

# STATO DELLA RICERCA SULLA VIOLAZIONE DEL SAPORE LEPTONICO NEL SETTORE DEI LEPTONI CARICHI CON L'ESPERIMENTO MEG-II

Manuel Meucci, INFN Roma 1 e Sapienza Università di Roma

per conto della collaborazione MEG-II

Incontri di Fisica delle Alte Energie 2019, Napoli

10/04/2019

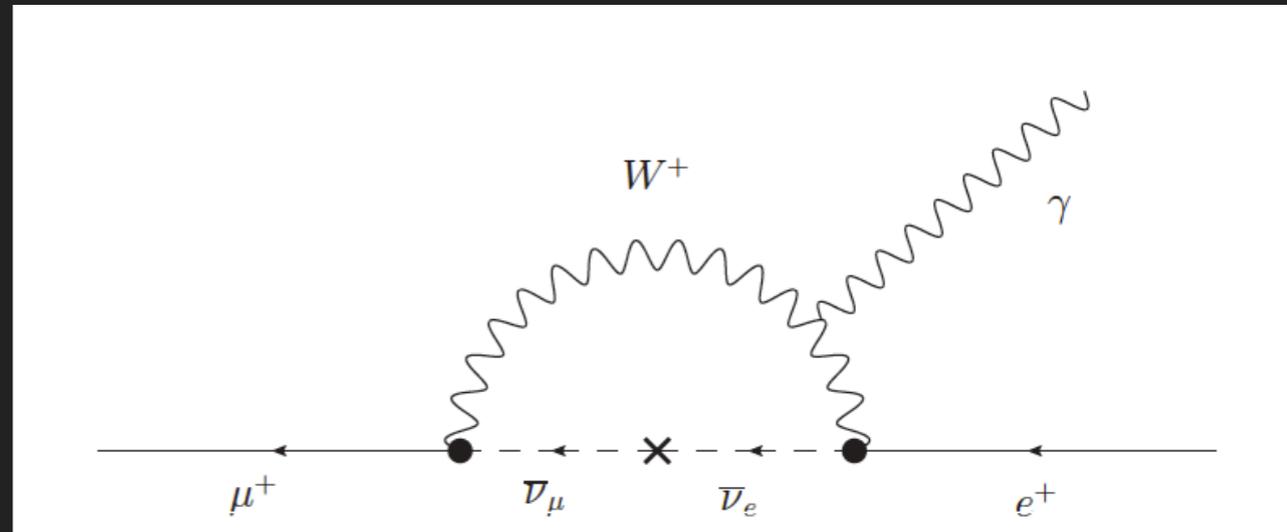


## INDICE

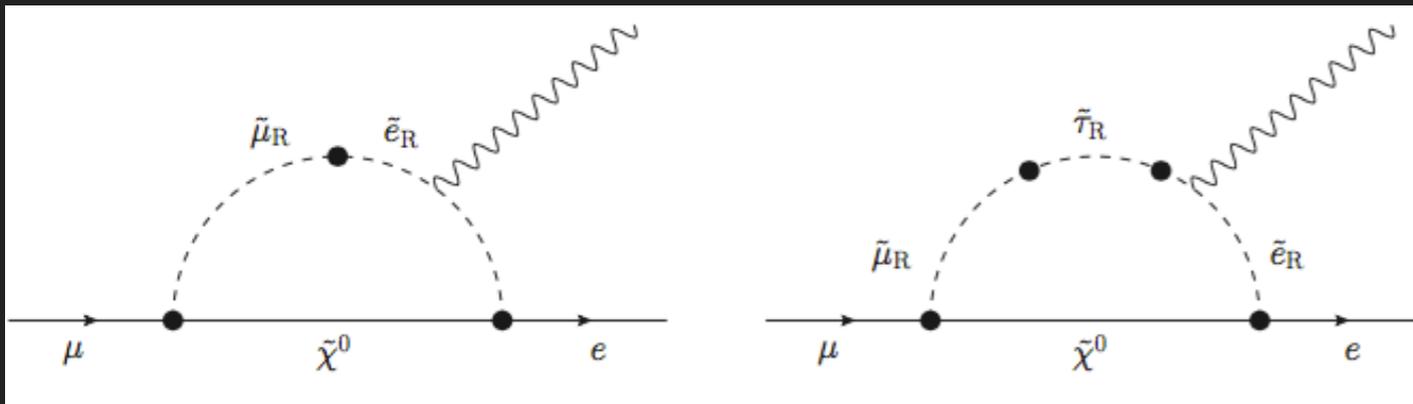
- ▶ **Violazione del sapore leptonic**
- ▶ **Nuovi rivelatori per MEG-II (ricerca di  $\mu \rightarrow e + \gamma$ )**
- ▶ **Run tecnico 2018**
- ▶ **Stato e prospettive future**

# VIOLAZIONE DEL SAPORE LEPTONICO

- ▶ **Modello Standard (MS) → conservazione del sapore leptonic per i leptoni carichi**
- ▶ **MS + oscillazione neutrini → violazione del sapore leptonic a rate non osservabile sperimentalmente**
  - ▶ **Es.  $\mu \rightarrow e + \gamma$  con Branching Ratio (BR)  $\sim 10^{-54}$**

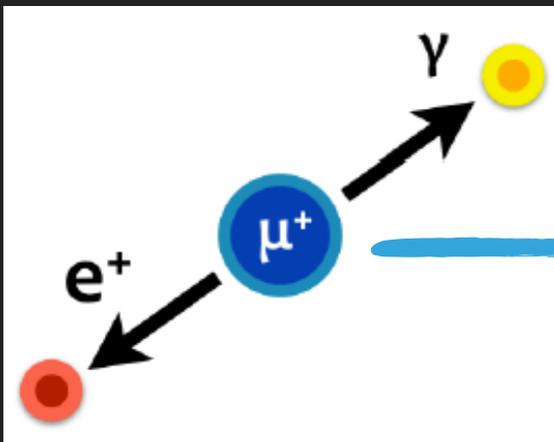


- ▶ **Teorie oltre il MS → violazione a rate osservabile**
  - ▶ **Es. SUSY-GUT**



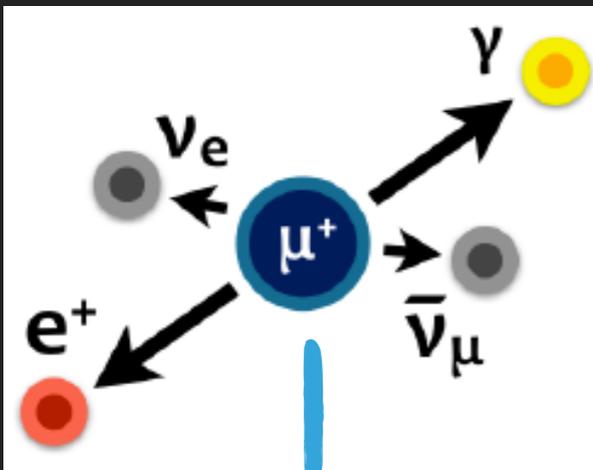
ESPERIMENTO MEG → RICERCA DECADIMENTO  $\mu \rightarrow e + \gamma$  → NUOVA FISICA

