

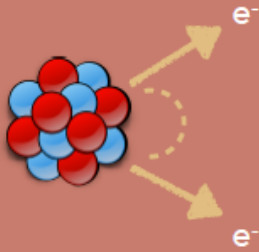
CUORE Upgrade with Particle IDentification



CdS INFN Pavia
5/7/2023
Simone Copello



DOPPIO DECADIMENTO BETA SENZA NEUTRINI



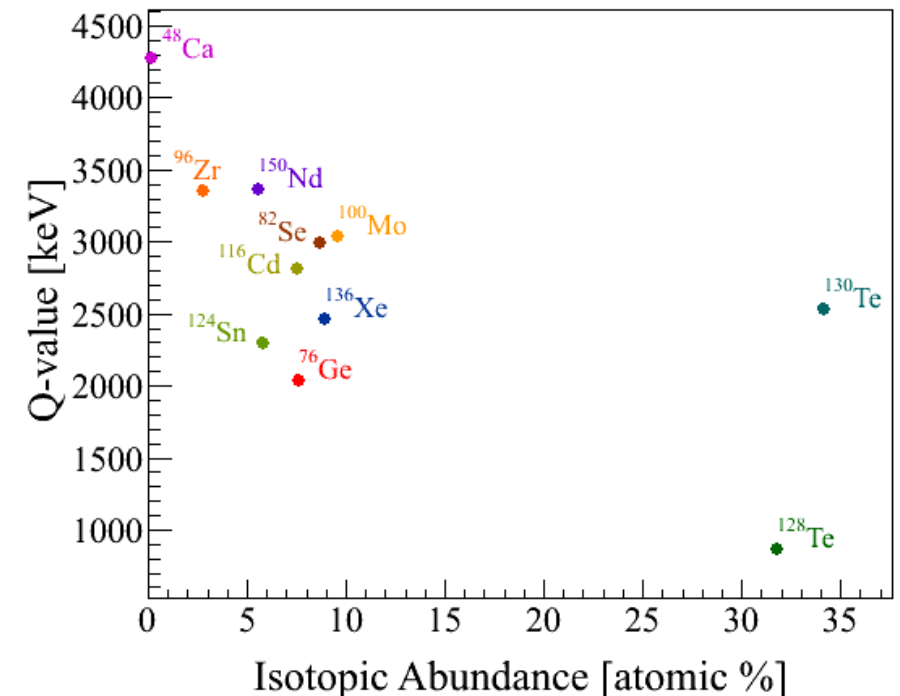
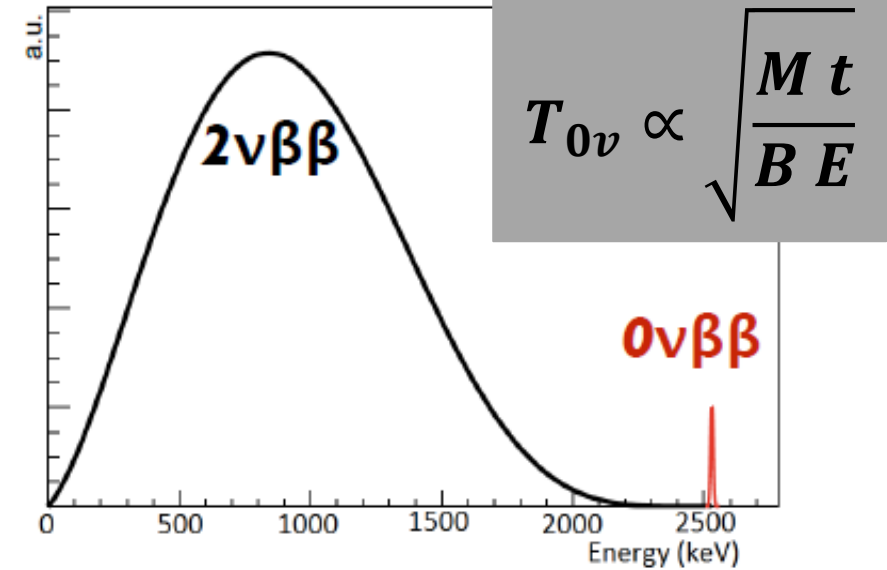
$0\nu\beta\beta$

Decadimento ipotetico senza emissione di neutrini. $2\nu\beta\beta$ osservato per alcuni isotopi

- Fisica Beyond SM ($\Delta L = 2$)
- Limiti attuali sul tempo di dimezzamento
 $\tau_{1/2} > 10^{25-26}$ anni

