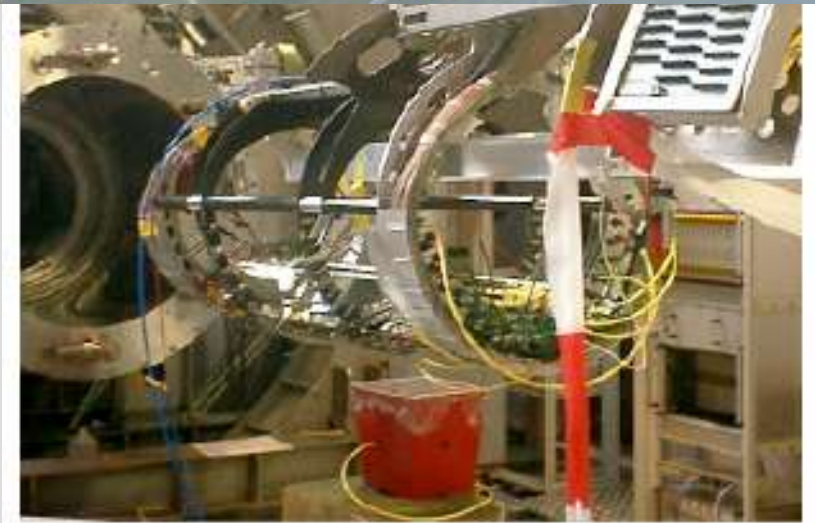
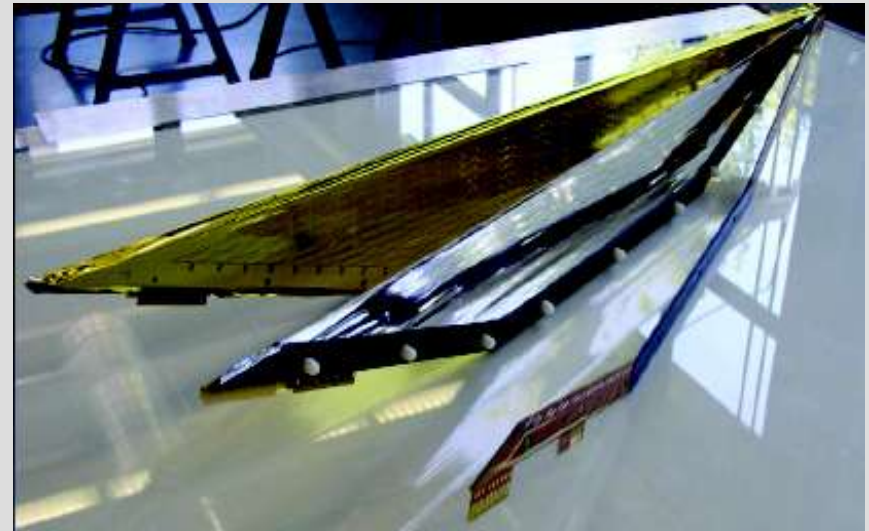
Calorimetro a Xe liquido



Rivelatore di positroni

Tre sono i suoi componenti:

- COBRA, il magnete per la selezione in impulso;
- Drift Chambers (DC) per la ricostruzione della traiettoria;
- Timing Counter, dedicato alla determinazione del tempo di emissione del positrone con 100ps di accuratezza FWHM



Timing Counter

Disegnato per fornire:

- il tempo di volo del positrone
- il punto di impatto del medesimo (ricostruzione della traiettoria e quindi del tempo di generazione)
- segnale veloce per il trigger globale.)



Exp. application (*)	Counter size (cm) (T x W x L)	Scintillator	PMT	λ_{gr} (cm)	$\sigma_t(\text{meas})$	$\sigma_t(\text{exp})$
G.D. Agostini	3 x 15 x 100	NE114	XP2020	200	120	60
T. Tanimori	3 x 20 x 150	SCSN38	R1332	180	140	110
T. Sugitate	4 x 3.5 x 100	SCSN23	R1828	200	50	53
R.T. Gile	5 x 10 x 280	BC408	XP2020	270	110	137
TOPAZ	4.2 x 13 x 400	BC412	R1828	300	210	240
R. Stroynowski	2 x 3 x 300	SCSN38	XP2020	180	180	420
Belle	4 x 6 x 255	BC408	R6680	250	90	143
MEG	4 x 4 x 90	BC404	R5924	270	38	