# SEGNALE E FONDO

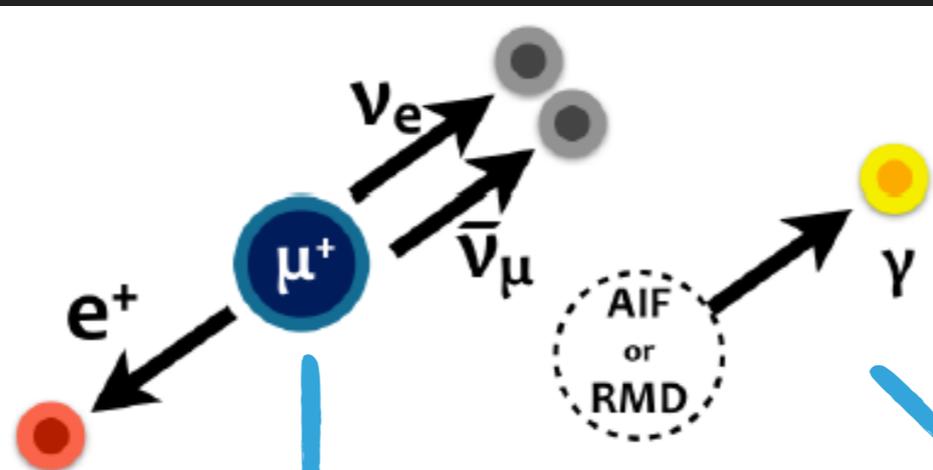


▶ **Decadimento  $\mu$  a riposo (in MEG)**

- ▶ Positrone e fotone a  $180^\circ$  e simultanei
- ▶  $E_{e^+} = E_\gamma = m_\mu/2 = 52.8 \text{ MeV}$



- ▶ **Decadimento Radiativo del Muone (RMD)**
- ▶ Neutrini bassa energia



▶ **Decadimento Michel**

▶  $\mu^+ \rightarrow e^+ \nu_e \bar{\nu}_\mu$

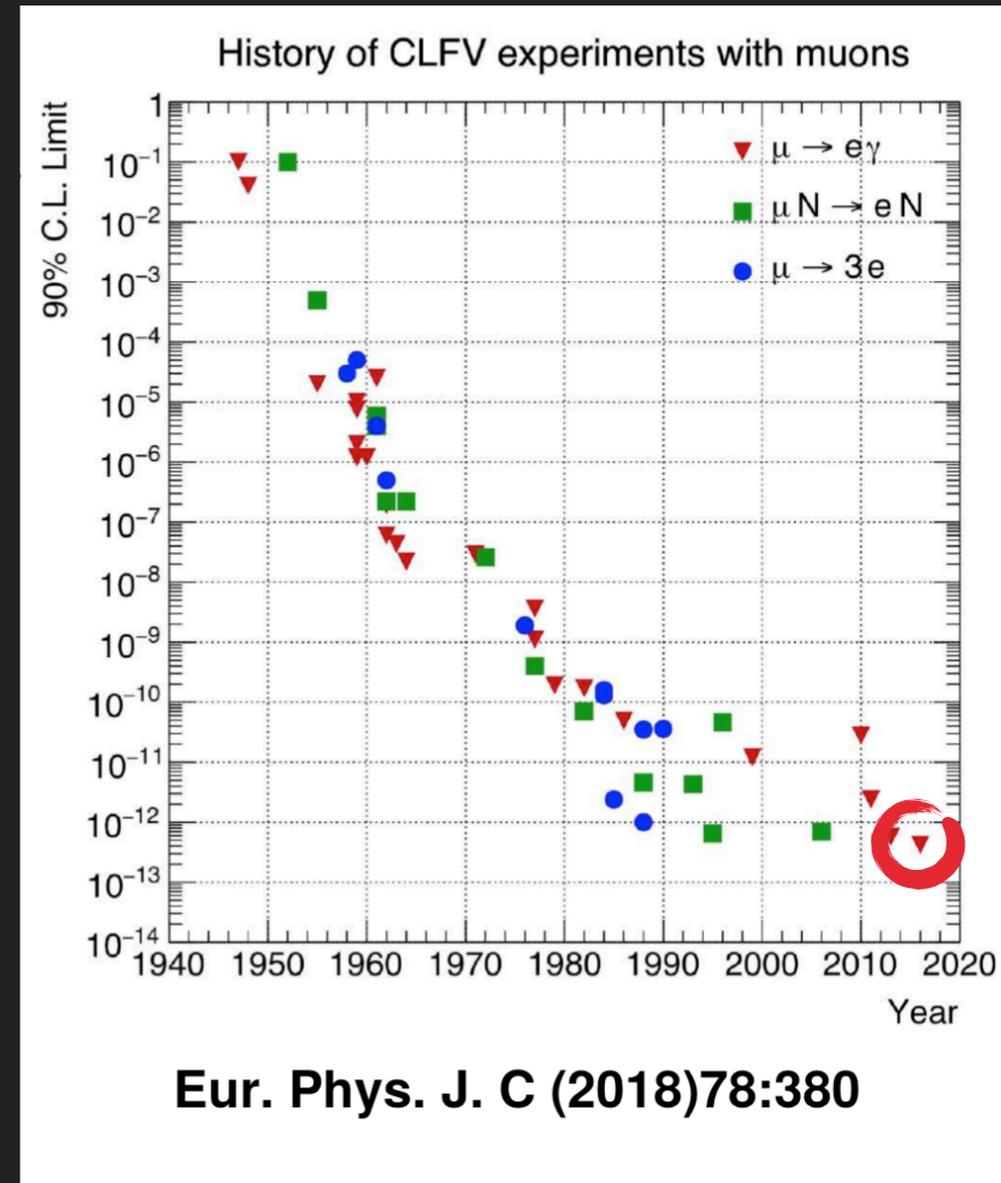
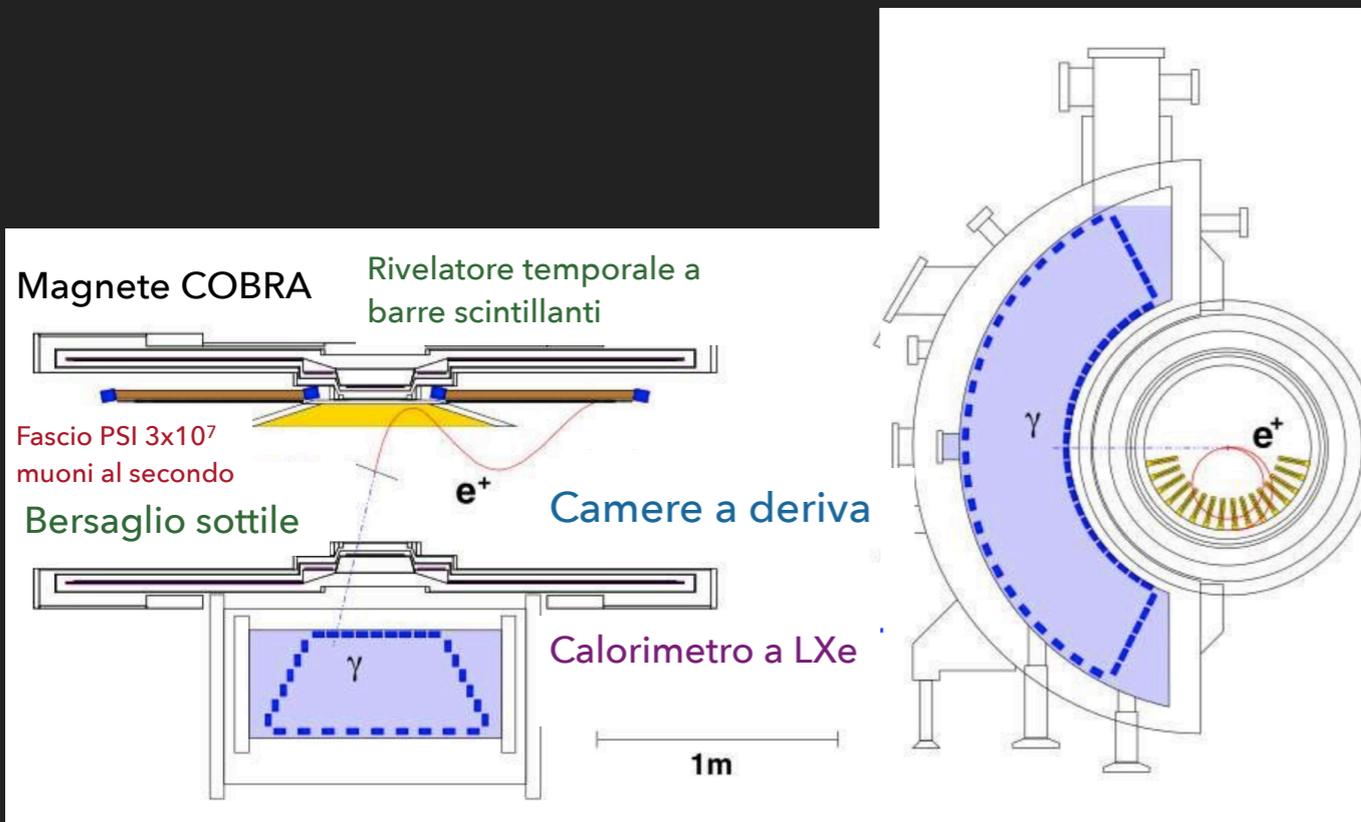
- ▶ Segnale  $\propto$  intensità del fascio di muoni
- ▶ fondo accidentale  $\propto$  quadrato intensità del fascio di muoni
- ▶ E' vantaggioso aumentare l'intensità del fascio solo se le risoluzioni dei rivelatori permettono di mantenere un livello trascurabile di fondo
- ▶ Coincidenza accidentale Michel + fotone da AIF o RMD
- ▶ AIF: annichilazione in volo del positrone con un elettrone