Cosa implicherebbe se osservato

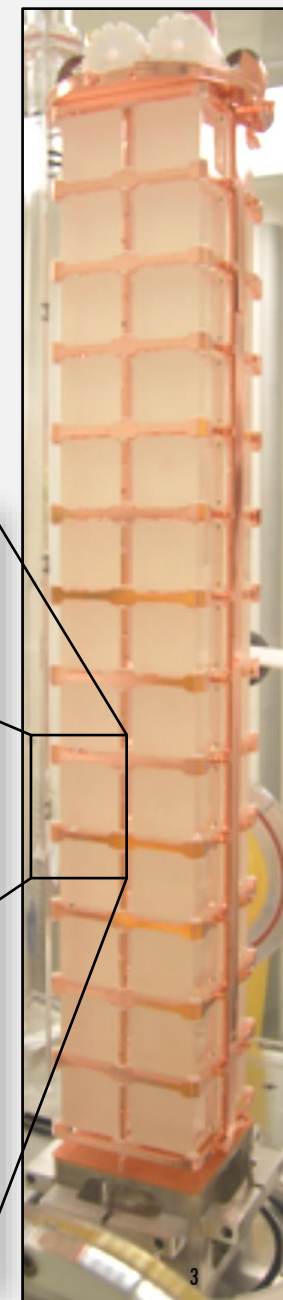
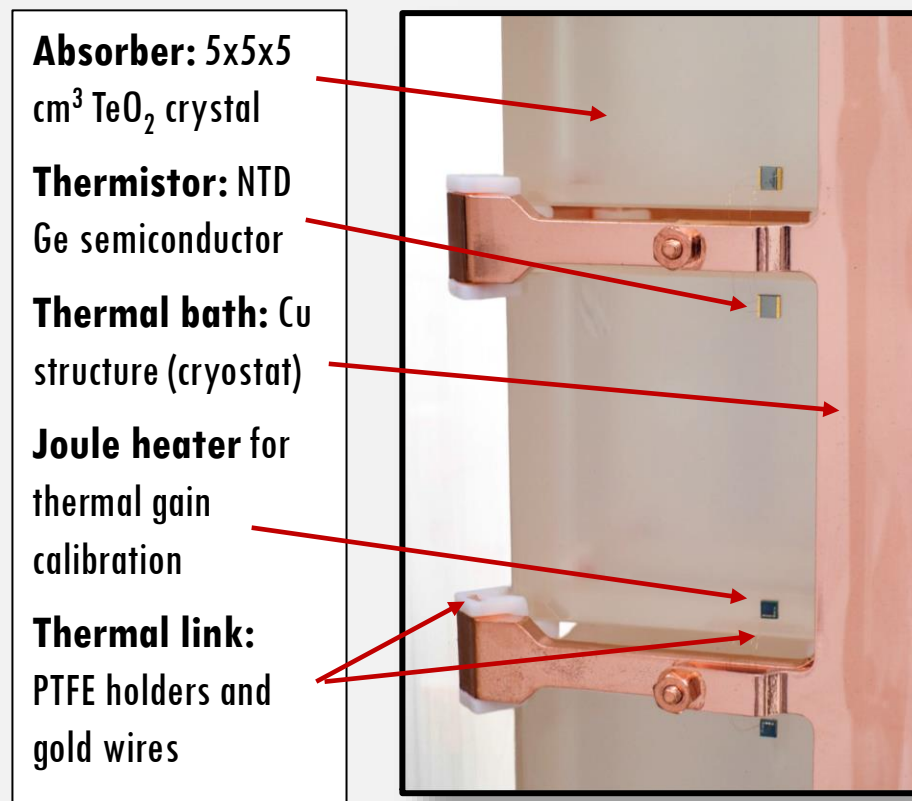
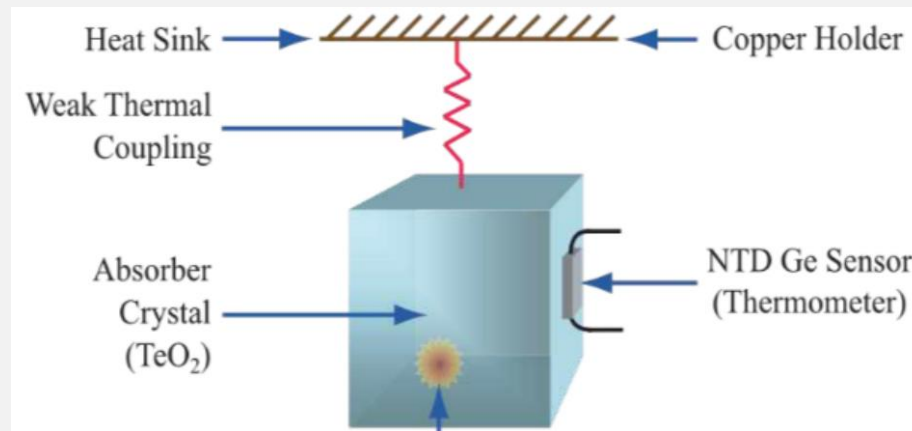
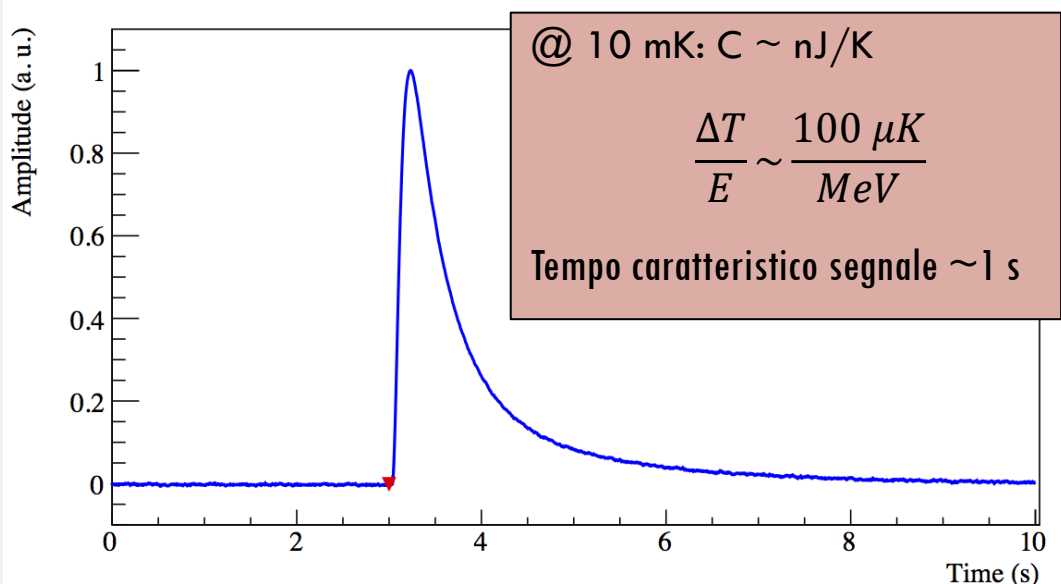
- violazione del numero leptonico
- dimostrazione che il neutrino é una particella di Majorana
- vincoli sulla gerarchia e sulla scala assoluta di masse dei neutrini



