Preventivi CSN2

Matteo Cadeddu

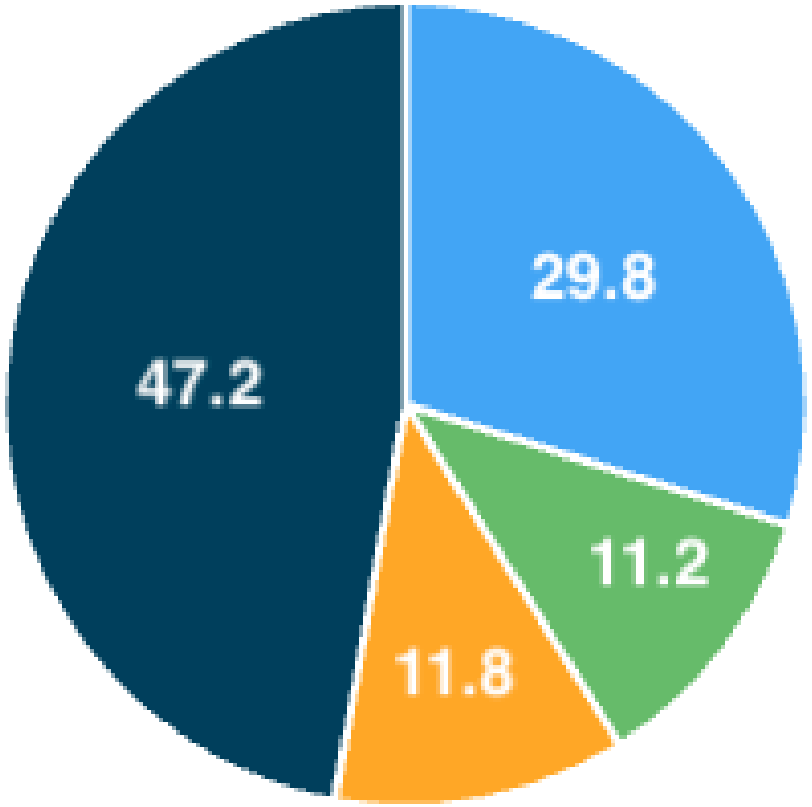
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Linee scientifice CSN2

Le ricerche e gli esperimenti di competenza della CSN2 riguardano la **fisica astroparticellare** e **dei neutrini** e si possono suddividere nelle seguenti **linee**: lo studio delle proprietà del neutrino, lo studio della radiazione cosmica, lo studio dell'universo oscuro (di cui fa parte la ricerca di materia oscura) lo studio della Gravità e Fisica Fondamentale (di cui fa parte la ricerca di onde gravitazionali).

Bilancio 2023* per le diverse linee scientifiche

- Fisica del Neutrino
- Radiazione dall'universo
- Universo Oscuro
- Gravità e Fisica Fondamentale



Tre delle quali presenti a Cagliari: Fisica del neutrino, Universo Oscuro e Onde Gravitazionali.

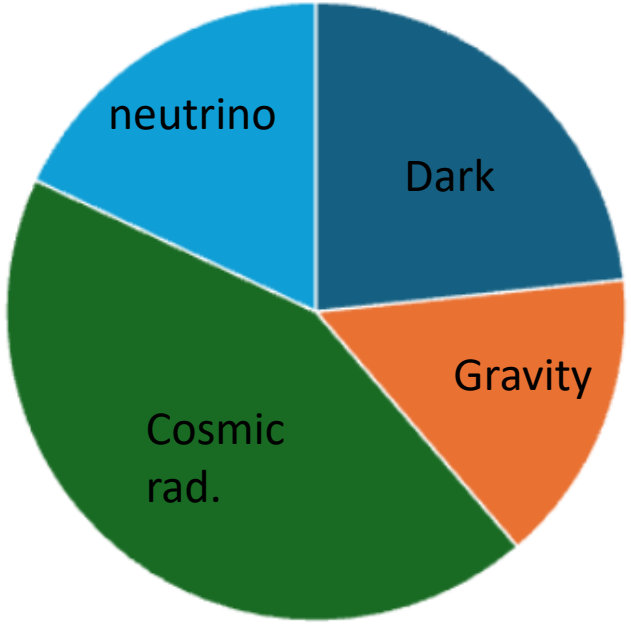
CSN2
Fisica delle
Astroparticelle

*Fotografia «vecchia» DUNE e HYPER_K passati in CSN1

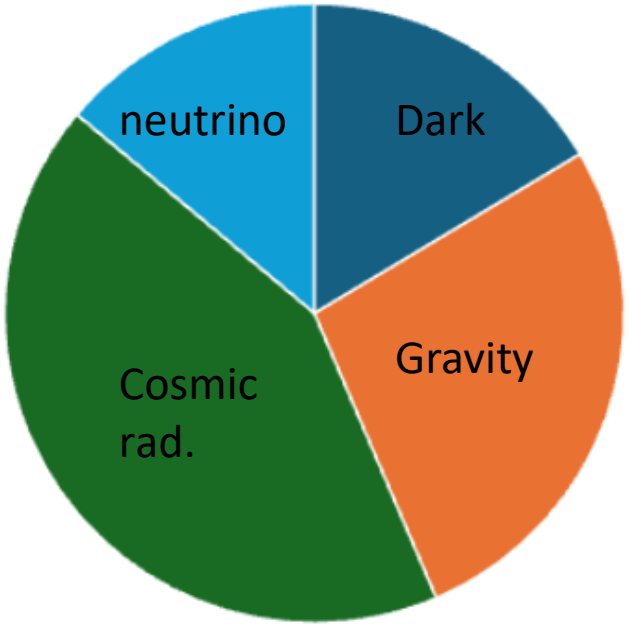
https://web.infn.it/csn2/index.php/it/

2025 … in numeri …

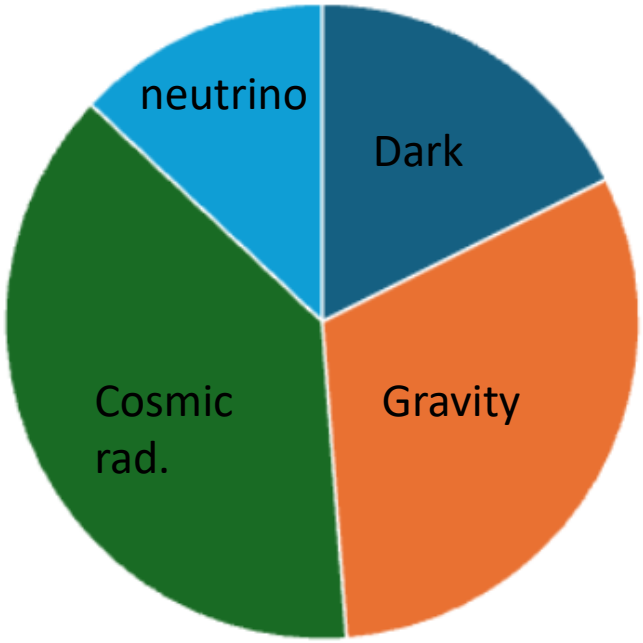
Budget



Persone



FTE



	k€	People	FTE	<FTE/N>
Dark Universe	2468	380	169.37	0.45
Gravity	1623.5	672	280.49	0.42
Cosmic Radiation	4571	824	439.31	0.53
Neutrino	1904	281	143.55	0.51

Esperimenti 2025

Pubblicato: Domenica, 20 Ottobre 2024 15:23 | Stampa | Email

Sigla	Resp. Nazionale	INFN Teams
AMS2	Alberto Oliva (BO)	BO, MIB, PG, PI.dtz, RM, RM2, TIFPA
ARCHIMEDES_2	Annalisa Allocca (NA)	CA, NA, RM
AUGER	Valerio Verzi (RM2)	CT, LNGS, LE, MI, NA, RM2, TO
BULLKID_DM	Angelo Cruciani (RM)	FE, LNGS.dtz, PI, RM
COSINUS_CSN2	Lorenzo Pagnanini (LNGS)	LNGS
CRESST	Paolo Gorla (LNGS)	LNGS
CTA	Mosè Mariotti (PD)	BA, CT, LNGS, NA, PD, PG, PI, RM.dtz, RM2, TO,
CUORE_CUPID	Carlo Bucci (LNGS) Fabio Bellini (RM1)	BO, GE, LNF, LNGS, LNL, MIB, PD.dtz, PV, RM, RM2.dtz
CYGNO	Davide Pinci (RM1)	LNF, LNGS, RM, RM3
DARKSIDE	Gemma Testera (GE)	BO, CA, CT, GE, LNGS, LNL, LNS.dtz, MI, NA, PI, RM, RM3.dtz, TIFPA, TO
ET_ITALIA	Domenico D'Urso (SS)	BO, CA, FE, FI, GE, GSGC, LNF, LNGS, LNS, NA, PI, RM, RM2, RM3.dtz, SA, TIFPA, TO.dtz
EUCLID_2	Stefano Dusini (PD)	BO, FE, GE, LE, MI, PD, RM, TO
FERMI	Nicola Mazziotta (BA)	BA, PD, PG, PI, RM2, TO, TS
FLASH	Claudio Gatti (LNF)	LNF, PI, TIFPA.dtz
GAPS	Mirko Boezio (TS)	FI, NA, PV, RM2, TO.dtz, TS
GERDA	Giuseppe Salamanna (RM3), Natalia Di Marco (GSSI)	LNF.dtz, LNGS, MI, MIB, NA, PD, RM3
GINGER	Giorgio Carelli (PI), Angela Di	LNGS, LNL, NA, PI
GRAFIQO	Francesco Marin (FI)	FI, PG, TIFPA
HERD_DMP	Giovanni Ambrosi (PG)	BA, BO.dtz, FI, LNGS, LE, NA, PG, PI.dtz, PV, RM2.dtz, TS.
HOLMES_PLUS	Angelo Nucciotti (MIB)	GE, MIB, TIFPA, TO
JUNO	Gioacchino Ranucci (MI)	CT, FE, LNF, MI, MIB, PD, PG, RM3
KATRIN_TRISTAN	Marco Carminati (MI)	MI, MIB
KM3	Pasquale Migliozzi (NA)	BA, BO, CT, GE, LNS, NA, PD, RM, SA
LIMADOU_CSN2	Roberto Iuppa (TIFPA)	BO.dtz, LNF.dtz, NA, RM2, TIFPA, TO.dtz
LISA	Rita Dolesi (TIFPA)	FI, RM2, TIFPA
LITEBIRD	Giovanni Signorelli (PI)	FE, LNF, MI, MIB, PI, PV, RM, RM2, TS
LSPE	Flavio Gatti (GE)	FE, GE, MI, PI, RM
MEGANTE2	Gabriele Rosi (FI)	FI.dtz
MOONLIGHT2	Luca Porcelli (LNF)	LNF, NA, PD
NUCLEUS	Marco Vignati (RM1)	FE, RM, RM2
QUAX	Giovanni Carugno (PD)	LNF, LNL, PD, SA, TIPFA.dtz
QUBIC	Elia Battistelli (RM1)	MI, MIB.dtz, RM
RELAQS	Gabriele Ferrari (TIFPA)	FI, TIFPA
RESNOVA_CSN2	Luca Pattavina (MIB)	MIB, LNGS, PV
SABRE	Aldo Ianni (LNGS)	LE, LNGS, MI, RM
SPB2	Giuseppe Osteria (NA)	BA.dtz, CT, LNGS, LE.dtz, NA, RM2, TIFPA, TO, TS.dtz
SWGO	Andrea Chiavassa (TO)	LNF, MI, NA, PD, RM2, TO
VIRGO	Giancarlo Cella (PI)	BO, CA, FI, GE, LNGS, MIB, NA, PD, PG, PI, RM, RM2, SA, TIFPA, TO, TS
XENON	Marco Selvi (BO)	BO, FE.dtz, LNGS, NA, TO
XRO (IXPE eXTP)	Luca Baldini (PI), Gianluigi Zampa (TS)	BO.dtz, MI, PI, PV.dtz, RM2, TIFPA, TO, TS

Sigle attive a Cagliari

Progetto	CSN	Resp.Locale	Prog. Naz.	Sigla Loc.
ARCHIMEDES_2	2	D'Urso Domenico	Attivo Chiudi al 2025	Sigla Locale Attiva Chiudi al 2025 Resp. Loc.
DARKSIDE	2	Bonivento Walter	Attivo Chiudi al 2025	Sigla Locale Attiva Chiudi al 2025 Resp. Loc.
ET_ITALIA	2	Contu Andrea	Attivo Chiudi al 2025	Sigla Locale Attiva Chiudi al 2025 Resp. Loc.
PTOLEMY	2	Cadeddu Matteo	Attivo Chiudi al 2025	Sigla Locale Attiva Chiudi al 2025 Resp. Loc.
VIRGO	2	Lazzaro Claudia	Attivo Chiudi al 2025	Sigla Locale Attiva Chiudi al 2025 Resp. Loc.

Possibile nuova proposta per massa neutrini e rivelazione CvB

Nuovo regolamento CSN2

https://web.infn.it/csn2/images/Files/Regolamenti/INFN-CSN2-QA-103-50.pdf

5 Regole

5.1 Percentuali di impegno

Si richiede che un ricercatore o tecnologo si impegni in ogni progetto (sigla) di CSN2 con una percentuale minima del 20%, fino ad un massimo di 2 sigle di CSN2.

5.2 Percentuali dei responsabili

I responsabili nazionali degli esperimenti devono indicare percentuali di impegno maggiore/uguale del 50% e non possono ricoprire questo ruolo per più di un esperimento.

Il personale dipendente e associato che abbia compiuto i 65 anni di età non potrà ricoprire il ruolo di responsabile, a livello locale e nazionale in base alla circolare n.009948 del 06.06.2011 del Presidente dell'INFN.

5.3 Personale junior

Tenendo conto che i giovani coinvolti in un percorso dottorale o post-laurea sono in una fase di formazione e specializzazione, i dottorandi e borsisti post-laurea che intendono dedicarsi ad attività di CSN2 si possono impegnare complessivamente al massimo in 2 sigle.

5.4 Controlli sull'anagrafica

Nella riunione di settembre, il gruppo di lavoro in carica comunica alla CSN2 la situazione anagrafica in termini di FTE dei diversi esperimenti, segnalando eventuali anomalie, che verranno comunicate dal gruppo di lavoro stesso successivamente ai responsabili nazionali degli esperimenti. Sarà cura dei responsabili nazionali e locali intervenire e sanare le anomalie entro febbraio dell'anno successivo. In caso di anomalie gli FTE del personale in violazione non contribuiranno alle dotazioni per la sezione (assegnazioni spostate su un fondo indiviso) ed eventuali common funds verranno messi, anche in questo caso, in un fondo indiviso. I fondi verranno riassegnati durante la riunione di febbraio per le posizioni sanate o adeguatamente giustificate.

Riassunto punti salienti:

- Percentuale minima del 20% fino ad un **massimo di 2 sigle di CSN2**.
  ***ET e Archimedes sinergiche**
- RN >= **50%** e non possono ricoprire questo ruolo per più di un esperimento.
- >65 anni NO ruoli responsabilità
- Dottorandi: **max in 2 sigle**.
- GdL anagrafica controlla e comunica anomalie. Sarà cura dei RN e RL intervenire e sanare le anomalie entro febbraio.
- Assegnazioni tolte e spostate su fondo indiviso.

Nuove sigle

5.6 Apertura sigla e finanziamento sotto dotazioni

- Per poter aprire una sigla in CSN2 è sufficiente l'apertura della sigla in una singola sezione. Le sigle locali sono aperte se raccolgono un impegno complessivo di almeno 1.5 FTE. Il caso contrario è da considerare solo in fase di start up di una nuova sigla in una sezione: in questo caso il finanziamento dell'attivitàè possibile **sotto i fondi di dotazione per un periodo di massimo 3 anni**.

- Si sta cercando di aprire una nuova sigla PTOLEMY

Informazioni varie

Prossime riunioni:
- 16/07 ore 14:30 -18/07/2025 ore 16:00 - Torino
- 15/09 Bari, 16-19/09/2025 Monopoli

ToDo:
- Controllo inserimento preventivi
- Preparazione riunione di Luglio

Pro-memoria scadenze:
- 1 Luglio: nuove proposte (LoI, CDR, TDR, …)
- 31 Luglio: progress report (e richieste di estensione)

- Bando 27636 del 26 marzo 2025 (scad 15/04/2025 23:59)
- Frequently Asked Questions (FAQ) e questionario
- Incontro di chiarimento: 04/04/2025 alle ore 15:00 via zoom andata molto bene: molte domande, Aggiornamento FAQ e registrazione disponibile

- 39 temi (in effetti 40) per un totale di 58 periodi tri-settimanali
- Schede (e documenti) postate sulla pagina della CSN2

- Commissione approvata dal presidente INFN:
  - Roberto Iuppa
  - Antonello Ortolan
  - Barbara Caccianiga
  - Gemma Testera

- 135 partecipanti …
- due riunioni: 20/05 (criterii), 30/05 valutazioni e selezione
- graduatoria approvata da GE di metà giugno

Zini Tommaso	Firenze	SOS-ENATTOS_ET	CAGLIARI	SOS_ENATTOS

- Prossimo appuntamento ….
  - Borse trimestrali (Settembre 2025)
  - … indispensabile essere pronti prima..

Presidente CSN2: elezioni

Oliviero Cremonesi è al secondo mandato e quindi va trovato un nuovo presidente

Timeline:

- Aprile 2025: Nomima search committe

Senior CSN2: Fabio Gargano*, Marcello Messina, Lino Miramonti, Riccardo Munini

- Maggio/Giugno 2025: analisi nelle varie strutture. Riunione con i responsabili locali e direttore: Ogni coordinatore può fare 3 nominations

- Settembre 2025: relazione search committee

- Novembre 2025: Elezioni presidente

Situazione dello scorso anno

Coordinatori	**1**	
Cadeddu Matteo		
Referaggi interni	**3**	
Cognome	**Nome**	**Esperimento**
Cadeddu	Matteo	COSINUS_CSN2
Cadeddu	Matteo	FLASH
Cadeddu	Matteo	RADIO_AXION
Referaggi esterni	**0**	
Cognome	**Nome**	**Esperimento**
Osservatori	**0**	
Incarichi istituzionali	Nome commissione	
	0	
Numero di FTE validi per dotazioni (senza ET_ITALIA)	**18.85**	
Numero di FTE validi per dotazioni (con ET_ITALIA)	**27.65**	

Riporto questa tabella perchè in CSN2 le richieste per dotazioni sono tabellari algoritmo in cui entrano numero FTE, numero referaggi interni/esterni, commissioni, osservatori e incarichi istituzionali.

DarkSide/ ARIA

Responsabile locale: **Walter Bonivento**

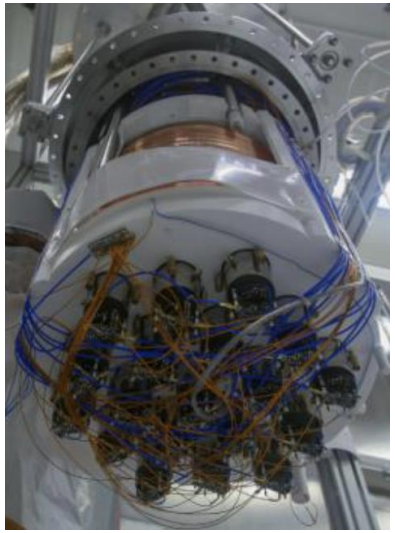
Responsabilità: **Bonivento W.** Executive Board, **Cadeddu M.** Speaker Bureau, **Dordei F.** Editorial Board, **Gabriele F.** Executive Board.