**VARIABILI DISCRIMINANTI**

$E_\gamma \quad E_{e^+} \quad t_{e^+\gamma} \quad \Theta_{e^+\gamma}$

# RISULTATI OTTENUTI DA MEG

- ▶ Paul Scherrer Institut (PSI) in Svizzera
- ▶ Fascio di protoni a 590 MeV (2.2 mA)
  - ▶ Fascio di muoni più intenso al mondo (fino a  $10^8$  muoni al secondo)



- ▶ Dati 2009-2013
- ▶  **$BR(\mu \rightarrow e \gamma) \leq 4.2 \times 10^{-13}$**   
(Eur. Phys. J. C 76(8),434(2016))
- ▶ Miglior limite superiore al momento

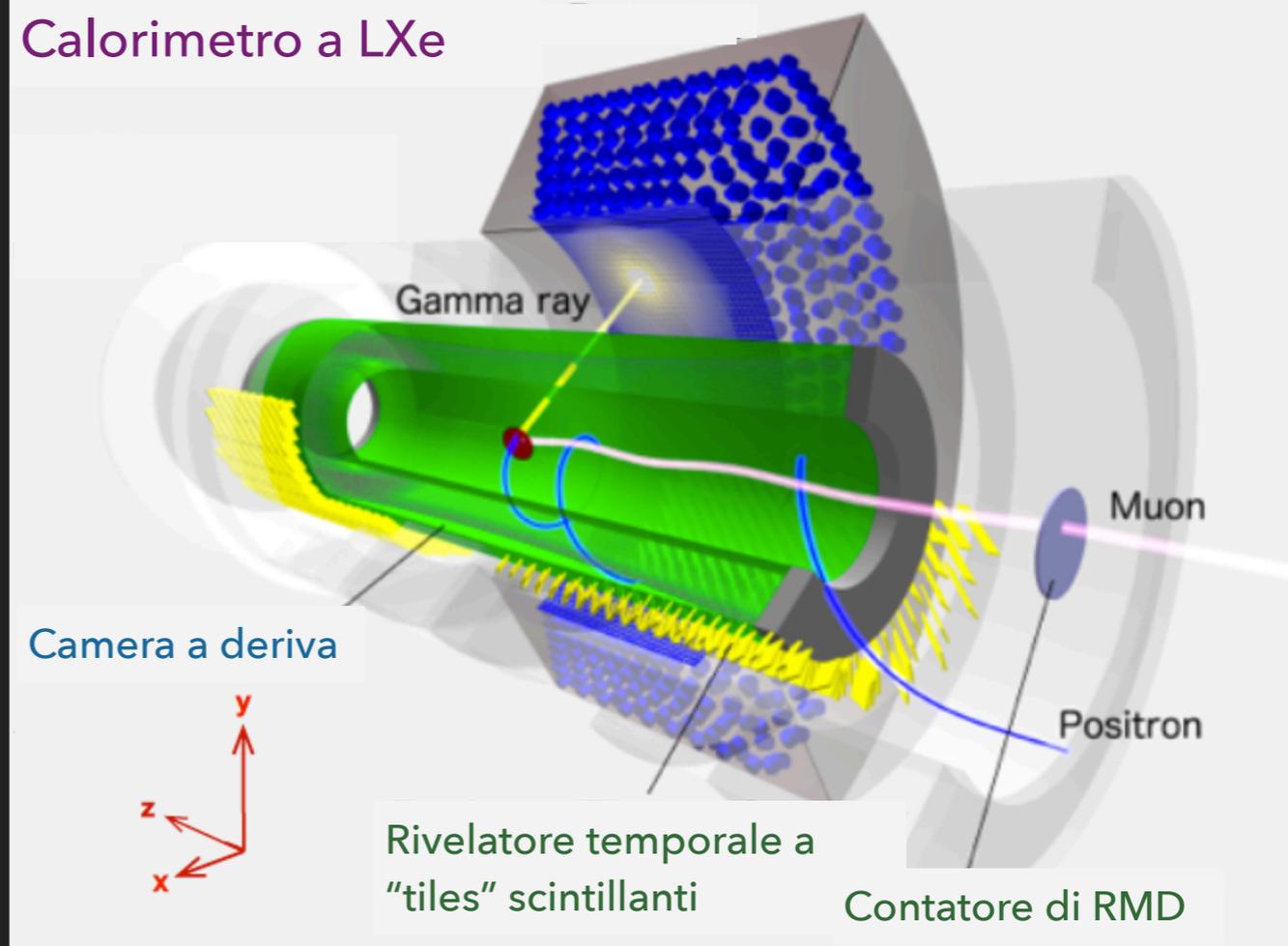
## NUOVI RIVELATORI PER MEG-II

- ▶ Meno materiale → riduzione diffusione multipla + riduzione annichilazione in volo → riduzione fondo accidentale
- ▶ Risoluzioni aumentate per tutti i rivelatori → possibilità di raggiungere intensità più elevate

**ATTESO MIGLIORAMENTO DELLA SENSIBILITÀ DI MEG DI UN ORDINE DI GRANDEZZA:  $6 \times 10^{-14}$**

- ▶ Intensità fascio  $7 \times 10^7$  muoni al secondo
- ▶ Nuovo bersaglio più sottile
- ▶ Nuovo tracciatore di positroni
  - ▶ Camera a deriva "leggera", volume singolo → migliore accettazione e minore diffusione multipla
  - ▶ Rivelatore temporale a granularità aumentata (Timing Counter)

Calorimetro a LXe



## NUOVI RIVELATORI PER MEG-II

- ▶ Meno materiale → riduzione diffusione multipla + riduzione annichilazione in volo → riduzione fondo accidentale
- ▶ Risoluzioni aumentate per tutti i detector → possibilità di raggiungere intensità più elevate