TECNICA BOLOMETRICA

La particella interagendo con l'assorbitore causa un aumento della temperature dell'assorbitore stesso, che viene monitorata tramite un termistore Ge-NTD

$$R(T) = R_0 e^{\sqrt{T_0/T}}$$



IL CRIOSTATO

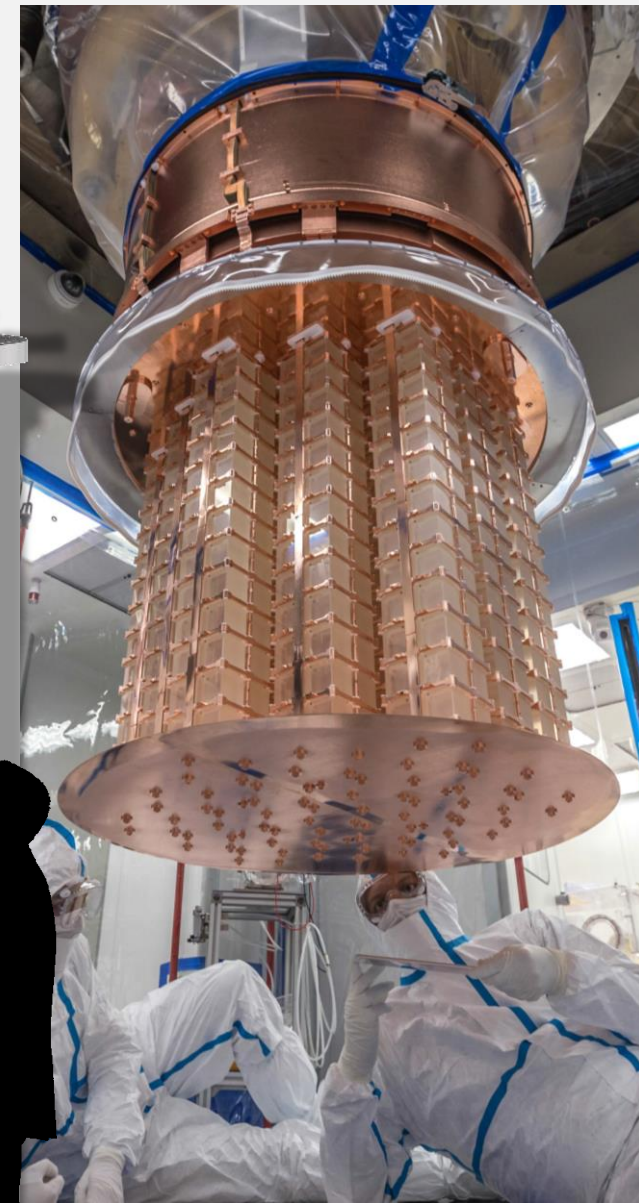
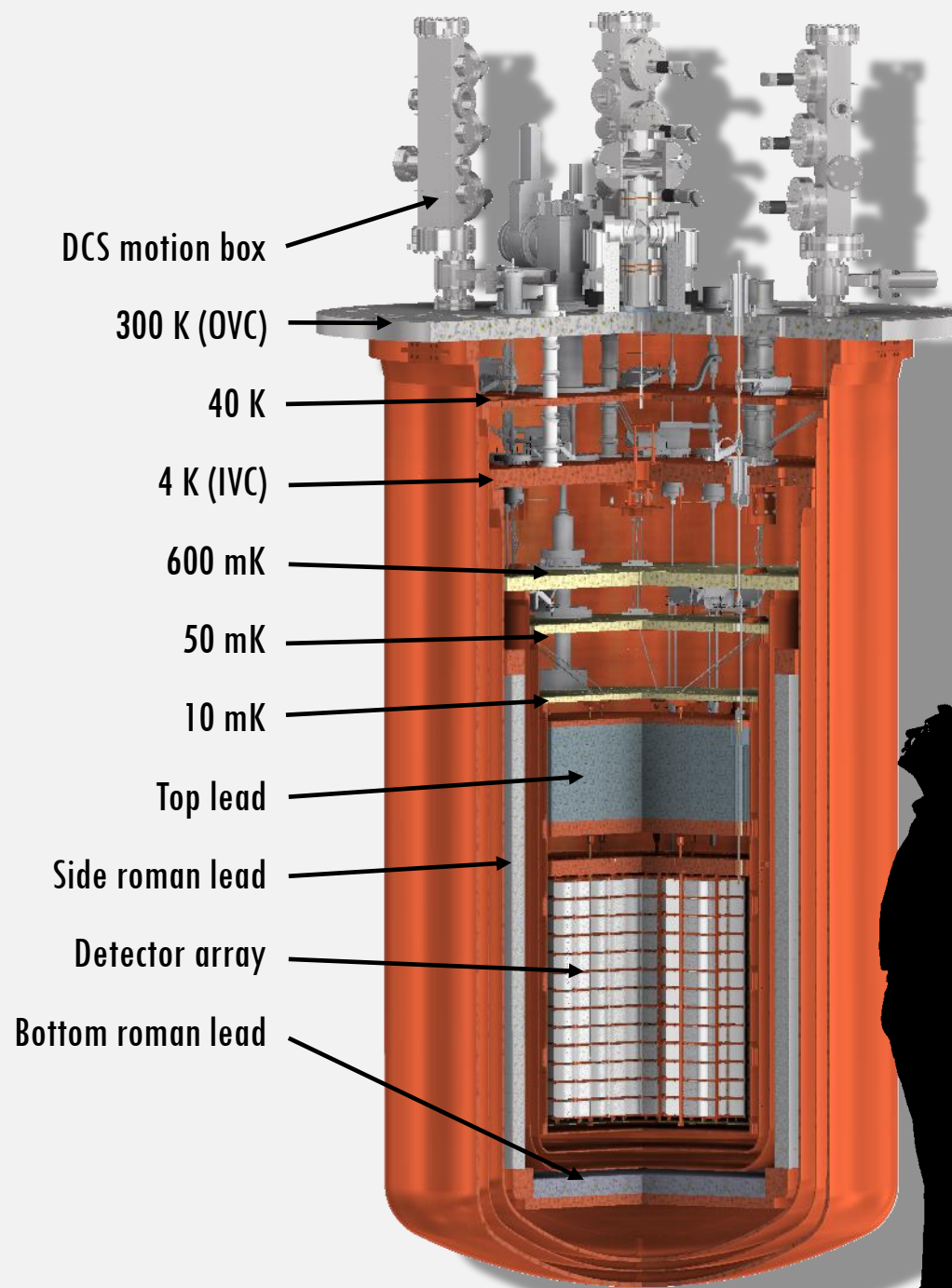
Il piú grosso criostato a diluizione “asciutto” allora mai costruito.