The DarkSide program

2012 | 2013-2021 | 2028-2038 | Far future…

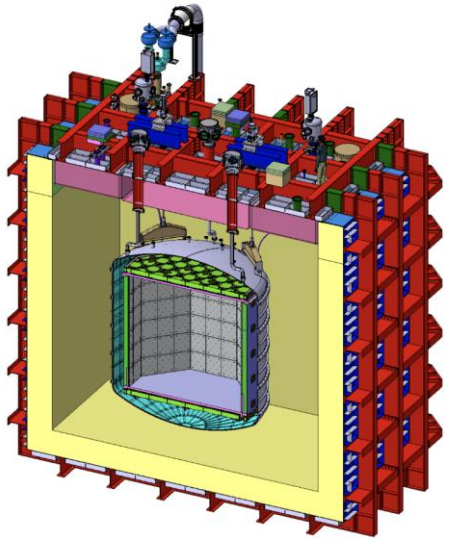
DarkSide-10

Technical prototype
No dark matter goal



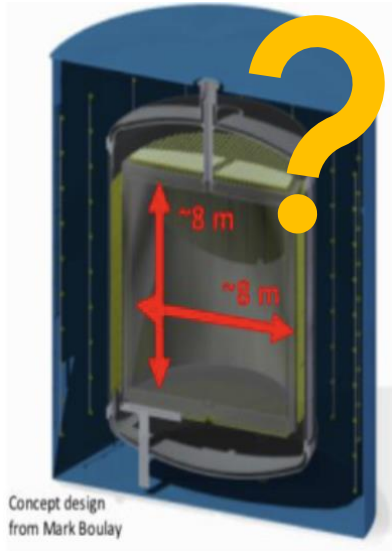
DarkSide-50

Science detector. First bkg-free results with UAr. Best limits for low mass WIMP search.



DarkSide-20k @LNGS

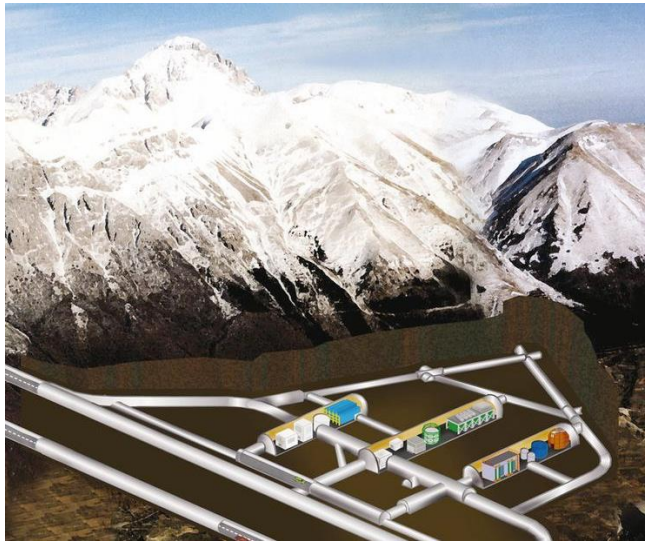
Novel photosensor technology. First peek into the neutrino fog. Nominal exposure: 200 t y



Argo @SNOLAB

Ultimate LAr DM detector. Push well into the neutrino fog. Nominal exposure: 3000 t y

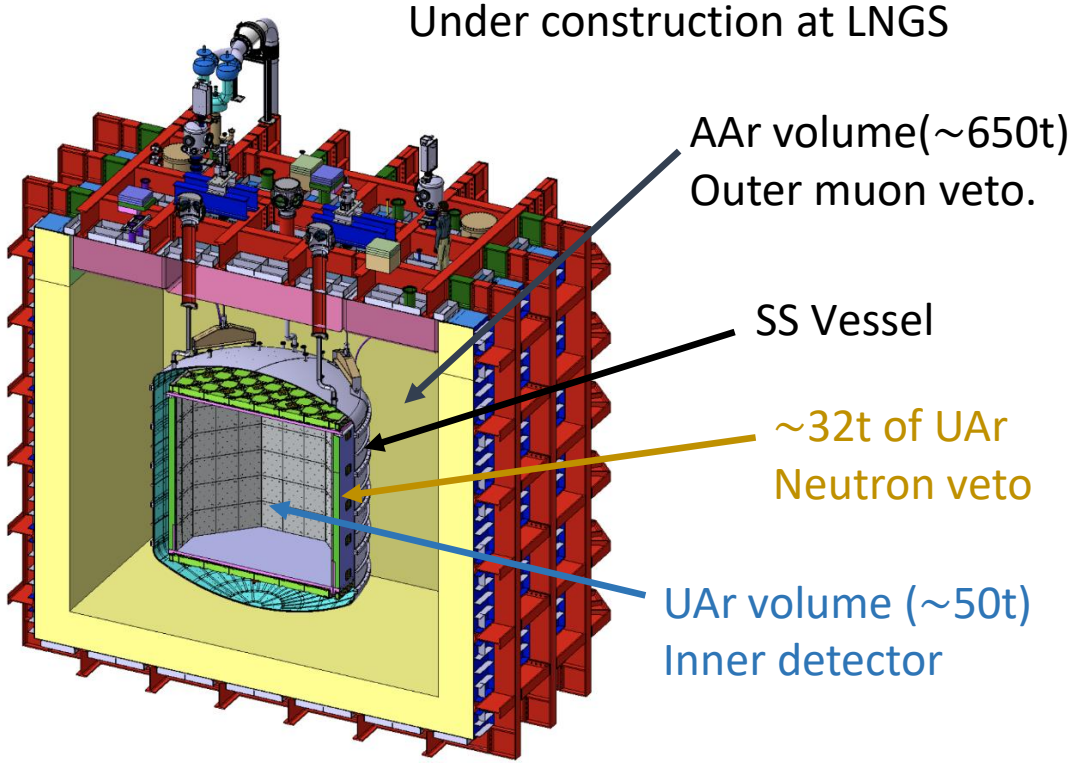
DarkSide-20k



Under construction at LNGS

- DarkSide-20k in Hall C @Laboratori Nazionali del Gran Sasso LNGS (Italy)
- Below ~1400 m of rock (3400 m.w.e)
- Muon flux reduction factor ~10^6

- ~50 (20) tonnes active (fiducial) UAr in a dual phase TPC
- 32 tonnes of UAr acting as neutron veto
- 650 tonnes of Atmospheric Ar (AAr) acting as muon veto
- Light Readout: large array of custom cryogenic low-noise SiPMs (TPC readout: ~ 21 m^2 cryogenic SiPMs)



Position reconstruction resolution:

- ~1 cm in XY
- ~1 mm in Z

WIMP searches with DarkSide

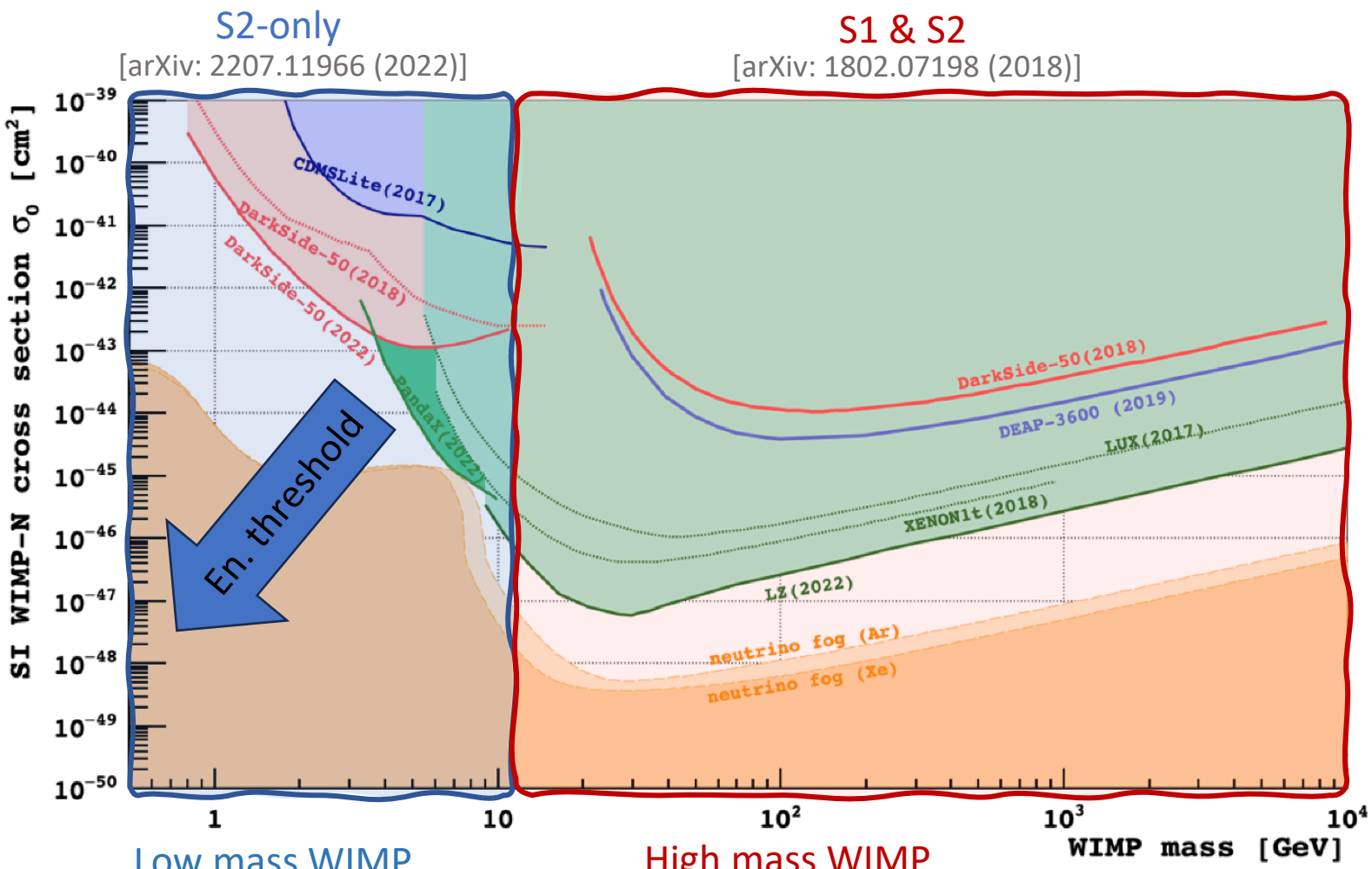
DarkSide-50 low mass: ionization (S2-only) analysis

PROS:

- S2 signals are amplified in GAr: **possible to identify single ionization electron**
- Energy threshold for nuclear recoils down to 0.6 keV_{nr} (corresponding to 4 electrons)
- **Unique sensitivity to few GeVs DM**

CONS:

- PSD and Z-coordinate reconstruction are unavailable
- Minimal fiducialization (only radial)
- No more bkg-free → **Background model needed**



Low mass WIMP
$0.1<m_W<10$ GeV

High mass WIMP
$m_W > 10$ GeV

DarkSide-20k Summer Collaboration Meeting in Sardinia

2 Jun 2025, 08:55 → 6 Jun 2025, 18:00 Europe/Rome

Calaserena Resort

Description

DarkSide-20k Summer Collaboration meeting!

Dates: June 2-6, 2025

Location: Calaserena (Geremeas), Sardinia

Meeting di collaborazione a Giugno 2025 a Geremeas circa 100 collaboratori dal mondo

The Local Organising Committe:

Walter Bonivento

Matteo Cadeddu

Nicola Cargioli

Francesca Dordei

Federico Gabriele

Marcello Lissia

Carlo Puggioni

Marco Razeti

+ grosso aiuto da parte dei nuovi dottorandi:

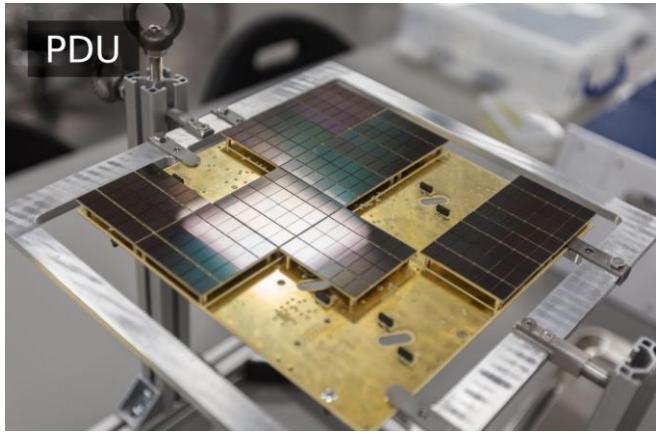
Ferro Luca
Pavarani Riccardo
Sestu Michela
Tullio Sara

Stato di DarkSide

- Criostato installato a LNGS

- Criogenia AAr quasi installata a LNGS

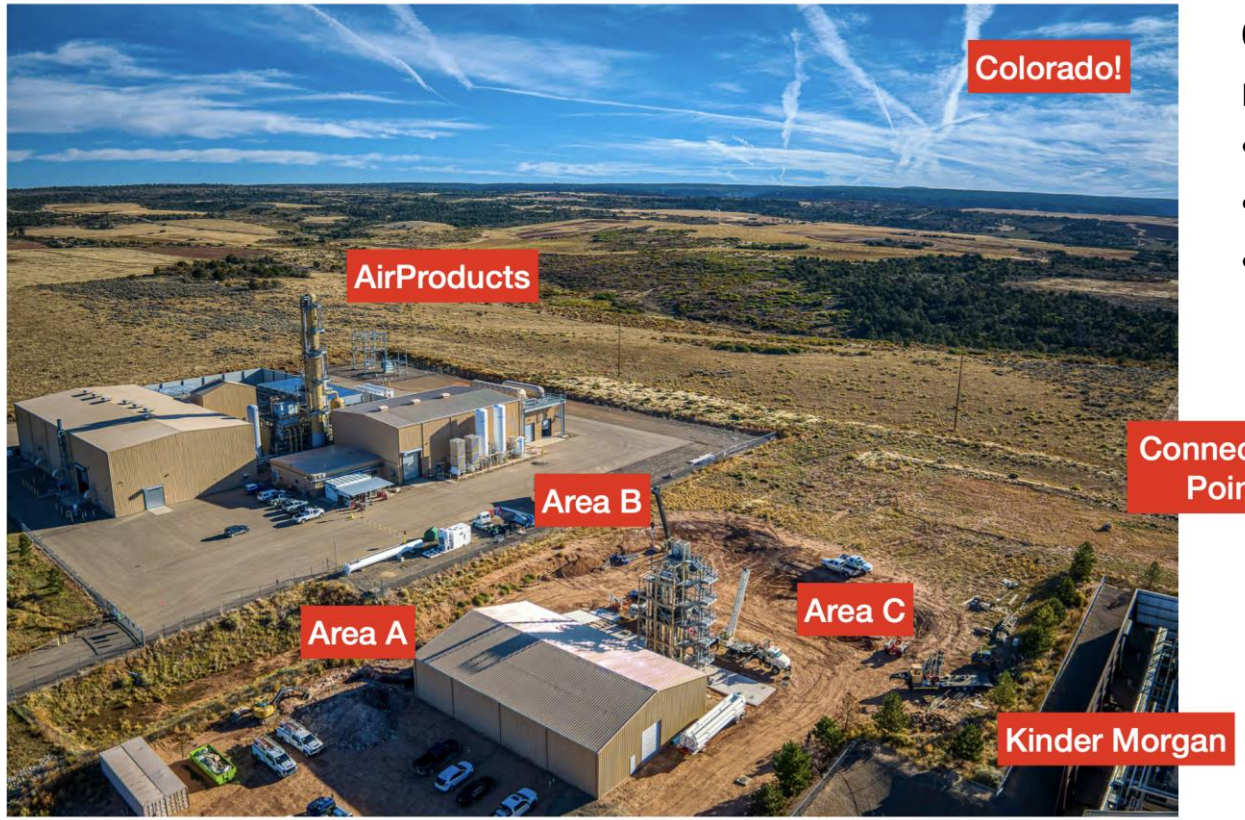
- Mockup test run a LNGS completato con successo con criogenia UAr



- 10% delle PDU costruite

L'esperimento dovrebbe partire nel 2028!

Attività INFN Cagliari 2024-2025



Coordinameto produzione e test argon a bassa radioattvità

- Costruzione Urania in Colorado
- Costruzione Aria in Sardegna
- Progettazione e costruzione esperimento DArT a LSC Spagna

Urania: quasi pronto; commissioning a Ottobre/Novembre

Aria: forte ritardo a causa di ristrutturazone castello (completata) e ascensore pozzo caduto (ora recuperato)

M.Cadeddu (SB), F.Dordei (EB), L. Ferro, M.Sestu, R. Pavarani
Iniziata anche attività di turni e fisica su DEAP3600

F.Gabriele, W. Bonivento, M. Razeti, V. Cocco, M. Caboni, S. Tullio, M. Arba

Attività 2024-2025 INFN Cagliari

Progettazione storage per tank argon a CS

Progresso ristrutturazione edifici uffici e sala macchine Aria

Preparazione DArT a LSC Spagna

DarkSide-20k physics reach: high mass WIMP

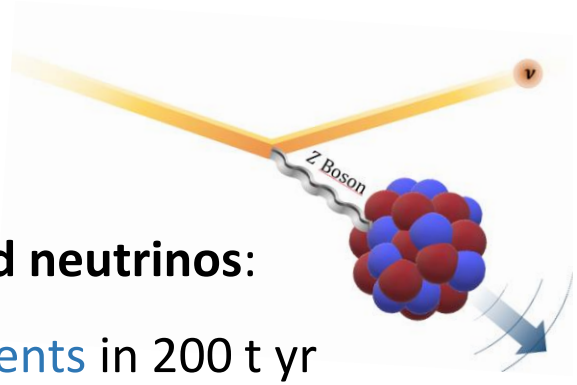
- **Nominal exposure**:

  Fid. 10 y → (20×10) t yr

- **Instrumental background**:

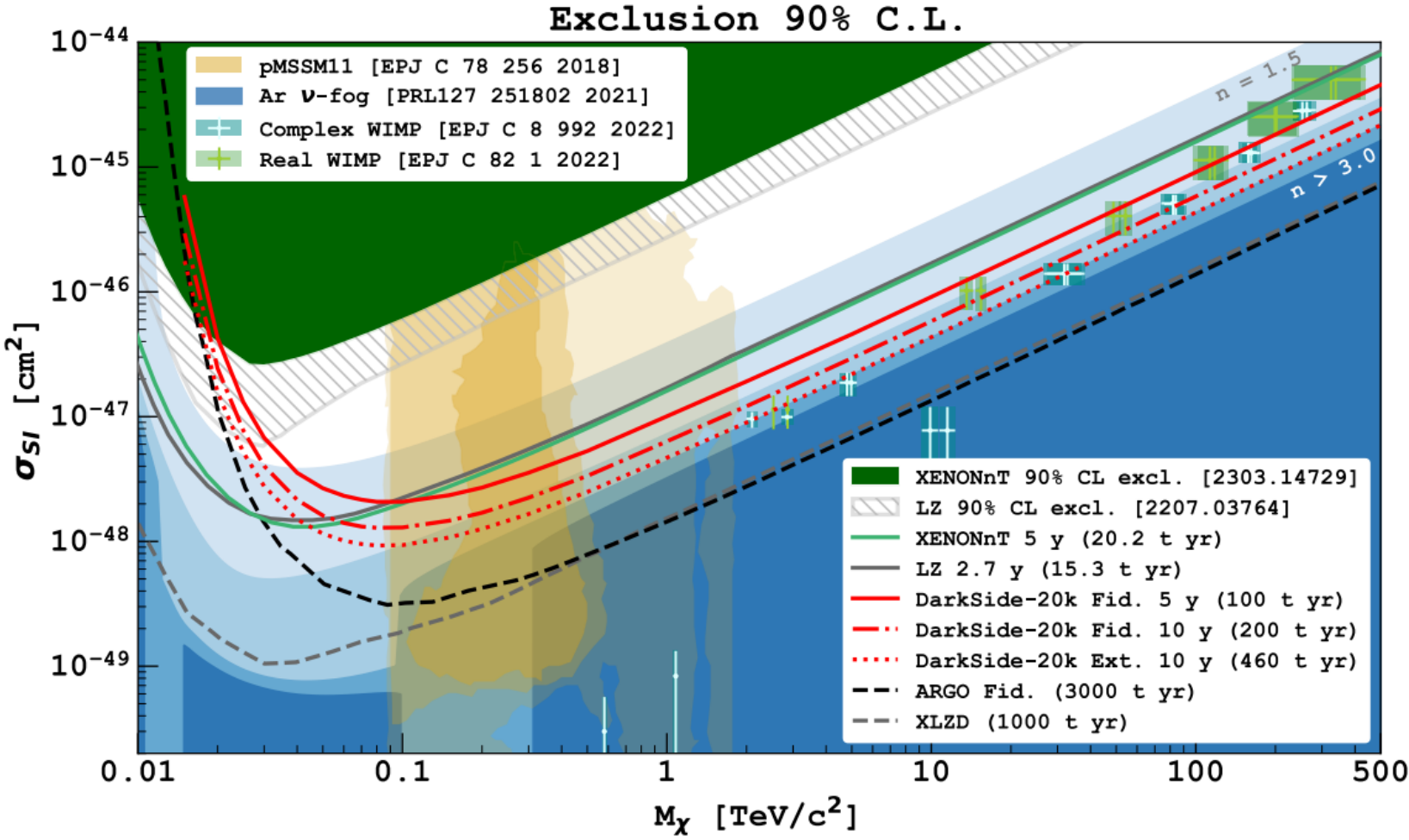
  DS-20k aims to have <0.1

  bkg events in 200 t yr



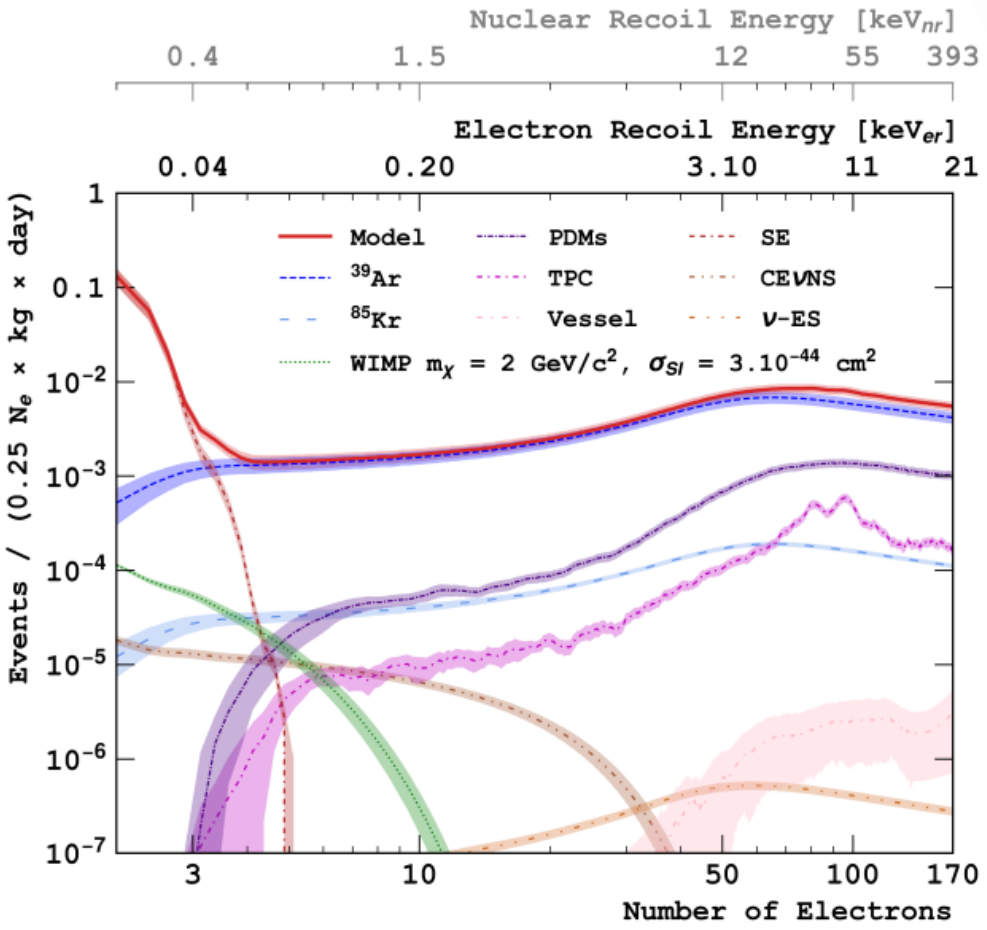
- **Expected neutrinos**:

  ~ 3.3 events in 200 t yr



- simulazione segnale WIMP e neutrini storicamente in capo a Cagliari
- Grazie anche alla esperienza acquisita nella fenomonologia del CEvNS

DarkSide-20k sensitivity to light dark matter particles



NEW

Nature Communications Physics **volume 7**, Article number 422

communications physics

Explore content · About the journal · Publish with us

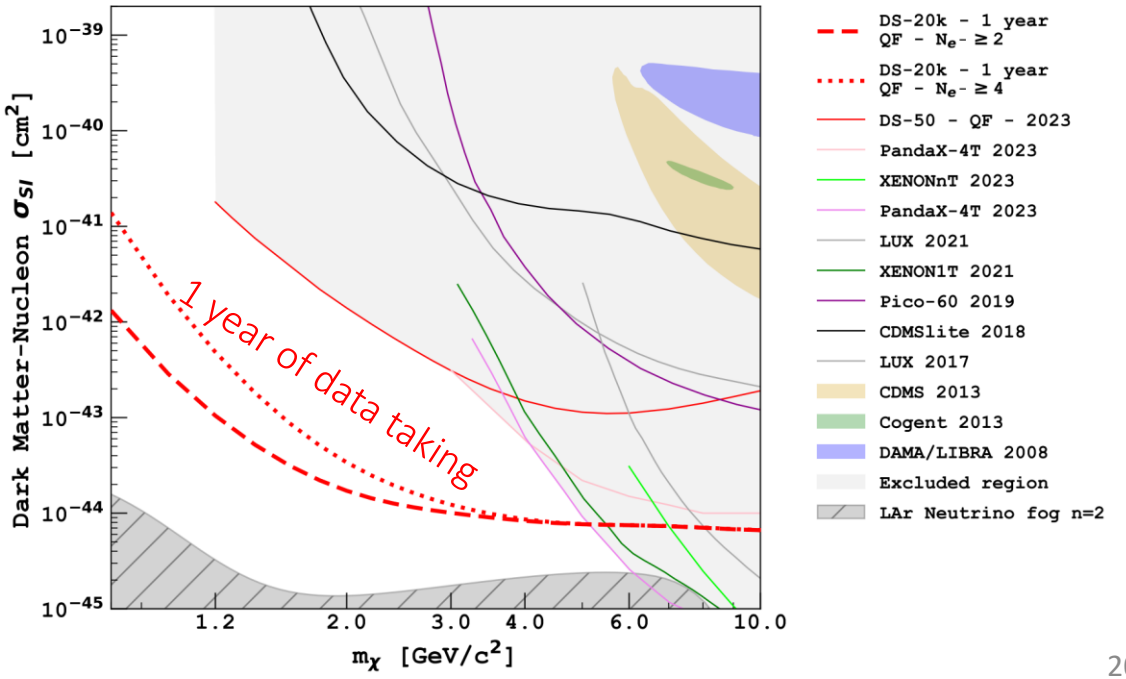
nature › communications physics › articles › article

Article | Open access | Published: 26 December 2024

DarkSide-20k sensitivity to light dark matter particles

The DarkSide-20k Collaboration

Communications Physics **7**, Article number: 422 (2024) | Cite this article



Observation of CEvNS from ^{8}B solar neutrinos

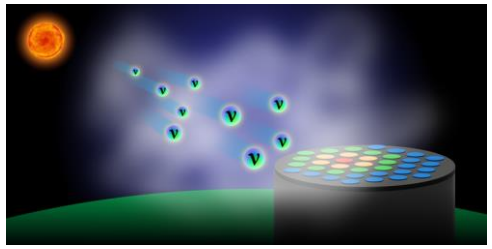
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Matteo Cadeddu

RESEARCH NEWS

First Glimpses of the Neutrino Fog

November 7, 2024 • *Physics* 17, 161

Two dark matter searches report that their detectors have likely recorded neutrinos coming from the Sun—spotting the "neutrino fog" that could imperil future dark matter searches.

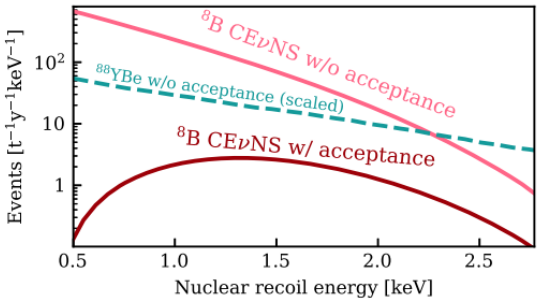


FEATURED IN PHYSICS | EDITORS' SUGGESTION | OPEN ACCESS | ACCESS BY UNIVERSITY STUDI CAGLIARI

First Indication of Solar ^{8}B Neutrinos via Coherent Elastic Neutrino-Nucleus Scattering with XENONnT PRL 133, 191002 (2024)

E. Aprile[1], J. Aalbers[2], K. Abe[3], S. Ahmed Maouloud[4], L. Althueser[5], B. Andrieu[4], E. Angelino[6,7], D. Antón Martin[8], F. Arneodo[9] *et al.* (XENON Collaboration)

The background-only hypothesis is rejected with a **significance of 2.73σ**.

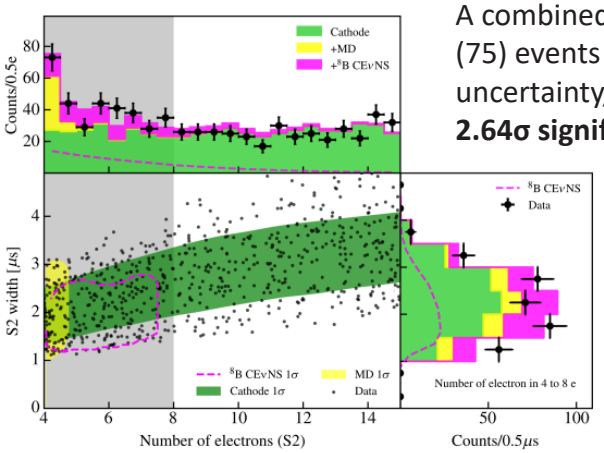


Component	Expectation	Best fit
AC (SR0)	7.5 ± 0.7	7.4 ± 0.7
AC (SR1)	17.8 ± 1.0	17.9 ± 1.0
ER	0.7 ± 0.7	$0.5^{+0.7}_{-0.6}$
Neutron	$0.5^{+0.2}_{-0.3}$	0.5 ± 0.3
Total background	$26.4^{+1.4}_{-1.3}$	26.3 ± 1.4
^{8}B	$11.9^{+4.5}_{-4.2}$	$10.7^{+3.7}_{-4.2}$
Observed	37	

FEATURED IN PHYSICS | EDITORS' SUGGESTION | OPEN ACCESS | ACCESS BY UNIVERSITY STUDI CAGLIARI

First Indication of Solar ^{8}B Neutrinos through Coherent Elastic Neutrino-Nucleus Scattering in PandaX-4T PRL 133, 191001 (2024)

Zihao Bo[2], Wei Chen[2], Xun Chen[1,2,3,4], Yunhua Chen[5,4], Zhaokan Cheng[6], Xiangyi Cui[1], Yingjie Fan[7], Deqing Fang[8], Zhixing Gao[2] *et al.* (PandaX Collaboration)



A combined analysis yields a best-fit 8B neutrino signal of 3.5 (75) events from the paired (US2) data sample, with ~37% uncertainty, and the background-only hypothesis is disfavored at **2.64σ significance**.

US2 ROI	Run0	Run1
Cathode	100 ± 24	104 ± 21
MD	25 ± 3	20 ± 4
ERs	1.3 ± 0.1	0.9 ± 0.2
Total bkg.	126 ± 24	125 ± 21
^{8}B CEνNS	18 ± 4	25 ± 6
Observed	158	174

- Despite the small number of observed events, very interesting limits have been already put. Sensitivity to tau neutrinos!

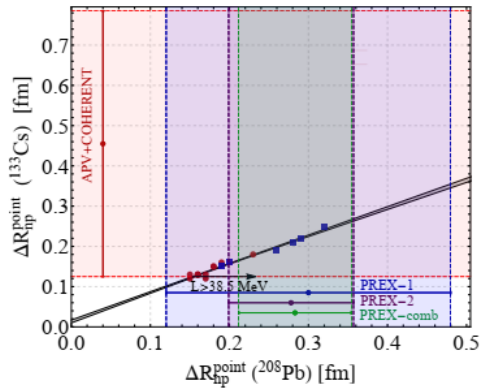
- Ampia copertura dei lavori del gruppo sulle sezioni d'urto dei neutrini, CEvNS, fisica fondamentale con sonde EW all'European Strategy.

Low energies:CEνNS

Ivan Esteban, University of the Basque Country
Neutrinos and Cosmic Messengers Working Group

6/22 **Neutron distribution in nuclei**

$$\frac{d\sigma^{SM}}{dE_R} \propto |F(Q^2)|^2; \quad Q^2 = 2ME_R + \mathcal{O}(E_R/M)$$



Cadeddu et al; arXiv:2102.06153

Measurement only possible with neutrinos (Y axis) or parity-violating electron scattering (X axis). Dominated by statistics+energy reconstruction (*Quenching Factor*) uncertainties.

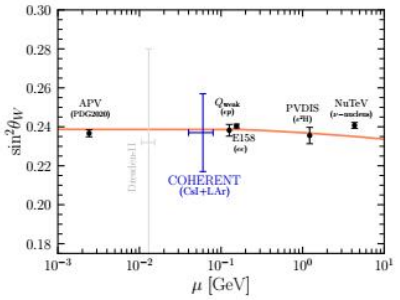
Beyond a test of first-principles calculations, it can be related to the energy of isospin-asymmetric matter, key for the equation of state of neutron-rich matter including neutron stars.

Low energies:CEνNS

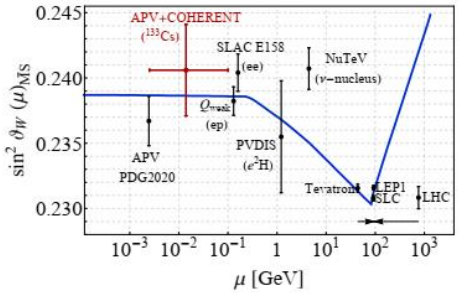
Ivan Esteban, University of the Basque Country
Neutrinos and Cosmic Messengers Working Group

7/22 **Weak mixing angle**

$$\sigma^{SM} \propto [N - (1 - 4\sin^2\theta_W)Z]$$



De Romeri et al; arXiv:2211.11905



Cadeddu et al; arXiv:2102.06153

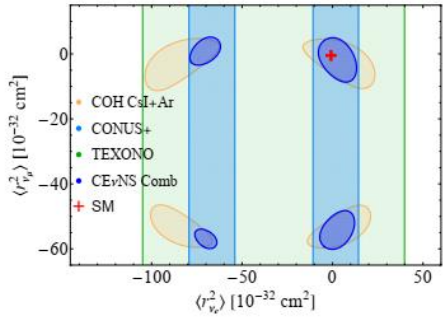
Future: competitive determinations of θ_W potentially possible with $\mathcal{O}(50kg)$ Ge (low threshold, "low" N/Z)

Low energies:CEνNS

Ivan Esteban, University of the Basque Country
Neutrinos and Cosmic Messengers Working Group

8/22 **Neutrino charge radius**

$$\sin^2 2\theta_W \to \sin^2 2\theta_W \left(1 + \tfrac{1}{3} m_W^2 \langle r_\nu^2 \rangle\right)$$



Atzori Corona et al; arXiv:2501.18550

Future: measurement of θ_W potentially possible with $\mathcal{O}(50kg)$ Ge (low threshold, "low" N/Z)

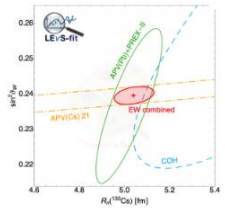
Welcome to LEvS-fit

The Low-Energy Neutrino Scattering fit

Up-to-date global fit of **Coherent Elastic neutrino Nucleus** and **neutrino Electron** scattering data, including also **Atomic Parity Violation** and **Parity-Violating Electron Scattering** data with graphical and numerical bounds on nuclear physics, Standard Model and Beyond key parameters.

LEARN MORE

What you can find in this website:



Fit Results

View More →

Members

Learn More →

Papers and Conferences

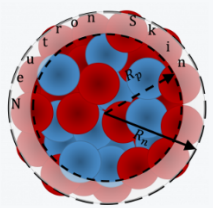
Read More →

LEvS-fit

The Low-Energy Neutrino Scattering fit

Visit the pages below to find our latest results

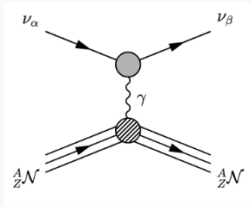
In particular, you can find up-to-date global fits of **Coherent Elastic neutrino Nucleus** (CEvNS) and **neutrino Electron scattering** data, including also other electroweak probes such as **Atomic Parity Violation** (APV) and **Parity Violating Electron Scattering** (PVES). Click on the corresponding section to find graphical and numerical bounds on nuclear and electroweak physics, Standard Model and Beyond key parameters.



NUCLEAR AND ELECTROWEAK PHYSICS

In this section you can find mostly electroweak determinations of the rms neutron nuclear radius, of the neutron skin and of the weak mixing angle.

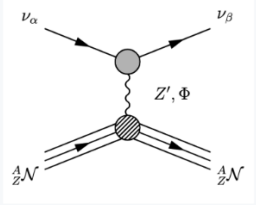
VIEW MORE



NEW NEUTRINO PROPERTIES

In this section you can find up-to-date graphical and numerical bounds on the neutrino charge radius, millicharge and magnetic moment.

VIEW MORE



NON-STANDARD INTERACTIONS AND LIGHT MEDIATORS

In this section we collect the latest results on neutrino non-standard interactions (NSI) and light vector and scalar boson mediators under different interaction hypotheses.