**ATTESO MIGLIORAMENTO DELLA SENSIBILITÀ DI MEG DI UN ORDINE DI GRANDEZZA:  $6 \times 10^{-14}$**

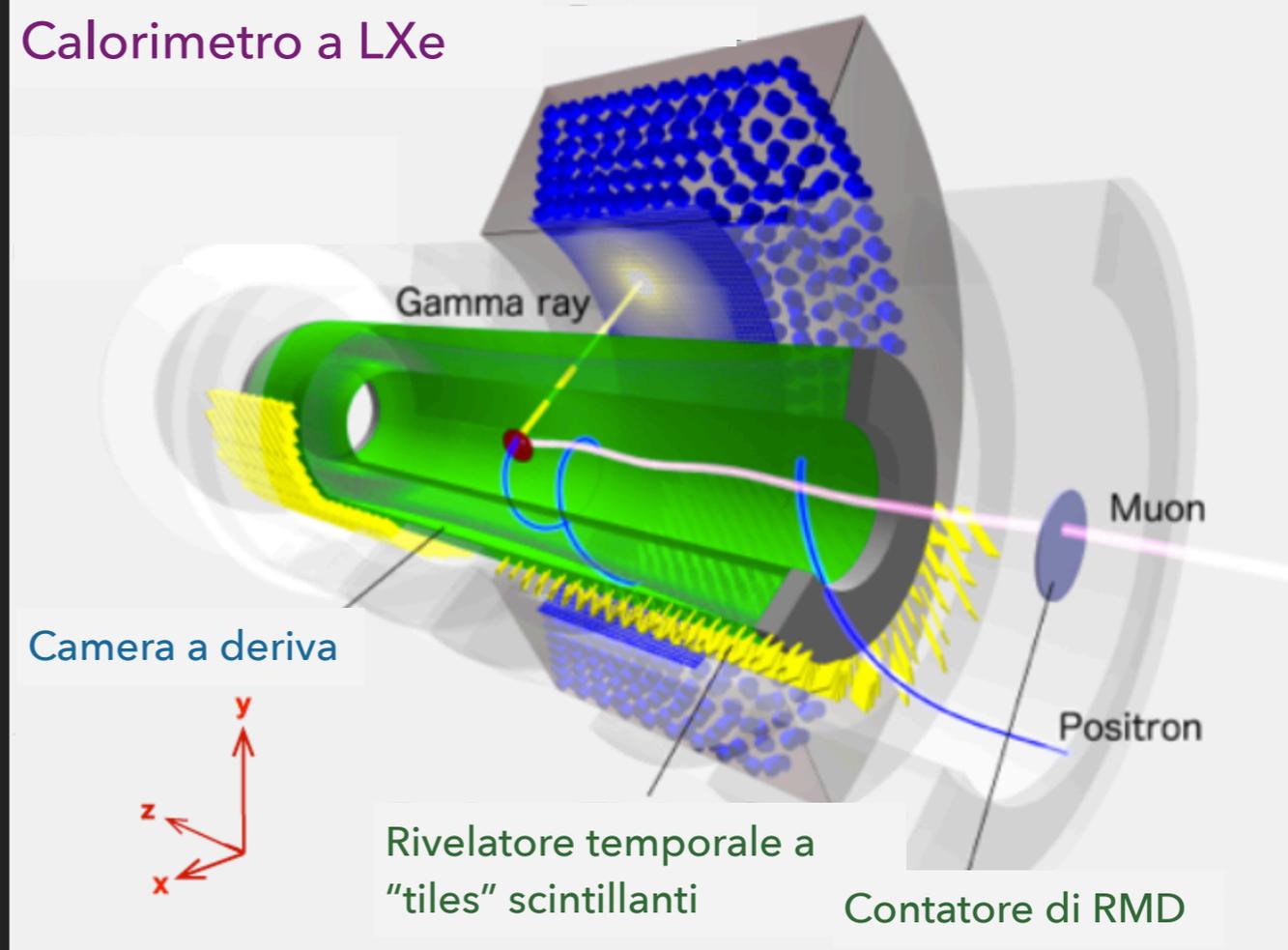
### ▶ Calorimetro a Xenon liquido (LXe) migliorato

- ▶ Sostituzione PMT faccia interna con MPPC → aumento granularità
- ▶ Accettazione aumentata

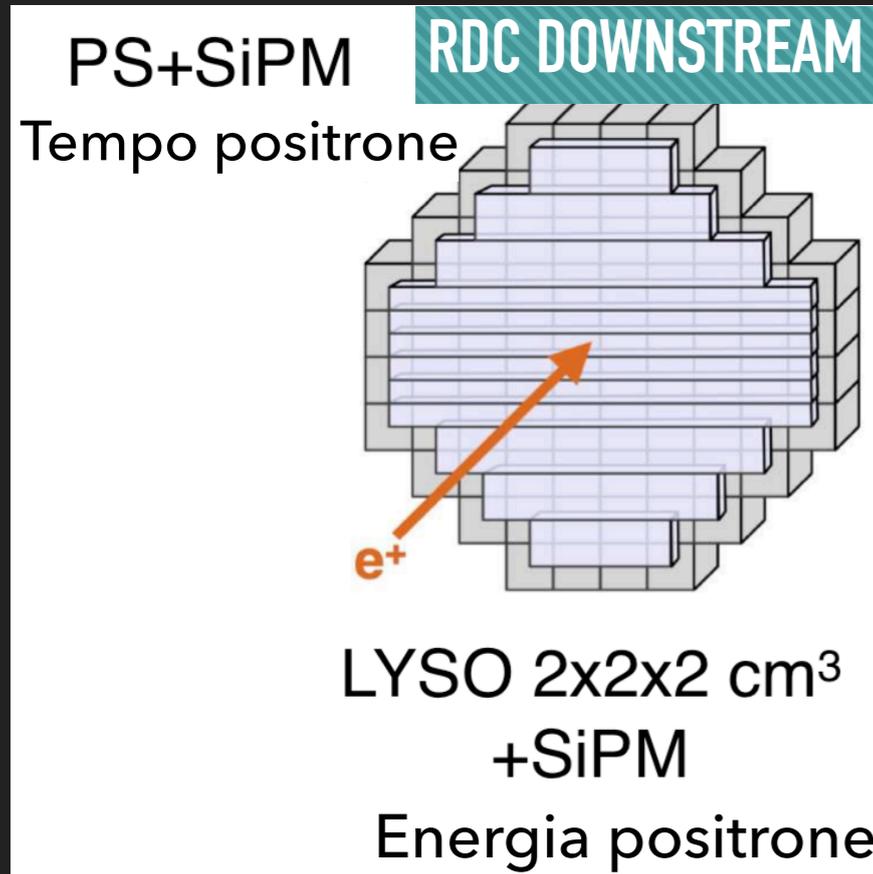
### ▶ Nuovo rivelatore per aumentare la reiezione del fondo

- ▶ Contatore di RMD (Radiative Decay Counter RDC)

Calorimetro a LXe



# CALORIMETRO E RDC



RDC	Downstream	Upstream
S90 BR (senza)	$6 \times 10^{-14}$	$4.3 \times 10^{-14}$
S90 BR (con)	$4.3 \times 10^{-14}$	$3.9 \times 10^{-14}$

## R&D PER RDC UPSTREAM

Lxe	MEG	MEG II
$\sigma(E_\gamma)$ ( $w > 2\text{cm}$ )/( $w < 2\text{cm}$ )	2.4/1.7 %	1.1/1.0 %
$\sigma(u_\gamma/v_\gamma/w_\gamma)$	5/5/6 mm	2.6/2.2/5 mm
$\sigma(t_{e\gamma})$	122 ps	84 ps
$\varepsilon(\gamma)$	63%	69%

Il miglioramento delle prestazioni è dovuto alla sostituzione dei PMT interni con MPPC