Total mass: ~30 tons

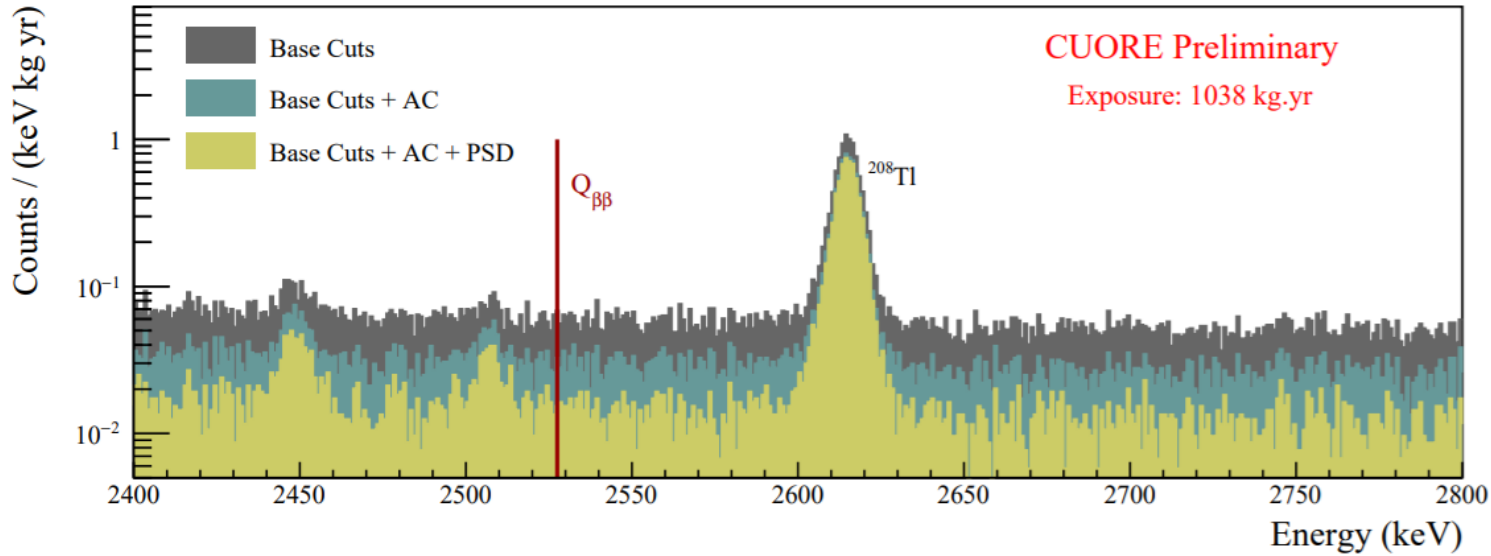
- Mass < 4K: ~15 tons
- Mass < 50 mK: ~3 tons
- Mass at ~10 mK: ~1 ton