VIEW MORE

LEνS-fit

https://levs-fit.ca.infn.it/

LEvS-fit

The Low-Energy Neutrino Scattering fit

CEvNS overview

M. Cadeddu, F. Dordei, and C. Giunti, **A view of Coherent Elastic Neutrino-Nucleus Scattering**, EPL 143 34001 [arXiv hep-ph: 2307.08842], 2023.

CONSULT IT HERE

List of papers

2025

- M. Atzori Corona, M. Cadeddu, N. Cargioli, F. Dordei, C. Giunti and C. A. Ternes, **The Standard Model tested with neutrinos**, [arXiv hep-ph: 2504.05272], 2025.
- M. Atzori Corona, M. Cadeddu, N. Cargioli, F. Dordei, and C. Giunti, **Reactor antineutrinos CEvNS on germanium: CONUS+ and TEXONO as a new gateway to SM and BSM physics**, [arXiv hep-ph: 2501.18550], 2025.

2024

- M. Atzori Corona, M. Cadeddu, N. Cargioli, F. Dordei, and C. Giunti, **Refined determination of the weak mixing angle at low energy**, Phys. Rev. D 110, 033005 [arXiv hep-ph: 2405.09416], 2024.
- M. Atzori Corona, M. Cadeddu, N. Cargioli, F. Dordei, and C. Giunti, **Momentum dependent flavor radiative corrections to the coherent elastic neutrino-nucleus scattering for the neutrino charge-radius determination**, JHEP 05 (2024) 271 [arXiv hep-ph: 2402.16709], 2024.

List of presentations

2025

- **M. Cadeddu**, Neutrinos as a probe of SM and BSM Physics, The Fundamental Nuclear and Particle Physics at the ESS workshop, Lund (January 2025)

2025

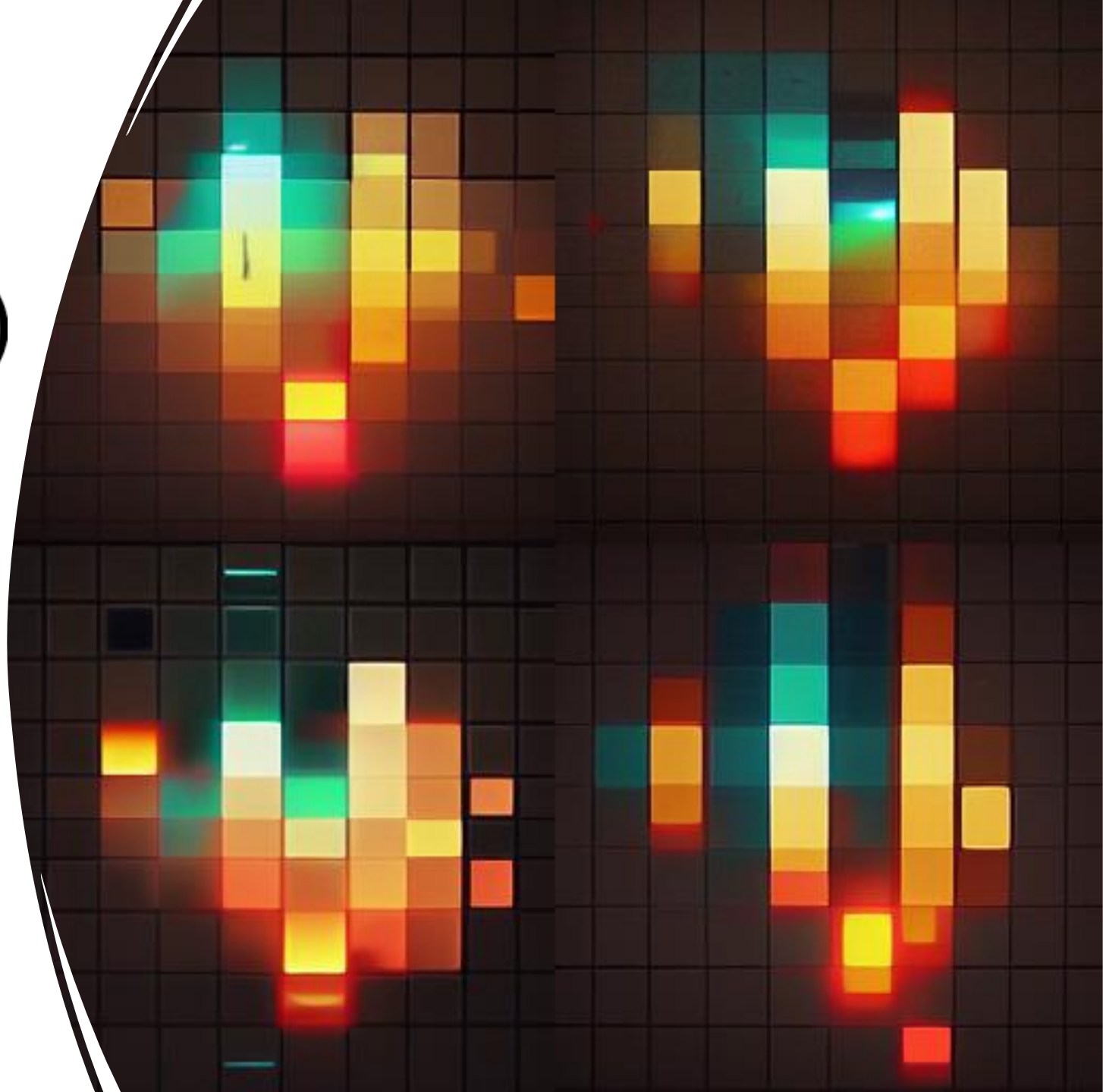
- **M. Cadeddu**, A bird's eye view: global analysis of nuclear and electroweak properties and the role of CEvNS, Magnificent CEvNS, Valencia (June 2024)
- **F. Dordei**, The devil is in the details: the role of the radiative corrections, Magnificent CEvNS, Valencia (June 2024)
- **M. Atzori Corona**, Exploring the Migdal Effect in CEvNS searches at low energies, Magnificent CEvNS, Valencia (June 2024)
- **N. Cargioli**, Toward the low-mass dark matter searches with DarkSide-20k: the solar neutrino and the argon-39 backgrounds, Magnificent CEvNS, Valencia (June 2024)

2023

Ric.	Tecn.	PRIN	tot	tot (no tecn.)
14.2	0.9	0.25	15.35	14.45

Nome	Cognome	profilo	stato	aff.	Ric	Tec.	PRIN	perc.	FTE	note
Arba	Mauro	Collaboratore Tecnico E.R.	Attivo	1	0	30		DARKSIDE - 30%	30	
Bonivento	Walter	Dirigente di Ricerca	Attivo	2	85		15	DARKSIDE - 85% PRIN 15%	100	PRIN sinergico DS
Caboni	Marco	Collaboratore Tecnico	Attivo	2	100			DARKSIDE - 100%	100	
Cadeddu	Matteo	Primo Ricercatore	Attivo	2	80			DARKSIDE - 80% ET_ITALIA - 20%	80	
Cadoni	Mariano	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	4	20			DARKSIDE - 20% ET_ITALIA - 20%	20	
Cargioli	Nicola	Assegno di Ricerca	Attivo	2	100			DARKSIDE - 100%	100	
Castello	Paolo	Tecnologica Ricercatori/Professori università	Attivo	2	50			DARKSIDE - 50%	50	
Cocco	Valentina	Assegno di Ricerca	Attivo	2	100			DARKSIDE - 100%	100	
Dongiovanni	Danilo Nicola	Scientifica Dipendenti altri enti	Attivo	2	20			DARKSIDE - 20%	20	
Dordei	Francesca	Primo Ricercatore	Attivo	1	30			DARKSIDE - 30%	30	CC3M
Ferro	Luca	Scientifica Dottorandi	Attivo	2	70			DARKSIDE - 100%	70	
Gabriele	Federico	Primo Tecnologo	Attivo	2	90		10	DARKSIDE - 90% PRIN- 10%	100	PRIN sinergico con DS
La Delfa	Luigi	Collaboratore Tecnico E.R.	Attivo	2	0	20		DARKSIDE - 20%	20	
Lissia	Marcello	Primo Ricercatore	Attivo	2	95			DARKSIDE - 95%	95	Asimov (CC3M)
Marras	Davide	Collaboratore Tecnico E.R.	Attivo	3	0	10		DARKSIDE - 10%	10	
Muscas	Carlo	Tecnologica Ricercatori/Professori università	Attivo	2	20			DARKSIDE - 20%	20	
Pavarani	Riccardo	Scient. Dottorandi	Attivo	2	70			DARKSIDE - 100%	70	
Pegoraro	Paolo Attilio	Tecnologica Ricercatori/Professori università	Attivo	2	50			DARKSIDE - 50%	50	
Razeti	Marco	Tecnologo	Attivo	2	100			DARKSIDE - 100%	100	
Santucci	Alessia	Scientifica Dipendenti altri enti	Attivo	2	20			DARKSIDE - 20% PTOLEMY- 30%	50	
Sestu	Michela	Scientifica Dottorandi	Attivo	2	70			DARKSIDE - 100%	70	
Solinas	Vincenzo	Professori università	Attivo	2	30					Associazione
Steri	Arianna	Tecnologica Dottorandi	Attivo	2	80			DARKSIDE - 80% ET_ITALIA - 20%	100	
Sulis	Sara	Professori università	Attivo	2	50			DARKSIDE - 50%	50	
Tosti	Silvano	Scientifica Dipendenti altri enti	Attivo	2	20			DARKSIDE - 20%	20	
Tullio	Sara	Scientifica Dottorandi	Attivo	2	100			DARKSIDE - 100%	100	
Tuveri	Marcellino	Collaboratore Tecnico E.R.	Attivo	5	0	30		DARKSIDE - 30%	30	

VIRGO



Responsabile locale: **Claudia Lazzaro**

Virgo: anagrafica - preventivi

Gruppo Virgo CA:

Bortignon	Pierluigi	Incarico di Ricerca scientifica	30%
Codazzo	Elena	Assegno di Ricerca	50%
Contu	Andrea	Primo Ricercatore	20%
D'Urso	Domenico	Incarico di Ricerca scientifica	40%
De Falco	Alessandro	Incarico di Ricerca scientifica	20%
Fanti	Viviana	Incarico di Ricerca tecnologica	20%
Johnson	Emma Jane	Scientifica Dottorandi	50%
Lazzaro	Claudia	Scientifica Ricercatori/Professori università	70%
Mangano	Valentina	Scientifica Ricercatori/Professori università	40%
Mirasola	Lorenzo	Scientifica Dottorandi	80%
Sanna	Andrea	Scientifica Ricercatori/Professori università	30%
Sipala	Valeria	Incarico di Ricerca scientifica	40%
Tuveri	Matteo	Scientifica Ricercatori/Professori università	20%

- Panai ha interrotto il PhD alla fine dello scorso anno
- Mirasola ultimo anno phD
- Codazzo: assegno di ricerca fino a 5/26 (rinnovabile)

Richieste preventivi 2026:

TOT 5.1 FTE

Missioni, richiesta 16k +2k SJ:

- attività di laboratorio (V. Mangano): collaborazione con il gruppo di Roma1 nello sviluppo di strategie di attenuazione delle instabilità parametriche 4 missioni =5k
- riunione di collaborazione: partecipazione alle Virgo week: 5k
- riunione di collaborazione: partecipazioni a LVK: 6k
- attività di laboratorio, missioni EGO: sviluppo prototipi di sospensioni per ET e per il post-O5, 2 k SJ

Virgo report attività

Data analysis (Codazzo, De Falco, Lazzaro, Mirasola):

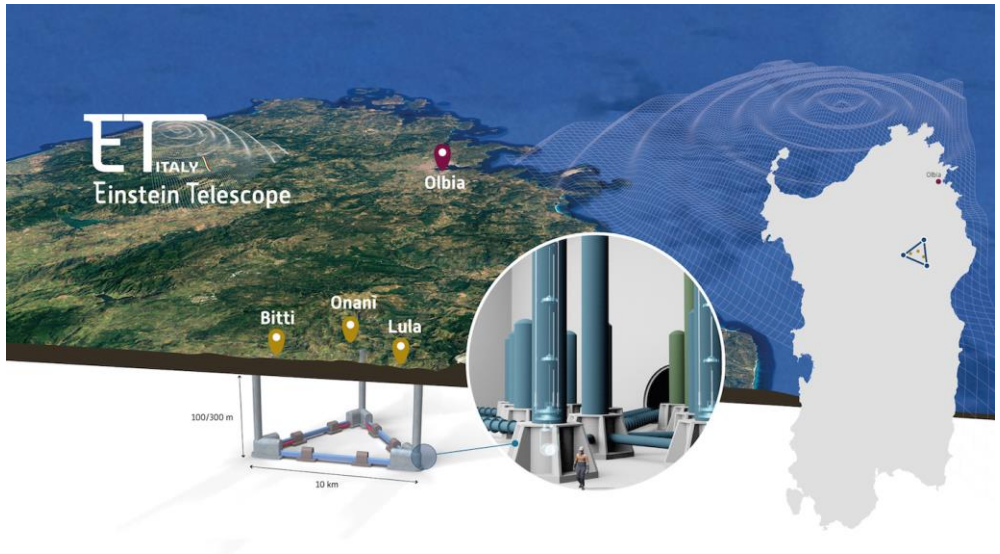
- Continuous waves searches
  - narrow band search: contributo alla ricerca nei dati O4a/O4b, parte del paper writing team della pubblicazione LVK
  - contributo allo sviluppo pipeline per studiare second'ordine di spin-down da utilizzare nella ricerca di onde continue O4b
  - ricerca all-sky: follow-up dei candidati della pipeline Frequency-Hough dei dati O4a partcipazione al paper writing team della pubblicazione LVK
  - ottimizzazione e possibili sviluppi Frequency Hough pipeline
- Transient burst search
  - intermediate duration search: contributo all'analisi dati O4a/O4b utilizzando pipeline coherent wave burst (cWB). sviluppo della pipeline per la ricerca O4b e O4c
  -short duration search contributo all'analisi dati O4a/O4b utilizzando pipeline cWB
  - sviluppo di metodologie per la caratterizzazione del segnale GW ricostruito senza l'utilizzo di modelli
  - contributo all'analisi della ricerca di echoes nei segnali di GW dovuti a coalescenze di binarie, analisi inserita nel testing general relativity paper
- Rapid response shift (RRT level 0)

Hardware:

- sviluppo di strategie di attenuazione delle instabilità parametriche, progettazione e costruzione di smorzatori passivi (Mangano), collaborazione con gruppo Roma 1
- prototipi di sospensioni per ET e post-O5, possibile inclusione/collaborazione nella attività Virgo ancora in discussione (D'Urso, Sipala)

Cognome	Nome	Profilo	Stato	aff	VIRGO	perc	tot	Note
					5.1		**5.1**	
Bortignon	Pierluigi	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	1	30	VIRGO - 30%	30	
Codazzo	Elena	Assegno di Ricerca	Attivo	2	50	ET_ITALIA - 50% VIRGO - 50%	50	
Contu	Andrea	Primo Ricercatore	Attivo	1	20	ET_ITALIA - 30% VIRGO - 20%	20	PNRR_ICSCS2 e PRIN2022 Sinergici con LHCb
D'Urso	Domenico	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	2	40	ARCHIMEDES_2 - 20% ET_ITALIA - 40% VIRGO - 40%	40	
De Falco	Alessandro	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	3	20	VIRGO - 20%	20	
Fanti	Viviana	Incarico di Ricerca tecnologica	Attivo	5	20	ET_ITALIA - 40% VIRGO - 20%	20	
Johnson	Emma Jane	Scientifica Dottorandi	Attivo	2	50	ET_ITALIA - 50% VIRGO - 50%	50	
Lazzaro	Claudia	Scientifica Ricercatori/univ.	Attivo	2	70	ET_ITALIA - 20% VIRGO - 70%	70	contratto in scadenza
Mangano	Valentina	Scientifica Ricercatori/univ.		2	40	ARCHIMEDES_2 - 30% ET_ITALIA - 30%	40	Archimedes sinergico ET
Mirasola	Lorenzo	Scientifica Dottorandi	Attivo	2	80	ET_ITALIA - 20% VIRGO - 80%	80	
Sanna	Andrea	Scientifica Ricercatori/univ.	Attivo	2	30	VIRGO - 30%	30	
Sipala	Valeria	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	5	40	VIRGO - 40% ET 30%	40	
Tuveri	Matteo	Scientifica Ricercatori/univ.	Attivo	2	20	ARCHIMEDES_2 - 20% ET_ITALIA - 60% VIRGO - 20%	20	

ET



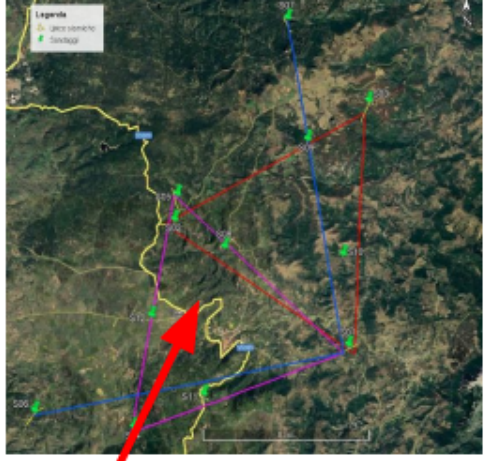
Responsabile locale: **Andrea Contu**
Responsabile nazionale: **Domenico D'Urso**

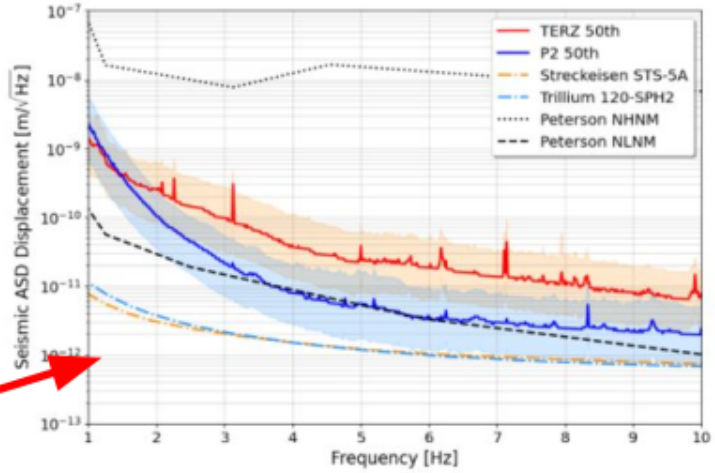
Richieste ET per 2026 (Estimate)

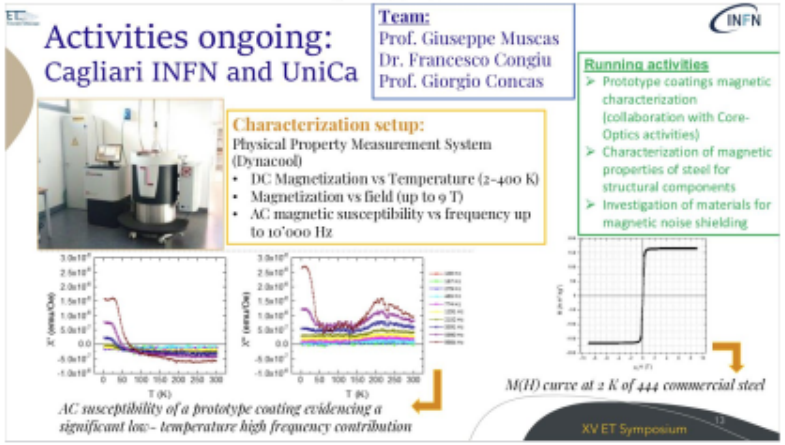
- Anagrafica: ~30 Persone, ~12 FTE
- Richieste finanziarie
  - Caratterizzazione sito: 55K missioni + 30K consumo
  - Phase camera: 3K consumo + 5k missioni
  - Coatings: under discussion but similar to phase camera
  - Missioni tabellari + gettoni responsabilità: >30K
- Responsabilità:
  - 2 CB delegate (RU Leader + 1 National Representative) + 1 Board Chair (SPB coordinator)&Executive Board member + 1 ET-PP WP chair + ETIC WP Coordinator

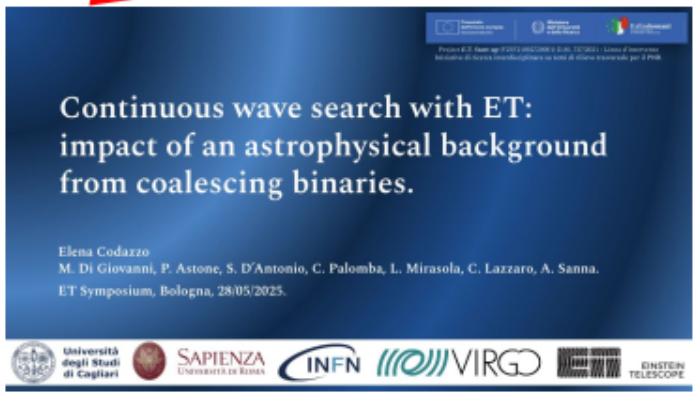
Highlights so far

- Evento G7 a Ottobre 2024
- Completamento di tutti i boreholes per entrambe le configurazioni
- Paper confronto siti: https://arxiv.org/abs/2503.02166
- Poster (ETIC) + Presentazione analisi dati (E.Codazzo) e misure magnetiche a ET symposium
- ET presentato a EXPO 2025
- Completamento laboratori ETIC
- ...