S90 BR: Sensività a 90% CL

# TRACCIATORE DI POSITRONI

CAMERA A DERIVA



9 STRATI DA 192 FILI

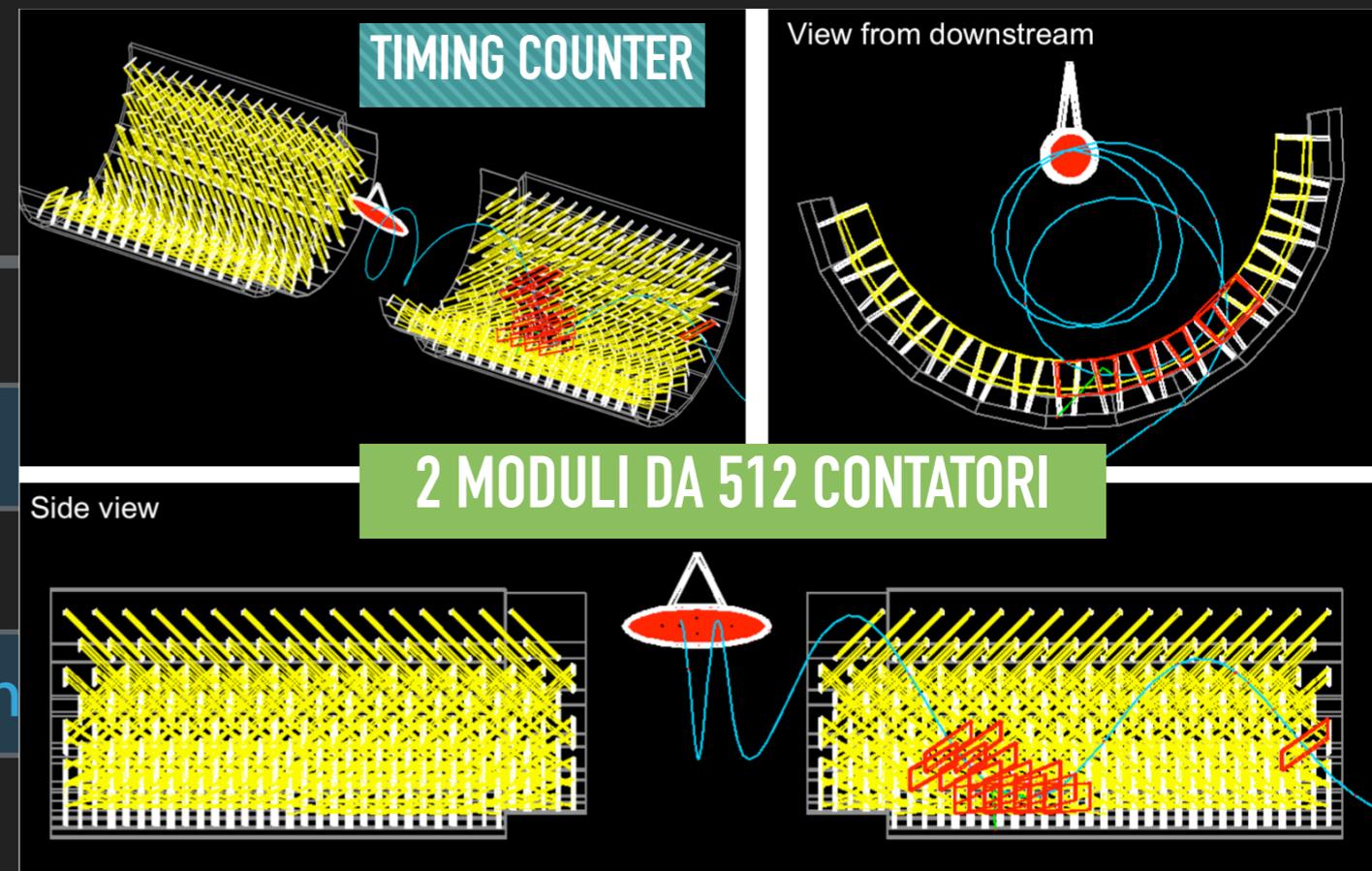
GEOMETRIA STEREO

HE:IC<sub>4</sub>H<sub>10</sub> 90:10

TC MEG MEG II

$\sigma(t_{ey})$  122 ps 84 ps

CDCH	MEG	MEG II
$\sigma(E_{e^+})$	380 keV	130 keV
$\sigma(\vartheta_{e^+})$	9.4 mrad	5.3 mrad
$\sigma(\varphi_{e^+})$	8.7 mrad	3.7 mrad
$\sigma(z_{e^+}/y_{e^+})$	2.4 / 1.2 mm	1.6 / 0.7 mm
$\epsilon(e^+)$	30%	70%



# ELETTRONICA

- ▶ Numero di canali aumentato (MPPC calorimetro, fili camera a deriva, moduli timing counter)
- ▶ Digitizzazione con DRS e prima parte di trigger con FPGA → WaveDREAM
- ▶ Trigger → Trigger Concentrator Board (TCB)
- ▶ Acquisizione a 10 Hz



WAVEDREAM



TCB

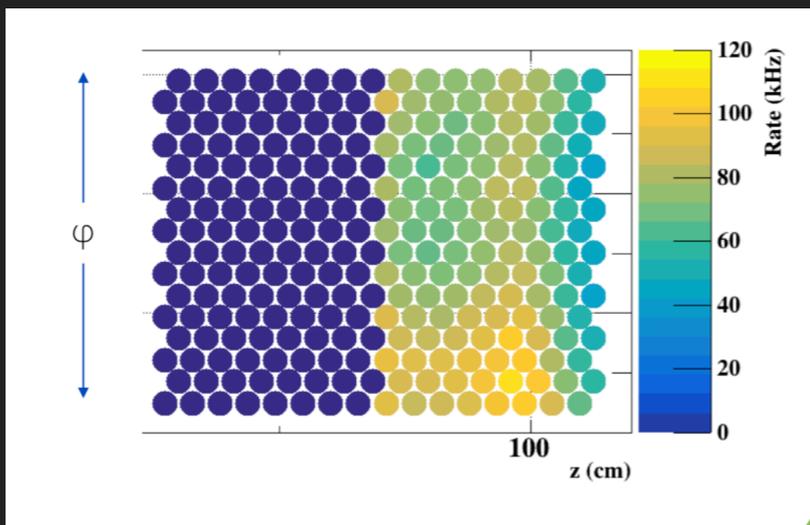


# RUN TECNICO 2018

- ▶ Fascio di muoni del PSI a intensità variabile + cosmici
- ▶ Primo run con tutti i rivelatori installati
- ▶ Numero limitato di canali letti (elettronica non completa)