Cool down procedure:

- Fast Cooling System (^4He) down to ~150 K
- 5 Pulse Tubes down to ~4 K
- Dilution refrigerator (^4He + ^3He) down to ~10 mK (working temperature)



I RISULTATI DI CUORE



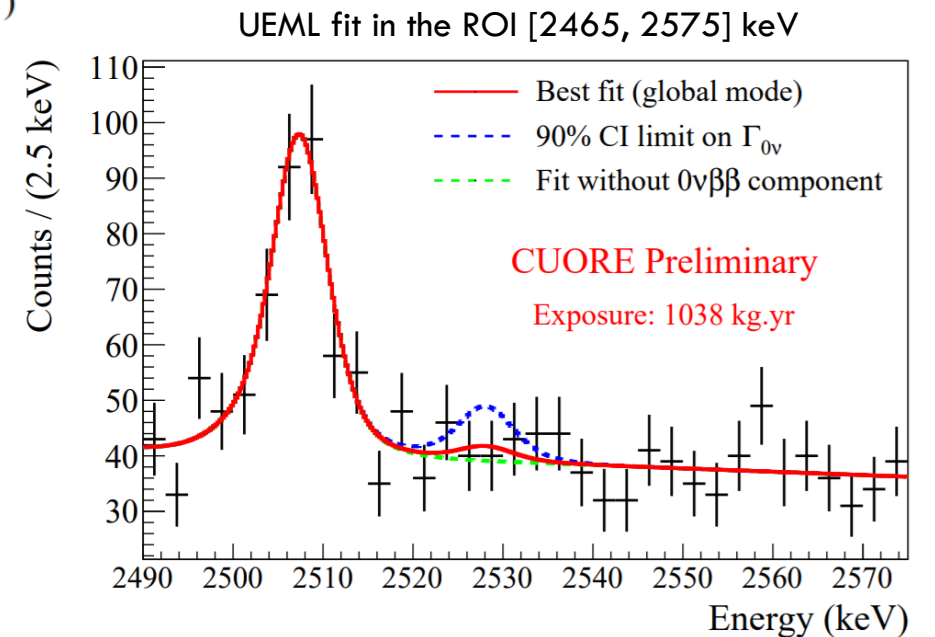
- Energy resolution (FWHM) **7.8(5) keV @ 2625 keV**
- ROI background index (B) **$1.5 \times 10^{-2} \text{ c}/(\text{keV}\cdot\text{kg}\cdot\text{yr})$**

$0\nu\beta\beta$ RESULT

Limite sul tempo di dimezzamento del $0\nu\beta\beta$ del ^{130}Te (90% C.I.)

$$T_{1/2}^{0\nu} > 2.2 \times 10^{25} \text{ yr} \longleftrightarrow m_{\beta\beta} < 90 - 305 \text{ meV}$$