Plans for 2026

- Continue characterization and engineering studies
- Start R&D activities in new labs
- Continue magnetic characterisation of material and on data analysis

Cognome	Nome	Profilo	Stato	aff	ET_ITALIA	perc	Note
					12.3		
Bernardini	Alessandra	Tecnologica Ricercatori/Uni	Attivo	5	50	ET_ITALIA - 50%	
Cadoni	Mariano	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	4	20	DARKSIDE - 20% ET_ITALIA - 20%	
Carbonaro	Carlo Maria	Scientifica Ricercatori/Uni	Attivo	2	30	ET_ITALIA - 30%	
Cardello	Giovanni Luca	Scientifica Ricercatori/Uni	Attivo	2	100	ET_ITALIA - 100%	
Cardini	Alessandro	Dirigente di Ricerca	Attivo	1	30	ET_ITALIA - 30%	IGNITE Sinergico con LHCb
Codazzo	Elena	Assegno di Ricerca	Attivo	2	50	ET_ITALIA - 50% VIRGO - 50%	
Concas	Giorgio		Attivo	2	20	ET_ITALIA - 20%	
Contu	Andrea	Primo Ricercatore	Attivo	1	30	ET_ITALIA - 30% VIRGO - 20%	PNRR_ICSCS2 e PRIN2022 Sinergici con LHCb
D'Urso	Domenico	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	2	40	ARCHIMEDES_2 - 20% ET_ITALIA - 40% VIRGO - 40%	
Da Pelo	Stefania		Attivo	2	20	ET_ITALIA - 20%	
Deidda	Luca Gabriele		Cont non Trovato	2	50	ET_ITALIA - 50%	
Dettori	Francesco	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	1	20	ET_ITALIA - 20%	
Dettori	Riccardo		Attivo	2	20		
Fanti	Viviana	Incarico di Ricerca tecnologica	Attivo	5	40	ET_ITALIA - 40% VIRGO - 20%	
Ferro	Luca	Scientifica Dottorandi	Attivo			DARKSIDE - 100%	
Giunchi	Carlo	Scientifica Dipendenti altri enti	Attivo	2	30	ET_ITALIA - 30%	
Johnson	Emma Jane	Scientifica Dottorandi	Attivo	2	50	ET_ITALIA - 50% VIRGO - 50%	
Lampis	Andrea	Tecnologo		2	0	ET_ITALIA - 0%	PNRR
Lazzaro	Claudia	Scientifica Ricercatori/Uni	Attivo	2	20	ET_ITALIA - 20% VIRGO - 70%	
Loi	Angelo	Tecnologo		2	0	ET_ITALIA - 0%	PNRR

Cognome	Nome	Profilo	Stato	aff	ET_ITALIA	perc	Note
					12.3		
Mangano	Valentina			2	30	ARCHIMEDES_2 - 30% ET_ITALIA - 30%	Archimedes sinergico ET
Marongiu	Daniela	Scientifica Ricercatori/Uni	Attivo	2	20	ET_ITALIA - 20%	
Masoni	Alberto	Dirigente di Ricerca	Attivo	3	20	ET_ITALIA - 20%	
Mazzarella	Giuseppe	Tecnologica Ricercatori/Uni	Attivo	2	20	ET_ITALIA - 20%	
Mirasola	Lorenzo	Scientifica Dottorandi	Attivo	2	20	ET_ITALIA - 20% VIRGO - 80%	
Molinari	Irene	Scientifica Dipendenti altri enti	Attivo	2	20	ET_ITALIA - 20%	
Mura	Daniele	Tecnologo	Attivo	3	20	ET_ITALIA - 20%	
Murgia	Riccardo		Attivo	2	40	ET_ITALIA - 40%	
Muscas	Giuseppe		Attivo	2	20	ET_ITALIA - 20%	
Nobile	Gloria				100	ET_ITALIA - 100%	
Olivieri	Marco	Scientifica Dipendenti altri enti	Attivo	2	20	ET_ITALIA - 20%	
Olla	Piero	Scientifica Dipendenti altri enti	Attivo	4	0	ET_ITALIA - 0%	
Quochi	Francesco	Scientifica Ricercatori/Uni	Attivo	2	30	ET_ITALIA - 30%	
Razeti	Marco	Tecnologo	Attivo	2		DARKSIDE - 100%	
Saba	Michele	Scientifica Ricercatori/Uni	Attivo	2	20	ET_ITALIA - 20%	
Serra	Matteo	Assegno di Ricerca	Attivo	2	100	ET_ITALIA - 100%	
Sipala	Valeria	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	5	30	VIRGO - 40% ET 30%	
Steri	Arianna	Tecnologica Dottorandi	Attivo	2	20	DARKSIDE - 80% ET_ITALIA - 20%	
Tuveri	Matteo	Scientifica Ricercatori/Uni	Attivo	2	60	ARCHIMEDES_2 - 20% ET_ITALIA - 60% VIRGO - 20%	
Vignoli	Giulio	Scientifica Ricercatori/Uni	Attivo	2	20	ET_ITALIA - 20%	

Archimedes

Responsabile locale: **Domenico D’Urso**

INFN Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Università degli Studi di Napoli Federico II

Sapienza Università di Roma

uniss Università degli Studi di Sassari

Advanced Virgo

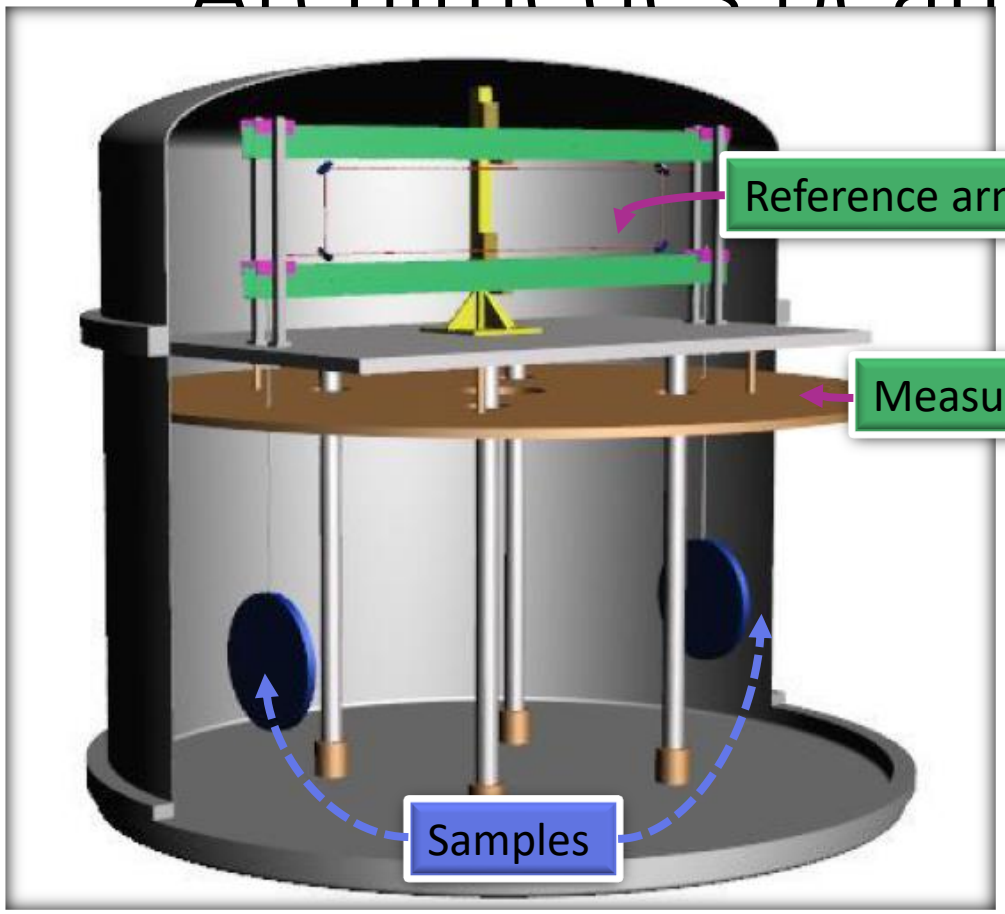
CNR-INO Istituto Nazionale di Ottica Consiglio Nazionale delle Ricerche

Aix*Marseille université

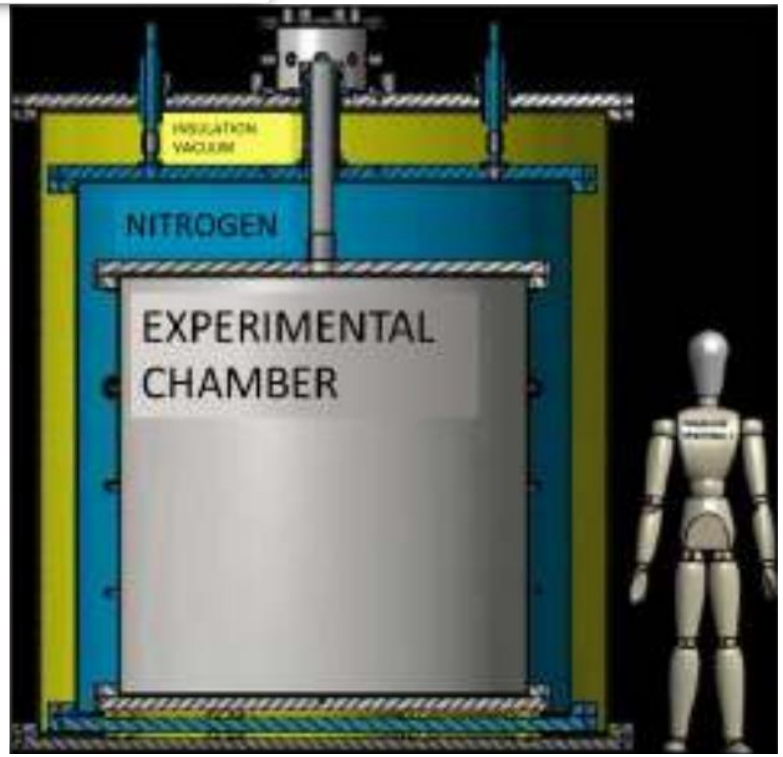
Archimedes @Sardegna

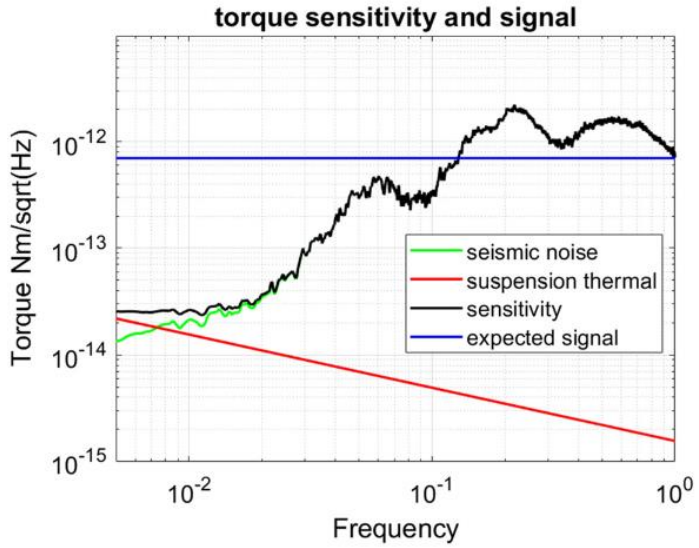
ARCHIMEDES

Archimedes beam-balance



Extremely sensitive balance consisting of a measurement arm that suspends two superconductive samples, and of a reference arm, which allows to decouple from external tilt noise



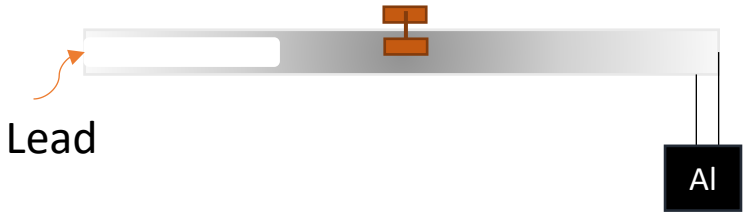


Whole setup kept at cryogenic temperature of ~90K thanks to a suitably designe cryostat filled with liquid Nitrogen

$$\tau_s = 3.5 \cdot 10^{-13} \frac{Nm}{\sqrt{Hz}}$$

Current sensitivity in torque (prototype)

Credits to A. Allocca

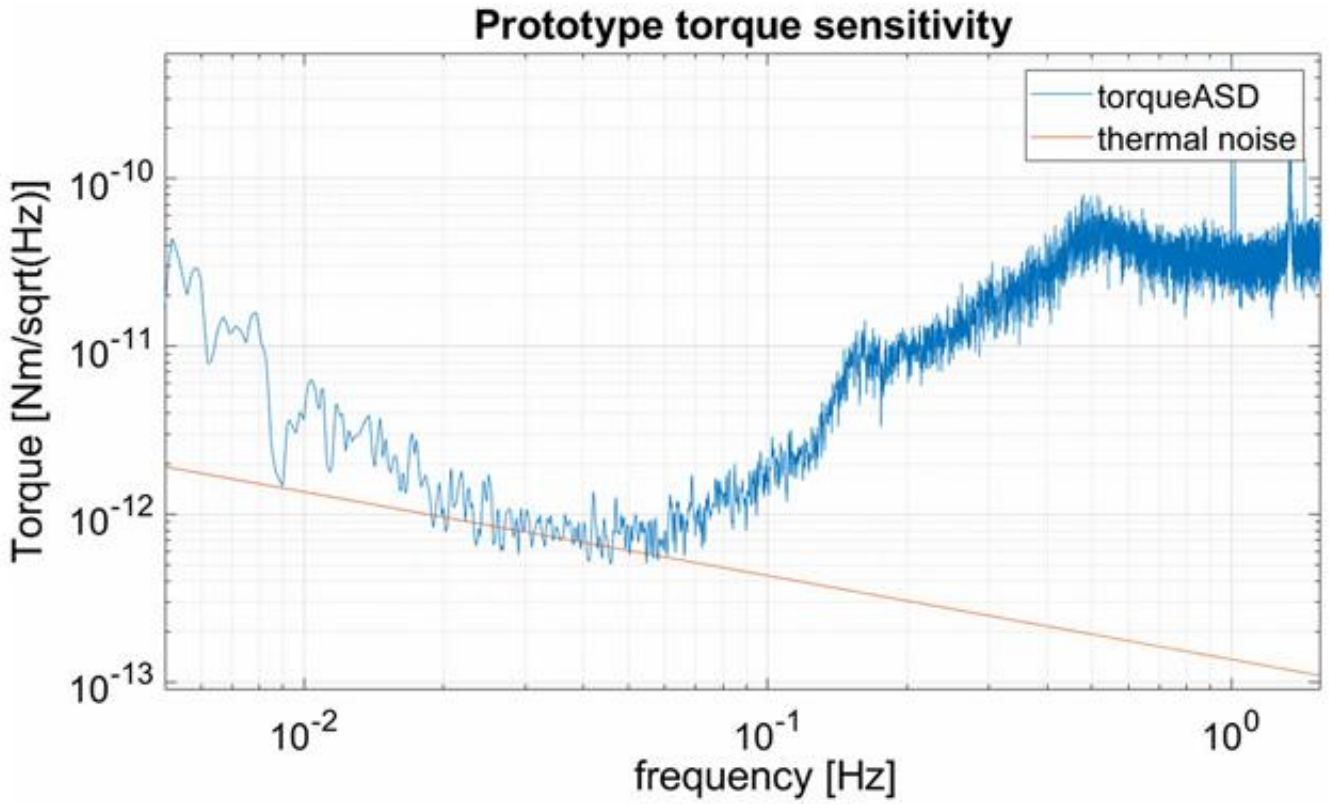


Suspended Aluminum sample (right)
Lead counterweight (left)

Torque sensitivity achieved at room temperature with the prototype reaches

$10^{-12} Nm/\sqrt{Hz}$@ 20 mHz

A factor 10 of improvement in the sensitivity would be enough to perform the measurement



Calloni, E. *et al. Eur. Phys. J. Plus* **139**, 158 (2024)

Archimedes final balance

- First test under vacuum: vacuum chamber closed on March 25th 2025 and re-open on June 2025
- First data under vacuum at room temperature: camera will be closed at the end of July
- Apparatus need to be moved by the end of 2025 to start the SUNLAB construction
- Setup in cryogeny from the end of 2026 for first vacuum weight measurement campaign

Attività Gruppo INFN Cagliari-UniSS-UniCA

- Caratterizzazione strutturale campioni
- Set-up sperimentale per il test in temperatura per i campioni
- Commissioning and test apparatus
- Preparazione nuovo capannone per il trasferimento

Richieste

- 2 mesi uomo tecnico officina meccanica per assistenza per installazione, chiusura e apertura camera
- acquisto campioni per test e caratterizzazione **2000**
- missioni realizzazione del setup e studio per la modulazione termica dei campioni superconduttori
  - Roma 3 viaggi x 5 gg x 1 persona: totale 3300 euro ~ **3500**
  - **Napoli** 2 volte x(1 p x 5gg + viaggio) = 2 x (500 viaggio + 120 hotel x4 + 60 pasti x5) =totale 2560 ~ **2500**
- missioni per Caratterizzazione campioni a Napoli:
  - 2 volte x(1 p x 5gg + viaggio) = 2 x (500 viaggio + 120 hotel x4 + 60 pasti x5) =totale 2560 ~ **2500**