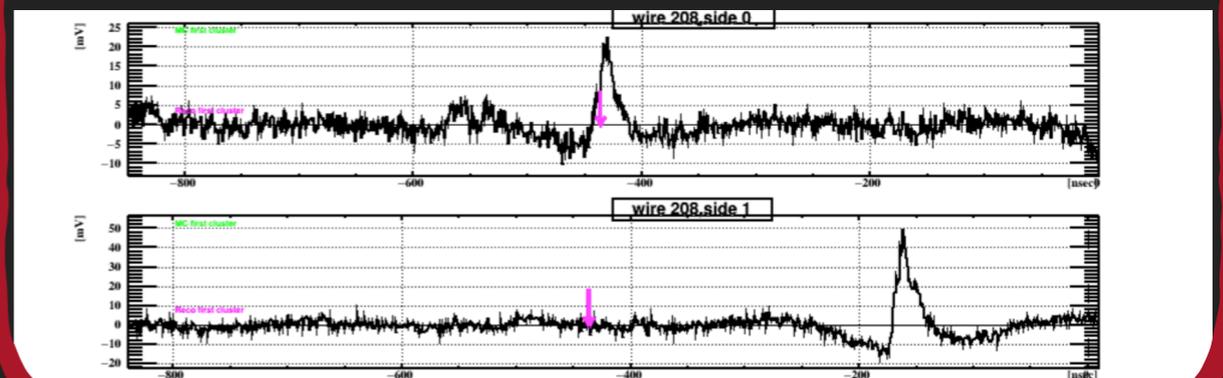
## TIMING COUNTER

- ▶ 1/4 dei canali letti (256)
- ▶ Calibrazioni
  - ▶ Laser
  - ▶ Michel



## CAMERA A DERIVA

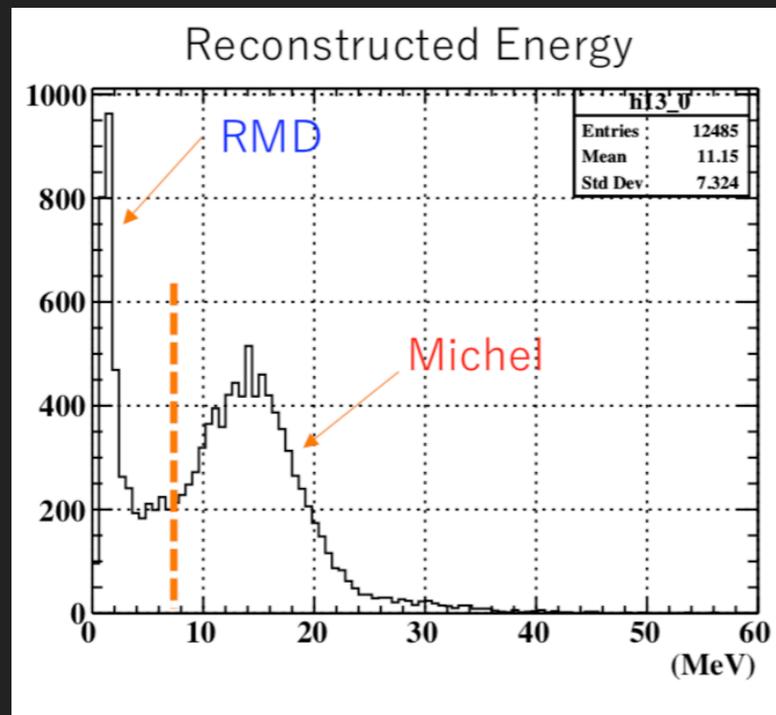
- ▶ 192 canali letti
- ▶ Dati
  - ▶ Cosmici a differenti HV (trigger con contatori a scintillazione dedicati)
  - ▶ Dati con fascio di muoni a differenti intensità (trigger con Timing Counter)
  - ▶ E' emersa la necessità di un maggior tensionamento dei fili per migliorare la stabilità elettrostatica nei layer più interni (celle più piccole) → operazioni in corso al PSI
- ▶ Tenuta meccanica soddisfacente
- ▶ Primi segnali osservati
- ▶ Stima del punto di lavoro e del guadagno



# RUN TECNICO 2018

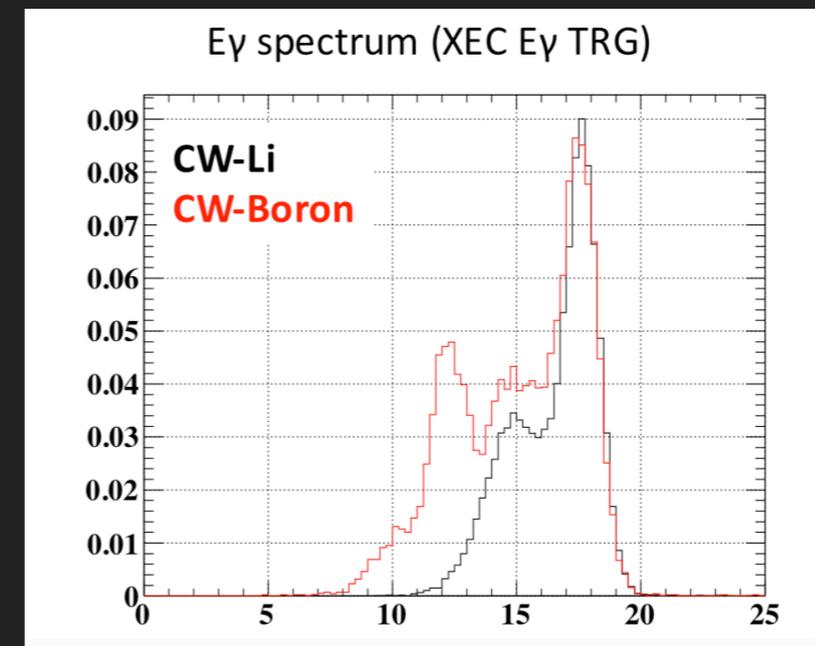
## RDC

- ▶ Commissionamento rivelatore
- ▶ Dati
  - ▶ Positroni da RMD (calorimetro usato come trigger sui fotoni)



## CALORIMETRO

- ▶ ~10% del rivelatore letto
- ▶ Spettri fotoni usati per calibrazione
  - ▶ Fotoni provenienti da protoni su bersaglio  $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$



## ELETTRONICA

- ▶ I test effettuati negli anni hanno permesso di finalizzare il disegno dell'elettronica
  - ▶ Produzione di massa di tutte le schede
- ▶ Nuovi trigger camera a deriva

