

Studio di rinculi nucleari a bassa energia in una TPC ad Argon Liquido con l'esperienza Recoil Directionality (ReD)



N. Pino^{1,2} in rappresentanza del gruppo ReD

1) Università degli studi di Catania, 2) Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) - Sezione di Catania
[noemi.pino@ct.infn.it]

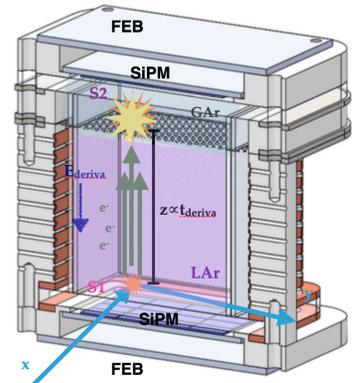


Abstract

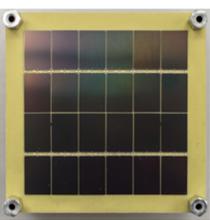
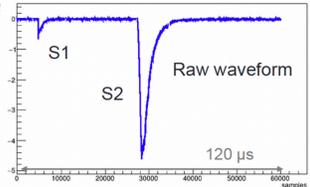
- Negli ultimi anni, tra le tecnologie usate nella ricerca diretta di segnali di particelle massive e debolmente interagenti di Materia Oscura (WIMP), le **Camere a Proiezione Temporale (TPC) bifasiche ad argon liquido (LAR)** hanno suscitato un notevole interesse
- Una particella WIMP interagirebbe con i nuclei del bersaglio per **diffusione elastica**, dando un **Rinculo Nucleare (NR)**. Se la massa di questa fosse di pochi GeV/c², ci si aspetterebbe una **energia di rinculo** in LAr nell'intervallo **1-10 keV_{nr}** [1]
- L'esperimento **Recoil Directionality (ReD)**, nella Global Argon Dark Matter Collaboration (GADMC), mira a studiare la regione di basse energie di rinculo a cui siamo interessati (ROI) utilizzando neutroni da ²⁵²Cf diretti su una LAR TPC



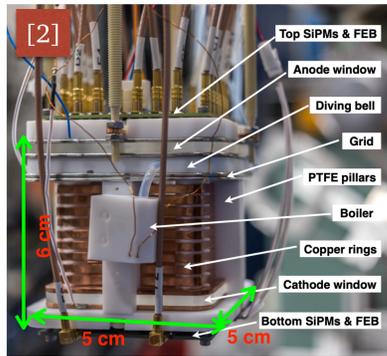
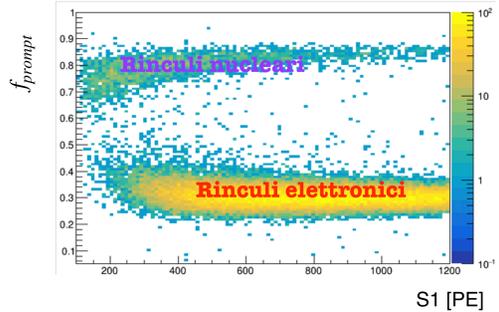
La LAR TPC di ReD



- Luce di **scintillazione (S1)**
- Creazione di coppie elettrone-ione per **ionizzazione**
- e⁻ in Ar gassoso per la deriva in campo elettrico E_{deriva}
→ segnale ritardato di elettroluminescenza (**S2**)
- **Differenza temporale tra S1-S2**
→ tempo di deriva e coordinata z
- **S2** consente la ricostruzione spaziale x-y dell'evento

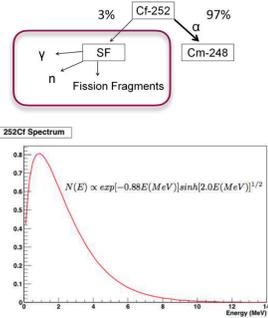


Fotomoltiplicatori al Silicio (SiPM) criogenici per la lettura dei segnali [2]