- missioni ad Orosei-Lula: 12 volte x (1p x 3gg + viaggio) = 5 x (viaggio auto 100 + 80 hotel x 2 + 60 pasti x 3) = 5280 -> **5500**
- **Totale Missioni 3500 + 2* 2500 + 5500 = 14000**
- Consumo: 20 000 + 5000 euro di liquidi criogenici + 3500 SJ
- Camera grigia: 50 000

Spese 2025

- Trasferimento Lula – Orosei
- Scaffolding per Orosei
- Trasferimento Roma – Orosei

Cognome	Nome	Profilo	Stato	aff	ARCHIMEDES_2	perc	Note
					1.7		
D'Urso	Domenico	Incarico di Ricerca scientifica	Attivo	2	20	ARCHIMEDES_2 - 20% ET_ITALIA - 40% VIRGO - 40%	
Mangano	Valentina			2	30	ARCHIMEDES_2 - 30% ET_ITALIA - 30%	Archimedes sinergico ET
Murgia	Fabrizio	Scientifica Ricercatori/Professori università	Attivo	2	100	ARCHIMEDES_2 - 100%	
Tuveri	Matteo	Scientifica Ricercatori/Professori università	Attivo	2	20	ARCHIMEDES_2 - 20% ET_ITALIA - 60% VIRGO - 20%	

Alcune proposte …

Sigla	RN	Referee 1	Referee 2	Referee 3
Ptolemy	Marcello Messina	Andrea Longhin	Tommaso Chiarusi	
Betas	Riccardo Ceruli	Silvia Capelli	Marco Angelucci	Lorenzo Pagnanini
Bauscia	Tommaso Tabarelli	Luca Pagano	Claudia Tomei	
NUSES	Ivan De Mitri	Riccardo Munini	Carla Aramo	
SWGO	Andrea Chiavassa	Matteo Duranti	Gabriella Cataldi	Paolo Lipari
…				

Andrea Longhin recentemente nominato RN di HK: Osservatore in CSN1 … **Matteo Cadeddu**

PTOLEMY PonTecorvo Observatory for Light Early-universe Massive-neutrino Yield

DocID	*Rev.*	*Validity*
INFN-PTOLEMY-QA-210	0.2	Rilasciato

Letter of Intent for the PTOLEMY project

document for INFN CNS2

Data: 25/06/2025
Rev. 0.2.1 - 25/06/2025

Authors and approvals

Editors	Checked by	Approved by
G.Cavoto, M.Messina	G.Cavoto, M.Messina, F.Virzi, F.M. Pofi, A.G.Cocco	PTOLEMY collaboration

Distribution

- Public document

Revision history

Rev.	Data	Description of updates	Authors/Editors
0.2.1	25/06/25	First draft	G.Cavoto, M.Messina

L'obiettivo di Ptolemy è la rivelazione del fondo cosmologico di neutrini. Meno di un secondo dopo il Big Bang i neutrini si disaccoppiarono dalla materia e iniziarono il loro viaggio attraverso l'Universo.

- Partendo da un'idea di S. Weinberg (Phys. Rev. 128, 1457) Ptolemy propone di **utilizzare atomi di trizio come bersagli per assorbire i neutrini cosmologici**. Da questo processo emerge un elettrone con energia cinetica fissata.
- Ptolemy si propone di sviluppare una tecnologia in grado di rivelare questi elettroni con una risoluzione energetica mai ottenuta prima. In questa fase, Ptolemy punta a sviluppare una serie di tecnologie volte a definire il design e la costruzione di un "dimostratore", tra cui:

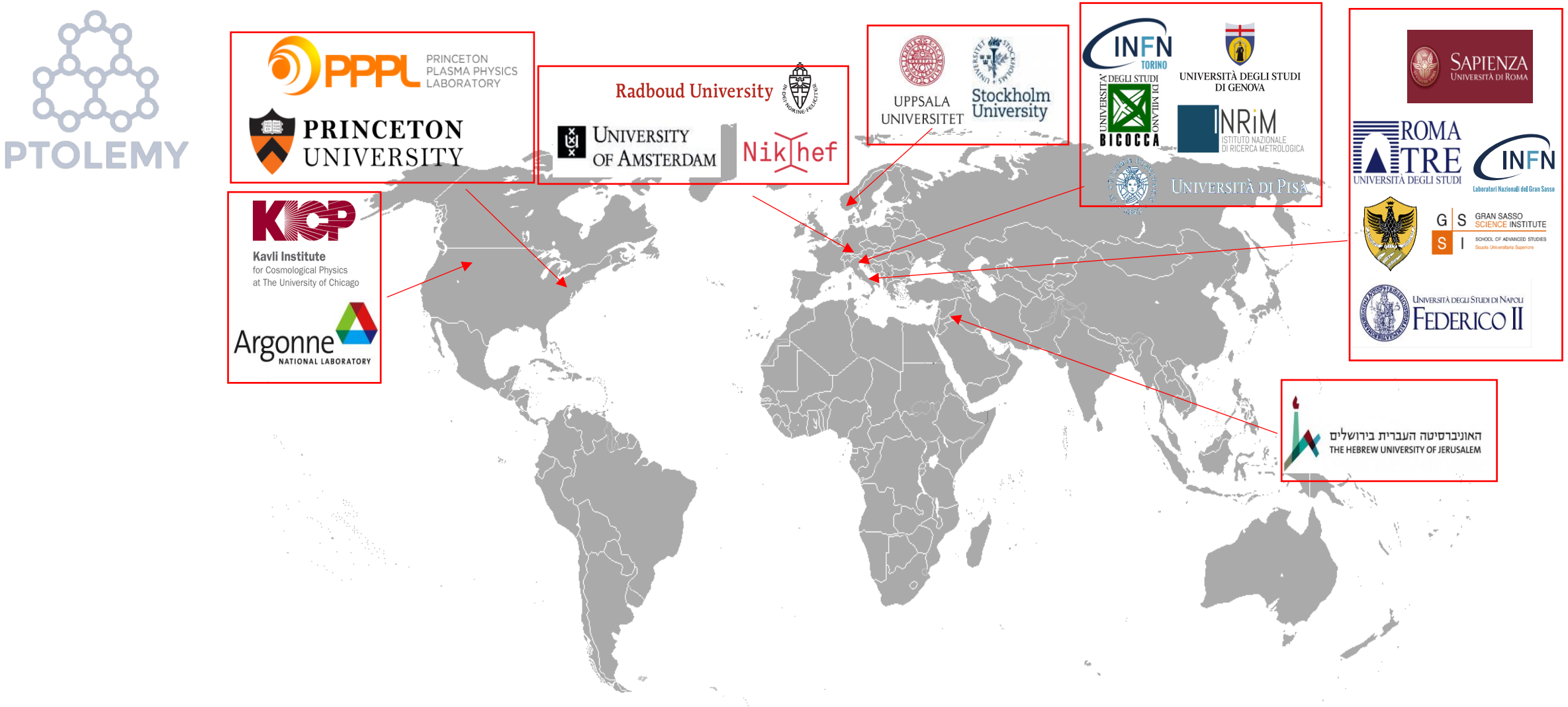
- lo **studio dell'assorbimento del trizio sul grafene**; la rivelazione della radiazione di ciclotrone emessa dall'elettrone in un campo magnetico;

- lo studio di un sistema di campi magnetici ed elettrici in grado di filtrare l'enorme numero di elettroni prodotti ogni secondo. microcalorimetri basati su materiali superconduttori.

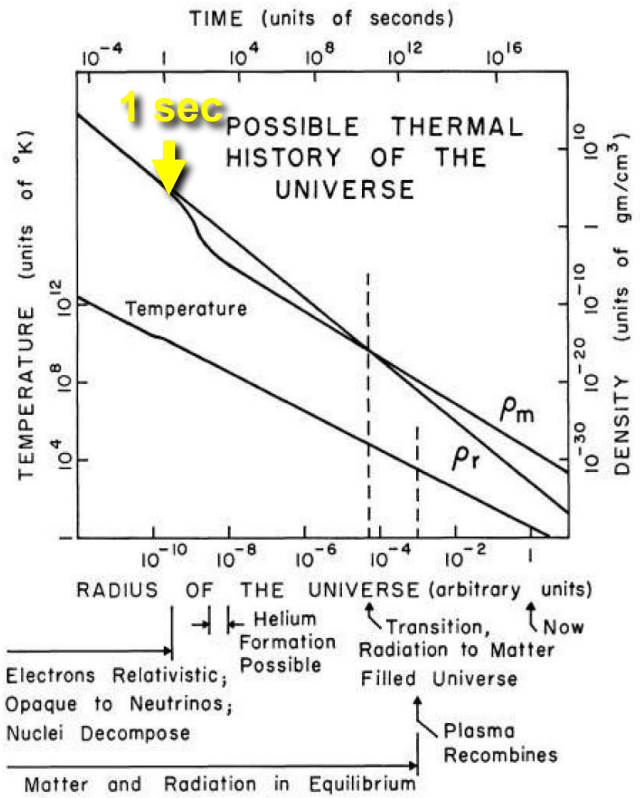
- Un tale dimostratore sarebbe, prima di tutto, un rivelatore in grado di analizzare lo spettro beta del trizio con una **sensibilità mai raggiunta prima nella misura della massa del neutrino elettronico.**

PTOLEMY

Relic neutrinos detection and mass measurement in the PTOLEMY project.



$C\nu B$ spectrum

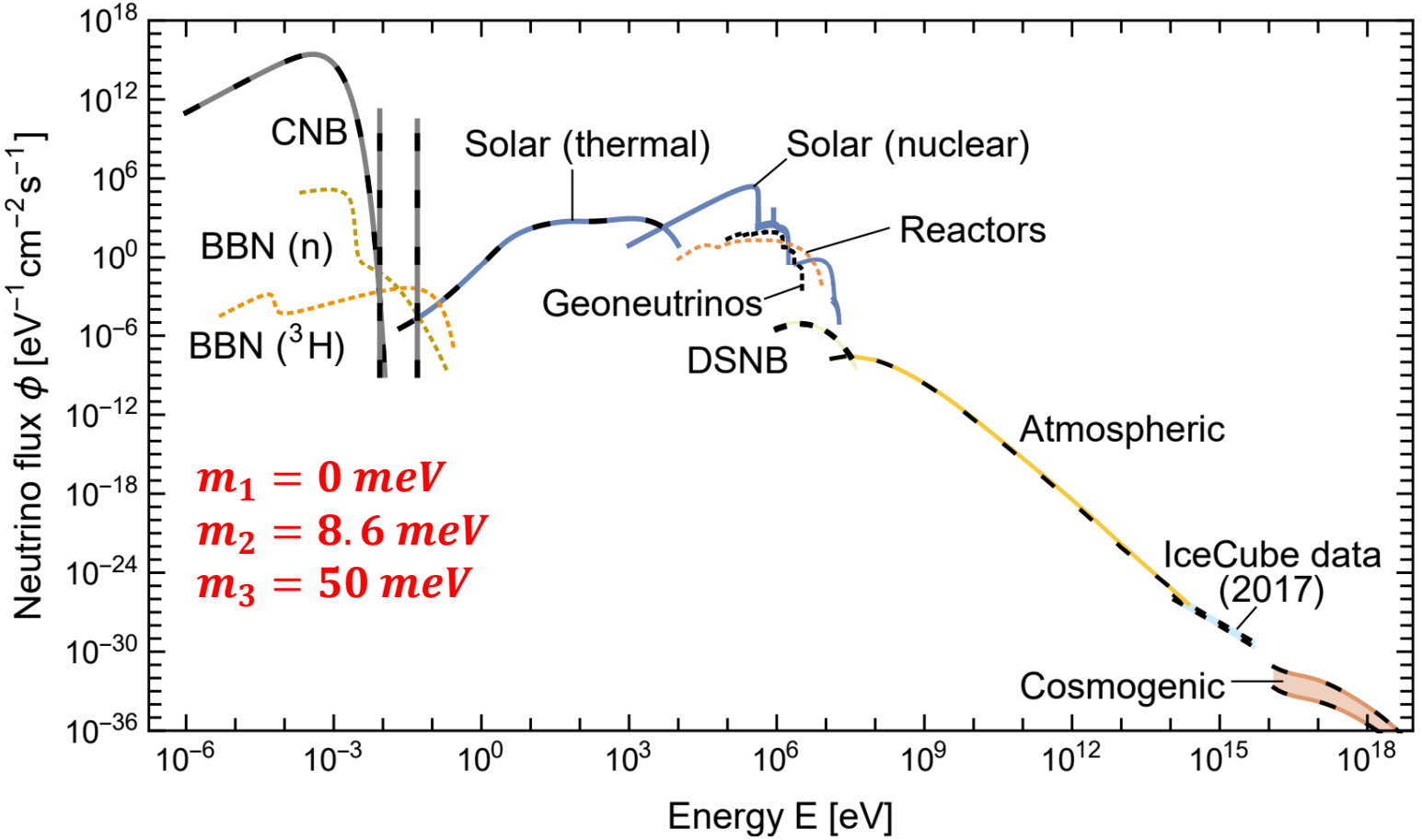


$n_\nu = 112/cm^3$

$T_\nu \sim 1.95K$

$t_\nu \sim 1$ second

https://arxiv.org/pdf/1910.11878.pdf



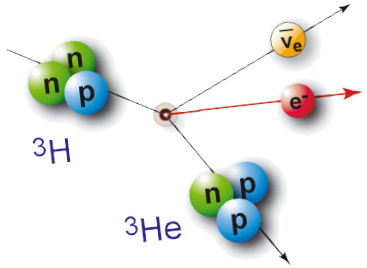
E' possibile rivelare neutrini da 0.01 eV?

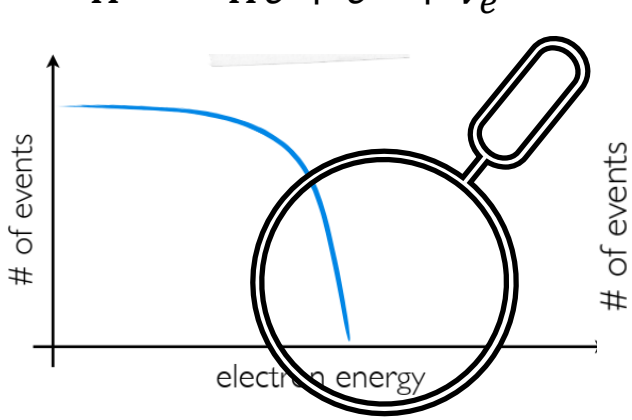
Principio di rivelazione

Misura della massa del neutrino

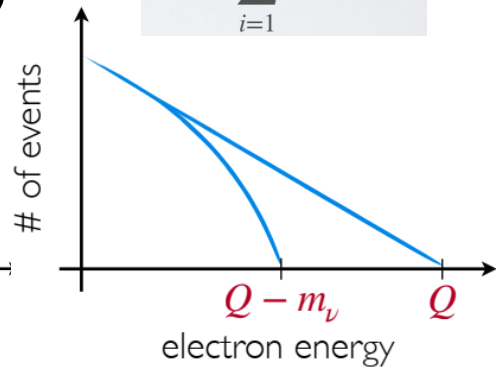
Beta decay

$^3H \rightarrow {}^3He + e^- + \bar{\nu}_e$





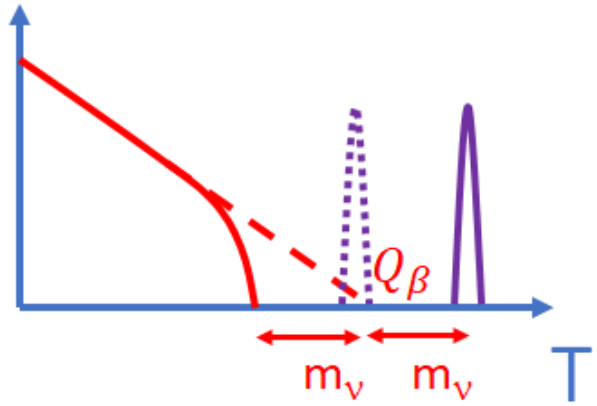
$$m_\nu^2 = \sum_{i=1}^{3} |U_{ei}|^2 m_i^2$$



Osservazione neutrini relic

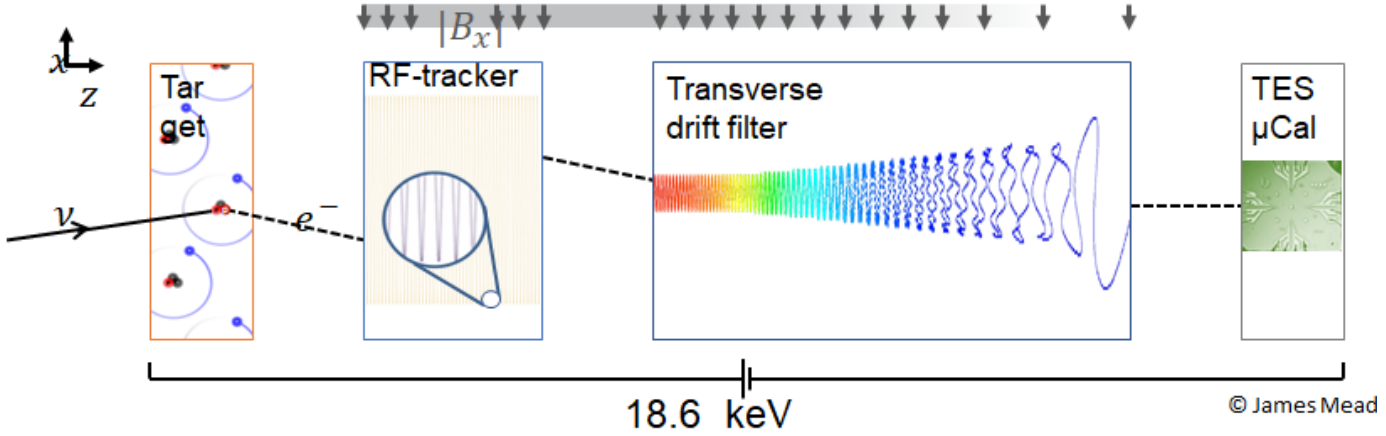
Neutrino absorption

$\nu_e + {}^3H \rightarrow {}^3He + e^-$

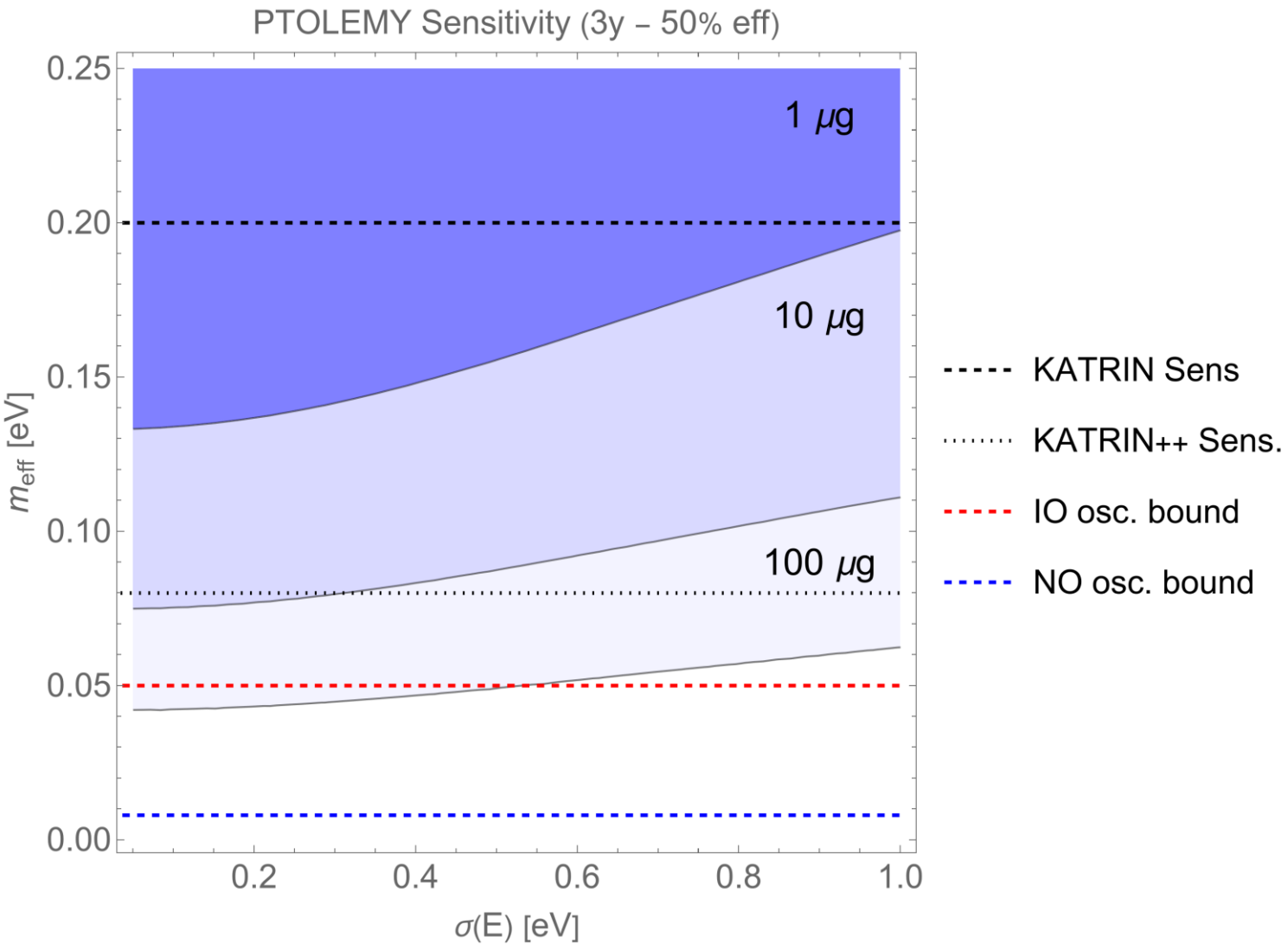


La chiave del successo del progetto è il **grafene**: si possono immagazzinare grandi quantità di trizio in un piccolo volume e ottenere risoluzioni energetiche molto basse.