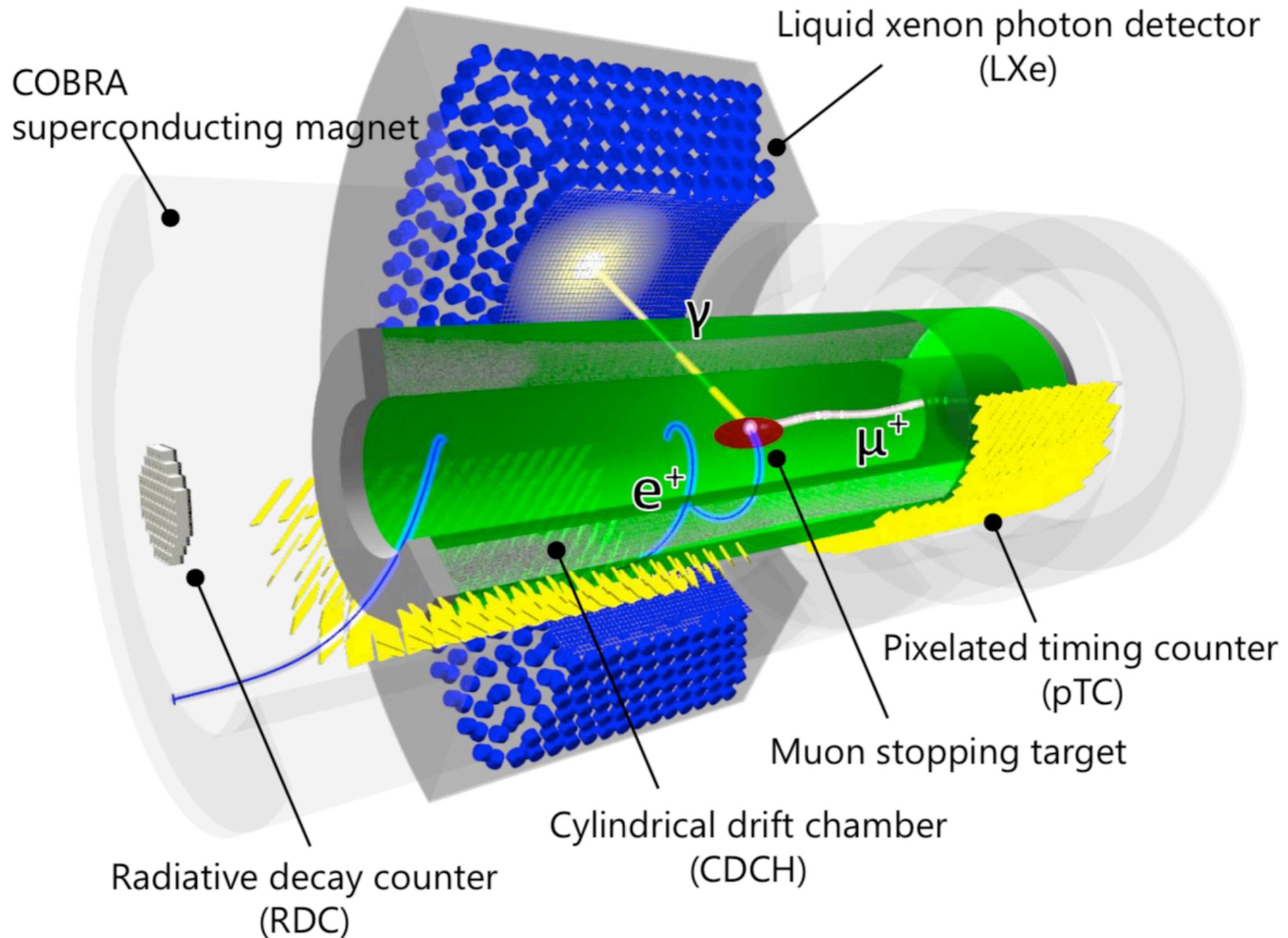
## STATO E PROSPETTIVE FUTURE

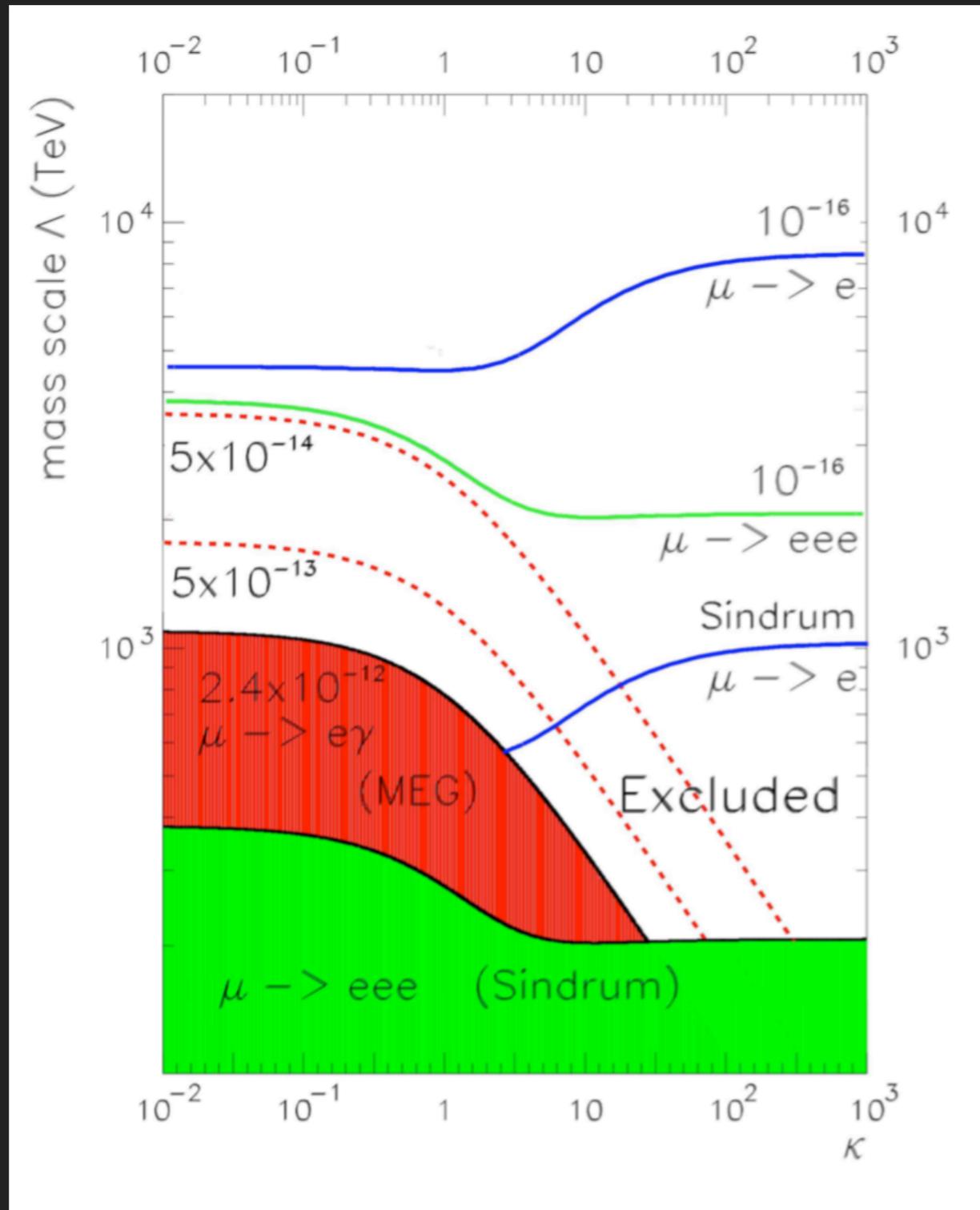
- ▶ **Primo run tecnico 2018 con tutti i rivelatori integrati con successo**
- ▶ **Operazioni in corso sulla camera a deriva per migliorare la stabilità elettrostatica (maggior tensionamento fili)**
- ▶ **Produzione di tutte le schede di elettronica necessarie entro fine anno**
- ▶ **Run 2019 con rivelatori ed elettronica completi (test finali e possibilità di acquisire i primi eventi di fisica)**