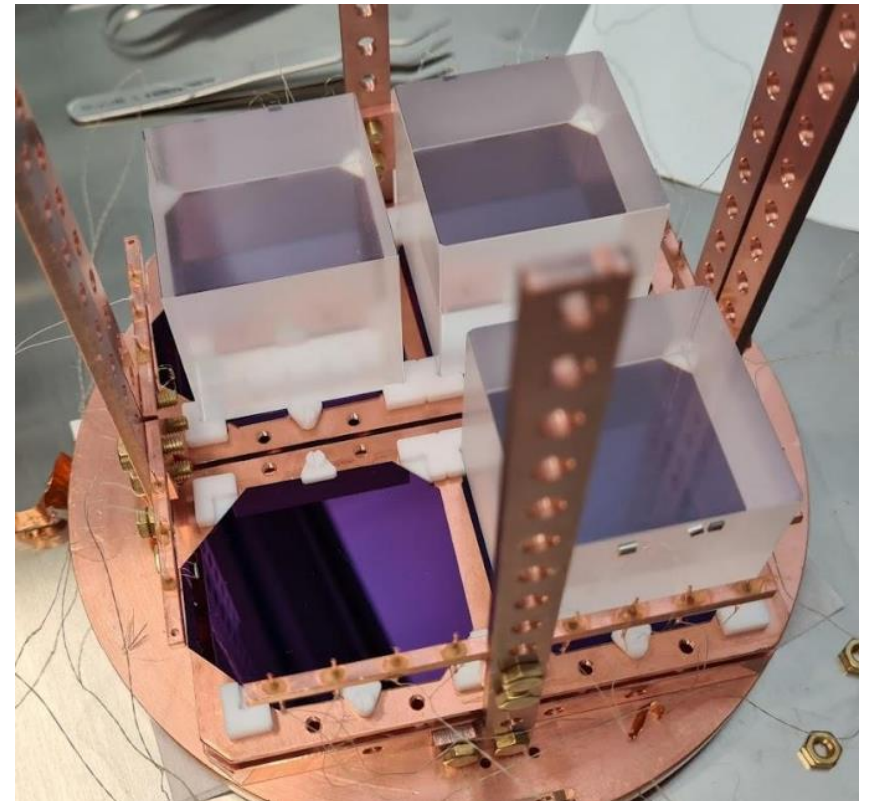
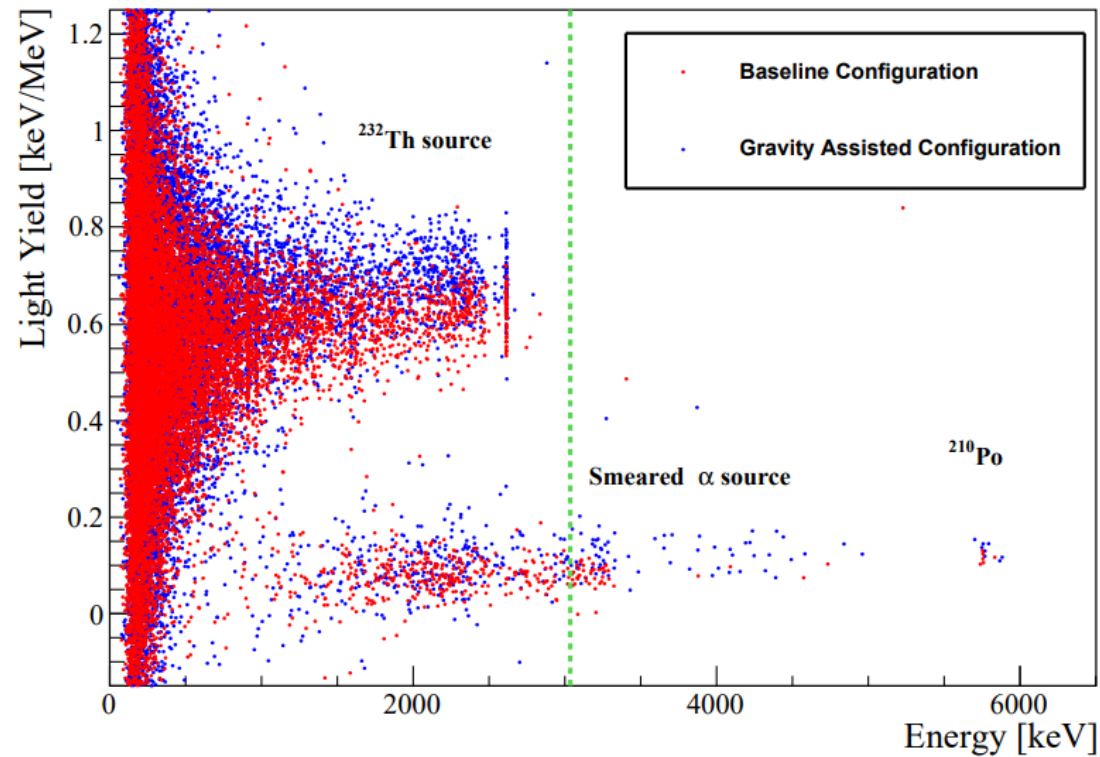
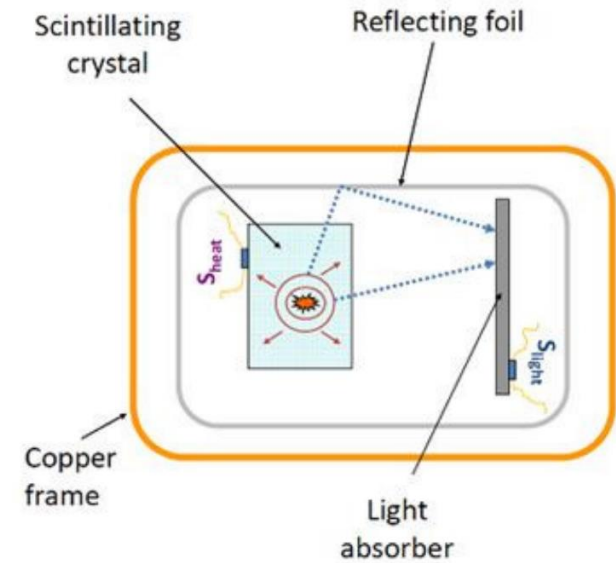
Adams D. et al. (CUORE collaboration), arXiv:2104.06906 (2021)



PARTICLE IDENTIFICATION

Il fondo dominante è dato dalle alpha degradate, provenienti dal cristallo stesso o dalla struttura intorno.

Con un cristallo scintillante (-> Molibdeno) é possibile fare particle identification, grazie alla differenza nel LY.