Questo rende anche l'aspetto teorico del problema più complesso: è necessario tenere in conto di una moltitudine di effetti di materia condensata.



Sensitivity as a function of tritium mass



Remarks:

- the sensitivity is weakly dependent upon the energy resolution (500 meV is already a good starting point)

- 1 μg is potentially comparable or even better than the projection of the best technology on the market

- 100 μg (0.5 m^2) can potentially probe the neutrino mass down to the IO scenario

Sezioni coinvolte e richieste

INFN unit	FTE per INFN unit	Travel (kE)	hardware (kE)
CA	1.5	5	
GE	0.25	3	
NA	0.4	2	
LNGS	4.1	8.5	6 magnet transport
PI	0.8	2	
Roma1	3.6	9.5	6 e-detector
Roma2	0.9	3	
Roma Tre	1.0	3	5 graphene test production
To	0.2	1	
Tot	12.75	37	11

Table 2: Residual costs for year 2026

INFN unit	FTE per INFN unit	Travel	hardware
CA	1.5	5	
GE	0.25	3	
NA	0.4	2	
LNGS	4.1	8.5	
PI	0.8	2	
Roma1	3.6	9	
Roma2	0.9	3	
Roma Tre	1.0	3	
TO	0.2	1	
Tot	12.75	37	

Table 3: Residual costs for year 2027 (expected)

Cognome	Nome	Profilo	Stato	aff	PTOLEMY	perc	Note
					1.5		
Cadeddu	Matteo	Primo Ricercatore	Attivo	2	30	DARKSIDE - 80% ET_ITALIA - 20%	
Ferro	Luca	Scientifica Dottorandi	Attivo		30	DARKSIDE - 100%	
Pavarani	Riccardo		Attivo	2	30	DARKSIDE - 100%	
Santucci	Alessia	Scientifica Dipendenti altri enti	Attivo	2	30	DARKSIDE - 20% PTOLEMY- 30%	
Sestu	Michela		Attivo	2	30	DARKSIDE - 100%	

Situazione attuale (praticamente definita)

Coordinatori	**1**	
Cadeddu Matteo		
Referaggi interni	**3**	
Cognome	**Nome**	**Esperimento**
Cadeddu	Matteo	COSINUS_CSN2
Cadeddu	Matteo	FLASH
Cadeddu	Matteo	RADIO_AXION
Referaggi esterni	**0**	
Cognome	**Nome**	**Esperimento**
Osservatori	**1**	
Incarichi istituzionali	-	
	0	
Numero di FTE validi per dotazioni (senza ET_ITALIA)	**22.75**	
Numero di FTE validi per dotazioni (con ET_ITALIA)	**35.05 (+ 2 FTE PNNR)**	

Richieste finanziare tabellari come da algoritmo

Sigla	ARCHIMEDES	DARKSIDE	ET_ITALIA	PNRR_ETIC	PRIN	VIRGO	PTOLEMY	tot
Totale(FTE)	1.7	14.2	12.3	2	0.25	5.1	1.5	37.05

TOT FET senza ET: 37.05-12.3-2=22.75

Sezione	Tipo	Mobilita' coord	FTE validi per dotz2	# Coordinatori	# Referragi interni	# Referagi esterni	# Osservatori	MISS FTE	INV FTE	CON FTE	k€ Coordinatori	k€ Referagi I	k€ Referagi E	k€ Inc. Istituz.	k€ Osservatori	Missioni tot	Missioni Rounded 0,5	Non Missioni Rounded 0,5	k€ tot Rounded 0,5
CA	D	3.5	22.75	1	3	0	1	22.8	9.1	2.3	3.5	4.5	0.0	0.0	1.8	32.5	32.5	11.5	44

Il gruppo 2 a Cagliari è in continua crescita grazie alle attività legate alla materia oscura con DarkSide /ARIA, fisica dei neutrini, ET e Virgo e Archimedes.

Nel futuro (prossimo e non) possibili nuove sigle PTOLEMY

BACKUP

INFN

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Underground argon and purification

Extraction

^{39}Ar radioactivity in AAr:
• β emitter ($T_{1/2}$: 269 yr, Q: 565 keV). ~1 Bq/kg in AAr.

URANIA, Colorado (US)
• Industrial scale extraction plant;
• Expected argon purity at outlet: 99.99%;
• UAr extraction rate: 250-330 kg/day and 120 t over two years

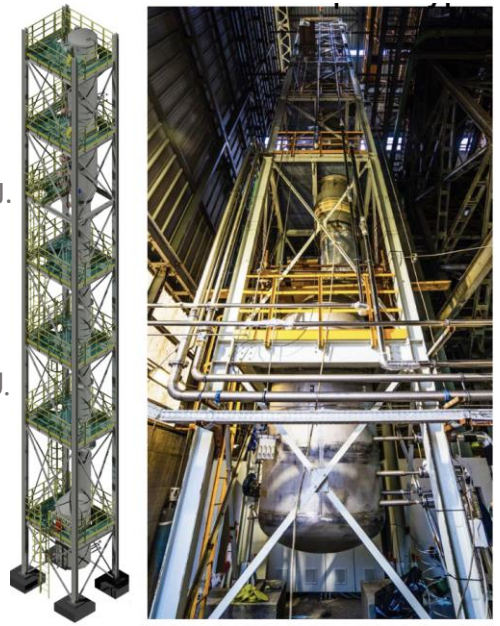
Purification

ARIA: UAr distillation plant
• Cryogenic distillation column in Sardinia (IT)
• Three sections: bottom reboiler, 28 central modules (12 m each), top condenser, ~350 m
• Chemical purification rate: 1 t/day

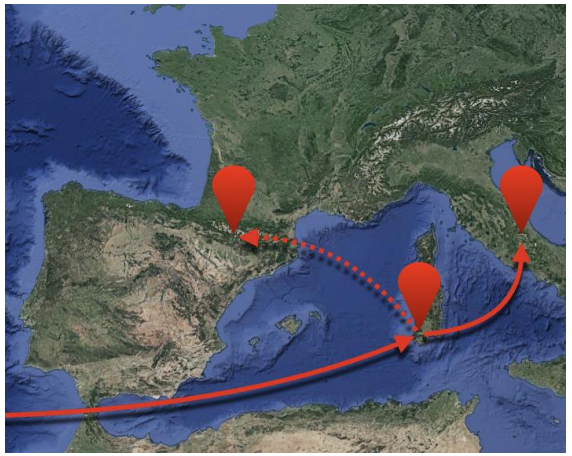
• First module operated according to specs with nitrogen in 2019 [Eur. Phys. J. C (2021) 81:359]

• Ar run completed at the end of 2020 [Eur. Phys. J. C 83, 453 (2023)]

• Now working on the full assembly



Assaying and delivery



DArT : Measurement of the activity of the ^{39}Ar @LSC, Canfranc, Spain
• Single-phase inner detector for 1.42 kg of liquid UAr
• Will be installed inside ArDM detector, acting as an active veto.
• ^{39}Ar depletion factor sensitivity: U.L. 90% CL. 6×10^4 [2020 JINST 15 P02024]

Selection of target

"Highish" cross-section

"Longish" lifetime

Isotope	Decay	Q_β (keV)	Half-life (sec)	$\sigma_{\rm NCB}(v_\nu/c)$ (10^{-41} cm^2)
^{3}H	β^-	18.591	3.8878×10^{8}	7.84×10^{-4}
^{63}Ni	β^-	66.945	3.1588×10^{9}	1.38×10^{-6}
^{93}Zr	β^-	60.63	4.952×10^{13}	2.39×10^{-10}
^{106}Ru	β^-	39.4	3.2278×10^{7}	5.88×10^{-4}
^{107}Pd	β^-	33	2.0512×10^{14}	2.58×10^{-10}
^{187}Re	β^-	2.64	1.3727×10^{18}	4.32×10^{-11}
^{11}C	β^+	960.2	1.226×10^{3}	4.66×10^{-3}
^{13}N	β^+	1198.5	5.99×10^{2}	5.3×10^{-3}
^{15}O	β^+	1732	1.224×10^{2}	9.75×10^{-3}
^{18}F	β^+	633.5	6.809×10^{3}	2.63×10^{-3}
^{22}Na	β^+	545.6	9.07×10^{7}	3.04×10^{-7}
^{45}Ti	β^+	1040.4	1.307×10^{4}	3.87×10^{-4}

Expected rate: 100 gram-year exposure

JCAP 0706:015,2007

m_ν (eV)	FD (events yr^{-1})	NFW (events yr^{-1})	MW (events yrs^{-1})
0.6	7.5	90	150
0.3	7.5	23	33
0.15	7.5	10	12

x0.5 x0.5 x0.5

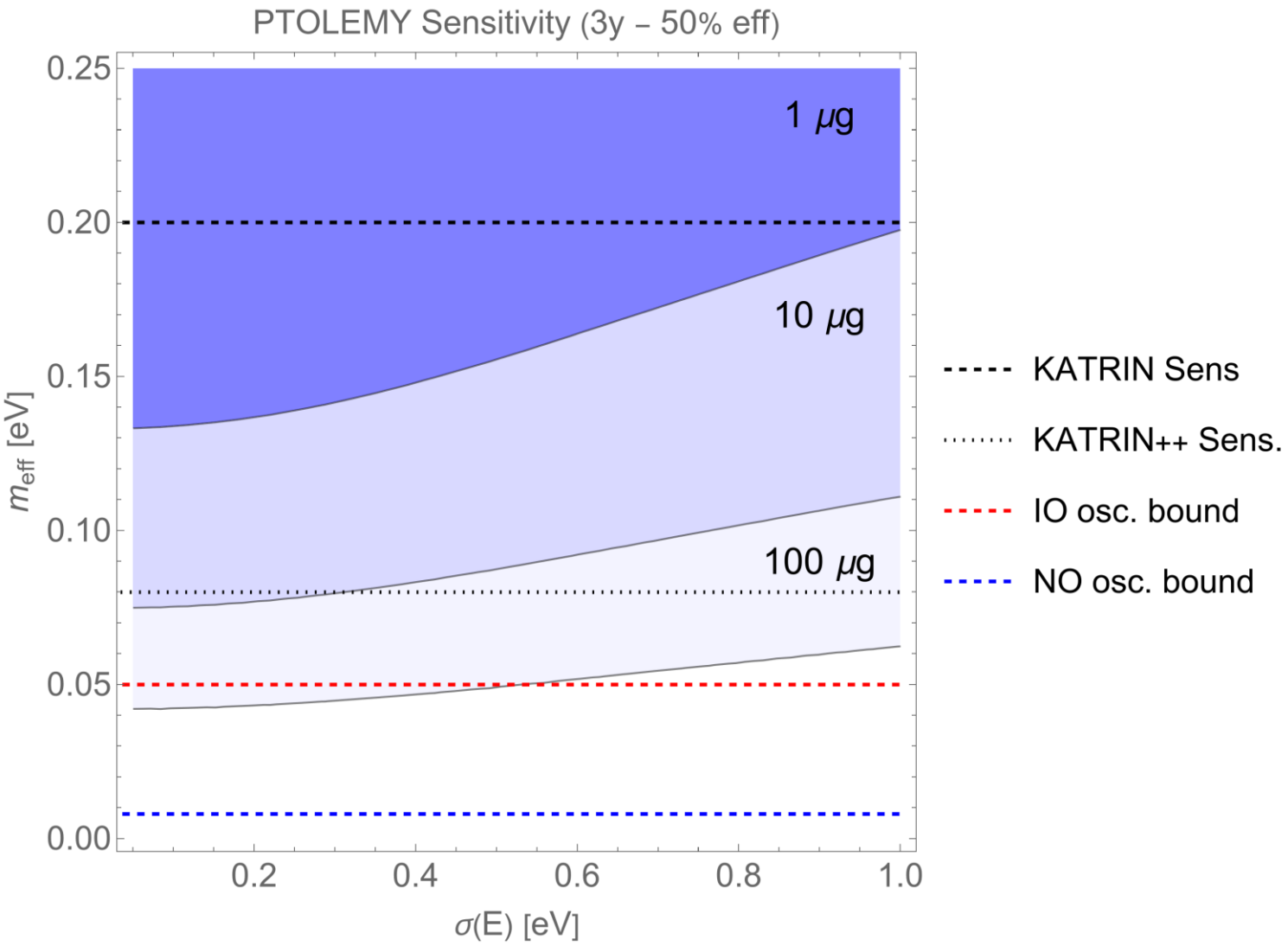
Dirac

m_ν (eV)	FD (events yr^{-1})	NFW (events yr^{-1})	MW (events yrs^{-1})
0.6	7.5	90	150
0.3	7.5	23	33
0.15	7.5	10	12

Majorana

JCAP 076:015, 2007
JCAP 1408 (2014) 038

Sensitivity as a function of tritium mass



Remarks:

- the sensitivity is weakly dependent upon the energy resolution (500 meV is already a good starting point)

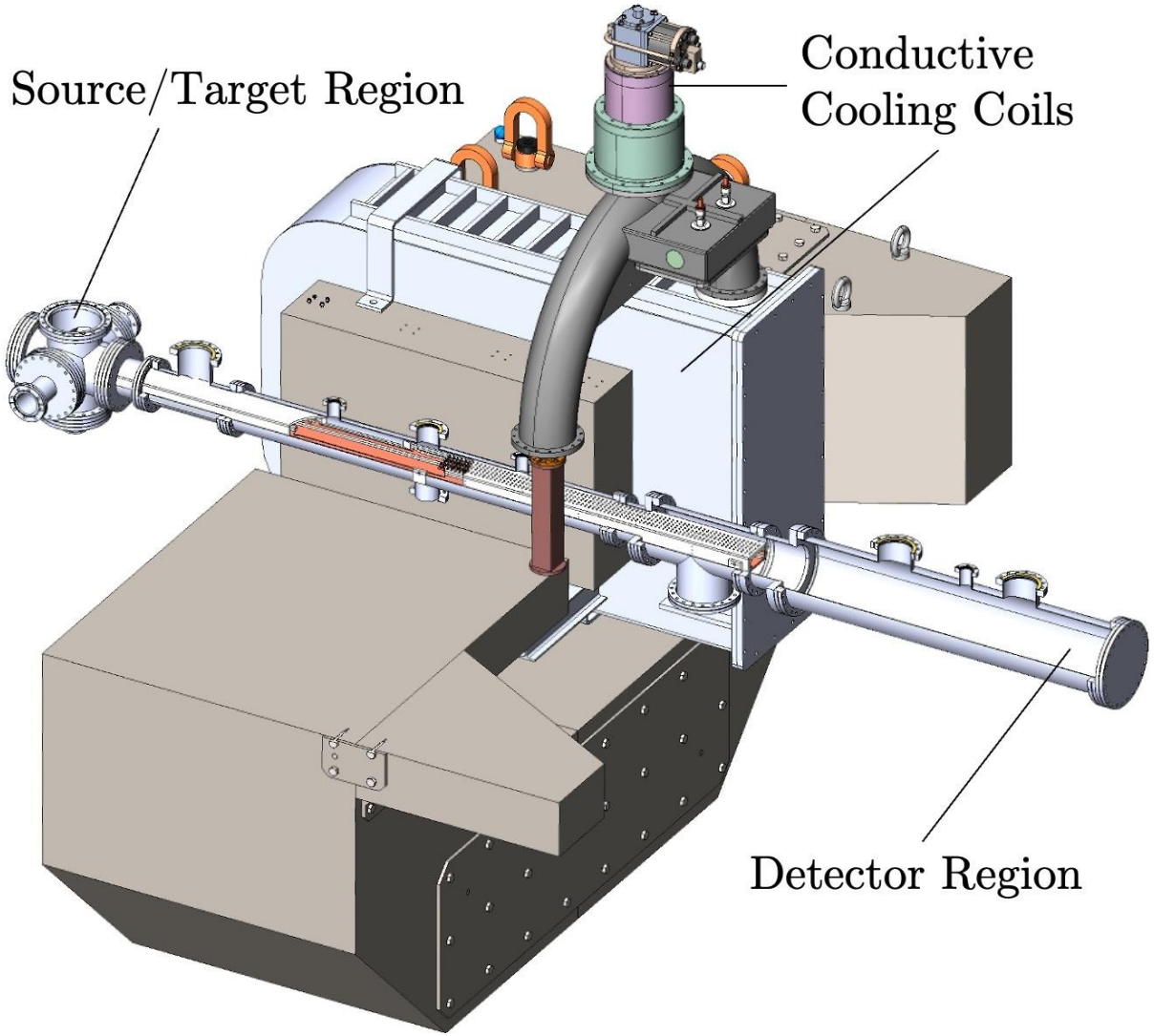
- 1 μg is potentially comparable or even better than the projection of the best technology on the market