---

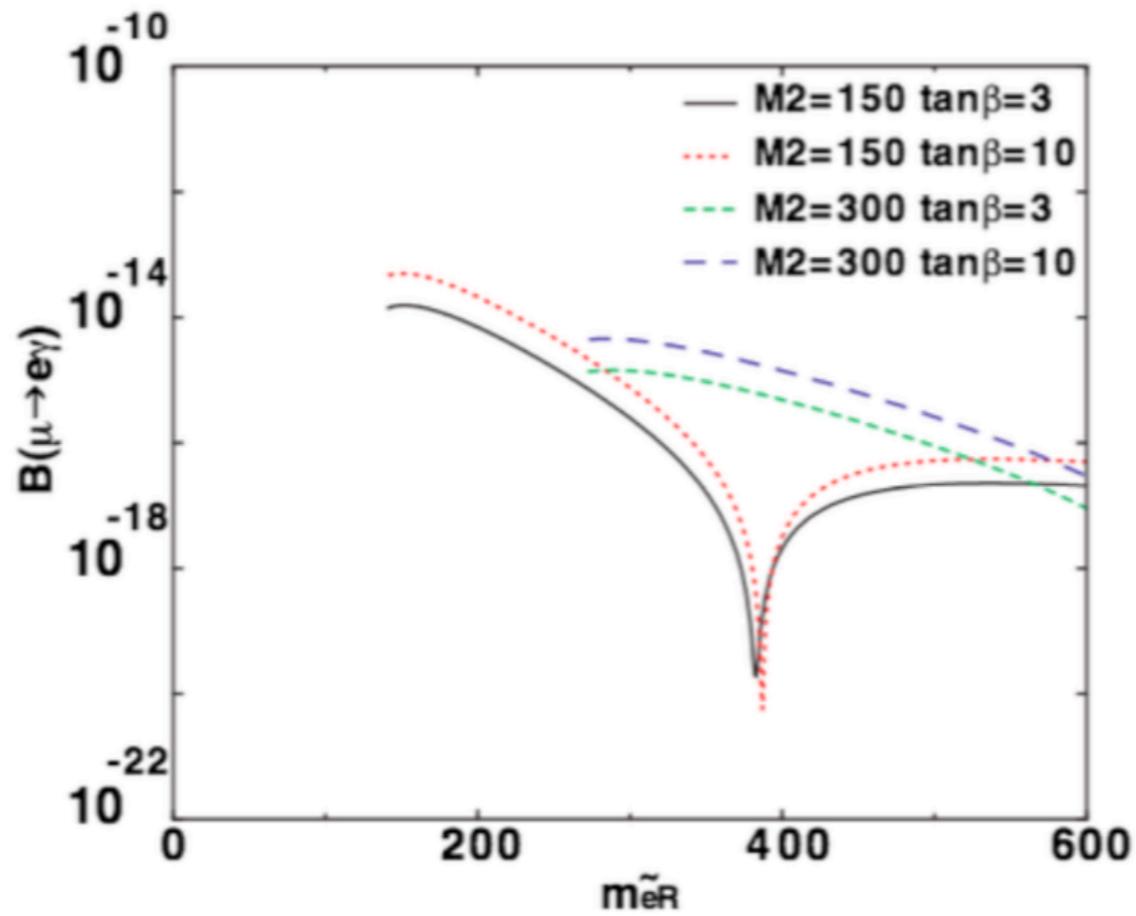
**GRAZIE PER LA VOSTRA ATTENZIONE**

# BACKUP

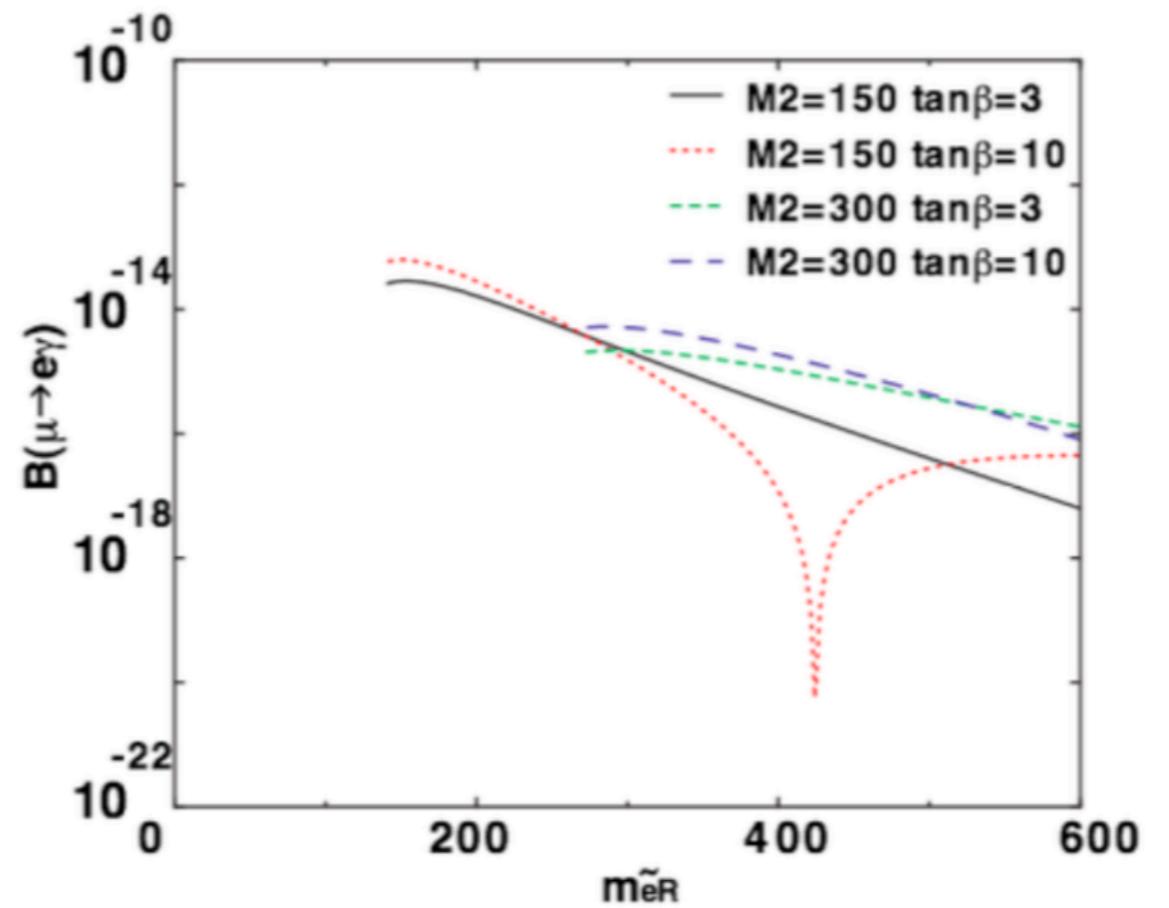


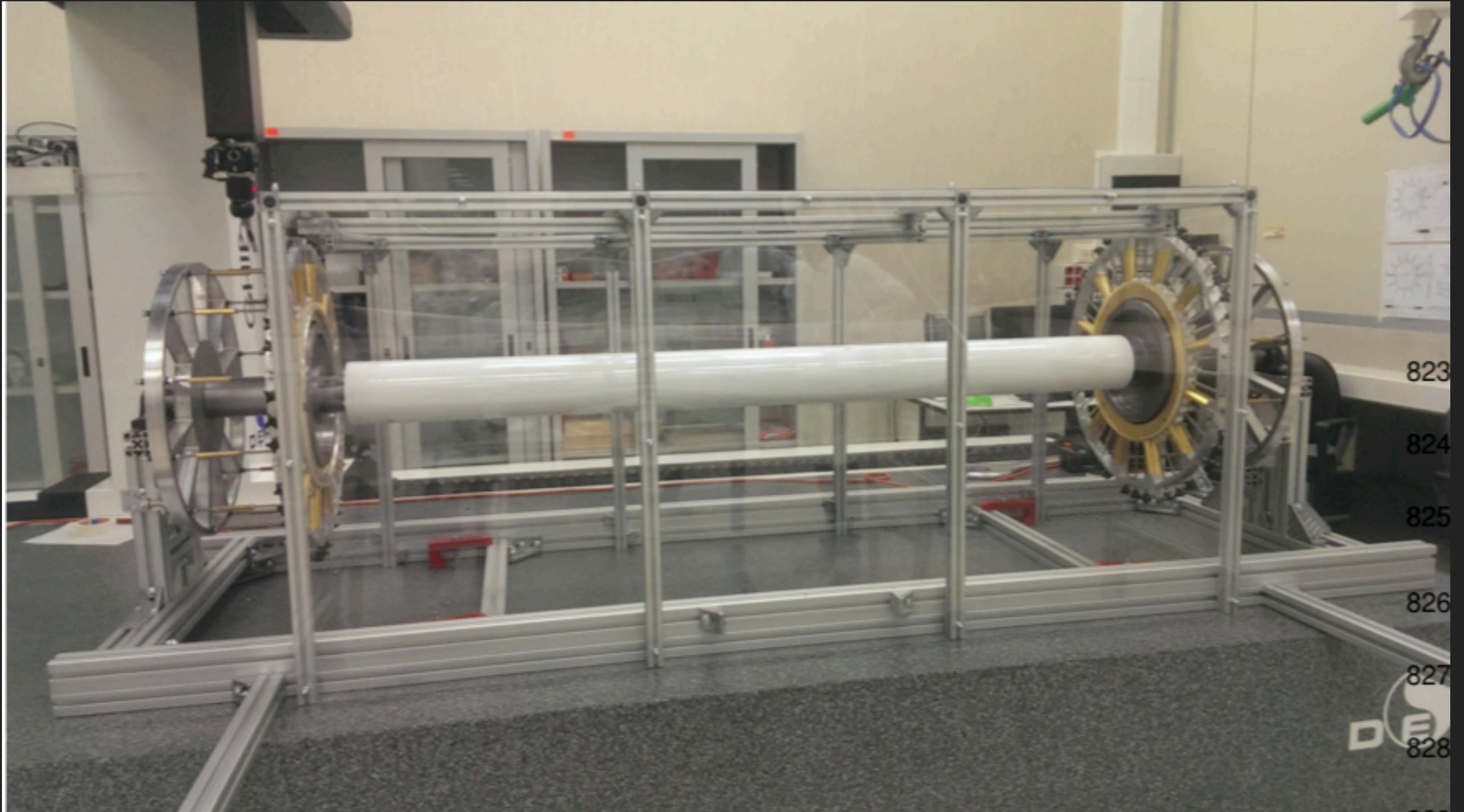


SU(5)  $A_0 = 0$   $\mu > 0$



SU(5)  $A_0 = 0$   $\mu < 0$





823

824

825

826

827

828