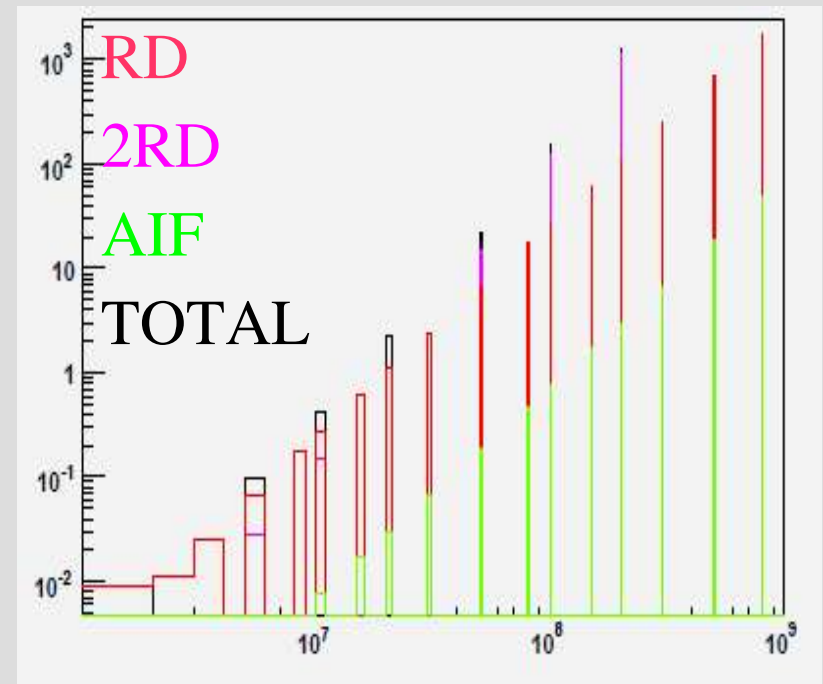
Nella realta'

Date le prestazioni dei rivelatori E la situazione "pratica":

- quanti eventi di background ci aspettiamo?
- in quanto tempo si esaurisce la misura?

indicazioni da MC:

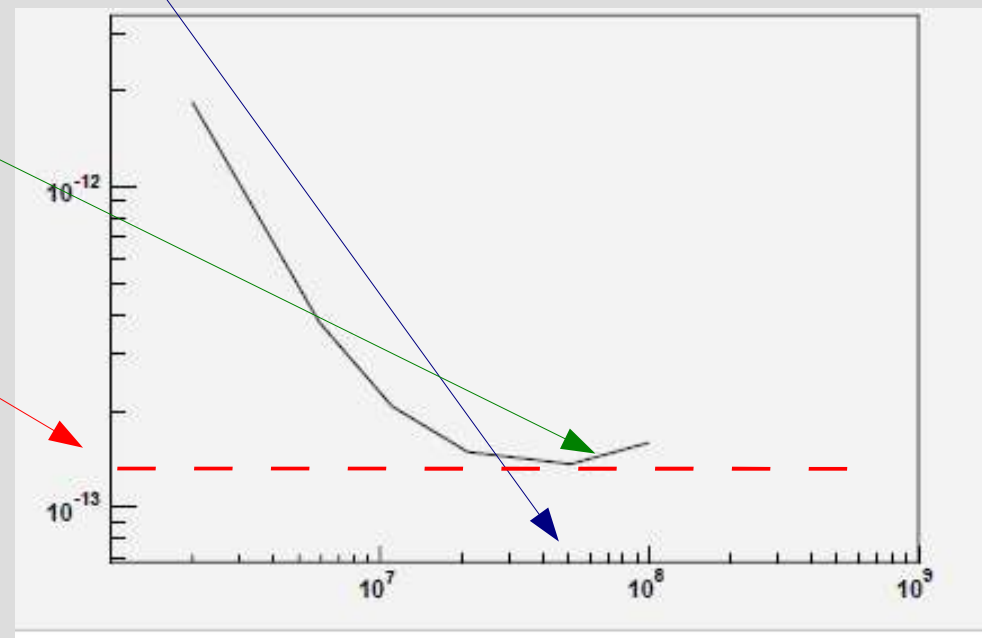
- generazione di fotoni di alta energia da interazione di positroni con i materiali presenti (sia attivi che passivi, strutture etc.), generazione di fotoni "a coppie"
- generazione di fotoni di alta energia da decadimenti radiativi



Quanto tempo?

Andamento della sensibilità in funzione del tempo di misura, nel caso di mancata osservazione del decadimento (limite superiore):

- andamento decrescente fino a ~ 2 anni di presa dati
- a questo punto, saturazione dovuta al background con peggioramento della misura
- limite massimo: $\sim 1.2 \times 10^{-13}$



Precauzioni

Controllo dell'affidabilità della misura:

- calibrazione in energia del calorimetro
- controllo del funzionamento del COBRA (selezione corretta dell'energia del positrone)
- controllo dei parametri di funzionamento del timing counter
- controllo della sincronizzazione di tutto l'apparato entro 100 ps.



Controllo dell'affidabilità della misura:

- calibrazione in energia del calorimetro;
- controllo del sistema COBRA+DC (selezione cinematica del positrone);
- controllo del funzionamento del timing counter

metodi di CALIBRAZIONE

Conclusioni