- 100 μg (0.5 m^2) can potentially probe the neutrino mass down to the IO scenario

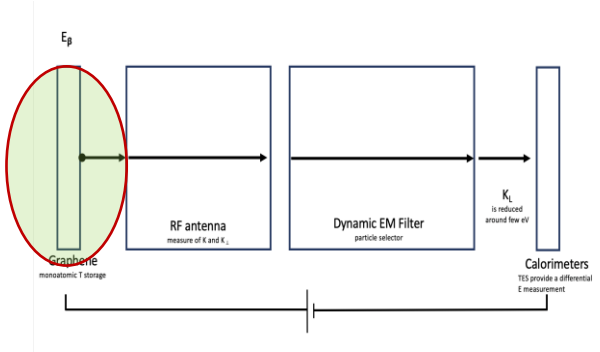
Overview of the R&Ds in the PTOLEMY project

1. RF measurement from single electron emission (LNGS/Nikhef)
2. Graphene loading capability (Roma1)
3. Graphene transmission measurement and electrostatic analyser (Roma3)
4. TES design optimization at National Institute of Metrology (INRiM)
5. Demonstrator SC magnet design and construction (LNGS/Princeton)
6. HV system development setting the overall energy scale (LNGS)

Assembly of the DEMONSTRATOR

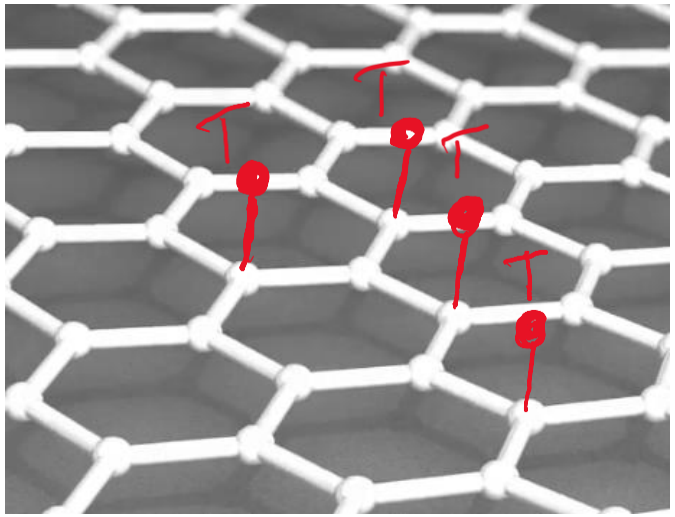


PTOLEMY: tritium target

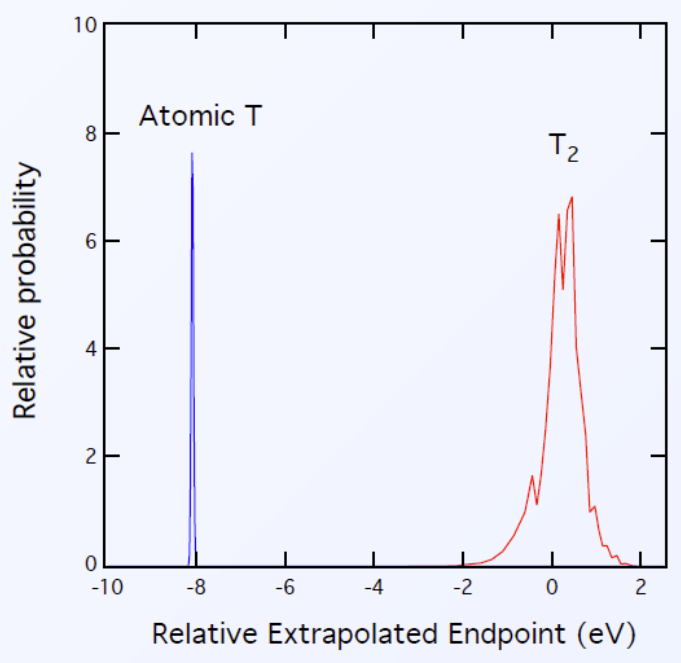


- Use **atomic ^{3}T**
  - No ro-vibrational modes in final state like for ^{3}He-^{3}T final state.
  - Limit to energy resolution not determined by target itself

- dE/dx of electrons imposes extremely **thin targets**
- We investigate ^{3}T loosely bound to graphene
  - Theoretical maximum is about 0.2 mg tritium per m^2

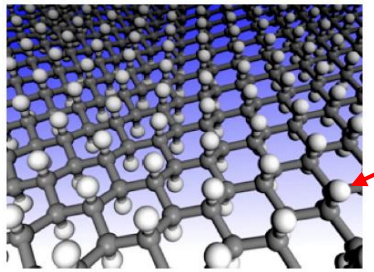


Max 1-tritium for every C



Hydrogen and Deuterium loading on graphene and nano-porous graphene at Roma3

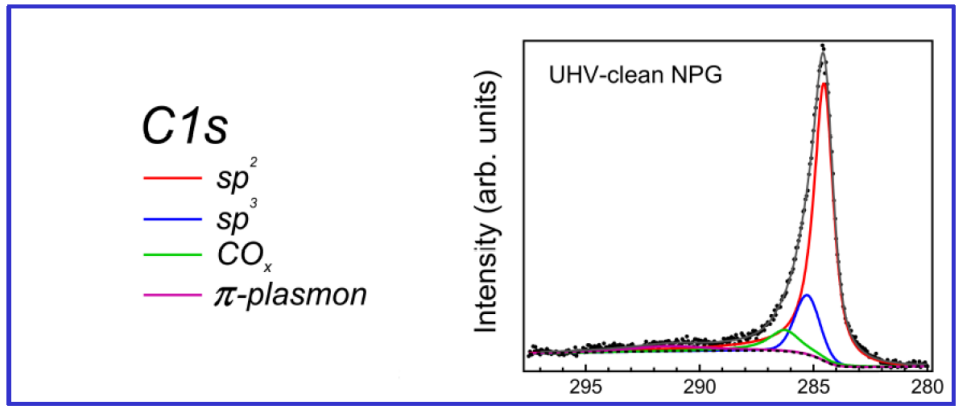
atomic H as a tool to '*pinch*' the sp2 bonds towards an sp3 configuration while maintaining the planar nature of graphene



sp3 H-C bond

how to estimate the H (or D):C upload → directly from a quantification of the sp3 bond spectroscopic signal from the XPS C 1s core level:

$$\%H/C = I_{sp3} / (I_{sp3} + I_{sp2}) = \Theta$$

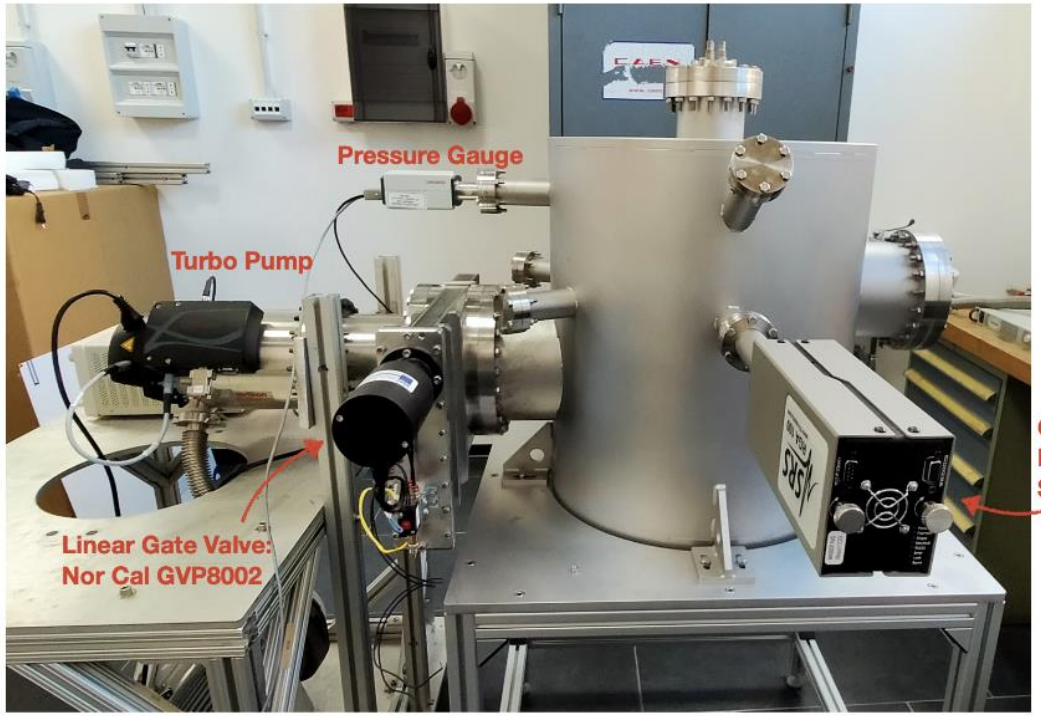


Abdelnabi et alii, Nanomat. **11**, 130 (2021)

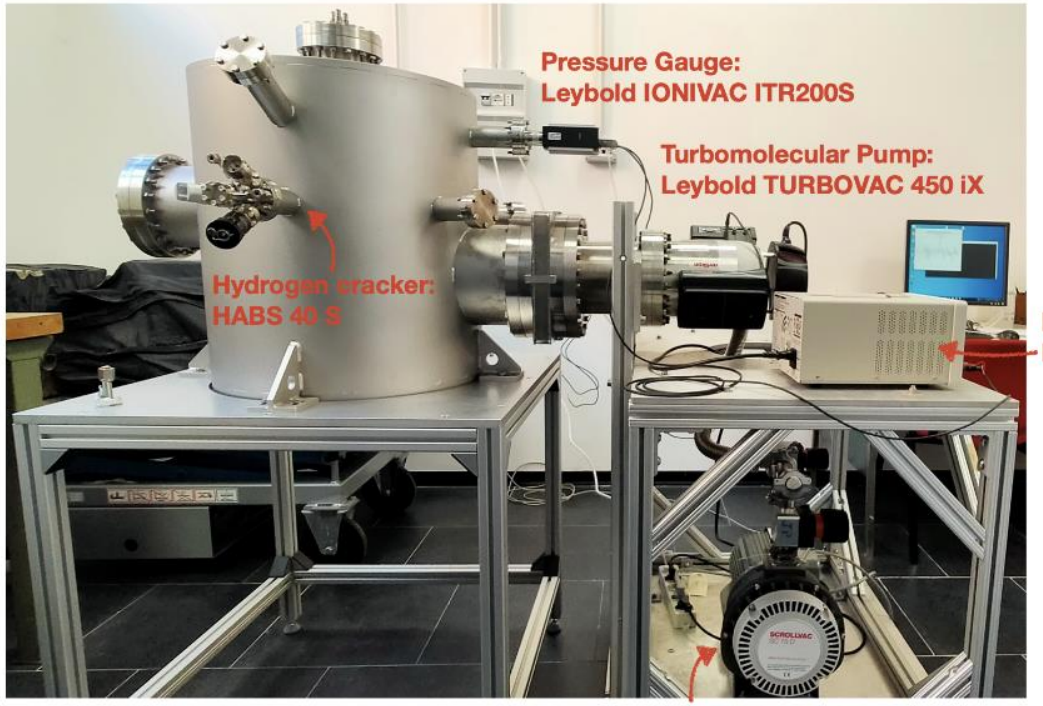
T-loading setup in Roma1

we need a lab. capable to deal with T gas
system tested with H^2

T-chamber R side view



T-chamber L side view



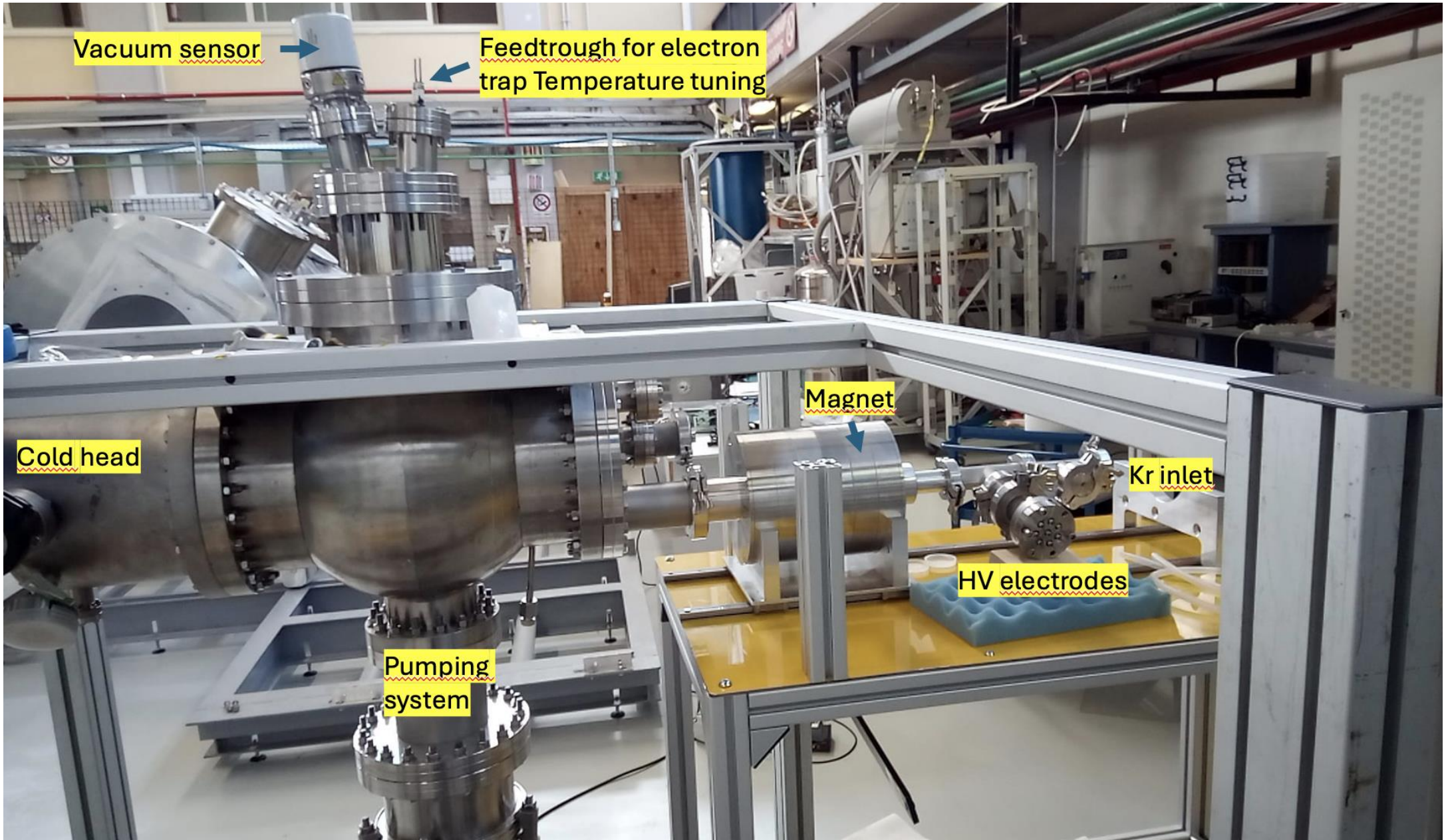
Single electron RF emission detection

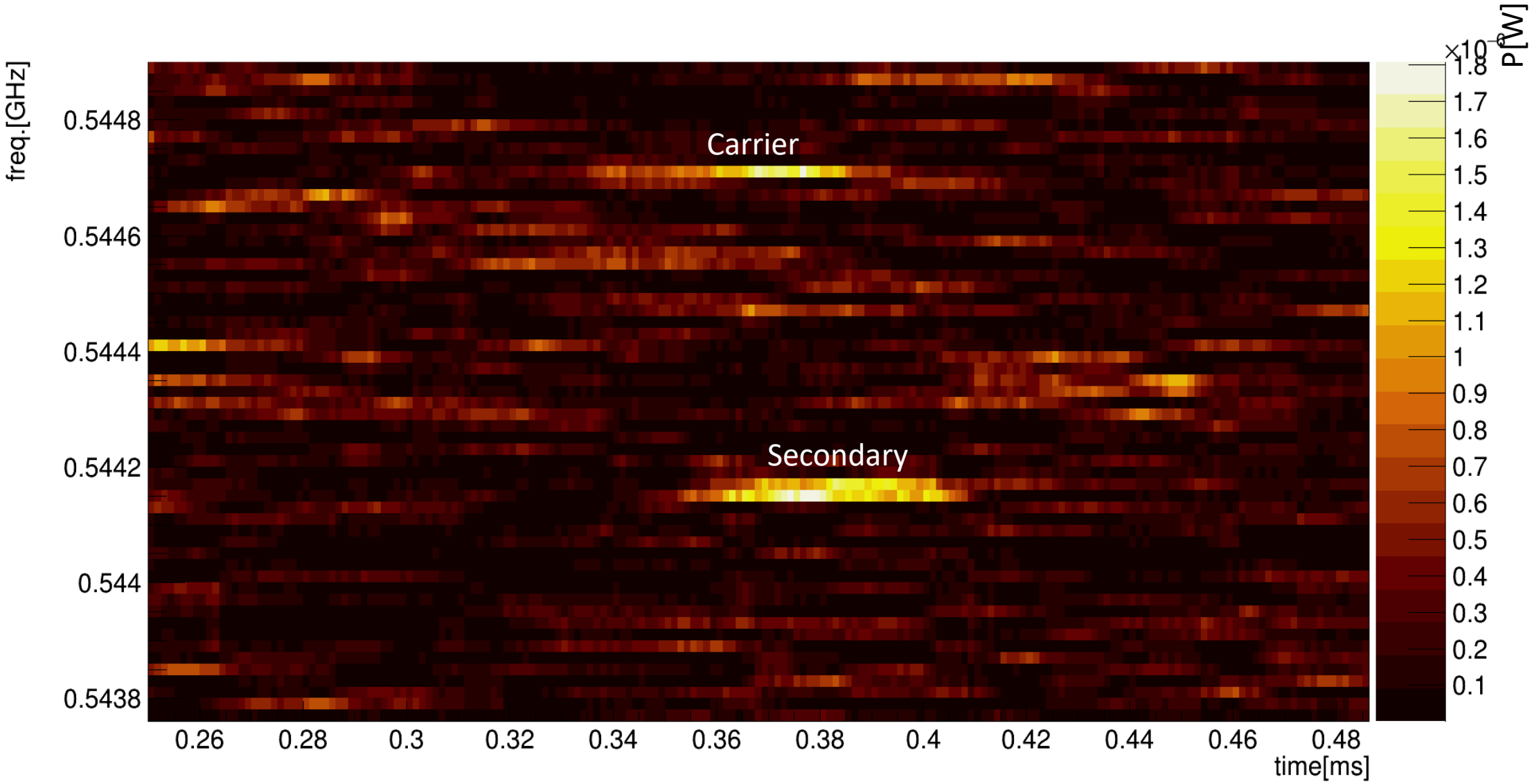
Aim: Detect single electron RF emission signal @ 27 GHz at low intensity (~ 1 fW)
in a relatively short time (hopefully below 100 μs)

Purpose(s): First measurement of this kind in the PTOLEMY Collaboration
First step toward the demonstrator
Key steps to build the GANTTChart for funding agencies

Setup: Permanent magnet (1 Tesla field) hosting an “electron trap”

RF detection setup at LNGS: electron trap



Candidate electron events

RF emission frequency vs time of single electron in the permanent magnet