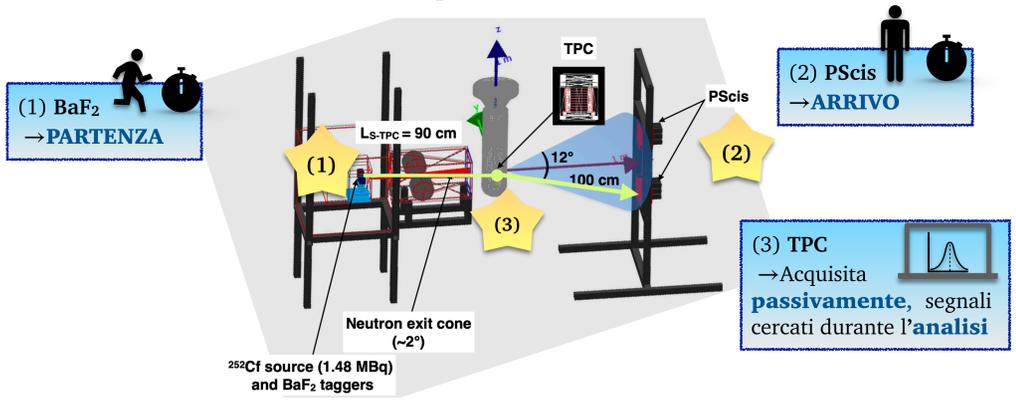
Obiettivo e strategie adottate

- ★ Studiare la correlazione tra S2 [e⁻], proporzionale alla carica prodotta in LAR, e l'energia di rinculo E_{NR} [keV] nella ROI
- ⊗ Il ²⁵²Cf emette neutroni da **fissione spontanea (SF)**
→ Consente di produrre eventi di NR nella TPC con energie di pochi keV, identificabili rivelando il neutrone diffuso
- 📊 E_{NR} è calcolata dalla cinematica a due corpi, ricorrendo alla tecnica del **Tempo di Volo (TOF)** per ricavare l'energia cinetica dei neutroni



$$E_{NR} = 2E_{cinetica} \frac{m_n m_{Ar}}{(m_n + m_{Ar})^2} (1 - \cos \theta)$$

☑ Presa dati attualmente in corso presso INFN - Sezione di Catania



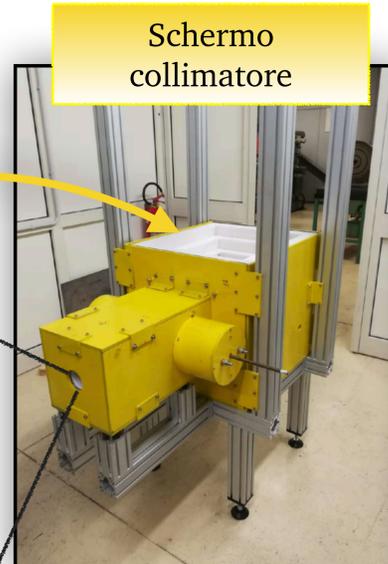
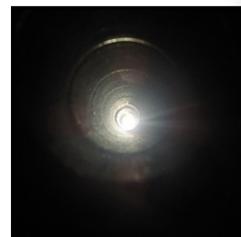
□ Successiva calibrazione con sorgenti γ a bassa energia (^{83m}Kr e ³⁷Ar) diffuse nel LAR

Gli altri elementi dell'apparato sperimentale

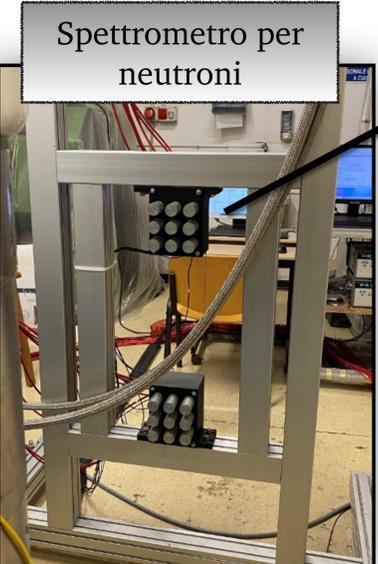
²⁵²Cf
• Attività **0.86 MBq** (1/1/2023)
→ **26 kBq SF**



2 BaF₂ + PMT
• **Scintillazione veloce (0.8 ns)** → adatti per misure di **TOF**
• **Efficienza ~60%** per SF @ ~150 keV



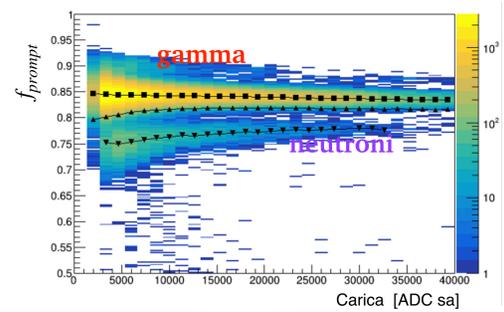
- 15 strati di **Polietilene Borato** ad alta densità, **Pb** e **Fe**
- Angolo di apertura del cono di uscita: **2°**



- **18 Psci** in matrici **3x3**
→ simmetria per controllo sistematiche
- ~ **12°-17°** per schivare i neutroni diretti dalla sorgente



- Scintillatore plastico "Psci" (EJ276) da 1 pollice + PMT**
- Piccole dimensioni per definire con precisione il punto di interazione del neutrone
 - **Risposta temporale veloce (1 ns rms)**
→ adeguato per misure di **TOF**
 - Possibilità di discriminare i neutroni dai γ da rinculi elettronici



IFAE 2023 12-14 Aprile, Catania
Incontri di Fisica delle Alte Energie