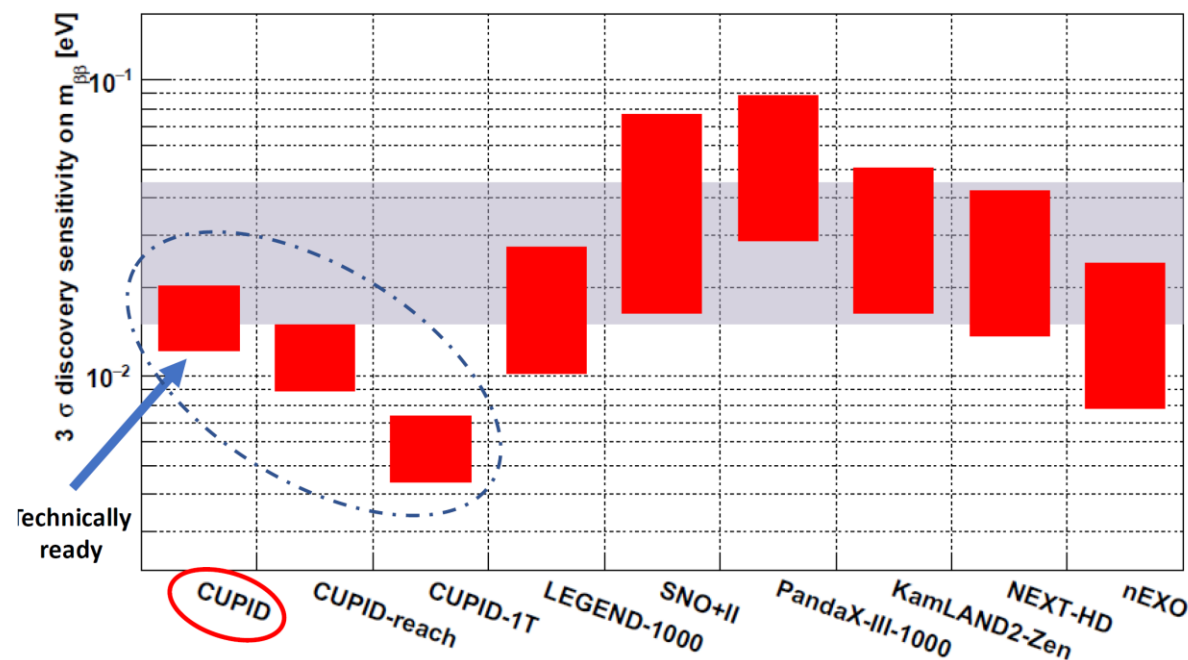
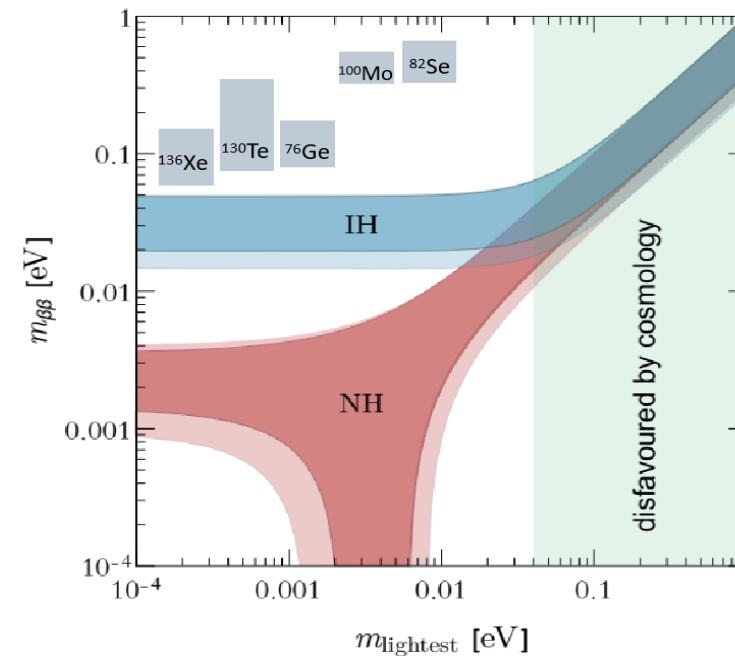
CUPID

~1600 cristalli scintillanti di $\text{Li}_2^{100}\text{MoO}_4$ (240 kg di ^{100}Mo) con:

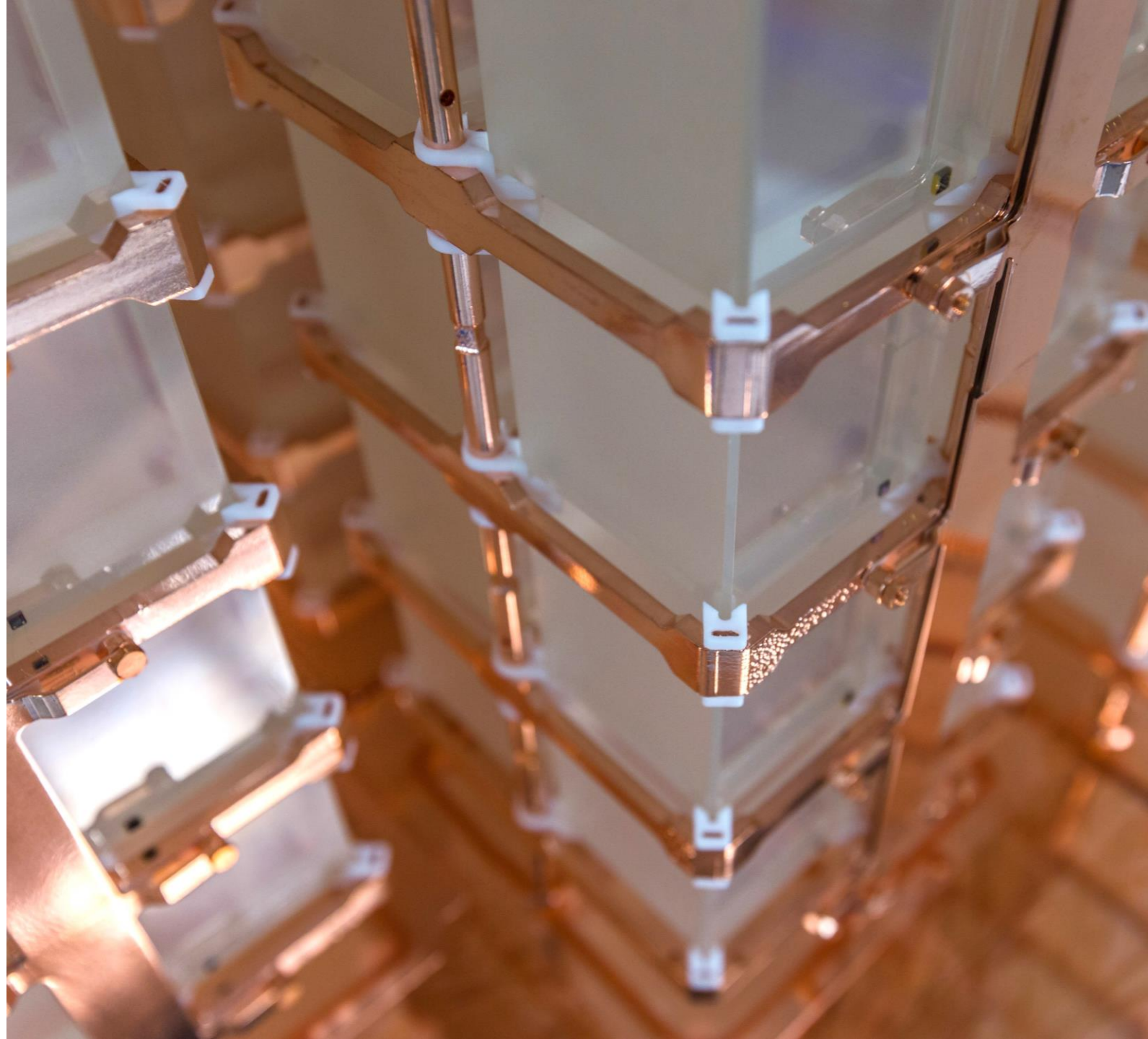
- stessa risoluzione energetica di CUORE (~5 keV)
- eccellente radiopurezza
- discriminazione $\gamma(\beta)/\alpha > 99.9\%$

Fattibilità

- **CUPID-Mo** (^{100}Mo) e **CUPID-0** (^{82}Se) hanno dimostrato la fattibilità della tecnologia e la potenzialità di raggiungere la condizione di fondo nullo
- Riutilizzo dell'infrastruttura criogenica di CUORE con alcune migliorie (muon veto)
- ...scala della tonnellata di isotopo tecnicamente fattibile con CUPID-1T (~ CUPIDx4)



**RICHIESTE
FINANZIARIE
2024
ESPERIMENTO
CUORE-CUPID**



Sistema di calibrazione dei light detectors:

- Realizzazione di un sistema di calibrazione per i light detector di CUPID basato su una sorgente laser impulsata esterna al criostato e distributori a fibre ottiche interni al criostato. I canali da illuminare potrebbero essere ~100 per coprire un totale di ~1600 light detector. *Item attualmente non coperto in collaborazione*

DAQ:

- Modifica del sistema di trasmissione dati dal crate dei digitalizzatori ai computer del DAQ (bridge), basato su FPGA.
- Propagazione e smistamento dei comandi I²C per la configurazione delle schede di Front End.
- Migrazione del software di acquisizione dal sistema di CUORE a quello per CUPID

Partecipazione CUORE-CUPID per il 2024

Dipendenti e Associati

Simone Copello	Ricercatore (<i>Responsabile locale</i>)	50%
Massimo Rossella	Dir. Tecnologo	20%
Gianluca Raselli	Primo Ricercatore	30%
Andrea Rappoldi	Primo Tecnologo	20%
Fabrizio Boffelli	Prof. a contratto	50%
Gianni Danese	Prof. Ordinario (<i>Dip. Ing.</i>)	30%
Francesco Leporati	Prof. Associato	30%
Emanuele Torti	Ricercatore Univ.	30%
Elisa Marenzi	Ricercatore Univ.	30%
Serena Chiara Tarantino	Prof. Associato (<i>Dip. Chimica</i>)	60%

Totale: 10 persone, 3.5 FTE

- **9 k€ Missioni**

- Meeting di collaborazione e attività sperimentali (MiB e LNGS) **9.0 k€**

- **3 k€ Consumo**

- Diramatori passivi a fibre ottiche **1.5 k€**
- Fibre ottiche **1.0 k€**
- Componenti di ottica **0.5 k€**

- **0 k€ Apparati**



- **Officina Meccanica**

- **2 Mesi Uomo** per la realizzazione di prototipi di supporti meccanici per sistema di calibrazione a fibre ottiche

- **Servizio di Elettronica**

- **2 Mesi Uomo** per la realizzazione di prototipi per sviluppare e testare la comunicazione tra le diverse schede del DAQ